



**UNIVERSIDADE TECNOLÓGICA FEDERAL DO PARANÁ**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM**  
**ENSINO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E DA NATUREZA**

**MARILANE DE JESUS FERREIRA**

**A HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO SUBSÍDIO PARA A CONSTRUÇÃO DO  
CONHECIMENTO DO CONCEITO DA DUPLA HÉLICE**

LONDRINA  
2015

MARILANE DE JESUS FERREIRA

**A HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO SUBSÍDIO PARA A CONSTRUÇÃO DO  
CONHECIMENTO DO CONCEITO DA DUPLA HÉLICE**

Dissertação apresentada como requisito para obtenção do título de Mestre em Ensino do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza da Universidade Tecnológica Federal do Paraná.

Área de Concentração: Ensino, Ciências e Novas Tecnologias.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade

LONDRINA  
2015

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)  
Biblioteca UTFPR - Câmpus Londrina

F383h Ferreira, Marilane de Jesus

A História da ciência como subsídio para a construção do conhecimento do conceito da dupla hélice / Marilane de Jesus Ferreira. - Londrina: [s.n.], 2015.  
117 f. : il. ; 30 cm.

Orientadora: Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade.  
Dissertação (Mestrado) - Universidade Tecnológica Federal do Paraná.  
Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza. Londrina, 2015.  
Bibliografia: f. 99-110.

1. Ciência - História. 2. Biologia (Ensino médio) - Estudo e ensino. 3. DNA  
I. Andrade, Mariana Aparecida Bologna Soares de, orient. II. Universidade  
Tecnológica Federal do Paraná. III. Programa de Pós- Graduação em Ensino de  
Ciências Humanas, Sociais e da Natureza. IV. Título.

CDD: 507



---

**TERMO DE APROVAÇÃO**  
**A HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO SUBSÍDIO PARA A CONSTRUÇÃO DO**  
**CONHECIMENTO DO CONCEITO DA DUPLA HÉLICE**

por

**Marilane de Jesus Ferreira**

Dissertação de Mestrado apresentada no dia 06 de julho de 2015 como requisito parcial para a obtenção do título de MESTRE EM ENSINO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E DA NATUREZA pelo Programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza – PPGEN, Câmpus Londrina, Universidade Tecnológica Federal do Paraná. A mestranda foi arguida pela Banca Examinadora composta pelos professores abaixo assinados. Após deliberação, a Banca Examinadora considerou o trabalho **Aprovado**.

---

Profa. Dra. Mariana Ap. Bologna Soares de Andrade (UEL)  
Orientadora

---

Profa. Dra. Zenaide de Fátima Dante Correia Rocha (UTFPR)  
Membro Titular

---

Prof. Dr. Lucken Bueno Lucas (UENP)  
Membro Titular

---

Profa. Dra. Zenaide de Fátima Dante Correia Rocha  
Coordenadora Adjunta do Programa de Pós-Graduação em Ensino de  
Ciências Humanas, Sociais e da Natureza – PPGEN.

**A FOLHA DE APROVAÇÃO ASSINADA ESTÁ ARQUIVADA NA**  
**SECRETARIA DO PROGRAMA DE MESTRADO**

*Dedico esta dissertação  
Aos meus inesquecíveis pais.  
A dor, a saudade e a tristeza de suas partidas,  
transformaram-se em amor, gratidão e  
motivação para a realização deste trabalho.  
Tudo valeu a pena, queridos pais.  
Aos meus filhos, Ingrid, Taline, Wisley e  
à minha netinha Ana Leticia  
que com compreensão souberam  
esperar a mãe e avó terminar  
o “dever de casa”.*

## AGRADECIMENTOS

Todas as vezes que li os agradecimentos das dissertações e teses, sempre me impressionou, o cuidado de seus autores em destacar todos aqueles que, de alguma forma, foram fundamentais para a realização do trabalho. Agora que me vejo no desempenho desta tarefa, consigo aquilatar um pouco seu tamanho e entender a dificuldade de realizá-lo.

À Deus, por me permitir realizar este trabalho.

Agradeço a minha orientadora, professora Dra. Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade que, com carinho, aceitou a tarefa de me nortear num momento em que poucos acreditavam que esta dissertação viesse a ser concluída. Sem a sua paciência de me escutar, de enxugar minhas lágrimas e de ouvir minhas inquietações, certamente não teria conseguido ordenar as ideias que borbulhavam na minha cabeça. À ela, pela amizade e atenção, devo esta dissertação.

Ao professor Dr. Marcos Rodrigues da Silva e à professora Dr.<sup>a</sup> Zenaide de Fátima Dante Correia Rocha pelas valiosas contribuições apresentadas no exame de qualificação.

No processo inquietador de elaboração de uma dissertação, colegas e amigos terminam sempre envolvidos. Às minhas amigas, Cecilia Helena Vechiatto e Elis Cristina Correr gostaria de registrar que é sempre muito acalentador saber que posso contar com um ombro amigo. A elas, que nos momentos de angústias e dificuldades, tiveram sempre uma palavra de incentivo, agradeço ternamente.

Aos meus colegas de curso Julio Cesar , Dilza , Edno, Zico, Gilberto e aos colegas de outras áreas do conhecimento, gostaria de agradecer o companheirismo e os momentos de aprendizagem que compartilhamos.

À minha filha Ingrid Elis Paschoarelli agradeço a disponibilidade em corrigir minhas traduções. Aos meus filhos Taline Patrícia, Wisley Duelli e minha amada neta Ana Letícia, agradeço por terem tido paciência de esperar que a tarefa chegasse ao final.

À minha amiga pesquisadora Ronise Correa agradeço pelo apoio e nortes dado para a efetivação das pesquisas realizada e conclusão deste trabalho.

De modo geral, é preciso destacar o afeto, solidariedade e compreensão dos parentes. Sem o apoio dessas inumeráveis pessoas, a execução desse trabalho teria sido impossível.

A meus pais, Joaquim Ferreira (*In memoriam*) que me fez o que sou e Odet de Jesus Ferreira (*In memoriam*), que comigo partilhou parte da minha caminhada agradeço profundamente a possibilidade de realizar este trabalho. Com minha mãe, reparto a alegria e a satisfação do trabalho concluído. Muito obrigada.

A história da história não se deve preocupar apenas com a produção histórica profissional, mas com todo um conjunto de fenômenos que constituem a cultura histórica, ou melhor, a mentalidade histórica de uma época.

(LE GOFF, 1992, p.48).

FERREIRA, Marilane de Jesus. **A História da Ciência como subsídio para a construção do conhecimento do conceito da Dupla Hélice**. 2015 114f. Dissertação (Mestrado Profissional em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza). Universidade Tecnológica Federal do Paraná. Londrina.

## RESUMO

A presente análise abordou a relevância da História da Ciência para a prática da Educação em Ciência, de modo mais específico para a aprendizagem no Ensino Médio na disciplina de Biologia, considerando significativa a ideia de que a aprendizagem em ciência, isto é, sobre as dimensões históricas, filosóficas e culturais da ciência (MONK; OSBORNE, 1997) são emergentes para a educação científica. Em vista da escassez de materiais contendo episódios históricos filosóficos que permitem realizar uma transposição didática, faz-se necessário a construção de textos contendo a História da Ciência que desempenha um papel fundamental na elaboração do conceito do DNA no Ensino Médio. A elaboração do texto “Dupla hélice: A construção de um conhecimento” contendo a evolução histórica do modelo da dupla hélice na versão e-book como produto educacional, pode auxiliar na concepção do conceito do DNA no Ensino Médio. Neste contexto, buscou-se fundamentos à discussão das necessidades formativas do professor do referido ensino e nível de escolaridade. Analisou-se aspectos sobre a visão e concepções de ciências e a inserção da história e filosofia da ciência na prática pedagógica dos professores de Biologia. Apresentou-se o percurso metodológico da pesquisa, partindo do delineamento básico da pesquisa (problema, questões norteadoras, objetivos, objeto e sujeitos da pesquisa e produto educacional) para depois situar a perspectiva teórico-metodológica adotada, para a apreensão da pesquisa. Elegeu-se o estudo qualitativo para nortear a pesquisa, os questionários e a entrevista como técnica para coleta de dados. Concluímos, conforme a análise dos dados fornecidos pelos sujeitos da pesquisa, que o e-book contendo episódio histórico filosófico é um dispositivo didático útil para tornar o ensino médio mais interessante, possibilitando a aprendizagem de conceitos complexos da biologia, como o DNA. Outro ponto a ressaltar é que episódios históricos contribuem no processo da construção do conhecimento de maneira gradativa e lenta, promovendo uma visão concreta real da Natureza da Ciência com seus métodos, técnicas, modelos, acertos e erros, promovendo a formação de um cidadão crítico mediante o conhecimento científico. Para tanto, a necessidade de capacitação de professores para a utilização do material foi percebida por meio das análises.

**Palavras-chave:** história e filosofia da ciência, dupla-hélice, ensino de ciências

FERREIRA, Marilane de Jesus. **A History of Science as a subsidy for the construction of the Double Helix concept of knowledge**. 2015,1164f. Dissertation (Master's in Teaching Humanities, Social Science and Nature). Universidade Tecnológica Federal do Paraná, Londrina.

## ABSTRACT

This analysis addressed the relevance of the History of Science for the practice of science education, more specifically for learning in high school in biology discipline, considering significant the idea that learning in science, that is, about the dimensions historical, philosophical and cultural science (MONK; OSBORNE, 1997) are emerging for science education. In view of the shortage of materials containing philosophical historical episodes that allow you to perform a didactic transposition, the construction of texts it is necessary containing the history of science which plays a key role in preparing the DNA of the concept in high school. The drafting of the text "Double Helix: The construction of knowledge" containing the historical evolution of the model of the double helix in the e-book version as an educational product, can assist in the design DNA of the concept in high school. In this context, it sought to foundations to discuss the training needs teacher of that school and education level. Analyzed aspects of the vision and ideas of science and the inclusion of the history and philosophy of science in the teaching practice of teacher Biology. He presented the methodology of the survey route, starting from basic research design (problem, guiding questions, goals , object and subject of research and educational product) and then place the theoretical and methodological perspective adopted for the seizure of the research. The qualitative study was elected to guide the research, questionnaires and interview as a technique for data collection. We conclude, as the analysis of data provided by the research subjects, the e-book containing philosophical historical episode is a didactic device useful for making high school more interesting, enabling learning complex concepts of biology, such as DNA. Another point to emphasize is that historical episodes contribute in the process of construction of knowledge gradually and slowly, promoting a real concrete vision of Nature of Science with their methods, techniques, models, hits and misses, promoting the formation of a critical citizen by scientific knowledge. Therefore, the need for teacher training for the use of the material was perceived through the analysis.

**Keywords:** history and philosophy of science, double helix, science teaching.

## LISTA DE SIGLAS

HC	História da Ciência
HFC	História e Filosofia da Ciência
MEC	Ministério da Educação
SEED-PR	Secretaria Estadual de Educação do Paraná
TIC	Tecnologias de Informação e Comunicação

## SUMÁRIO

<b>LISTA DE SIGLAS .....</b>	<b>9</b>
<b>SUMÁRIO .....</b>	<b>10</b>
<b>INTRODUÇÃO .....</b>	<b>12</b>
<b>1. CONCEPÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM SALA DE AULA.....</b>	<b>15</b>
1.1 VISÃO DE CIÊNCIA .....	16
1.2 NATUREZA DA CIÊNCIA (NDC) E FORMAÇÃO DE PROFESSORES .....	21
1.3 IMPORTÂNCIA DA HFC PARA O ENSINO .....	25
1.4 HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE BIOLOGIA E CONSEQUÊNCIAS .....	33
<b>2 IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE DE RELATOS HISTÓRICOS PARA A COMPREENSÃO DA NATUREZA DA CIÊNCIA.....</b>	<b>38</b>
2.1 O ENSINO DE CIÊNCIAS E O USO DE MODELOS E SUAS RELAÇÕES COM ASPECTOS SOCIAIS COLETIVOS NA CIÊNCIA .....	39
2.2 CONCEPÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM SALA DE AULA.....	43
<b>3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS .....</b>	<b>51</b>
3.1 QUESTIONÁRIOS .....	53
3.2 A ENTREVISTA .....	53
3.3 CONSTRUÇÃO DA ATIVIDADE .....	54
3.3.1 Primeiro momento: Pesquisa, coleta de dados sobre a História do DNA .....	55
3.4 SISTEMÁTICA.....	57
3.4.1 Segundo momento: Organização dos dados e elaboração do texto .....	57
3.4.2 Terceiro momento: montagem dos planos de aula e seleção de professor de Biologia para aplicação do produto educacional.....	58
3.4.3 Quarto momento: aplicação do produto educacional.....	59
3.5 ELABORAÇÃO DO E-BOOK.....	59
3.6 DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES COM OS ALUNOS .....	62
3.6.1 Leitura do Texto Ácido Nucléico no livro didático público. ....	64
3.6.2 Leitura do artigo científico.....	66

3.6.3	Leitura do E-book .....	67
3.6.4	Avaliação quadro comparativo.....	67
<b>4</b>	<b>APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS.....</b>	<b>69</b>
<b>4.1</b>	<b>ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS .....</b>	<b>71</b>
4.1.1	Categoria 1: Utilização HFC pelo professor.....	71
4.1.2	Categoria 2: Eficácia da HFC na concepção de Natureza da ciência.....	73
4.1.3	Categoria 3: HFC como instrumento de aprendizagem.....	76
4.1.4	Categoria 4: Concepção de Ciência .....	79
4.1.5	Categoria 5: a importância da ciência.....	80
4.1.6	Categoria 6: A importância da experimentação .....	80
4.1.7	Categoria 7: Relação livro didático e a HFC.....	82
4.1.8	Categoria 8: Quebra de paradigma .....	83
4.1.9	Categoria 9: Concepção de modelos.....	84
4.1.10	Categoria 10: Concepção de Ciência e postura dos professores.....	85
<b>4.2</b>	<b>ANÁLISE DA ENTREVISTA.....</b>	<b>88</b>
<b>5</b>	<b>CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>	<b>94</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>97</b>
	<b>A P Ê N D I C E S.....</b>	<b>108</b>
	<b>APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO INICIAL (COMPACTADO).....</b>	<b>109</b>
	<b>APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO FINAL.....</b>	<b>111</b>
	<b>APÊNDICE 3 – ENTREVISTA FINAL .....</b>	<b>113</b>
	<b>APÊNDICE 4 – PRODUTO EDUCACIONAL – EBOOK.....</b>	<b>114</b>

## INTRODUÇÃO

Distinguir o conhecimento científico e sua construção histórica do conhecimento proveniente do senso comum para a formação de cidadãos críticos é de grande importância, pois esta distinção contribui para a ampliação da capacidade de compreensão e de atuação do meio sócio-histórico em que se insere. O presente trabalho visa abordar a relevância da História da Ciência para uma prática educacional, de modo mais específico para a aprendizagem no Ensino Médio, na disciplina de Biologia, considerando significativa a ideia de que a aprender ciência vai muito além da sala de aula, isto é, aborda as dimensões históricas, filosóficas e culturais da ciência e são significativas para a educação científica escolar (MONK; OSBORNE, 1997).

Segundo Cauduro e Lüdke (2013, p.1), “a inserção da História da Ciência no Ensino de Ciências pode e deve contribuir para que os professores possam levar a ciência de forma interessante e, ao mesmo tempo, para que haja o interesse pelo conhecimento científico pelos estudantes”. A concepção que o professor de Biologia apresenta quanto à natureza do conhecimento científico, incluindo o papel que atribui às aulas experimentais e à abstração na apropriação do conhecimento pelo aluno.

A prática escolar constitui num importante fator quando se pretende criar condições para conduzir um processo que proporcione uma educação científica escolar adequada às necessidades da sociedade contemporânea. Segundo Scheid, Ferrari e Delizoicov (2007, p.158), abordam o posicionamento do funcionamento da ciência como referência aos fins básicos da educação científica, ou seja,

envolve compreender o funcionamento interno e externo da ciência, como se constrói e se desenvolve o conhecimento que ela produz, os métodos utilizados para validar este conhecimento, os valores implícitos ou explícitos nas atividades da comunidade científica, os vínculos com a tecnologia, as relações com a sociedade e com o sistema técnico-científico e as contribuições deste conhecimento para a cultura e o progresso da sociedade.

Delizoicov et. al. (2011) menciona que autores como Gagliardi (1988), Giordan e De Vecchi (1996), Lombardi (1997), Matthews (1995) corroboram com a ideia de que História e Filosofia da Ciência utilizada com e para os estudantes

favorece a construção do conhecimento, tendo em vista, que ajuda a superar o ensino dogmático e fechado, baseado em transmissão e memorização, promovendo a humanização da ciência.

A compreensão do empreendimento científico por aproximações sucessivas e por meio de retificações e rupturas, beneficiando o desenvolvimento do pensamento crítico está vinculada ao momento histórico, ao meio institucional e intelectual de cada época. Os autores acima citam que a formação de professores, pautada nesta perspectiva epistemológica, auxilia a compreensão da estrutura da ciência motivando, assim, os alunos a um melhor entendimento dos conceitos científicos.

Na primeira parte deste estudo, procurou situar a trajetória do assunto DNA na História da Ciência e sua importância para o ensino de Biologia no Ensino Médio. Buscou fundamentos à discussão das necessidades formativas do professor do referido ensino e nível de escolaridade. Em seguida, apresentou uma discussão sobre a visão e concepções de ciências e a inserção da História e Filosofia da Ciência na prática pedagógica dos professores de Biologia.

Na segunda parte, visualizou o percurso metodológico da pesquisa. Partindo do delineamento básico da pesquisa, ou seja: problema, questões norteadoras, objetivos gerais e específicos, objeto e sujeitos da pesquisa e produto educacional para situar a perspectiva teórico-metodológica adotada para a compreensão do objeto da pesquisa elegendo então, uma *abordagem qualitativa*.

A pesquisa foi realizada partindo das seguintes questões: os professores utilizam a História da Ciência para subsidiar o ensino do conceito da dupla-hélice (DNA)? Qual a concepção que os professores possuem sobre ciência? Qual a importância do assunto de DNA no Ensino Médio no ensino Biologia? Qual a contribuição dos textos históricos para a construção do conhecimento científico escolar abordando a mesma temática?

A intencionalidade do trabalho foi de analisar as impressões de um professor ministrante da disciplina de Biologia, do Ensino Médio, da rede pública do Estado do Paraná, sobre os diferentes aspectos da inserção da História da Ciência com a utilização do produto educacional e-book sobre a “Dupla hélice: A construção

de um conhecimento”. Buscou, por meio das informações geradas pelos questionários e entrevista, verificar se a contribuição da inserção da História da Ciência, mediante textos histórico-filosóficos, contendo episódios da história da Biologia sustentou as práticas educativas.

O Capítulo I apresenta concepções e o papel da História da Ciência para o ensino de ciências e para a ação docente, sendo dividido em quatro subitens listados a seguir: Visão da Ciência; Natureza da Ciência e a formação de professores; Importância da HFC para o Ensino; História da Ciência na formação de professores de Biologias e consequências.

O Capítulo II apresenta uma abordagem sobre a importância de análise de relatos históricos para a compreensão da Natureza da Ciência, o Ensino de Ciências e uso de modelos e suas relações com aspectos sociais coletivos na ciência e concepções para o desenvolvimento da História da Ciência em sala de aula.

O Capítulo III apresenta os procedimentos metodológicos que detalha a construção da atividade em quatro momentos. O primeiro momento é o de pesquisa, da coleta de dados e da elaboração do texto para a construção do e-book. O segundo momento demonstra a organização dos dados coletados e a elaboração do texto explicativo sobre as informações recolhidas. O terceiro momento explana sobre a montagem dos planos de aula e a seleção do professor de Biologia para a aplicação do produto educacional. Já, o quarto momento, detalha a aplicação do produto educacional, terminando com a elaboração do e-book.

O Capítulo IV apresenta também o desenvolvimento das atividades com os alunos, as leituras dos textos contendo o episódio histórico do DNA presente no livro didático público, no artigo científico de Watson e no e-book “Dupla Hélice: A construção de um conhecimento” e a atividade avaliativa aplicada pela professora sujeito da pesquisa.

No Capítulo V, a apresentação e discussão dos dados obtidos na pesquisa por meio de análise dos questionários iniciais e análise da entrevista realizada com as professoras participantes da pesquisa. E por fim, o Capítulo VI apresenta as considerações finais do trabalho.

## **1. CONCEPÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM SALA DE AULA**

A importância da abordagem histórica no ensino de ciências tem sido ressaltada por diversos pesquisadores da área como ressaltam os autores Preste e Caldeira (2009), Silva (2010), entre outros. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 1999) enfatizam a importância do conhecimento histórico incorporado à cultura e integrado como instrumento tecnológico, na formação contemporânea do cidadão. Neste contexto, buscaram-se na literatura nacional os artigos publicados contemplando temas da pesquisa em ensino de ciências, atrelados à história da Biologia.

No entanto, para fazer uso deste conhecimento durante as aulas com ênfase na História da Ciência, o professor deve ser preparado para tal finalidade. A falta de capacitação e de aportes teóricos pode levar ao professor à acreditar equivocadamente em relatos históricos apresentados por materiais, como os livros didáticos que, por vezes, apresentam a dimensão histórica e filosófica de maneira simplista. Isto contribui para a formulação de concepções epistemológicas inadequadas por parte dos estudantes (EL-HANI, 2006).

A História da Ciência no ensino de Biologia pode contribuir para mudar essa visão, muitas vezes, consolidada por justificar que a ciência é uma construção humana, podendo tornar as aulas mais reflexivas e críticas, permitindo a compreensão das interrelações entre a ciência e outros campos e que não é algo isolado, pois faz parte de um contexto social, econômico e político (MATTHEWS, 1995; MARTINS, 2006).

Neste contexto, Mayr (1998, p.15) explicita que “[...] a história da ciência é o âmago para a solução de problemas na busca da compreensão do mundo em que vivemos”. Nesse aspecto, podemos perceber que o conhecimento dos problemas envolvidos numa determinada teoria, tornando essencial para compreender a construção do conhecimento biológico. O filósofo Thomas Kuhn (2003), cita que a história da ciência deve ser apresentada de forma não linear ou cumulativa e, sim, por momentos de ruptura no processo de construção do conhecimento biológico.

Nesta visão, a história e a epistemologia da ciência para o ensino de Biologia são meios de compreensão de uma ciência mais adequada no contexto em que emergem. Para Martins (2005, p. 314), “[...] na reconstrução histórica de fatos e contribuições científicas que estão apresentados nos textos científicos e também na maioria dos livros didáticos, há problemas que podem distorcer a visão dos alunos sobre o desenvolvimento da ciência”. O que a autora aponta como problemas são: a história da ciência ser repleta de datas e informações desnecessárias para a compreensão do assunto que está sendo estudado e a apresentação somente de fatos passados que se aceita atualmente sem levar em consideração o contexto da época ao reconstruir a história a partir de fontes secundárias e não dos originais.

Outras indagações da autora se referem ao historiador. Para ela, ainda há o historiador, que comete erros nos fatos. É de consenso que a ciência não é simplista como é apresentada nos livros didáticos, e sim um complexo no qual as questões epistemológicas surgem em conjunto com outras de caráter histórico e social. No próximo tópico serão abordadas as visões de ciência por diferentes autores.

## 1.1 VISÃO DE CIÊNCIA

Para a maioria dos professores, a concepção de ciência que deriva do senso comum é “conhecimento comprovado”, normalmente caracterizado depois de muita investigação sobre alguma hipótese, por meio da observação de experiências, sendo que grande parte são realizadas de forma metódica e com a derivada de teorias científicas. Ciência é na maioria das vezes definida como um conhecimento que se pode confiar porque é provado, pronto e acabado. Este conceito é disseminado pelo senso comum e aceito por alguns professores e pesquisadores.

Por isso, ao falarmos do conceito de ciência temos que nos remeter ao Dicionário Aurélio que define ciência: [do lat. *scientia*.] conhecimento, saber que se adquire pela leitura e meditação; instrução, erudição, sabedoria. Conjunto organizado de conhecimentos relativos a um determinado objeto, especialmente os obtidos mediante a observação, a experiência dos fatos e um método próprio. O

Dicionário Houaiss define ciência como: Conjunto de conhecimentos sistematizados relativos a um determinado objeto de estudo.

Com base nos termos dos dicionários verificamos que alguns autores trazem diferentes visões de ciência. Segundo Cachapuz et. al. (2005) o conhecimento científico é apresentado de forma descontextualizada, transmitindo uma imagem de ciência neutra socialmente, esquecendo os interesses e influências sociais que constituem o desenvolvimento científico em seu meio sócio-natural. Outro aspecto pormenorizado pelo autor é a ciência concebida por gênios isolados, onde se ignora o papel coletivo da comunidade científica e os intercâmbios realizados entre as equipes de pesquisa e pesquisadores, reforçando a ideia de que o trabalho científico é de domínio da minoria rica.

O outro aspecto, abordado pelo mesmo autor é o empírico-indutivismo, concepção esta que defende o papel da observação e as experimentações “neutras” sem ideias aprioristas, não levando em conta as hipóteses como elemento de articulação e diálogo permeando a teoria, as observações e as experimentações, o que atribui como a essência da atividade científica.

Conforme Maturana (2001, p.134), a ciência é, então, uma atividade humana, cotidiana, ou seja,

o que a define como um domínio explicativo particular é o critério de validação de explicações que os cientistas usam, e o que define o cientista como um tipo particular de pessoa sob a paixão do explicar é o uso do critério de validação de explicações que constitui a ciência como um domínio explicativo.

Ainda para o autor, “a ciência é um domínio cognitivo válido para todos aqueles que aceitam o critério de validação das explicações científicas” (MATURANA, 2001, p. 57). Por meio desta perspectiva, o conhecimento científico atinge uma dimensão não só filosófica como também social, apesar do aviso sobre a dificuldade em agregar à ciência todos esses aspectos.

De acordo com Ziman (1979, p. 26),

a ciência é conhecimento, e, por conseguinte, intelectual, conceitual e abstrata. Inevitavelmente, é criada por homens e mulheres, individualmente, e em consequência tem um aspecto acentuadamente psicológico. É pública, e, por conseguinte moldada

e determinada pelas relações sociais entre os indivíduos. Manter em vista todos esses aspectos, simultaneamente, e saber apreciar suas ocultas conexões não é uma tarefa fácil.

A ciência é categorizada como um conjunto de conhecimentos empíricos, teóricos, históricos e práticos, produzido por uma comunidade de pesquisadores fazendo o uso do método científico, e, dando ênfase à observação, à explicação, à compreensão e à predição de fenômenos reais. Sendo uma construção humana e coletiva, faz-se necessário ter clareza na sua definição, pois para (ALVES, 1981, p. 12)

a ciência é uma especialização, um refinamento de potenciais comuns a todos. [...] é a hipertrofia de capacidades que todos têm. Isto pode ser bom, mas pode ser muito perigoso. Quanto maior a visão em profundidade, menor a visão em extensão. A tendência da especialização é conhecer cada vez mais de cada vez menos [...] a aprendizagem da ciência é um processo de desenvolvimento progressivo do senso comum. Só podemos ensinar e aprender partindo do senso comum de que o aprendiz dispõe.

Em uma análise bem detalhada, Penick (1998) cita que muitos eruditos da ciência concordam que para que uma pessoa seja cientificamente letrada, ela deve possuir características, como interesse pela ciência e tecnologia, compreensão de conceitos científicos básicos, convicção de que as ciências podem ajudar na solução de problemas e tópicos cotidianos e compreender que a ciência é uma construção histórica, resultado da evolução de ideias humanas. Portanto não compreensão é uma verdade absoluta, entre outras.

Miller (1983) contribui para a compreensão pública da ciência quando cita entre outros aspectos que um cidadão letrado cientificamente deve compreender a natureza da construção científica, o que significa entender os processos de construção do conhecimento científico.

O que é reforçado por Sabattini (2003) quando cita que o cidadão deve ter uma compreensão da natureza, bem como a compreensão de como esta ciência está inserida no contexto social e humano, além de entender e saber se posicionar em relação aos impactos desta ciência na sua cultura e na sociedade em que vive.

Segundo Chassot (2000) os alunos devem ter conhecimento de que a ciência não é um fim em si mesmo, mas uma linguagem de construção humana e, portanto, pode ter falhas.

De acordo com Mayr (2005), a Biologia é uma ciência constituída por duas áreas bem diferentes: mecanicista (funcional) e histórica. A Biologia funcional trata, juntamente com a fisiologia, de todas as atividades desempenhadas pelos seres vivos. Em último caso, tais processos funcionais podem ser explicados de forma meramente mecanicista, por meio da química e física. A Biologia histórica, embora não seja necessária para a explicação das atividades fisiológicas dos organismos, é fundamental para esclarecer aspectos dos seres vivos que incluem a dimensão de tempo histórico.

Com base na fala dos autores (MATURANA, 2001; ZIMAN, 1979; ALVES, 1981; POPPER, 2003, 2004; PENICK, 1998; MILLER, 1983; SABATTINI, 2003; CHASSOT, 2000; MAYR, 2005), que definem ciência como uma construção cognitiva, humana, social, coletiva que tem a sua construção historicamente construída, faz-se necessário repensar as novas concepções de ciências. Assim como Cachapuz et. al. (2005) que sugere novos olhares sobre a epistemologia da ciência, pois quando apresenta as diferentes visões de ciência, pode-se desconstruir as concepções vigentes em muitos professores. Visões estas empírico-indutivistas, cumulativas, a problemáticas e a históricas no nosso fazer científico, acarretando muitas vezes o distanciamento das práticas da comunidade científica.

A Biologia está inserida neste contexto e para entender ciência se faz necessário entender como a ciência funciona, o que nos permite distinguir aquilo que é ciência do que não é ciência. Assim, para entender o processo de elucidação da dupla hélice do DNA proposto por Watson e Crick é essencial compreender a natureza da ciência.

Reforçando que a compreensão da natureza da ciência é essencial à compreensão de conteúdos, corroboramos com Abd-El- Khalick e Lederman (2000) quando citam que existem dois tipos de abordagens que favorecem a introdução da NdC. A abordagem implícita, que é a comunicada, onde a construção do conhecimento acontece como engajamento no processo pedagógico. Isto ocorre quando é possibilitada a inserção de atividades investigativas, incluindo instrução

sobre a prática científica. A abordagem explícita é aquela que possuem objetivos e materiais instrucionais direcionados a aumentar a compreensão da natureza da ciência, de forma a incluir discussões dos conteúdos epistemológicos, ocorrendo quando as atividades incluem investigações, exemplos históricos que favorecem discussões, reflexões guiadas e questionamentos específicos sobre o assunto.

As visões de ciência apresentadas por Chalmers (1993) em seu livro “O que é ciência afinal?” nos levam a refletir sobre ciência e suas implicações. Segundo ele, a visão de ciência comum, elencada pelas pessoas em geral, é a da ciência como um conhecimento verdadeiro porque é provado segundo uma base empírica. Esta visão é baseada no método indutivo caracterizado pelo conceito de que a verdade científica resulta diretamente da experimentação e da observação do comportamento da natureza, dados que as leis e teorias são derivadas, por indução, dos fatos observados.

Pode utilizar estas leis para explicar e prever novos fenômenos, por dedução. Ainda, o autor define indutivismo como uma tentativa de formalizar a visão de senso comum de ciência. O princípio da indução remete a extrair uma proposição geral a partir da observação de certo número de casos particulares em condições variadas.

Ainda para Chalmers (1993), a busca de uma justificativa lógica para o princípio da indução foi parte do programa do positivismo lógico, no começo do século, gerando críticas ao indutivismo. O autor cita Karl Popper e seus discípulos (entre eles o próprio Chalmers) que apresentam a base do falsificacionismo. No falsificacionismo a ciência é apresentada como uma atividade em que procura a não verificação das teorias, no sentido de provar que elas sejam verdades definitivas, mas tentar falsificá-las, isto é, propor testes empíricos que possam prová-las como falsas. O critério da falsificabilidade proposto por Popper distinguiu o conhecimento científico dos demais conhecimentos. Uma proposição é científica se for falsificável, isto é, testável empiricamente e no teste empírico ela pode ser confirmada ou refutada pelo resultado negativo do teste. A ideia de progresso na ciência é a ideia central do falsificacionismo.

Chalmers (1993), com base nas dificuldades que são apresentadas nas duas visões anteriores, relata que Thomas Khun e Imre Lakatos desenvolveram

explicações vistas como complexas estruturas compostas de postulados gerais, técnicas de observação, suposições auxiliares, etc. A visão racionalista de Lakatos acredita e busca um critério universal, para julgar teorias e a cientificidade de determinados campos do conhecimento. A visão relativista de Khun nega a possibilidade de tal critério apresentado pelo racionalismo, acreditando que a teoria deve ser julgada em relação aos padrões da comunidade apropriada e que a variação depende do cenário histórico e cultural da comunidade.

Chalmers (1993), ainda coloca nova distinção entre o individualismo e o objetivismo, sendo o individualismo uma posição que considera o conhecimento científico como um estado de consciência psicológica, centrada no indivíduo que conhece. O objetivismo, considera ciência como um “corpus” de proposições independentes do sujeito que conhece, possuindo propriedades objetivas, segundo a qual as teorias científicas teriam consequências insuspeitas até por seus formuladores, sendo o problema da mudança de teorias verificada historicamente, abraçado por Chalmers.

Chalmers (1993) conclui em seu livro “O que é ciência afinal?”, que a ciência não existe; existem, quanto muito, a física, a biologia, a história, como corpos de proposição sobre aquilo que supomos ser o mundo, corpos cuja coerência interna e seu poder de explicação precisam ser avaliados segundo regras próprias de cada um deles, sem a possibilidade de intervenção de um método único.

No próximo tópico serão abordadas as visões de ciência por diferentes autores.

## **1.2 NATUREZA DA CIÊNCIA (NDC) E FORMAÇÃO DE PROFESSORES**

Para que possamos entender a Natureza da Ciência, isto é, compreender a natureza do conhecimento científico e sua importância, se faz necessário esclarecer, o que é ciência e distinguir o que é ciência do que não é ciência. Assim como apresentado anteriormente, a ciência pode ser considerada um corpus de conhecimento, construído pelo homem, e que possui nas diferentes áreas

características específicas. Considera-se também significativo para a compreensão da história da dupla hélice, a compreensão da natureza da construção desse conhecimento. Desta forma, as discussões sobre como Watson e Crick elucidaram o modelo da dupla hélice do DNA podem ser melhor interpretada.

Segundo Lederman(1992, p.832):

a Natureza da ciência normalmente se refere a epistemologia da ciência, a ciência como um saber, ou valores e crenças inerentes ao conhecimento científico e seu desenvolvimento.

Segundo Almeida e Farias (2011), a Natureza da Ciência (NdC) é uma linha de pesquisa da História e Filosofia da Ciência como ramo da Didática das Ciências. “A NdC descreve e analisa a articulação de disciplinas que formam a educação científica sobre a ciência em si mesma” (ALEMIDA, FARIAS, 2011, p.43).

Os autores acima ainda citam a importância do papel da NdC na formação de futuros professores quando colocam que a ciência precisa permear campos, questões e indagações pertinentes à filosofia, história, sociologia, psicologia entre outras áreas aplicando toda sua potencialidade no processo de ensino e aprendizagem.

Outra colocação importante de Almeida e Farias (2011) está na conceituação e na natureza da ciência numa concepção mais abrangente. Para eles, a ciência em sua essência deveria envolver atividades tecnocientíficas e assim contribuir para a formação e conhecimento escolar visando o bem para a sociedade.

Entretanto há alguns pensamentos que reforçam o pensamento da inadequação de ideias sobre a NdC pelos professores quando “ estas são próximas a posições predominantes no início do século passado e que estão fundamentadas em posturas empíricas indutivistas ingênuas provavelmente herdadas da própria cultura escolar” (ALMEIDA e FARIAS, 2011, p.482).

Com relação a esse comportamento, o professor e do ambiente da sala de aula são diretamente influenciados pela concepção que o professor tem da NdC, o que interferirá no seu trabalho em sala de aula. É seguro supor que os professores não podem ensinar o que eles não entendem (BALL; MCDIAMIND 1990; SCHULMAN, 1987).

Almeida e Farias (2011) citam o trabalho de Vildósola-Tibaud (2009) com relação ao papel do educador. Para eles, o professor tem um papel significativo como mediador de um ensino centrado ou orientado pela Natureza da Ciência e, desta forma, muitas pesquisas tiveram seu objetivo em identificar as concepções dos professores sobre a Natureza da Ciência.

Matthews (1994, p.3) cita que “professores das ciências precisam conhecer algo da história e da natureza das disciplinas que eles estão ensinando”. O ensino das ciências tanto nos currículos como nos programas de formação de professores faz-se necessário para que haja uma aproximação do Ensino de Ciência e a História e Filosofia da Ciência.

De acordo ALMEIDA e FARIAS (2011, p. 482),

a atenção nas concepções docentes foi impulsionada pela constatação das diferenças entre as contribuições das pesquisas em didática das ciências e o que os docentes realmente praticam em sala de aula. Os resultados destes estudos mostraram a necessidade de questionar e modificar as “teorias implícitas” dos professores acerca de como aprendem os estudantes e que natureza do conhecimento científico as propostas de inovação do ensino das ciências podem levar para a prática. Começa a produzir-se um consenso crescente em torno da necessidade de modificar a epistemologia “espontânea” dos professores, sabendo-se que a mesma pode se constituir num obstáculo capaz de bloquear as iniciativas de renovação do Ensino de Ciências.

Segundo os autores acima citados, constataram que existe uma deficiência na formação dos professores em História e Filosofia da Ciência. A isso se soma a escassez de materiais pedagógicos para serem usados pelos professores em sala de aula que contenham estratégias para se trabalhar HFC com vistas a problematizar a NdC.

Segundo Vilarrubia e Scarpa (2014), pesquisas sobre Ensino de Ciências apontam que a abordagem de aspectos da Natureza da Ciência que formam a cultura científica, pode colaborar para uma melhora no processo de ensino dos professores e de aprendizagem para os alunos.

De acordo com AL-HANI et al.(2004, p. 267),

abordagens contextuais têm sido propostas com o intuito de mudar os currículos de Ciências, em todos os níveis de ensino, propondo-se

que elas podem contribuir para (i) humanizar as ciências, conectando-as com preocupações pessoais, éticas, culturais e políticas; (ii) tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e estimular o desenvolvimento de habilidades de raciocínio e pensamento crítico; (iii) promover uma compreensão mais profunda e adequada dos próprios conteúdos científicos; (iv) melhorar a formação dos professores, ajudando-os no desenvolvimento de uma compreensão mais rica e autêntica das ciências; (v) ajudar os professores a apreciar melhor as dificuldades de aprendizagem dos alunos, alertando para dificuldades históricas no desenvolvimento do conhecimento científico; (vi) promover nos professores uma compreensão mais clara de debates contemporâneos na área de educação com um forte componente epistemológico, a exemplo dos debates sobre o construtivismo ou o multiculturalismo.

Para o autor acima citado, para que as abordagens propostas sejam efetivadas e para que o conhecimento da natureza da ciência sejam eficientes se faz necessário uma alfabetização científica e a superação da má formação dos professores que não conseguem inserir ou avaliar os aspectos da Natureza da Ciência de maneira crítica e reflexiva.

El-Hani et al. (2004) reforça que é necessário que os professores ao longo de sua formação acadêmica construam conhecimentos sobre aspectos da história e filosofia da ciência, e estratégias educacionais que promovam a introdução da Natureza da Ciência durante a sua prática pedagógica.

Alves e Forsberg (2009) e Carneiro e Gastal (2005) afirmam que afirmam que além de existir uma necessidade de adotar uma perspectiva histórica no Ensino de Biologia, também se faz necessária a produção de materiais curriculares que ofereçam subsídios aos professores para trabalharem abordagem de História da Biologia na sala de aula. Para eles há uma necessidade em adotar metodologia e perspectivas mais voltadas a um ensino mais histórico e menos cronológico e para tanto os materiais didáticos e paradidáticos produzidos necessitam de uma reformulação mais condizente a essa realidade.

Vários estudos existentes entre a Natureza da Ciência e a formação de professores mostram a importância da inserção da História e Filosofia da Ciência no Ensino de Biologia, entretanto, esse percurso não se realiza de forma solitária ou com pequenas ações, muito pelo contrário, requer um esforço conjunto de todas as esferas educacionais.

### 1.3 IMPORTÂNCIA DA HFC PARA O ENSINO

Batista et. al. (2007), afirma que quando se usa o termo História da Ciência no ensino, não se tem o objetivo de constatar que a ciência teve um marco inicial, ou seja, um começo. O termo História da Ciência é usado no sentido de estudar o presente e fazer relações com o passado, no intuito de desmistificar a ciência como atividade individual, neutra, linear e cumulativa. Localizar o momento histórico em que um determinado conhecimento científico foi produzido é de especial importância no meio escolar, especialmente na sala de aula, pois, o professor pode inovar suas aulas, contribuir para o desenvolvimento do pensamento crítico em seus alunos e discutir com os mesmos que as teorias científicas não são definitivas e incontestáveis, e sim, que o mundo está sendo interpretado diferentemente a cada dia e que cabe a todos perceber essas interpretações, registrá-las e contestá-las. Os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências também demonstram essa preocupação em relação ao ensino de ciências, e destacam que as

[...] ideias científicas e a história das relações do ser humano com seu corpo, com os ambientes e com os recursos naturais devem ter lugar no ensino, para que se possa construir com os alunos uma concepção interativa de Ciência e Tecnologia não-neutras, contextualizada nas relações entre as sociedades humanas e a natureza. A dimensão histórica pode ser introduzida nas séries iniciais na forma de história dos ambientes e das invenções. Também é possível o professor versar a [sic] história das ideias científicas, conteúdo que passa a ser abordado com mais profundidade nas séries finais do ensino fundamental. (BRASIL, 2001, p.32).

Segundo Martins (1998) a história da ciência facilita a aprendizagem quando utilizada como um dispositivo didático. Ela se torna útil ao Ensino Médio, além de contribuir para mostrar por meio de episódios históricos o processo gradativo e lento na construção do conhecimento, favorecendo uma visão concreta da natureza real da ciência, seus métodos, suas limitações, promovendo a formação de um espírito crítico, desmistificando assim, o conhecimento científico.

A História da Ciência mostra, através de episódios históricos, que ocorreu um processo lento de desenvolvimento de conceitos até se chegar as concepções aceitas atualmente, o que facilita o aprendizado do educando que poderá perceber que suas dúvidas são pertinentes ao conceito em questão. Para Martins (1998,

p.18), “o educando poderá ter a chance de perceber que a aceitação ou não de uma proposta não depende do seu valor intrínseco, mas sim de outros valores como sociais, filosóficos, políticos e religiosos”.

Atualmente aparece em destaque nos documentos oficiais que norteiam a educação para o Ensino de Biologia a recomendação de que o ensino das ciências, física, química e biológica congregue temas de História e Filosofia da Ciência e evidencie a dimensão histórico-social presente no processo de construção de conhecimentos na Ciência. O processo de construção do pensamento biológico presente na História da Ciência fortalece a concepção de reconhecê-la como construção humana.

Com base nas Diretrizes Curriculares Estaduais para a Biologia verifica-se uma articulação entre a História e Filosofia da Ciência atrelada à construção do conhecimento,

portanto, fundamentam-se na concepção histórica da Ciência articulada aos princípios da Filosofia da Ciência. Ao partir da dimensão histórica da disciplina de Biologia, foram identificados os marcos conceituais da construção do pensamento biológico. Estes marcos foram adotados como critérios para escolha dos conteúdos estruturantes e dos encaminhamentos metodológicos. (PARANÁ, 2008, p. 15).

As orientações fornecidas pelos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) sobre a inserção de HFC no ensino de biologia destacam

elementos da história e da filosofia da Biologia tornam possível aos alunos a compreensão de que há uma ampla rede de relações entre a produção científica e o contexto social, econômico e político. É possível verificar que a formulação, o sucesso ou o fracasso das diferentes teorias científicas estão associados a seu momento histórico. (BRASIL, 1999, p. 15).

Nesta mesma direção, os Parâmetros Curriculares Brasileiros (BRASIL, 1999, p.32) tanto do Ensino Fundamental como do Ensino Médio incorporaram a recomendação sobre a dimensão crítica da Ciência quando solicita a admissão da

dimensão histórica pode ser introduzida nas séries iniciais na forma de história dos ambientes e invenções. Também é possível o professor versar sobre a história das ideias científicas, que passa a ser abordada mais profundamente nas séries finais do Ensino Fundamental.

Os PCEM enfatizam que existe a necessidade de uma contextualização sociocultural: reconhecer o sentido histórico da ciência e da tecnologia, percebendo seu papel na vida humana em diferentes épocas e na capacidade humana de transformar o meio; Compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolveram por acumulação, continuidade ou ruptura de paradigmas, relacionando o desenvolvimento científico com a transformação da sociedade (BRASIL, 2000 p. 13).

Nos PCN do Ensino Médio, os autores destacam que “elementos da História e da Filosofia da Biologia tornam possível aos alunos a compreensão de que há uma ampla rede de relações entre a produção científica e o contexto social, econômico e político” (BRASIL, 1999, p. 32).

Segundo o PCN+, ao final do Ensino Médio, o aluno deve ser capaz de

compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social [...]. Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea, [...] Reconhecer e avaliar o desenvolvimento tecnológico contemporâneo, suas relações com as ciências, seu papel na vida humana, sua presença no mundo cotidiano e seus impactos na vida social [...], Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania (BRASIL, 2002, p.14-16).

Segundo Pereira e Silva (2009), os PCNEM e PCNEM+ trazem uma visão coerente relativa à moderna epistemologia da ciência quanto à contextualização sócio-cultural na qual está inserida

compreender as ciências como construções humanas, entendendo como elas se desenvolveram por acumulação, continuidade ou rupturas de paradigmas, relacionando desenvolvimento científico com a transformação da sociedade (BRASIL, 1999, p. 217).

Os PCN ressaltam que é necessário fazer uma abordagem mais abrangente de temas envolvendo História e Filosofia da Ciência nas disciplinas já existentes, reconhecendo a necessidade e apontando sua falta

estudos na História e Filosofia da Ciência são um desafio para o professor, uma vez que raramente sua formação inicial contemplou estes campos de conhecimentos dedicados à natureza da Ciência. São estudos que proporcionam consistência à visão de Ciência do professor e uma distinção mais clara entre Ciência e natureza. [...] Ao

mesmo tempo, o professor adquire subsídios para entender e dar exemplos da mútua dependência entre o desenvolvimento científico e tecnológico e da grande influência do conhecimento científico na modelagem das visões de mundo (BRASIL, 1998. p. 89).

De acordo com os documentos curriculares Diretrizes Curriculares da Educação Básica do Estado do Paraná (2008), que identificam o conhecimento produzido pela Biologia como um produto social, a Biologia é entendida como uma construção social. As flutuações e contradições ao longo de sua história são reconhecidas. Mas, a partir daí, parece assumir uma posição quase instrumentalista, sugerindo um papel de adequação do conhecimento (e mesmo, do método científico) às necessidades sociais dos alunos que serão formados a partir da aplicação deste currículo.

Partindo do pressuposto que o conhecimento científico é parte da realidade que se encontra inserida no contexto sócio-histórico, é necessário que o currículo permeie o caminho da construção do conhecimento científico possibilitando ao aluno uma leitura crítica da realidade.

A História da Ciência é mostrada como uma facilitadora para a compreensão do conteúdo promovendo uma visão crítica em relação à ciência e à construção do conhecimento científico

é a partir da década de 1960, que a História da Ciência começou a se delinear como um espaço para a prática do conhecimento científico por meio da interdisciplinaridade. Durante os anos 1990, houve um crescente interesse, na área de educação, pela História da Ciência, e muitos trabalhos foram escritos sobre a importância da formação dos alunos do Ensino Médio. Podemos citar os trabalhos de Attico Chassot, *A Ciência Através dos Tempos* (1994) e José Atilio Vanin, *Alquimistas e Químicos: o passado, o presente e o futuro* (1994). Mesmo com vários trabalhos publicados, frequentemente vemos que o conhecimento sobre a História da Ciência é aplicado por meio de episódios nas disciplinas das chamadas Ciências da Natureza. O Ensino de História da Ciência deve, sempre que possível, dar ênfase tanto nas controvérsias científicas que existiram no desenvolvimento da Ciência, quanto nos dilemas éticos vividos e nos valores assumidos por cientistas ao longo da História. (REIS; SILVA; BUZA, 2012, p. 05).

Carneiro e Gastal (2005, p. 35) apresentam as características da História e Filosofia da Ciência apresentada em livros didáticos

[...]a) Histórias anedóticas: os episódios históricos, geralmente centrados na biografia de um cientista evidentemente podem ter seu lugar no processo educativo, mas desde que caracterizados como tal (como biografia), e inseridos num contexto mais amplo de análise histórica. Caso contrário, esta forma de apresentar os aspectos históricos pode reforçar ou induzir os alunos à construção de uma imagem na qual a produção do conhecimento científico se limita a eventos fortuitos, dependentes da genialidade de cientistas isolados; b) Linearidade: a sucessão de episódios históricos apresentados nos LDB é uma genealogia das origens até os dias atuais, que conduz a uma ideia de linearidade; c) Consensualidade: mostram-se apenas as concordâncias, os consensos na construção do conhecimento científico. Quando os pontos de vista conflitantes são apresentados, em geral, é para reforçar a ideia de que se trata de um conflito entre visões 'corretas' e 'equivocadas'; e d) Ausência do contexto histórico mais amplo: passa a ideia de que a ciência é hermética, que não sofre influência dos aspectos socioculturais de sua época.

Solbes e Traver (1996, p.111), relatam que a História da Ciência quando bem trabalhada, pode agregar ao contexto várias potencialidades como: ser críticos com a imagem típica da ciência e, em concreto, com as contradições e interpretações históricas que aparecem nos textos; mostrar a existência de grandes crises no desenvolvimento da Física e da Química e inclusive de mudanças no interior de um paradigma; possibilitar reflexões o caráter hipotético, tentativo da ciência e mostrar, assim mesmo, as limitações das teorias, seus problemas pendentes de solução; mostrar a ciência como uma construção humana, coletiva, fruto de trabalho de muitas pessoas, para evitar a ideia de uma ciência feita basicamente por gênios e, em sua maioria, homens; permitir visualizar as interações da Ciência, Tecnologia e Sociedade não somente no presente, bem como ao longo da história, o que facilita a compreensão de sua evolução; contribuir para melhorar as atitudes dos alunos em relação à ciência e sua aprendizagem.

Para agregar a História da Ciência com eficácia no contexto de sala de aula além de fortalecer suas potencialidades é necessário esclarecer etapas. A introdução de episódios históricos científicos favorece a compreensão das relações entre a produção científica e o contexto social, econômico, político e cultural, sendo assim a História da Ciência tornando um instrumento importante para o professor em sala de aula, possibilitando aos alunos a aprendizagem de conceitos científicos associados ao momento histórico, favorecendo uma visão crítica em relação à ciência e a construção do conhecimento científico.

Segundo os PCNEM de Biologia (2000, p. 19), o aluno deve perceber que a dupla hélice do DNA é um modelo construído a partir da compreensão de sua

composição, buscando contextualizar historicamente de forma a apresentar a História da Biologia como um movimento não linear, passivo de mudanças

cabe também, nesse contexto, trabalhar com o aluno no sentido de ele perceber que a estrutura de dupla hélice do DNA é um modelo construído a partir dos conhecimentos sobre sua composição [...] não é possível tratar, no Ensino Médio, de todo o conhecimento biológico ou de todo o conhecimento tecnológico a ele associado. Mais importante é tratar esses conhecimentos de forma contextualizada, revelando como e por que foram produzidos, em que época, apresentando a história da Biologia como um movimento não linear e frequentemente contraditório (BRASIL, 2000, p.19).

Segundo Hausmann (2002, p.81) ao falar sobre a estrutura do DNA, afirma que a elucidação da estrutura coloidal da dupla hélice do DNA é a mais expressiva na História da Biologia. O que antes era uma incógnita, hoje é a base material da hereditariedade. Salienta que a molécula helicoidal, o duplêx do DNA, se explicava por si só de forma que a informação genética baseada em quatro bases poderia ser compreendida até mesmo por uma criança. As informações eram transmitidas a todas as gerações pela divisão das duas fitas que compunham a dupla-hélice e as respectivas duplicações de suas fitas complementares.

#### No caso da estrutura do DNA

pode-se afirmar que o esclarecimento da estrutura helicoidal dupla do DNA é sem dúvida a descoberta mais significativa da história da biologia: o que antes era inimaginável, um mecanismo admissível que explicasse a base material da hereditariedade, agora saltava à vista. A molécula helicoidal dupla, o duplêx de DNA, era autoexplicativa! Sua estrutura era tão clara que qualquer criança poderia compreender de que forma a informação genética era armazenada: na escrita de quatro letras, as quatro bases; e como esta informação se transmitia de geração em geração: pela separação das duas fitas componentes do dúplex e subsequente síntese de novas, respectivas, fitas complementares (HAUSMANN, 2002, p. 81).

Segundo Mathews (1995, p.176-177) em, “A estrutura das revoluções científicas” afirma que, “[...] numa sala de aula de ciências, a história da ciência deveria ser distorcida para que os cientistas do passado fossem retratados como se trabalhassem o mesmo conjunto de problemas trabalhados pelos cientistas modernos [...]”. Essa colocação tem por objetivo propiciar ao cientista em formação se sentir integrante de um processo tal atual quanto que é a busca da verdade não importando o tempo cronológico.

Assim, conforme Matthews (1995), a História e Filosofia da Ciência não é tal somente uma incorporação de outras áreas como História, Filosofia ou Sociologia. Ela vai além de uma abordagem estanque no programa e currículos educacionais. Para Lima (2008, p.21), o(s) conteúdo(s) incorporado(s) nos programas de ensino voltado para a Ciência é uma “[...] evolução histórica dos conteúdos científicos [...]” em que cabe ao professor transpor obstáculos que permitem a elaboração de ideias e assuntos voltados à uma análise mais propicio, significativo, dinâmico e prioritário para HFC.

Para tanto, o ensino deve ser repensado principalmente quanto a atividades e estratégias propostas em sala de aula pelos educadores. Para Lima (2008, p.21), cabe ao professor “[...] interar-se das dificuldades do percurso ao longo da evolução das ideias e conteúdos e isto poderá orientar-lhe na elaboração de atividades desequilibradoras, de estratégias de ação em sala de aula [...]”.

Dando sequência, Carneiro e Gastal (2005, p. 38) reforçam a necessidade de se ter material específico para a História da Biologia, pois

[...] se pretendermos que a História da Biologia seja apresentada numa perspectiva distinta daquela que vem prevalecendo nos livros didáticos, é necessário repensar os cursos de formação inicial e continuada de professores. Tal necessidade também implica um esforço concentrado na produção de materiais curriculares que possam fornecer aos professores indicadores a respeito de como trabalhar esta abordagem em mais aulas.

Para Martins (2005), a História da Ciência apresenta uma metodologia própria, que não se relaciona à metodologia da História ou à metodologia da Ciência, uma vez que é um tipo de estudo de natureza diferente dos dois anteriores. Para ela, há necessidade de uma prática diária que envolve pesquisa tanto em História quanto em metodologia e epistemologia da Ciência. Assim, “[...] qualquer que seja a formação universitária que o indivíduo tenha obtido, ele deverá ter uma preparação longa para que se torne um historiador da ciência competente. Um bom historiador da ciência se constrói em longo prazo” (p.306).

Assim, Batista (2004, p.12) afirma que, o professor precisa compreender os “[...] elementos epistemológicos e metodológicos para que ele atinja resultados mais significativos junto aos alunos”.

O fundador da Science & Education, Michael Matthews, sintetiza diversos dos argumentos presentes na literatura em uma lista de razões favoráveis à inclusão do componente histórico nos programas curriculares de ciências. São eles (MATTHEWS, 1994, p. 50):

- a História promove melhor compreensão dos conceitos científicos e métodos;
- abordagens históricas conectam o desenvolvimento do pensamento individual com o desenvolvimento das ideias científicas;
- a História da Ciência é intrinsecamente valiosa.
- episódios importantes da História da Ciência e Cultura – a revolução científica, o darwinismo, a descoberta da penicilina etc. – deveriam ser familiares a todo estudante;
- a História é necessária para entender a natureza da ciência;
- a História neutraliza o cientificismo e dogmatismo que são encontrados frequentemente nos manuais de ensino de ciências e nas aulas;
- a História, pelo exame da vida e da época de pesquisadores individuais, humaniza a matéria científica, tornando-a menos abstrata e mais interessante aos alunos;
- a História favorece conexões a serem feitas dentro de tópicos e disciplinas científicas, assim como com outras disciplinas acadêmicas; a história expõe a natureza integrativa e interdependente das aquisições humanas.

Estes argumentos descritos por Matthews (1994) reforçam a necessidade de abordagens históricas como meio de compreender a Natureza da Ciência possibilitando a compreensão de conceitos advindos de um desenvolvimento individual do cientista com o desenvolvimento das ideias científicas no decorrer do processo histórico em que está inserido.

A História da Ciência pode ser um instrumento eficiente para o professor em sala de aula, quando este se utiliza de fontes adequadas e atualizadas, o que irá

promover entre seus alunos uma visão mais crítica em relação à ciência e à construção do conhecimento científico. Conforme afirmação de Paixão e Cachapuz (2003), o uso da História da Ciência como uma forma de apresentar a ciência como atividade humana com um forte sentido cultural, social e ético e amplamente influenciada pelo contexto, contribui com a aprendizagem dos alunos, possibilitando a construção do conhecimento biológico, tendo em vista que a ciência é uma atividade humana sujeita a transformações de acordo com o contexto sócio-histórico no qual está inserido.

As contribuições que a História da Ciência pode trazer ao ensino estão sendo destacadas por educadores e professores que atuam em todos os níveis de ensino e é também uma preocupação dos historiadores da ciência. Além disso, aparece em recomendações e diretrizes governamentais do Brasil, tanto para o Ensino Básico como também para o superior. A História da Ciência, segundo Trindade et al. (2010), pode ser um instrumento que vem a promover entre os alunos uma visão mais crítica com relação à ciência e à construção do conhecimento científico

#### **1.4 HISTÓRIA DA CIÊNCIA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE BIOLOGIA E CONSEQUÊNCIAS**

O resultado de pesquisa com professores no Ensino de Ciências tem mostrado que a preocupação vai além do campo conceitual para o campo de práxis, com base em uma fundamentação epistemológica possibilitando a inserção de novas temáticas que integram valores da contemporaneidade.

De acordo com Martins (1990, p.4) no que diz respeito à formação de professores, é importante ressaltar que a História da Ciência contribui de modo significativo, pois leva a uma reflexão sobre a epistemologia do conhecimento científico. Ainda segundo o autor, para este tipo de formação, do ponto de vista didático, a História da Ciência pode complementar os aspectos técnicos com uma visão social, cultural e humana. Ela permite ambientar a sociedade da época em questão, trazer as concepções favoráveis e controversas que surgiram na aceitação

de determinada ideia; conhecer a vida dos cientistas e de outros cientistas que contribuíram para o desenvolvimento de uma ideia e que não são mencionados em livros didáticos. No entanto, os aspectos abordados durante a prática docente devem ser bem fundamentados.

Bastos (1998, p.37), a esse respeito, expressa que o uso da História da Ciência na atividade docente precisa ser bem planejado e ressalta algumas questões que dificultam a utilização, como por exemplo:

- Deficiência dos cursos de formação de professores, dificultando a apresentação e discussão de tópicos que evidenciem a História da Ciência.
- Escassez de textos de História da ciência que contemplem as necessidades específicas do ensino de física no ensino médio.
- Discordância acerca de quais seriam os relatos históricos mais rigorosos e apropriados (existentes possibilidades cujos aspectos positivos e negativos podem não estar evidentes).

Flôr (2005) coloca que outra questão a refletir é a carência de textos contendo episódios de História e Filosofia da Ciência, pois

estes tipos de textos, tão raros no ensino de Ciências, colocam o aluno numa posição próxima do cientista – enquanto aquele que faz registros do que pensa – e também na posição do autor. É como se decifrásemos um pouco do homem comum, como ele pensava aquele problema, como ele tentou resolver com experimentação para aquela determinada época, [...]. De certa forma, os estudantes deslocaram seus sentidos próximos aos científicos e perceberam uma certa incompletude, tanto da ciência como um processo inacabado, quanto aos limites de seu próprio conhecimento, quando evidenciaram falhas no conhecimento dos próprios cientistas. (FLÔR, 2005, p. 16)

Segundo os autores Souza e Almeida (2001), a carência de textos históricos que contribuem para que o aluno consiga visualizar a ciência feita por humanos, sujeito de seu tempo histórico e em processo de construção e que favorece a compreensão de como o conhecimento científico é produzido é uma necessidade inerente.

Segundo Brinckmann e Delizoicov (2009, p. 8365), cabe ao ensino de Ciências na Educação Básica por meio do docente a inserção de uma perspectiva menos conteúdista e mais histórica e para isso “[...] é fundamental que o professor tenha a formação necessária, para que possa estabelecer a articulação entre essas duas áreas do conhecimento”.

Simões (1994, p.207), relata que, quando diz que o ensino está pautado em transmissão de conhecimentos, desvinculados da realidade em que insere o aluno e descontextualizado historicamente significa que “para incorporar a história e filosofia da ciência é preciso desenvolver novos currículos, preparar professores, pensar novas metodologias, escrever novos textos didáticos que incluam os novos conteúdos, abordagens e posições filosóficas face à ciência”.

Os cursos de formação de professores não têm priorizado o ensino da História da Biologia, pois segundo CARNEIRO e GASTAL (2005, p. 38),

não basta afirmar a necessidade de adotar uma perspectiva histórica no ensino de Biologia sem que os instrumentos para que esta proposta seja levada a cabo de maneira satisfatória sejam desenvolvidos. Se pretendemos que a História da Biologia seja apresentada numa perspectiva distinta daquela que vem prevalecendo nos livros didáticos, é necessário repensar os cursos de formação inicial e continuada de professores. Tal necessidade também implica um esforço concentrado na produção de materiais curriculares que possam fornecer aos professores indicadores a respeito de como trabalhar esta abordagem em suas aulas.

D’Ambrósio (2004, p.166) ao esclarecer sobre da história e historiografia da Ciência afirma que a “história é um conjunto dos conhecimentos humanos ocorridos no passado e a Historiografia como sendo o conjunto de registros, interpretações e análises desses conhecimentos”. Portanto, o estudo da História da Ciência busca desmistificar o cientista e a ciência, buscando levar ao professor a ciência, mas como atividade produtiva e sistematizada direcionada a compreensão do mundo. É importante ressaltar que conflitos e refutações geralmente não são abordados e, quando o são, surgem na dicotomia entre a “verdade”, tida como absoluta, e o “erro”, concebido como falha inaceitável e não como busca do acerto.

BRINCKMANN e DELIZOICOV (2009, p. 8369) referem-se à importância da transformação e da dinâmica na produção do conhecimento o que, de alguma forma, chama a atenção para a importância da História da Ciência quando e quanto

à medida que o ser humano aprofunda o seu conhecimento da natureza, torna-se necessário também aprimorar o saber científico, o que exige contínua atualização e reformulação dessa forma de conhecimento. Por essa razão, a ciência não tem verdades definitivas ou dogmas. Todas as teorias, leis e princípios científicos são provisórios, valem durante algum tempo e em determinadas condições.

Martins (1998, p. 66) ao fazer uma análise das diferentes concepções sobre o processo da construção do conhecimento científico, a partir das visões de Kuhn, argumenta que “uma educação científica que apresente a ciência como fazer humano, contextualizado histórica e socialmente, certamente, pode abdicar da história”. Nesse ponto, o autor chama a atenção quanto à contribuição da História da Ciência compreender melhor a polêmica questão sobre o chamado “método científico”, muitas vezes evocado como forma de dar comprovação científica a conhecimentos produzidos, o que significa um grande engano.

O autor ainda evidencia que o conhecimento científico não é o resultado da aplicação cuidadosa de um único método e nem da aplicação de passos muito bem determinados como se fossem uma “receita” a ser seguida; pelo contrário, os cientistas elaboraram hipóteses, se apoiam em analogias, as suas observações não estão isentas de ideias preconcebidas, ou seja, não há neutralidade ao se observar o objeto. Os cientistas elaboram teorias provisórias, entram em conflito com seus pares para impor suas ideias. Enfim, a produção do conhecimento é humano, não é linear e sofre influência da sociedade assim como exerce influência sobre ela.

Também é interessante colocar neste contexto conforme descreve Pessoa Jr (1996, p.5-6) algumas formas de abordagem histórica que podem ser utilizadas no Ensino de Ciência corroborando a ideia de que não existe uma única maneira de contar como determinado evento da ciência ocorreu:

- História internalista de longo prazo: Utiliza-se linguagem moderna com gráficos atuais para explicar como as concepções evoluíram ao longo do tempo. Apresenta-se a história da seguinte forma: “Primeiro Demócrito propôs isto, depois Dalton propôs aquilo até que Rutherford aquilo.” Segundo o autor é uma forma eficaz, embora pouco fiel às origens.

- História externalista ou social: Explica-se como era a sociedade na época, quais as necessidades tecnológicas, porque determinados países eram centros tecnológicos
- História a partir da leitura de originais: O professor daria traduções de originais de cientistas para os alunos lerem. No entanto, existe a falta de traduções para o português.
- História internalista que reconstrói a história da ciência a partir de teorias de dinâmica científica: Se pega uma teoria da evolução das teorias científicas como a de Thomas Kuhn e descrevem-se episódios da história da ciência usando tais modelos. Assim, o aluno adquire uma visão geral de como funciona a ciência.
- História dos instrumentos científicos: Apresenta um potencial didático muito grande e utiliza a base experimental da ciência.
- Utilização das histórias possíveis: Estudando como um campo se originou historicamente, percebe-se que ele poderia ter evoluído de outra maneira. Por que prender-se somente à história que por acaso aconteceu?

Este capítulo, o primeiro, evidenciou alguns aspectos no processo de formação de professores para que o docente possa desenvolver de forma crítica e reflexiva sua prática pedagógica quando inserir a História e Filosofia da Ciência. A inserção da História e Filosofia da Ciência no currículo são ressaltadas nos documentos oficiais que regem o Ensino de Biologia. A falta de formação adequada de professores em HFC e a escassez de materiais didáticos – pedagógicos contendo HFC serão aspectos abordados no próximo capítulo.

## 2 IMPORTÂNCIA DA ANÁLISE DE RELATOS HISTÓRICOS PARA A COMPREENSÃO DA NATUREZA DA CIÊNCIA

A importância de estudos de relatos de episódios históricos e sua análise epistemológica para a compreensão da natureza da ciência é fundamental para disseminar a discussão e problematizar concepções que são contraditórias aos pressupostos da concepção empirista. Segundo esta concepção a origem do conhecimento científico centra-se na observação e experimentação, onde temos o progresso da ciência como linear e cumulativo pautado no sujeito de postura individualista e neutra, concebe-se uma ciência descontextualizada historicamente e socialmente.

Para contrapor-se à concepção empirista, faz-se necessário a articulação entre a história da ciência e o ensino de biologia em uma perspectiva epistemológica que contribuem para a produção do conhecimento, onde as observações e os experimentos são incorporados como pressupostos pelo sujeito compartilhado sócio e culturalmente.

Segundo Brinckmann e Delizoicov (2009, p. 8372):

[...] faz-se necessário que pesquisadores em história da ciência intensifiquem a produção de material que visam potencializar a inserção da história da ciência na educação em todos os níveis de ensino, e que intensifiquem pesquisas sobre estratégias didáticas que favoreçam a inserção.

Prestes e Caldeira (2009) reforçam a necessidade de materiais históricos que tragam a História da Ciência, mas ressaltam que existe a necessidade de o pesquisador ter um conhecimento aprofundado da História da Ciência e que estes materiais devem apresentar uma metodologia própria e contemporânea nesta área de pesquisa.

Desta forma, neste trabalho escolhemos o momento histórico da proposição do modelo da dupla-hélice do DNA como tema para analisar NdC. Segundo El-Hani (2006, p.36)

[...] para fazer uso desse conhecimento nas aulas, o professor deve ser preparado para tal finalidade. A falta de capacitação e de aportes

teóricos pode levar o professor a acreditar equivocadamente em relatos históricos apresentados por materiais, tais como os livros didáticos que, por vezes, apresentam a dimensão histórica e filosófica de maneira simplista. Isso contribui para a formulação de concepções epistemológicas inadequadas por parte dos estudantes.

BRINCKMANN e DELIZOICOV (2009) ressalta a necessidade de pesquisas que viabilizem a inserção da história da ciência na educação básica. Os autores reforçam que “[...] apesar do reconhecimento dos benefícios que a história da ciência pode trazer para o ensino, no Brasil essas duas áreas do conhecimento não têm atingido de forma abrangente a prática docente”.

Levando-se em conta as propostas de ensino com base em abordagens históricas, consideramos para esse trabalho o papel da compreensão dos modelos nas explicações de conhecimentos científicos.

## **2.1 O ENSINO DE CIÊNCIAS E O USO DE MODELOS E SUAS RELAÇÕES COM ASPECTOS SOCIAIS COLETIVOS NA CIÊNCIA**

Modelos explicativos possuem ampla utilização na ciência. Fazem parte de teorias e permitem melhor compreensão dos fenômenos do mundo vivo. Oki e Moradillo (2008, p.81) enfatizam que

a palavra modelo é amplamente utilizada, seja no cotidiano ou, mesmo, no âmbito das várias ciências e do ensino de ciências. Vários significados são atribuídos a ela, sendo o mais comum o de representação concreta de alguma coisa, justificando o fato de muitos estudantes considerarem que modelos são cópias da realidade.

Já Galagovsky e Bravo (2004), que afirmam que é na esfera da ciência e da filosofia da ciência que o modelo científico assume sua pluralidade e essas múltiplas faces surgem da discussão mais recentes quanto a teoria e suas especificidades. Os mesmo autores consideram que “[...] os modelos contêm articulações de um grande número de hipóteses de um altíssimo nível de abstração e com alto grau de formalização” (Galagovsky e Bravo, 2004, p.63). Entretanto, na Química isto nem

sempre é válido. Para os químicos, os modelos são representações não somente de objetos, mas de eventos, processos ou ideias.

Pietrocola (1999, p.224) corrobora síntese de Galagovsky e Bravo (2004) quanto ao o conhecimento ocorre em um contexto histórico e cultural proveniente da experiência individual e de estruturas conceituais. Assim, conclui:

- Conhecimento não se relaciona com um mundo independente de observadores;
- Conhecimento não representa tal mundo; teorias de conhecimento correspondentes são errôneas;
- Conhecimento é criado por indivíduos num dado contexto histórico e cultural;
- Conhecimento refere-se à experiência individual mais do que a um mundo;
- Conhecimento é constituído por estruturas conceituais individuais;
- Estruturas conceituais constituem conhecimento quando indivíduos olham-nas como viáveis em relação a suas experiências; construtivismo é uma forma de pragmatismo

Pietrocola (1999, p. 222) ainda salienta a necessidade de modelos para a compreensão de conceitos, reforça que

“[...] são abordados na medida em que se procura relações entre as teorias e os dados empíricos. Estes são os intermediários entre as duas instâncias limítrofes do fazer científico: conceitos e medidas. [...] ficará claro que, embora de fundamental importância, as teorias por si só nada valem no contexto científico, pois sendo abstrações produzidas por nossa razão e intuição não se aplicariam a priori às coisas reais.

Por outro lado, os dados empíricos apesar de mais próximos da realidade, não podem ser inseridos em sistemas lógicos e gerar conhecimento. Desta aparente dicotomia entre teórico e empírico, é introduzida a modelização como instância mediadora.

Pietrocola (1999, p.224-225) enfatiza que para entender a realidade é necessário haver modelos. Assim, a teoria virtual pode ter um aspecto real. Assim, os modelos são a essência do trabalho científico,

a mesma forma acreditamos que eles devam também o ser para o ensino de ciências, pois ao construir modelos exercita-se a capacidade criativa com objetivos que transcendem o próprio universo escolar.

A busca de construir não apenas modelos, mas modelos que incrementem nossa forma de construir a realidade acrescenta uma mudança de "qualidade" ao conhecimento científico escolar reflete no processo de produção de modelos, a medida que ocorre a passagem progressiva do real-percebido ao real-idealizado (PIETROCOLA, 1999). Esse processo inicia-se pelas idealizações das situações tratadas que resultariam nos objetos-modelos, e termina com a construção dos modelos teóricos, que seriam as estruturas que emulariam o real através de sistemas conceituais hipotético-dedutivos.

Permitindo ir além da discussão filosófica acima, no campo afetivo, o sentimento de realidade é algo inerente ao ser humano, ou seja, ele relaciona a essência última das coisas, no sentido mais materialista do termo, ou forma de entendimento compartilhados, vivemos num mundo onde sabemos diferenciar o real do não real. Para Pietrocola (1999, p.224-225), “as realidades virtuais estão aí para mostrar o quanto a noção de realidade é importante para a humanidade, pois atualmente construímos realidades impossíveis de serem pensadas anteriormente. E a ciência tem papel fundamental nesta construção”.

Segundo Pietrocola (1999, p.225), a necessidade de modelos se faz necessário, pois entrelaça o processo de construção da ciência com o real, fator este que é inerente à humanização da ciência. Ele ressalta que

[...] não se deve interpretar a obtenção de modelos como uma atividade meramente racional ou mecânica. Apesar de vincular-se aos aspectos empíricos dos fenômenos enfocados, trazidos pela observação e pelos resultados de experiências, a modelização é uma atividade criadora. Nela inserem-se as preferências pessoais, as paixões intelectuais e a bagagem de conhecimentos anteriores do cientista, balanceadas e organizadas pela intuição pela razão.

Pietrocola (1999, p. 225) explica que, “[...] neste sentido, as realidades que construímos sobre o mundo gozam das mesmas prerrogativas, pois é fruto de nossos desejos, que nossa criatividade e razão se encarregam de dar vazão”. Ou seja, nossos desejos afloram de forma criativa, são individuais e privativos, mas é na razão que enfatizamos o percurso de estruturação e validação de modelos coletivos.

O autor ainda explica que são esses componentes que fazem parte da atividade científica, mas não podem por si só nos dar o conhecimento do real. Segundo Pietrocola (1999, p. 225), salienta que é no “[...] processo de modelização porque estes podem ser um meio de transformações dos conteúdos de ensino. Considera, entretanto que estas reflexões devam ser norteadas por algumas perguntas, entre elas: o que se faz modelizando? Em que isto contribui? Como isto funciona no pensamento científico? Que tipos de atividades específicas podem ser propostas em sala de aula?”.

Com base em Pietrocola (1999), a modelização no ensino de ciência contribui com a compreensão da realidade em que está inserido, auxiliando na compreensão de teorias e possibilitando a análise e tomada de decisões, favorecendo a criticidade do aluno.

Andrade e Caldeira (2009, p. 10) em seus estudos de casos da História da Biologia que podem ser utilizados na sala de aula, quanto ao modelo do DNA citam que

[...] os conhecimentos mobilizados ao longo do processo de construção do modelo da molécula de DNA. As autoras fornecem informações sobre os modelos alternativos propostos até 1953, indicando por quais aspectos foram superados pelo modelo de dupla hélice de Watson e Crick. O episódio fornece elementos para o professor discutir com seus alunos o modo com que os cientistas trabalham, constelando diferentes conceitos e métodos, particularmente no que diz respeito à modelagem, isto é, o processo de construção de modelos pelos cientistas. Ao compreender a modelagem e o uso de modelos, os alunos desenvolvem habilidades do pensar que não são apenas associadas a esse grupo conceitual, mas que servirão de base para novas aprendizagens.

Diversos autores, citados nesse trabalho, concluem que os modelos científicos e seus episódios históricos possibilitam que o professor problematize o

ensino de ciências desde que haja um novo olhar sobre a temática que envolve a História e Filosofia da Ciência bem como propostas metodológicas que deem conta dessa nova faceta que insere a problematização e a contextualização desse assunto. Contudo, cabe modificar a base de formação do docente para que sua prática não caia em um ciclo vicioso de questões já ultrapassadas e obsoletas quanta o percurso histórico da Ciência.

## **2.2 CONCEPÇÕES PARA O DESENVOLVIMENTO DA HISTÓRIA DA CIÊNCIA EM SALA DE AULA**

O DNA, considerado o ícone da ciência moderna, desperta nos alunos certo fascínio. A mídia frequentemente traz assuntos que chamam a atenção, programas que trazem testes de paternidade, filmes e seriados que trazem a química forense, noticiários que falam sobre célula-tronco, entre outros. Neste sentido percebe-se a necessidade de abordar fatos históricos anteriores à elucidação da dupla hélice do DNA, como estratégia didática para a sala de aula, que possa contribuir significativamente para a contextualização e compreensão do processo de construção de um conhecimento neste aspecto do modelo da dupla hélice do DNA.

Segundo Rosa e Silva (p.69), o experimento de Avery não foi recebido sem ressalva pela comunidade científica. Considera-se que o experimento de Avery foi fundamental para a construção do modelo da dupla hélice do DNA. Para Silva e Silva (2012, p.5), as discussões acerca de como trabalhar História da Ciência vêm sendo sutilmente inserida na "[...] utilização de sua própria história como uma estratégia de ressignificar a ciência e aproximar os alunos a um conhecimento que foi desenvolvido de forma não linear".

Segundo Scheid et al. (2003) por ser um conteúdo contemporâneo considerado o ícone da ciência moderna e relevante na História da Biologia Molecular, o autor reforça a História da Ciência como sendo uma ferramenta que auxilia o ensino de ciências no que diz respeito à compreensão de conceitos na produção e desenvolvimento. A escolha do assunto DNA se deve, sobretudo, ao fato de que a identificação do DNA como material genético é considerada um dos momentos mais relevantes na História da Biologia Molecular. Conforme Martins

(1998), uma ferramenta que pode ser utilizada no Ensino de Ciências para auxiliar no entendimento dos conceitos, por parte dos alunos é a inserção da História da Ciência.

De acordo com Pessoa (1996), a História da Ciência é que, quando conhecemos de que maneira um determinado episódio se originou, existe a possibilidade de imaginarmos outros caminhos que chegariam à mesma descoberta, aflorando a curiosidade, o raciocínio e a criatividade.

Sendo assim, os conceitos fundamentais da disciplina de Biologia como DNA, poderá ser compreendido pelo estudante com o auxílio da História da Ciência baseado nos modelos existentes, percebendo que foi também a partir de dados experimentais que esses modelos foram construídos.

Não basta apenas elucidar a dupla-hélice, há muito trabalho a ser feito e uma rede conceitual a ser tecida. Aquele que “enxerga” ou “descobre” não terminou o trabalho, é necessária a compreensão histórica do processo da construção do conhecimento para que efetive o processo de ensino e aprendizagem.

O texto é um relato histórico baseado nos textos “Algumas interpretações historiográficas sobre a natureza química do princípio transformante no ensino” de Caroline Belotto Batisteti, Elaine Sandra Nicolini Nabuco de Araújo e João José Caluzi, e “Em 1953 foi descoberta a estrutura do DNA: Etapas de um grande avanço científico” de Gerardo Arias.

A substância que hoje conhecemos como DNA foi identificada por Ernst Felix Immanuel Hoppe-Seyler (1823-1895) que com seu discípulo Johann Friedrich Miescher (1844-1895) trabalhando com bandagem de pus isolaram a nucleína, substância até então desconhecida.

Mais tarde, devido ao caráter ácido e a presença da desoxirribose (açúcar) na sua composição foi nomeada de ácido desoxirribonucléico. Walther Flemming (1843-1905) descreveu que a nucleína era similar à cromatina, substância de fertilização. Oscar Hertwig (1849-1922), propôs que a nucleína transmitia a substância da hereditariedade.

A partir daí, os cientistas buscaram a base molecular do gene, o início simbólico da biologia molecular. Phoebus Aaron Levene (1869-1940) fez estudos sobre a identificação dos componentes dos ácidos nucleicos e determinou o caráter ácido e ligações destas substâncias às funções químicas regulatórias no núcleo. A teoria de Levene baseava-se em quatro bases nitrogenadas derivadas de nucleotídeos presentes nos ácidos nucleicos.

A discussão sobre a natureza do princípio transformante de Frederick Griffith por conta da transformação de bactérias foi fundamental para que outros cientistas pudessem desenvolver seus trabalhos de pesquisa. O artigo de Avery e colaboradores (1944) deixa claro que estudos sobre a natureza química do “princípio transformante” foi decorrente de estudos anteriores efetuados por eles, assim como por outros pesquisadores que se encontravam inseridos nas pesquisas sobre transformação bacteriana.

Neste contexto, Frederick Griffith (1877-1971) percebeu em suas pesquisas a presença de dois ou mais tipos de pneumococos em amostra de secreção coletada em um paciente. Na tentativa de explicar essas transformações, realizou vários experimentos envolvendo a transformação de um tipo de pneumococos em outro a partir de inoculação em ratos. Para tanto, utilizou em seus experimentos linhagens de pneumococos atenuadas R (termo rough – rugosa) obtidas de culturas de linhagens virulentas S (termo Smooth – lisa) de amostra de DNA extraída do timo de bezerro por métodos biológicos. Surge assim, o termo “transformação” usado por Griffith, partindo para o termo “fator transformante”.

Oswald Theodore Avery (1877-1955); e seus colaboradores Colin Munro MacLeod (1909-1972) e Maclyn McCarty (1911-2005) escolheram para investigação, análise mais detalhada do fenômeno de transformação dos tipos de pneumococos, um exemplo típico de transformação, anteriormente realizada por Griffith. Os cientistas buscavam relacionar o fator transformante ao DNA. Avery relacionou as transformações à hereditariedade.

Em 1937, Torbjörn Caspersson cientista do Karolinska Institute de Estocolmo, Suécia, trouxe para o Instituto de Química de Rudolf Signer, em Berna, uma amostra de DNA retirada de timo de bezerro por meio de métodos biológicos. O experimento foi refeito pelos pesquisadores Signer e Caspersson. Com o

experimento foi comprovado que o DNA continha 500.000 nucleotídeos formando fibras compridas e que as bases aminadas eram perpendiculares às fibras. Mais tarde foram criados novos métodos para extrair o DNA mais purificado por Signer e colaboradores, que ofereceu amostras a pesquisadores que estivessem interessados no DNA. Entre eles, estava Wilkins, que a partir da amostra recebida pelo próprio Torbjörn Caspersson juntamente com Gosling conseguiram cristalizar o DNA e fotografaram as primeiras difrações de raio X.

Baseado na tese de Furberg (1949) presumiram que o DNA tinha forma helicoidal, mas o modelo de Furberg constava uma única hélice, o que chamou atenção de James Watson presente no congresso.

Em 1951 contratada pelo King's College, Rosalind Frankilin, especialista em difração de raio X, chega para trabalhar com Wilkins e Gosling no estudo do DNA. Rosalind Frankilin encontrou a forma de medir o conteúdo de água e a densidade das fibras do DNA. Ela descobriu que o DNA fornecido por Signer apresentava-se de duas formas que denominou de DNA-A com 72% de umidade e DNA-B com 92% de umidade. Randall determinou que Wilkins trabalhasse com DNA-A e Franklin com DNA-B.

Em 1951, em visita ao laboratório de Cavendish, James Watson conhece Francis Crick ambos interessados no DNA. Watson pediu a Salvador Luria a transferência para Cavendish para estudar a mioglobina, mas sua intenção era estudar o DNA. A princípio, Watson e Crick resolveram seguir o modelo de Linus Pauling. Então, começaram a construir o modelo em arame e metal baseado nos dados da difração do raio X do DNA-A de Wilkins e Gosling. A estrutura possuía três hélices de DNA unidas por íons de magnésio e bases aminadas.

O modelo foi desaprovado por Wilkins, Gosling e Franklin, pois não apresentava em sua composição íons no centro da fibra e os fosfatos das hélices não poderiam ficar juntos, pois se repeliam. Rosalind Franklin ainda afirmava que não tinha estrutura de hélice. Watson e Crick foram estimulados a desistir da pesquisa. Crick voltou a sua tese e Watson passou a pesquisar o RNA do vírus do mosaico do Tabaco mediante difração do raio X.

Em 1951 Bruce Fraser mostrou a Wilkins o modelo de DNA que havia construído. Era constituído de três hélices com as bases no centro, o que tornava incompatível com as difrações de raio X.

Randall tentou fazer com que Wilkins desistisse do DNA. Por desentendimento, Rosalind Franklin pediu transferência para Birkbeck College. Em 1952, Rosalind Franklin e R. Gosling produziram a difração de raio X do DNA hidratado (DNA-B), a famosa fotografia 51.

Em 1952, John Griffith calculou que, entre as quatro bases aminadas que formam parte do DNA, a adenina tende a atrair timina e a citosina, a guanina. Watson foi comunicado que Linus Pauling começara a estudar o DNA em 1933 e havia retomado os estudos. Pauling pediu a fotos de Wilkins, o que foi negado por Randall. Prosseguiu-se então os estudos com fotos antigas, propondo um modelo com estrutura helicoidal de três hélices, no centro da molécula e as bases aminadas no exterior, similar ao primeiro modelo proposto por Watson e Crick. Watson e Crick demonstrando o erro de Pauling convenceram Lawrence Bragg a retomarem as pesquisas sobre o DNA.

E assim, teve início a competição em dois laboratórios Caltech de Linus Pauling e Cavendish de Watson e Crick. Em 1953 sem o consentimento de Franklin, Gosling entregou uma cópia da fotografia 51 para Wilkins, que verificou ser mais clara e mais nítida do que as fotografias anteriores. Wilkins mostrou-a a Watson.

Watson percebeu que o DNA somente poderia ter uma estrutura helicoidal de duas hélices com as ligações fosfato-desoxiribosa na parte externa. Também foi repassado a Watson o relatório que apresentava medidas detalhadas da estrutura do DNA por Franklin, facilitando a elucidação que ocorreu num sábado de manhã, em 28 de fevereiro de 1953. Foi quando subitamente Watson percebeu que um par adenina-timina preso por ligações de hidrogênio igualava-se em tamanho a um par de citosina-guanina. Consequentemente se adeninas pareavam somente com timinas, o número de adeninas e timinas deveria ser sempre igual, o que aconteceria também com a citosina e guanina. Crick concordou com a descoberta e juntos montaram a estrutura com peças de um mecano, para certificar o modelo.

Anunciaram no *pub* “Eagle” para todos que quisessem ouvir que haviam desvendado o “segredo da vida”. Foram publicados dois artigos na revista *Nature*, *A Structure for Deoxyribose Nucleic Acid*. *Nature*, v. 171, 737-738; e *Genetical Implications of the Structure of Deoxyribonucleic Acid*. *Nature*, v. 171, 964-967.

Assim percebemos que mesmo tendo contribuído para a elucidação, outros cientistas como Wilkins e Franklin não possuíam embasamento suficiente para decifrar o modelo da estrutura da dupla-hélice. Segundo Silva (2006, p.422):

Deste modo podemos entender por que seria insuficiente a Wilkins e Franklin “enxergar” uma dupla-hélice e registrá-la em seus protocolos de observação; pois de nada adiantaria propor uma dupla-hélice como representação do DNA sem simultaneamente propor funções para outros componentes genéticos a ele associados, o que de fato foi feito por Watson e Crick.

Matthews (2002, p.34) ao citar a inclusão de História da Ciência, coloca que a educação deve promover a compreensão e aptidões importantes para o pensamento científico que possibilite analisar e ser crítico. Para ele, a educação deve estar preocupada primordialmente em desenvolver a compreensão mediante uma iniciação nas tradições importantes do pensamento, e em desenvolver aptidão para o pensamento claro, analítico e crítico (MATTHEWS, 2002, p. 34).

Atualmente o modelo de estrutura de dupla hélice existente para descrever a molécula de DNA, é atribuído a James Watson e Francis Crick, por sua publicação na Revista *Nature* de 25 de abril de 1953. De acordo com Brown (1999), a proposição deste modelo foi um dos grandes triunfos da dedução na História da Ciência.

Lembrando que, segundo Mayr (1998), “conquanto muito se tenha aprendido sobre a composição química do DNA, durante as primeiras décadas do século, poucos progressos foram feitos na compreensão da molécula como um todo e da sua atuação biológica”. A partir da ampliação do conhecimento sobre a composição química do DNA, que ocorreu em meados dos anos 1930 e 1940 verificou-se a complexidade da molécula que se diferenciava da proteína, isto abriu o caminho para a elucidação do DNA como responsável pela informação genética.

Segundo Scheid et. al. (s/d), o trabalho desenvolvido por Watson e Crick buscou elucidar a estrutura da molécula do DNA e o seu papel na célula viva. Os autores citam Brown (1999) quando diz que Watson e Crick usaram a modelagem com base nas informações disponíveis na época, construindo assim o que acreditavam ser a estrutura do DNA. Roberts (1993) é outro autor citado, pois comenta que para o modelo planejado por Watson e Crick tiveram as especificações obtidas pelas fotos de raios X dos cristais de DNA. Seriam usadas unidades de componentes de metal fabricados no Laboratório Cavendish da Universidade de Cambridge. Enquanto aguardavam, Watson e Crick desenvolviam desenhos das bases com modelos de papelão. Segundo Scheid et al. (2003, p. 06) citando Brown (1999) e Roberts (1993) sobre a modelagem da estrutura da molécula do DNA, corroboram que o trabalho concretizado por Watson e Crick foi importante por demonstrar a exata estrutura que a molécula de DNA assume em uma célula viva. Para chegar a isso, de acordo com Brown (1999), eles “usaram a modelagem – eles literalmente construíram um modelo em escala do que acreditavam ser a molécula de DNA, baseados em todo tipo de informação disponível à época”. Roberts (1993) comenta que Watson e Crick planejavam usar modelos das unidades componentes feitos na loja de máquinas do Laboratório Cavendish da Universidade de Cambridge, e colocar as peças do modelo juntas, de modo a satisfazer as especificações obtidas pelas fotos de raios X dos cristais de DNA. Enquanto esperavam que operadores fizessem os modelos de metal, Watson e Crick se ocupavam com desenhos das bases e com modelos de papelão.

A aquisição do conhecimento por meio de modelos segundo Bombassaro (1982) fortalece a ideia de que os modelos facilitam a compreensão do real. Fleck assegura: “a descrição de um fato científico depende não somente do comportamento do cientista, mas também do modo como eles compreendem a relação entre teoria e prática” (BOMBASSARO, 1995, p.21). A compreensão das relações favorece a compreensão do uso de modelos no ensino, pois: 1) quanto mais se distancia do pensamento comum, mais se acentuam as conexões ativas, e em seguida as passivas, isto é, o objeto se revela mais para o sujeito; 2) as diferenças de opinião em um coletivo de pensamento são tanto menores quanto mais diferenciado for o sistema de conexões ativas e passivas, isto é, quanto mais

se consegue diferenciar o que vem do objeto e o que o sujeito atribui ao objeto (FLECK, 1986, p.56).

O estudo sobre a História e Filosofia da Ciência em cursos de formação de professores auxiliará no processo ensino e aprendizagem. Ressalta-se que esta história não deve apresentar-se desconexa dos estudos realizados pelos outros cientistas em diferentes momentos históricos para que possa compreender a História da Biologia desde os primórdios de hereditariedade por Lamarck perpassando pelas primeiras evidências do DNA como fonte de informação genética até a elucidação do modelo da dupla hélice, em 1953 por Watson e Crick.

Como afirmam Leite et al. (2001, p.98) que

o estilo de pensamento determina a maneira de pensar de um coletivo em um dado momento histórico. Os iniciantes em um coletivo são preparados, treinados, doutrinados a olhar o “mundo”, elaborar problemas e buscar respostas em sintonia com o estilo de pensamento. Este processo determina que ao “olhar” para o objeto, o membro de um coletivo apresenta um estilo de pensamento que orienta sua prática e guia o que observar o que olhar e como olhar (ver formativo).

Brinckmann e Delizoicov (2009, p. 8369), que considera que a “[...] História da Ciência permite entender os problemas que deram origem aos conceitos, como nasceram e evoluíram, dando, assim, significado a eles”. A história favorece a compreensão profunda dos conceitos e teorias, através do conhecimento de sua origem, do contexto de seu surgimento, das ideias que os engendraram, dos problemas que resolvem, e das reformulações que sofreram.

Os mesmos autores citados acima corroboram com Santos (2005) quando afirmam que a História das Ciências é a história das lutas e das demandas sócio-econômicas que levaram os homens da ciência a trabalharem determinados temas.

Almeida (2004) lembra que Watson e Crick não realizaram qualquer trabalho experimental com DNA e utilizaram os dados obtidos por outros cientistas ao criarem o modelo. Nesse sentido é importante que se tenham presentes outros fatores a serem considerados na construção e na aceitação de modelos que auxiliem na construção do conhecimento científico começando na escola e prosseguindo pela vida afora.

### **3 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS**

Esta pesquisa englobou a elaboração de um e-book contendo um episódio da história do DNA e como este material poderá auxiliar no ensino do momento na História da Ciência. Os procedimentos metodológicos adotados para essa pesquisa possuem uma abordagem qualitativa.

A pesquisa qualitativa possui características que possibilitam o desenvolvimento de estudos sobre os processos de ensino e de aprendizagem em sala de aula, pois o ambiente natural é sua fonte direta de dados e o pesquisador é seu principal instrumento. Os dados coletados são predominantemente descritivos; a preocupação com o processo é muito maior do que com o produto; o “significado” que as pessoas dão às coisas e à sua vida são focos de atenção especial pelo pesquisador e a análise dos dados tende a seguir um processo indutivo (BOGDAN; BIKLEN, 1994), que possibilita e favorece a compreensão dos significados da realidade investigada.

Desta forma, elaborou-se uma proposta de atividades envolvendo o uso do e-book: “Dupla Hélice: Construção de um conhecimento”, de Ferreira e Andrade (2015) para que fosse utilizada por professores de Biologia do Ensino Médio. Inicialmente contou-se com a participação de duas professoras, mas por motivos pessoais, uma das participantes não pode cumprir o projeto.

#### **CENÁRIO DA PESQUISA**

##### **Sujeitos da pesquisa**

Participou da pesquisa uma professora de escola pública do estado do Paraná-Brasil. A professora (denominada por PC) ministra aulas no ensino médio há mais de 20 anos. PC é formada em Ciências Biológicas e tem mestrado em Ensino de Ciências.

### Coleta de dados

A coleta de dados da pesquisa foi realizada, considerando-se o proposto por Neto (1994) sobre a entrada do pesquisador no trabalho de campo. Segundo esse autor, o pesquisador deve

[...] buscar uma aproximação com as pessoas da área selecionada para o estudo [...], apresentar a proposta de estudo aos grupos envolvidos [...], postura do pesquisador em relação à problemática a ser estudada compreendendo o campo como possibilidade de revelações [...] e um cuidado teórico-metodológico com a temática a ser explorada. (p. 54).

Entretanto, ao longo do desenvolvimento do trabalho com a professora (PC), a coleta foi sendo reestruturada para delimitar a pesquisa, pois “[...] a importância de determinar os focos da investigação e estabelecer os contornos do estudo decorre do fato de que nunca será possível explorar todos os ângulos do fenômeno num tempo razoavelmente limitado” (LÜDKE; ANDRÉ, 1986, p. 22).

O quadro a seguir apresenta o cronograma de atividades desenvolvidas pela professora com estudantes do Ensino Médio. A professora PC desenvolveu as aulas em um único dia sendo a duração de cada aula de 50 minutos em dois espaços distintos do colégio, sala de aula e laboratório de multimeios.

<b>Aulas</b>	<b>Atividades</b>
Texto 01 – Livro Didático Público	Leitura e Resumo
Texto 02 – Artigo Científico	Leitura individual e Resumo
Texto 03- E-book	Leitura colaborativa e Resumo
Avaliação	Quadro comparativo dos três textos

Para a coleta de dados foram utilizados observação do participante, questionários e entrevista. Os diferentes instrumentos e procedimentos foram

adotados, pois, eles “coadjuvam a descoberta de fenômenos latentes” (CHIZZOTTI, 2001, p. 85).

### **3.1 QUESTIONÁRIOS**

Os questionários foram desenvolvidos segundo Chizzotti (2001) com questões pré-elaboradas, sistemática e sequencialmente dispostas em itens que constituíram o tema da pesquisa.

O questionário inicial (APENDICE 1) foi elaborado para identificar as concepções inicial da professora sobre Natureza da Ciência e a história do DNA. O questionário foi respondido pela professora PC. O questionário final (APÊNDICE 2) que continha as mesmas questões do questionário inicial, com intuito de verificar se houve alterações nas concepções iniciais.

#### **Observação das atividades:**

As observações permitem o contato direto do pesquisador e o fenômeno observado. Segundo Minayo (1994), é a técnica na qual o observador está em contato direto com o fenômeno. Nas observações, o pesquisador deve “assumir uma atitude aberta a todas as manifestações que observa, sem adiantar explicações nem conduzir-se pelas aparências imediatas, a fim de alcançar uma compreensão global dos fenômenos” (CHIZZOTTI, 2001, p. 82). A observação ocorreu durante o período de atividades com os estudantes.

### **3.2 A ENTREVISTA**

Foi aplicada uma entrevista final (APÊNDICE 3) abordando o desenvolvimento do projeto com os estudantes. As questões utilizadas para a entrevista foram reelaboradas com o intuito de adequação da pesquisa. A entrevista realizada a partir de roteiro semiestruturado. Foi adotada a escolha desta técnica para obter os dados porque “por sua natureza interativa, a entrevista permite tratar

de temas complexos que dificilmente poderiam ser investigados adequadamente através de questionários, explorando-os em profundidade” (ALVES-MAZZOTTI; GEWANDSZNAJDER, 1998, p. 168).

### 3.3 CONSTRUÇÃO DA ATIVIDADE

A partir de novembro de 2013 iniciou-se o projeto de pesquisa com o objetivo final de construir um produto educacional que viesse facilitar e contribuir com a aprendizagem no ensino de Biologia para alunos do ensino médio. A construção do produto educacional e-book, contendo um episódio histórico contribui para o processo gradativo e lento da construção do conhecimento, possibilitando uma visão concreta da natureza da ciência com seus métodos, suas limitações. Desta forma, favorecerá um espírito crítico do conhecimento científico, desmistificando sem distorcer a real importância da ciência. Nesta monta, é imprescindível que os estudantes percebam o conhecimento como uma construção humana inserida na história e filosofia da ciência. Para tanto, a pesquisa foi dividida em quatro momentos descritos a seguir:

- Primeiro momento: foi realizada uma pesquisa com a finalidade de coletar dados históricos sobre o episódio da elucidação da dupla hélice do DNA por Watson e Crick e seus colaboradores, em diferentes materiais, impressos e on-line.
- Segundo momento: organizou os dados e elaborou-se o texto contendo o episódio da dupla hélice do DNA para a elaboração do e-book.
- Terceiro momento: elaborou os planos de aula que foram analisados pelos professores de Biologia e selecionou-se um docente para aplicação.
- Quarto momento: aplicou-se um questionário inicial, questionário final e entrevista final ao professor aplicador.

### 3.3.1 Primeiro momento: Pesquisa, coleta de dados sobre a História do DNA

A pesquisa foi realizada com a finalidade de fazer um levantamento dos trabalhos historiográficos disponíveis sobre o episódio da elucidação da dupla hélice do DNA por Watson e Crick e seus colaboradores, em diferentes materiais, impressos e on-line. A pesquisa teve como embasamento teórico dois livros impressos, “The path to the double helix: The discovery of DNA” de Olby (1994) e “DNA: O segredo da vida” de Watson e Berry (2005), e também alguns artigos como: “A história da dupla Hélice do DNA nos livros didáticos: suas potencialidades e uma proposta de diálogo”, de SILVA, PASSOS e VILAS BOAS e o artigo “O modelo de DNA e a Biologia Molecular: inserção histórica para o Ensino de Biologia” de ANDRADE e CALDEIRA. Tendo em vista a vasta quantidade de artigos publicados sobre a história do DNA, selecionou-se o conteúdo de acordo com o artigo de Andrade e Caldeira, uma vez que a intenção era a criação de um texto didático para alunos do ensino médio sobre o episódio histórico da elucidação do DNA por Watson e Crick. Alguns aspectos relevantes foram levados em consideração, como o uso de modelo no ensino de biologia, a coletividade na ciência e a ciência como atividade humana. Percebeu-se uma carência de textos didáticos específicos para o ensino médio. A linguagem teria que ser simplificada e sem perder a autenticidade da história.

Zanotto (2008) comenta que segundo Mikhail Bakhtin (2003) os gêneros textuais são decorrentes da atividade de aprender a falar e escrever. Ao construir textos, temos que ter em mente que não nos comunicamos por frases isoladas, mas por meio de gêneros textuais como narrações, descrições entre outros. O autor menciona que Mikhail Bakhtin (2003) é o autor mais citado quando se trata de gêneros textuais. Aprender a falar e a escrever significa aprender a construir textos, porque não nos comunicamos por meio de frases isoladas.

Zanotto (2008) refere-se a Jean-Paul Bronckart (2004) quanto à função social da linguagem em relação aos gêneros textuais em produção de textos didáticos por pesquisadores das ciências da natureza não são comuns. O autor enfatiza que para escrever um texto didático deve-se conhecer sobre o tema, com leituras e organização de anotações. Quanto aos gêneros textuais, o autor diz que

são produtos da linguagem com objetivos, interesses e questões específicas, produto da linguagem em relação à função social, sendo que as produções de textos didáticos são incomuns à linguagem dos pesquisadores das áreas de ciências da natureza. Para escrever um texto didático deve-se ter conhecimento do tema, fazer uma leitura metódica do tema, organizar anotações.

Bronckart (2004, p.137) que reforça que os textos são produtos da linguagem, construídos a partir de objetivos, interesses e questões específicas derivadas da formação social e com características próprias dos gêneros de texto. O autor conclui que

[...] os textos são produto da linguagem em funcionamento permanente nas formações sociais: em função de seus objetivos, interesses e questões específicas, essas formações elaboram diferentes espécies de textos, que apresentam características relativamente estáveis (justificando-se que sejam chamados de gêneros de texto (BRONCKART, 2004, p. 137).

Zanotto (2008) reforça com base nos dois autores acima citados, que escrever textos didáticos são pouco comuns aos pesquisadores das áreas da ciência da natureza. É necessário refletir sobre como produzir um texto didático para atingir o objetivo proposto. O autor salienta que é preciso ter claro a diferença entre texto e gênero. Textos são unidades concretas, produtos finais, orais ou escritos. Gêneros de texto são modelos abstratos, protótipos que orientam a produção de texto.

Com base nas colocações acima, para se escrever um texto didático sobre história da ciência é necessário:

- Ter conhecimento sobre o tema;
- Realizar uma leitura sistemática dos diversos materiais sobre o tema abordado;
- Fazer anotações em rascunhos das ideias que forem surgindo sem necessidade de seguir uma sequência ou organização de ideias;
- Analisar as ideias levantadas aleatoriamente e eliminar as que não se adequem ao texto a ser elaborado;

- Organizar as ideias relevantes de maneira coerente em parágrafos articulados entre si, buscando a construção do sentido do texto;

Ao finalizar o texto é necessário fazer uma revisão gramatical, verificando ortografia, acentuação gráfica e sintaxe.

### **3.4 SISTEMÁTICA**

#### **3.4.1 Segundo momento: Organização dos dados e elaboração do texto**

A produção de um texto contendo a História da Ciência teve como foco a elucidação da dupla hélice por Watson e Crick. A organização dos dados foi de acordo com a ordem cronológica das descobertas sobre o DNA. Procurou-se selecionar alguns cientistas e laboratórios de pesquisa que contribuíram com modelos para a elucidação da dupla hélice do DNA por Watson e Crick publicada na revista Nature em 1953.

O texto começa com a descoberta da nucleína por Miesher e segue com os diversos trabalhos de Richard Altmann, Levine, Jacobs, Astbury, Furberg, Wilkins, Franklin, Pauling, chegando a Watson e Crick e aos laboratórios de Cavendish e King's College na Inglaterra, Caltech nos Estados Unidos. Estes pesquisadores e centros de pesquisas foram fundamentais com seus trabalhos que antecedem a elucidação da dupla hélice. O texto traz algumas imagens que são relevantes à compreensão do processo de elucidação.

De acordo com Colonese (2009, p.05) para se escrever um texto de história da ciência deve-se levar em consideração alguns aspectos que serão relatados a seguir:

- uso de fontes históricas primárias: textuais e iconográficas.
- adaptação de fontes primárias para leitura, interpretação e discussão em grupos.

- integração das fontes históricas experimentais e textuais.
- identificação de debates promovendo mudanças conceituais relevantes na história da ciência.
- uso de momentos polêmicos para gerar debates de interpretações e diversidade de posicionamentos.

### **3.4.2 Terceiro momento: montagem dos planos de aula e seleção de professor de Biologia para aplicação do produto educacional**

Para a aplicação do produto educacional sentiu-se a necessidade de elaboração de planos de aula que norteassem o trabalho docente. Para tanto, foram selecionados três materiais sendo o primeiro texto do livro didático público BIOLOGIA, volume 1 de V. Mendonça e J. Laurence, utilizado no colégio onde ocorreu a aplicação. O capítulo 01 (um) do livro intitulado “Vida e composição química dos seres vivos”, traz nas páginas 23 e 24 o texto “Ácido Nucléico” onde menciona o modelo da dupla hélice estabelecido pelos cientistas Watson e Crick. O segundo material é um artigo científico “50 Anos da Dupla Hélice e as contribuições da Física”, de Ildeu de Castro Moreira do Instituto de Física da UFRJ. E o terceiro material o e-book “Dupla Hélice: A construção de um conhecimento” da autora desta dissertação, construído como: produto educacional como critério do Mestrado em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza da UTFPR – campus de Londrina –PR.

Havia uma necessidade de adotar alguns critérios para a seleção da professora personagem dessa pesquisa: uma com especialização em História e Filosofia da Ciência. Para a aplicação dos três materiais, foi repassado à professora o material de apoio por meio de reunião individual e solicitou-se que pensassem em uma metodologia para aplicação dos materiais para cada texto, deixando o professor livre para a escolha da metodologia.

A aplicação seguiu um plano de quatro aulas de 50 minutos, que foram realizadas em um mesmo dia, tendo em vista a disponibilidade da professora para

aplicação. No primeiro momento a professora aplicadora utilizou o texto do livro didático, no segundo momento o artigo científico, no terceiro momento foi utilizado o e-book: Dupla Hélice: A construção de um conhecimento, e no quarto momento avaliação da atividade proposta pela professora do material utilizado pelos alunos.

### **3.4.3 Quarto momento: aplicação do produto educacional.**

Optou-se por analisar a aplicação do produto educacional pela professora PC e as fazer a análise dos dados de acordo com a demanda do processo.

## **3.5 ELABORAÇÃO DO E-BOOK.**

Para a elaboração do e-book “Dupla-Hélice: A construção de um conhecimento” produto educacional que faz parte da conclusão do mestrado em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza, da UTFPR – Campus de Londrina, a pesquisadora teve que selecionar um conteúdo da Biologia, para a produção do texto histórico-filosófico. O assunto do DNA, foi o que mais atraiu a atenção da pesquisadora, optou-se pela história da dupla hélice do DNA por ser a estrutura molecular apresentada como ícone da Ciência Moderna.

No primeiro momento da pesquisa foram selecionados livros e artigos científicos que continham a história da elucidação da dupla hélice entre eles os livros *The path to the Double Helix* – Olby (1974), *The Epic History of Biology* – Anthony Serafini (1993), *DNA o segredo da vida* – James D. Watson (2003), os artigos: O modelo de DNA e a biologia molecular: inserção histórica para o Ensino de Biologia Andrade e Caldeira (2009), As controvérsias a respeito da participação de Rosalind Franklin na construção do modelo da dupla hélice – Silva (2010), Maurice Wilkins e a polêmica acerca da participação de Rosalind Franklin na construção do modelo da dupla hélice do DNA – Silva (2010), entre outros.

No segundo momento, pensou-se fazer um texto que trouxesse toda a História da Biologia desde a hereditariedade proposta por Lamarck até a elucidação da dupla hélice por Watson e Crick, mas o número de cientista colaboradores era muito grande. Foi necessário repensar e selecionar alguns cientistas e laboratórios que tiveram maior relevância na elucidação do modelo da dupla hélice proposto por Watson e Crick.

Com base na seleção o texto apresenta os seguintes cientistas e suas contribuições Watson (1928-), Crick (1916-2004), Miescher (1844-1895), Altmann (1852-1895), Levine (1869-1940), Jacobs (1883-1967), Wilkins (1916- 2004), Franklin (1920-1958), Pauling (1901-1994), Astbury(1898-1961), Furberg (1920-1983), Donohue (1920-1985), Gosling (1926-) entre outros.

As Universidades e Laboratórios de pesquisas citados no texto foram Laboratório de Cavendish, King's College, Caltech, Universidade de Copenhague entendendo a relevância desses laboratórios de pesquisa para a elucidação da dupla-hélice do DNA. As contribuições apresentam-se detalhadas no texto do e-book no ANEXO 01.

A construção de um texto contendo o episódio histórico não é fácil de ser construído. A todo o momento a pesquisadora refletiu sobre a forma na qual o texto seria compreensível ao leitor, tendo em vista que o foco da pesquisa era a utilização do texto pelo professor, mas o leitor principal seria o aluno do ensino médio.

No terceiro momento da produção do texto surgiu a necessidade de escolher o recurso midiático que poderia agregar as necessidades desse trabalho. A respeito do tipo de mídia que seria mais interessante ao leitor, pensou-se em criação de webquest, material para ser utilizado em TV pen drive entre outras, mas decidiu-se pela elaboração do texto no formato de e-book, por possibilitar ao leitor sua leitura em dispositivos móveis portáteis como tablets, smartphones e-readers (dispositivos tecnológicos voltados para a leitura), assim como a utilização em sala de aula em lousas digitais, TV-pendrive, laboratório de informática da escola. O e-book favorece a possibilidade de emprego de recursos de hipertextualidade, interatividade e multimídia, por apresentarem textos e imagens, mas também podem possuir som, vídeos, funcionalidades interativas e atividades combinadas com a internet. No nosso caso optamos por hipertextualidade com textos e imagens.

As narrativas históricas deveriam possibilitar a compreensão de como a ciência são produzidas, quais são os processos envolvidos, como os cientistas trabalham, permitindo, assim, uma reflexão sobre a ciência (RIBEIRO; MARTINS, 2007, p. 305). O nosso estudo, não tem como objetivo defender a inserção de narrativas históricas nas obras didáticas, mas discutir quais concepções de NdC estão sendo veiculadas por essas narrativas.

Deste modo, concordamos com Martins (2006) no que se refere à introdução de HFC no ensino de ciências, pois, para o autor

a história da ciência não pode substituir o ensino comum das ciências, mas pode complementá-lo de várias formas. O estudo adequado de alguns episódios históricos permite compreender as inter-relações entre ciência, tecnologia e sociedade, mostrando que a ciência não é uma coisa isolada de todas as outras, mas sim faz parte de um desenvolvimento histórico, de uma cultura, de um mundo humano, sofrendo influências e influenciando por sua vez muitos aspectos da sociedade (MARTINS, 2006, p. 17-18).

Optou-se por desenvolver um e-book contendo um episódio histórico de biologia do conteúdo do primeiro ano do ensino médio: O DNA. Esse assunto foi escolhido porque segundo Jann e Leite (2010) a dupla hélice do DNA constitui um dos assuntos mais complexos do Ensino de Biologia e com ligação social, pois

[...] a dupla hélice do DNA é, provavelmente, a estrutura molecular mais representada na atualidade. Tem sido utilizada como apelo para vendas em rótulos e em comerciais de vários produtos, e, também, apresentada como ícone da ciência, desenvolvimento e modernidade nos mais diversos eventos. Porém, grande parte da população mundial não compreende esses conteúdos científicos e talvez essa dificuldade seja decorrente da própria natureza abstrata desses conceitos, como é, por exemplo, o caso da estrutura da molécula de DNA, sua duplicação e replicação, proteína ou gene, síntese de proteínas, dentre outros (JANN; LEITE, 2010, p. 283).

Partindo de um tema já conhecido pelo senso comum, a proposta do e-book buscou permitir que a professora participante do projeto, desenvolvesse atividades relacionadas a compreensão da Natureza da Ciência.

### 3.6 DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES COM OS ALUNOS

A presente pesquisa buscou responder algumas questões como: Os professores utilizam a história da ciência? Qual a concepção que os professores possuem sobre ciência? Qual a importância do assunto DNA no Ensino Médio? Qual a contribuição de textos históricos na construção do conhecimento?

Para responder estas perguntas, o estudo fez uso de um questionário inicial que serviu de roteiro para uma entrevista (APÊNDICE 1) e (APÊNDICE 2) e uma entrevista final (APÊNDICE 3). O questionário inicial foi aplicado a 02 (duas) professoras da Rede Estadual de Ensino no município de Arapongas-PR, sendo que a professora era mestre em Ensino de Ciência e Educação Matemática. Foram convidados todos os alunos do 1º ano do ensino médio matutino do Colégio Estadual Marquês de Caravelas para participarem da pesquisa.

Para dar suporte à pesquisa, foi dada a preferência a questionário com questões abertas que serviram para analisar as características específicas de cada professor, permitindo que pudessem expressar livremente. O questionário inicial foi encaminhado via e-mail, juntamente com as informações pessoais da pesquisadora e o objetivo da pesquisa. A entrevista constitui numa importante fonte de coleta de dados devido ao caráter interativo. Na primeira entrevista baseou-se nas respostas dadas no questionário inicial. Na segunda entrevista, por opção, foram acrescentadas outras perguntas com o objetivo de obter dados que interessassem a investigação. Durante a entrevista, assegurou-se à entrevistada o sigilo de sua identidade.

A professora PC que aplicou o projeto recebeu capacitação pela pesquisadora que organizou e planejou as aulas e apresentou o material a ser utilizado com os alunos sendo eles: cópia do texto do livro didático público, cópia do artigo científico e cópia do e-book em formato digital. Além desse material foram repassados à professora textos para leitura complementar com o intuito de esclarecer dúvidas pedagógicas. Os materiais foram o artigo “A Natureza do conhecimento científico e o ensino de Ciências” (2004), de Viviane Briccia do Nascimento e Anna Maria Pessoa de Carvalho, o texto aborda a ciência como atividade humana, o caráter Provisório da ciência e a construção de uma visão

histórica e problemática da ciência. O artigo “A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA” (2005) de Neusa Maria John Scheid, Nadir Ferrari e Demétrio Delizoicov, trata da interpretação de relatos do conhecimento científico que culminou na proposição do modelo da dupla hélice para a molécula do DNA, sua aceitação pela comunidade científica, a coletividade da ciência e a produção do conhecimento científico. O artigo publicado na revista Química Nova na Escola “Leitura em sala de aula: Um caso envolvendo o funcionamento da ciência” (2010) de Wilmo Ernesto Francisco Junior e Oswaldo Garcia júnior aborda o desenvolvimento de aspectos relacionados ao funcionamento da ciência e a importância dos modelos. O artigo “O uso de modelos no Ensino de Biologia” de Leandro Duso, apresentado XVI ENDIPE – Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino- UNICAMP – (2012), aborda o papel atribuído ao uso de modelos (modelização) no ensino de ciências, em particular no ensino de Biologia. O material foi selecionado tendo em vista a necessidade de esclarecimento de alguns aspectos percebidos no questionário inicial que foi respondido pelas professoras PC e PE.

O material foi utilizado pela professora PC na aplicação do estágio supervisionado. Foram 03 (três) textos com diferentes tipos de apresentação, sendo o primeiro texto presente no livro didático público que traz o conteúdo dos ácidos nucleicos apresentados nas páginas 23 e 24. O texto traz a explicação da formação da dupla-hélice, contendo apenas uma frase sobre a história da Biologia transcrita na íntegra como “O esquema a seguir mostra o modelo da estrutura da molécula do DNA como foi estabelecido pelos cientistas James Watson e Francis Crick, em 1953, e aceito até hoje.”.

O segundo texto foi um artigo científico cujo título “50 Anos da Dupla- Hélice e as contribuições da física” em comemoração aos 50 anos da proposta da dupla hélice trata da tradução do artigo original de Watson e Crick no qual os pesquisadores apresentam sua proposta para a estrutura do DNA. A tradução foi realizada por Ildeu de Castro Moreira do Instituto de Física da UFRJ, disponível em <http://www.sbfisica.org.br/fne/Vol4/Num1/a03.pdf>

O terceiro texto trata do e-book “Dupla Hélice: A Construção de um conhecimento” produto educacional produzido pela pesquisadora deste trabalho, contendo o episódio histórico da elucidação do DNA, utilizando recurso midiático.

As atividades propostas para a professora PC sugeriram que ela utilizasse os textos com metodologia própria em um número de 04 (quatro) aulas de 50 minutos sendo aplicada em um mesmo dia.

Para dar suporte à pesquisa, foram gravadas todas as aulas observadas. A primeira entrevista foi gravada em áudio e a segunda entrevista em vídeo. As transcrições das aulas observadas e entrevistas limitaram-se somente àquelas que focalizaram o tema da pesquisa.

A análise baseou-se no questionário inicial e os dados coletados foram organizados em sete categorias, sendo elas: Utilização da História e Filosofia da Ciência (HFC) pelos professores, Eficácia da HFC na concepção de Natureza da ciência, HFC como instrumento de aprendizagem, Concepção de Ciência, A importância da experimentação, Relação livro didático e a HFC, Quebra de paradigma, Concepção de modelos, Concepção de Ciência e postura dos professores. Essas categorias permitiram identificar as concepções das professoras participantes da pesquisa sobre o uso de história da ciência e noções sobre o episódio da dupla hélice.

### **3.6.1 Leitura do Texto Ácido Nucléico no livro didático público.**

A professora PC explicou para os alunos como seria realizado o trabalho passo a passo: no primeiro momento os alunos fizeram a leitura do texto do livro didático, no segundo momento eles fizeram a leitura do texto original da descoberta do DNA por Watson e Crick, e no terceiro momento eles fizeram a leitura do texto produzido pela pesquisadora no formato de e-book sobre a elucidação do DNA. Por último, fizeram uma atividade avaliativa.

A professora PC discorreu sobre o DNA e sua importância com perguntas diretas aos alunos buscando contextualizar o assunto. Uma das perguntas foi se eles já tinham ouvido falar sobre DNA, clonagem e células tronco. A professora explicou a relação e importância do assunto DNA com a atividade que eles iriam desenvolver. Para que pudessem compreender os conceitos presentes na Biologia, era necessário entender a História da Ciência, isto é, como ocorreram as

“descobertas” científicas, como o DNA foi “descoberto” e se os alunos conheciam os nomes Watson e Crick.

Após a explanação, a professora PC apresentou aos alunos o texto ácido nucléico presente no livro didático público e explicou que iriam desenvolver um trabalho contendo um episódio da História da Ciência para que percebessem que ela se faz presente nos textos e ajudam a compreensão dos conceitos usados em Biologia. Houve a necessidade de esclarecer que a Biologia é parecida com Ciências, pois os alunos que aceitaram participar da pesquisa eram do 1º ano do Ensino Médio matutino. Foi solicitado aos alunos que formassem três grupos democraticamente. A escolha dos grupos ocorreu por afinidade entre os mesmos. Assim que os grupos foram formados, a professora PC entregou a eles o livro didático de Biologia adotado na escola por meio do PNLD (Plano Nacional do Livro Didático).

Pedi que abrissem o caderno para que à medida que fossem realizando as atividades, teriam que fazer anotações. Após a explicação, PC solicitou que os alunos abrissem o livro na página 23 e 24 e explicou que a biologia tem importantes funções, sendo a hereditariedade uma delas e sobre o DNA, pormenorizando para a compreensão do assunto. Reforçou a informação de que eles iriam fazer um estudo sobre como foi encontrada a estrutura do DNA, como Watson e Crick chegaram ao modelo da dupla hélice e qual foi o percurso percorrido pelas descobertas científicas que contribuíram para a elucidação do modelo.

A professora PC prosseguiu solicitando aos alunos que fizessem a leitura das páginas 23 e 24 do livro didático de Biologia, no assunto de Ácidos Nucléicos, prestando atenção em como estava escrita a história da descoberta do DNA, observando o que o livro citava sobre Watson e Crick e o que explicava sobre o DNA. A professora sugeriu que eles grifassem alguns assuntos relativos ao conteúdo que achasse importante e fizessem anotações no caderno. Foi dado o tempo de vinte (20) minutos para a atividade. Apesar de não ser o foco da pesquisa, observou-se que durante a leitura em grupo os alunos comentaram entre eles o texto e fizeram suas anotações. Percebeu-se que os alunos realizaram a atividade com empenho. À medida que os alunos apresentavam dúvidas, a professora PC retornou a explicação do desenvolvimento do trabalho. Durante a leitura dos textos, foi possível perceber

que alguns alunos demonstravam interesse pelo assunto, enquanto outros ficaram dispersos. Em alguns momentos a professora atendeu ao chamado da equipe individualmente para esclarecimentos. A reflexão sobre o tema foi realizada no último momento.

### **3.6.2 Leitura do artigo científico.**

A professora PC convidou os alunos a trocarem de sala, foram para o laboratório de multimeios do colégio. No laboratório, PC explicou aos alunos que fariam a leitura do artigo científico “50 anos da Dupla-Hélice e as contribuições da física”. Explicou que o artigo científico relatava como Watson e Crick chegaram à “descoberta” do modelo da dupla hélice. A aula aconteceu no mesmo dia, ocorrendo somente a mudança de espaço físico. A duração da aula foi de 50 minutos. A professora PC esclareceu aos alunos que aquela era a segunda etapa do trabalho iniciado no momento anterior e esclareceu o procedimento para a atividade. Os alunos fizeram uma leitura colaborativa, cuja finalidade era de estudar o texto em colaboração com o texto presente no livro didático. Com a mediação do professor, buscou-se entender como ocorreu a elucidação da dupla Hélice. A professora repassou uma cópia do texto original da elucidação da dupla hélice por Watson e Crick no artigo científico para cada aluno e sugeriu a leitura. PC começou a leitura e os alunos prosseguiram, a leitura do texto levou trinta (30) minutos. A professora lembrou aos alunos que os resultados das leituras deveriam ser registrados no caderno, pois os mesmos teriam que fazer uma comparação ao final das atividades e reforçou a importância de observarem como Watson e Crick chegaram ao modelo da dupla-hélice.

Foi possível verificar que durante a leitura alguns alunos demonstraram interesse pelo assunto e fizeram questões como: O que eu devo estudar para ser um cientista? Como se faz uma pesquisa? E a professora discorreu sobre o assunto.

### **3.6.3 Leitura do E-book**

O terceiro momento ocorreu na sala de multimeios do colégio, com duração de 50 minutos. Para este momento utilizou-se a lousa digital para apresentação do e-book, dando a continuidade aos momentos iniciais. A professora PC explanou sobre o conteúdo DNA, retomando os textos do livro didático público e o artigo científico, explicando aos alunos que o livro didático apresentou a História da Ciência de maneira superficial, enquanto que o artigo mostrou mais detalhadamente como os cientistas chegaram ao modelo da dupla hélice com a participação de outros cientistas.

A professora solicitou que prestassem atenção no e-book “Dupla Hélice: A construção de um conhecimento” e fizessem relação com os outros dois textos apresentados; o do livro didático e o artigo científico. Ela explicou aos alunos que os cientistas são pessoas normais, que eles podem se tornar cientistas e explicou também sobre a importância de cientistas na descoberta científica.

A professora orientou os alunos que a leitura do e-book na lousa digital, seria individual, chamou um aluno na frente e pediu que fizesse a leitura de um parágrafo e passou a caneta destaque presente na lousa digital para que a utilizasse no texto, caso achasse alguma informação que fosse relevante para a “descoberta” da dupla-hélice. Percebeu-se que houve interatividade na leitura e participação dos demais alunos colaborando com o aluno que estava lendo, indicando os aspectos mais importantes da história do DNA.

### **3.6.4 Avaliação quadro comparativo**

No quarto momento, ainda no laboratório de multimeios, a professora PC solicitou que os alunos verificassem as anotações feitas durante as leituras dos três textos (livro didático, artigo científico e e-book). Solicitou aos estudantes que fizessem uma comparação dos três textos contendo a história do DNA. A professora

PC entregou uma cópia do quadro comparativo que tinha como título: Quadro Comparativo – História da Ciência – DNA.

No quadro, a professora solicitava que o aluno marcasse um “X” na opção que demonstrava a História da Ciência nos três textos apresentados. O quadro trazia: Em qual dos três textos a História da Ciência era mais motivadora? Em qual era mais compreensível? Qual dos textos era o menos indicado? A professora PC neste momento indagou aos alunos qual texto eles consideravam que não trazia a História da Ciência e em qual texto ela estaria presente. Qual texto apresentava a ciência como processo humano e qual apresentava o modelo da dupla hélice. Após, solicitou-se que preenchessem o quadro fazendo um “X” nas questões que considerassem corretas e justificassem sua escolha. Durante a atividade os alunos se manifestaram quanto aos textos, apresentados. Os alunos foram unânimes respondendo que o livro didático público não explicava a história da “descoberta” do DNA. Quanto ao artigo científico, a maioria achou difícil de ler e quanto ao e-book acharam interessante e fácil de ler, citaram que as imagens ajudavam a compreender o texto.

#### 4 APRESENTAÇÃO E DISCUSSÃO DOS DADOS

Foi utilizada a abordagem qualitativa para a análise das respostas. Para classificar cada questão foi adotada a técnica exploratória livre, com base referencial de Bardin (2006), entretanto, com o referencial mais contundente de Arruda, Lima e Passos (2011), pois se evidenciam algumas propriedades do texto em estudo baseadas em dois eixos (Tabela 1): o eixo relacionado à gestão das tarefas do professor (conteúdo, ensino e aprendizagem) e o outro, relaciona as questões do saber (epistêmica, pessoal e social).

Tarefas do professor	1 Gestão segmento P-S (saber = conteúdo)	2 Gestão segmento P-E (ensino)	3 Gestão segmento E-S (aprendizagem)
Relações de saber			
<b>A</b> Epistêmica [compreensão]	<u>Setor 1A</u> Diz respeito ao conteúdo enquanto objeto do mundo escolar.	<u>Setor 2A</u> Diz respeito ao ensino enquanto atividade a ser realizada no mundo escolar.	<u>Setor 3A</u> Diz respeito à aprendizagem enquanto atividade a ser realizada no mundo escolar.
<b>B</b> Pessoal [sentido]	<u>Setor 1B</u> Diz respeito ao conteúdo enquanto objeto pessoal	<u>Setor 2B</u> Diz respeito a o ensino enquanto atividade pessoal.	<u>Setor 3B</u> Diz respeito à aprendizagem enquanto atividade pessoal.
<b>C</b> Social [valor]	<u>Setor 1C</u> Diz respeito ao conteúdo enquanto objeto social.	<u>Setor 2C</u> Diz respeito ao ensino enquanto atividade social.	<u>Setor 3C</u> Diz respeito à aprendizagem enquanto atividade social.

**Tabela 1:** Tabela utilizada para a análise de conteúdo pautada nas relações entre o professor, o saber e alunos. (Arruda, 2001).

Segundo o autor, este estudo se baseia na relação entre o ensino e aprendizagem no contexto de sala de aula onde ocorrem questões de interrelações

entre os professores, os alunos e o saber. Para Arruda, Lima e Passos (2001), um professor, sozinho em seu local com um grupo de trinta alunos cuja presença é obrigatória, ensina-lhes conteúdos culturais e transmite-lhes valores durante um período de tempo de aproximadamente dez meses no ano.

Portanto, nesta dimensão, em sala de aula, os focos ocorrem no saber (epistemologia), no professor (pedagogia) e no estudante (didática). Para este estudo, será utilizada a Matriz 3X3 sugerida por Arruda (2001) como uma forma de análise do conteúdo com relação as questões pertinentes ao saber, ao professor e ao aluno.

O autor, ainda, explica que a categorização é uma operação de classificação de elementos constitutivos de um conjunto, por diferenciação e, seguidamente, por reagrupamento segundo o gênero (analogia), com os critérios previamente definidos como apresentado na Figura 1.

Assim, foram selecionados, para análise no material investigado, os questionários inicial e final e a entrevistas realizadas com a professora participante da investigação que foi denominada de PC.

As categorias, analisadas de forma livre, distribuídas em número de 10, uma para cada questão feita para PC, antes dos trabalhos de pesquisa e no final, para facilitar a apreciação. A pesquisa teve como objetivo investigar a inserção da História da Ciência por meio de produto educacional na prática docente. Encontrou-se uma coerência da abordagem escolhida considerando-se que a pesquisa qualitativa, conforme Oliveira (2005, p. 37), consiste em “um processo de reflexão e análise da realidade através da utilização de métodos e técnicas para compreensão detalhada do objeto de estudo em seu contexto histórico e/ou segundo sua estruturação”.

Neste sentido, é de suma importância refletir sobre a experiência vivenciada, pois assim, a dita experiência pode transformar-se em conhecimento. Foram selecionadas para análise, no material investigado os questionários iniciais, o final e a entrevista realizada com as duas professoras participantes da investigação que foram denominadas PC.

## 4.1 ANÁLISE DOS QUESTIONÁRIOS

### 4.1.1 Categoria 1: Utilização HFC pelo professor

Nesta categoria estão as questões que se referem a utilização da História e Filosofia da Ciência pelo professor em sala de aula. Duas questões, especificamente foram feitas sobre esta temática: a questão 5 e 6.

Na questão 5: Você, enquanto educador, como se posiciona quanto à utilização da História e Filosofia da Ciência no ensino médio? O professor PC se posicionou com seu discurso, no questionário anterior e posterior a pesquisa, segundo a tabela abaixo 2A, ou seja, voltado a um conteúdo para o mundo escolar. Segundo ele, *“Sou a favor da utilização da HFC no ensino de ciências para melhor compreensão do assunto que está sendo estudado.”* Apenas no final de sua fala, no questionário posterior a pesquisa, o professor coloca questões voltadas ao cunho ensino-pessoal (2B),

sempre que eu posso, eu utilizo a História e a Filosofia da Ciência, eu trabalho com ensino médio. Os livros didáticos, eles trazem muito pouco sobre a História e a Filosofia, a gente tem que acabar implementando, acabar buscando a Filosofia e a História porque eles apresentam alguns fatos. (2A). A posição minha é que sou a favor da utilização da História e Filosofia da Ciência, não só no ensino Médio, mas no Ensino de Ciência. (2B).

PC é a favor da utilização da História e Filosofia da Ciência (HFC) por acreditar que promove melhor compreensão do assunto estudado, o que é salientado por Matheus (1994) quando cita que “o uso adequado da história da ciência contribui para promover o ensino porque, entre outras razões, motiva e atrai os alunos, humanizando o conteúdo ensinado e favorecendo uma melhor compreensão dos conceitos científicos”.

No entanto, pode ser que essa não seja a opinião de vários professores, pois salienta que há certa dificuldade na introdução de HFC nas aulas, já que diversos profissionais da educação e da área não possuem capacitação, o que corrobora com Ball, McDiamind (1990) e Schulman (1987) quando citam que é seguro supor que os professores não podem ensinar o que eles não entendem.

Este pensamento é reforçado por Matthews (1994, p.03) quando ressalta que “professores das ciências precisam conhecer algo da história e da natureza das disciplinas que eles estão ensinando”. PC, tanto no questionário inicial como no questionário final, reforça a necessidade de utilização da HFC, mas cita a ausência da HFC nos livros didáticos.

Na questão 6: Qual a sua posição no que se refere à humanização das ciências e sua conexão com preocupações pessoais, éticas, culturais e políticas utilizando textos Históricos e Filosóficos na sala de aula no Ensino de Biologia? O professor PC coloca sua resposta prévia mais voltada aos aspectos quanto à gestão de conteúdo e as relações com o saber de forma epistêmica. Segundo ele, *“Acredito que o assunto trabalhado em sala de aula com abordagem histórica e filosófica da ciência fica mais compreensivo (1A), pois além de aproximar os conteúdos fragmentados, humaniza a ciência.” (1C).*

No questionário após a pesquisa, PC responde de forma mais abrangente abordando questões mais epistêmicas, social e pessoal com relação ao saber. Na primeira parte da sua fala ele se posiciona mais epistêmico quando diz que: *“A minha posição no que se refere à ciência é que a ciência, ela deve ser ensinada para o aluno de uma forma de que o aluno entenda que a ciência é feita por humanos” (1C).*

Já subseqüentemente, se posiciona de forma mais social quanto ao ensino ao se referir ao papel de professor: *“na maioria das vezes, quando o professor de ciências vai ensinar em uma aula de ciência alguns episódios da História da Ciência, ele acaba transmitindo uma imagem ao aluno, criando uma imagem na cabeça dele mesmo, que a ciência é feita por gênios, e são refutáveis, não chega ao resultado” (2C).*

No final de sua fala, PC se refere a um modo mais pessoal ao tratar o conteúdo: *“Na minha concepção, nós, enquanto professores de Ciência e Biologia deveriam trabalhar a Ciência utilizando os textos históricos e Filosóficos em sala de aula, para tirar esta imagem de Ciência dotada de gênios. A Ciência é formada por humanos” (2B).*

PC reforça como na primeira questão, que a história da ciência ajuda na compreensão do conteúdo e realça a importância da HFC na humanização da ciência, proporcionando uma homogeneização do conteúdo. PC corrobora com Mathews (1992, p.165) que sintetiza os argumentos favoráveis presentes na literatura a esse respeito, ao defender que apesar de a História da Ciência não ter todas as respostas para a crise da educação científica, a mesma pode contribuir com sua superação, uma vez que tem o potencial para que

[...] a história, a filosofia e a sociologia da ciência podem humanizar as ciências e aproximá-las dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos da comunidade; pode tornar as aulas de ciências mais desafiadoras e reflexivas, permitindo, deste modo, o desenvolvimento do pensamento crítico; podem contribuir para um entendimento mais integral da matéria científica.

PC coloca que a HFC tem aspectos de construção social e que humaniza a Ciência e é uma construção humana e colaborativista da ciência. Segundo Oki e Moradillo (2008, p.69), “[...] a História da Ciência é considerada conhecimento indispensável para a humanização da ciência e para o enriquecimento cultural, passando a assumir o elo capaz de ensinar menos para ensinar melhor”.

#### **4.1.2 Categoria 2: Eficácia da HFC na concepção de Natureza da ciência**

Nesta categoria estão respostas das questões 7 e 8. Na questão 7: Como podemos averiguar a eficácia da abordagem e a influência de tipo contextual - que usa elementos da História e Filosofia da Ciência no ensino das ciências - na concepção de Natureza da Ciências dos estudantes, o professor PC aborda respostas mais voltadas ao segmento de ensino e compreensão tanto no questionário prévio e após as atividades realizadas. Para ele, no questionário prévio, *“podemos averiguar de diversas formas, dentre elas por meio de diálogos, debates, testes escritos.”* (2A).

Sua fala continua na mesma linha de pensamento depois de utilizar o e-book, quando ele coloca que, *“esta é uma pergunta bastante complexa, podemos averiguar de várias formas. Podemos averiguar por meio de diálogo, por meio de*

*testes, por meio de textos, de debates, de pesquisas, pode ser averiguado de diversas formas. Às vezes que trabalhei com os alunos, as experiências na maioria das vezes foram positivas, eles gostaram e entenderam mais sobre a Ciência” (2A).*

PC dá exemplos de como podemos averiguar a eficácia dos elementos HFC, mas não exemplifica de que forma poderia ser observado as concepções nas atividades. PE apenas cita a concepção de natureza da ciência dos estudantes. O que é possível verificar nos professores em geral que em sua maioria, apresentam, algumas concepções inadequadas sobre a natureza das Ciências. Entre estas concepções, El-Hani, Tavares e Rocha (2004, p. 268) citam a compreensão do conhecimento científico como verdade absoluta; uma visão empírico-indutivista da ciência; a ignorância do papel da criatividade e da imaginação na produção do conhecimento científico; a falta de compreensão das noções de ‘fato’, ‘evidência’, ‘observação’, ‘experimentação’, ‘modelos’, ‘leis’ e ‘teorias’.

Para Lederman (1992) a NdC é definida como um conjunto de saberes sobre o conhecimento científico. O conceito de NdC inclui os contextos de produção da ciência, os métodos utilizados, as ligações entre ciência e tecnologia, as crenças e valores envolvidos, o papel dos cientistas, as relações da ciência com a sociedade, a compreensão pública da ciência, bem como a história, sociologia e filosofia da ciência abrangendo suas dimensões sociais, econômicas, morais e culturais.

Na questão 8: Brody e Brody (2000, p. 373) citam que a construção do modelo da dupla hélice do DNA por Watson e Crick em 1953 foi possível pela associação de conceitos biológicos associados a conhecimentos advindos da química, física e matemática. Para você, qual a importância do estudo do assunto DNA no ensino médio, as respostas antes e depois se mesclam entre ensino enquanto atividade social e a aprendizagem enquanto atividade a ser realizada no mundo escolar.

Em sua resposta prévia, PC, coloca que *“tudo o que acontece no nosso corpo está relacionado ao DNA, desde a formação de proteína até uma nova forma de vida. Portanto, o assunto DNA é importante para que o aluno compreenda a vida, seus fenômenos e o que está relacionado a ele.” (2C)* e, em sua resposta posterior, PC aborda que

*o assunto do DNA no Ensino Médio é bastante importante porque para conhecer determinados assuntos da Biologia por exemplo, ele tem que ter um embasamento anterior, ele tem de saber sobre o DNA, genética, saber das doenças, ele tem que saber sobre o DNA. Quando a gente fala em DNA, lógico, imediatamente eles se perguntam sobre a paternidade, sobre doenças que são transmitidas pela hereditariedade, para tudo isto ele tem que ter um conhecimento do DNA.*

Pela resposta de PC, se percebe a ligação com uma das observações. A importância do DNA é pela compreensão da vida. Ela reforça que para conhecer a vida é necessário conhecer a história do DNA, o que reforça a presença da HFC. Os documentos curriculares de Biologia atentam para a importância do conteúdo DNA no ensino de Biologia. Os PCNEM de Biologia (2000, p.19) salientam a importância de “[...] o aluno perceber que a dupla hélice do DNA é um modelo construído a partir da composição, buscando contextualizar historicamente de forma a apresentar a História da Biologia como um movimento não linear, passivo de mudanças”.

Os PCNEM ainda reforçam a importância de tratar o assunto DNA de forma contextualizada, revelando como, por que foram produzidos e em que época, apresentando a história da biologia de forma não linear mostrando contradições. Esta colocação aparece na fala do professor PC no início de sua resposta ao questionário final, quando releva questões mais voltadas ao ensino para o social quando ele explana que

*o assunto do DNA no Ensino Médio é bastante importante porque para conhecer determinados assuntos da Biologia, por exemplo, ele tem que ter um embasamento anterior, ele tem de saber sobre o DNA, genética, saber das doenças, ele tem que saber sobre o DNA. Quando a gente fala em DNA, lógico, imediatamente eles se perguntam sobre a paternidade, sobre doenças que são transmitidas pela hereditariedade, para tudo isto ele tem que ter um conhecimento do DNA. (2C)*

Entretanto, no final de sua resposta, PC coloca aspectos mais relevantes à aprendizagem quando diz que *“a partir do momento que ele tem um conhecimento do modelo do DNA, ele tem o conhecimento de um passo muito importante no desenvolvimento da Ciência e Watson e Crick. Eles associaram estes conhecimentos da química, da física e da matemática, associados aos conceitos biológicos”*. (3A)

De acordo com Brown (1999), a proposição deste modelo foi um dos grandes triunfos da dedução na História da Ciência. Segundo Oki e Marillo (2008, p.69 ) quando citam Luffiego et al. (1994) e Hodson (1985), a inclusão da História da Ciência no ensino se fundamentam na filosofia, epistemologia e a própria concepção de ciência que são adotadas, interferindo na seleção e abordagem dos conceitos. A incorporação de conteúdos contendo a História, Filosofia e Sociologia da ciência nos currículos pode contribuir para a humanização do ensino científico, promovendo uma mudança de concepções simplistas sobre ciência para atitudes mais coerentes e contextualizadas sobre este tipo de conhecimento.

#### **4.1.3 Categoria 3: HFC como instrumento de aprendizagem**

Nesta categoria estão as respostas da questão 9. Na questão 9: Santos (2006) diz que: O entrelaçamento da história, juntamente com a filosofia, pode enriquecer (e muito) o assunto DNA, tornando-o mais interessante, e, conseqüentemente, possibilitando ao estudante entender melhor o que ele está estudando. De que forma este entrelaçamento pode acontecer favorecendo a aprendizagem do estudante?

No questionário prévio, a resposta de PC prevalece sob dois contextos: a respeito ao ensino enquanto atividade social quando ele diz que “apresento e explico os fatos históricos da época que aconteceram” (2C) e quando ele se refere ao ensino enquanto atividade a ser realizada no mundo escolar quando ele diz que “[...] os quais são relevantes para o entendimento do assunto” (2A).

PC em suas respostas demonstram a presença da inserção da História da ciência por meio do uso da História Externalista. Pessoa Jr (1996) diz que pode ocorrer de duas formas: por meio do uso de uma *História Internalista*, que se preocupa com o processo ocorrido para o desenvolvimento de uma lei, teoria ou modelo, reconstruindo a história por meio de concepção epistemológica, ou por meio da *História Externalista* que explora o contexto histórico, social e econômico da época em que determinado conhecimento foi desenvolvido.

Entretanto, sua resposta a questão posterior ao estudo, demonstra uma diversidade quanto a opinião, pois trata de aspectos ao ensino enquanto atividade a ser realizada no mundo escolar quando ele coloca que

assim por exemplo no modelo do DNA, para ele entender o modelo do DNA, se o professor explicar como Watson e Crick chegaram ao resultado, o aluno vai entender muito melhor do que ele contar todos os passos, mil novecentos e tanto fez isto, mil novecentos e tanto fez aquilo.

Entretanto, nesta mesma resposta, PC aborda o ensino enquanto atividade social quando ele diz que *“quando a gente vai ensinar Biologia, ensinar Ciência como a maioria dos professores ensina a História separada da Ciência, a partir do momento que ele junta estes dois conhecimentos o aluno vai entender melhor”* (2C).

Ainda para PC, *“o professor não precisa encher os alunos de datas, de nomes de cientista, coisas que talvez só vão confundir, mas, talvez, não seja assim tão necessário para o aluno entender o que o professor está ensinando”* (2C).

No final da resposta, PC coloca o ensino enquanto atividade pessoal quando diz que *“alguns até acham que é importante, seria melhor se ele explicasse como ele chegou a este resultado, a este modelo, não contando os fatos históricos”* (2B). Martins (1990) afirma que para esse tipo de formação, do ponto de vista didático, a História da Ciência pode complementar os aspectos técnicos com uma visão social, cultural e humana.

Ela permite ambientar a sociedade da época em questão, trazer as concepções favoráveis e controversas que surgiram na aceitação de determinada ideia; conhecer a vida dos cientistas e de outros cientistas que contribuíram para o desenvolvimento de uma ideia e que não são mencionados em livros didáticos. No entanto, esses aspectos abordados durante a prática docente devem ser bem fundamentados.

É no processo histórico e epistemológico da ciência que o homem reorganiza suas inquietudes para interagir com sua própria realidade e é sob este aspecto que PC coloca na última parte da sua fala, no pós-questionário quando diz respeito à aprendizagem enquanto atividade pessoal: *“acho que o entrelaçamento desta história e filosofia seria isto, contar como que é este resultado e como eles chegaram a este resultado, seria neste sentido”* (3B).

Entretanto, nesta mesma resposta, PC aborda o ensino enquanto atividade social quando ele diz que *“quando a gente vai ensinar Biologia, ensinar Ciência como a maioria dos professores ensina a História separada da Ciência, a partir do momento que ele junta estes dois conhecimentos o aluno vai entender melhor”* (2C).

Ainda para PC, *“o professor não precisa encher os alunos de datas, de nomes de cientista, coisas que talvez só vão confundir, mas, talvez, não seja assim tão necessário para o aluno entender o que o professor está ensinando”* (2C). Entretanto, no final da resposta, PC coloca o ensino enquanto atividade pessoal quando diz que *“alguns até acham que é importante, seria melhor se ele explicasse como ele chegou a este resultado, a este modelo, não contando os fatos históricos”* (2B).

Martins (1990) afirma que para esse tipo de formação, do ponto de vista didático, a História da Ciência pode complementar os aspectos técnicos com uma visão social, cultural e humana. Ela permite ambientar a sociedade da época em questão, trazer as concepções favoráveis e controversas que surgiram na aceitação de determinada ideia; conhecer a vida dos cientistas e de outros cientistas que contribuíram para o desenvolvimento de uma ideia e que não são mencionados em livros didáticos. No entanto, esses aspectos abordados durante a prática docente devem ser bem fundamentados.

As narrativas históricas deveriam possibilitar a compreensão de como a ciência é produzida, quais são os processos envolvidos, como os cientistas trabalham, permitindo, assim, uma reflexão sobre a ciência (RIBEIRO; MARTINS, 2007, p. 305). Segundo Santos (2006, p.101), a inserção da história e da epistemologia no ensino pode enobrecer o assunto, tornando-o mais atrativo e melhor entendido.

É no processo histórico e epistemológico da ciência que o homem reorganiza suas inquietudes para interagir com sua própria realidade e é sob este aspecto que PC coloca na última parte da sua fala, no pós-questionário quando diz respeito à aprendizagem enquanto atividade pessoal: *“acho que o entrelaçamento desta história e filosofia seria isto, contar como que é este resultado e como eles chegaram a este resultado, seria neste sentindo”* (3B).

#### 4.1.4 Categoria 4: Concepção de Ciência

Questão 10: Na sua visão, o que é ciência? O professor se refere ao conteúdo enquanto objeto pessoal quando se posiciona ao dizer que “*é o desenvolvimento contínuo dos processos científicos de fatos e fenômenos independentes ou não de aplicação técnica.*” (1B). PC salienta que a ciência possui um desenvolvimento e que pode ou não ter aplicabilidade prática.

Ainda relata a ciência como sendo construção do conhecimento. Vale ressaltar que a ciência é um conjunto de conhecimentos empíricos, teóricos, históricos e práticos, produzido por uma comunidade global de pesquisadores que fazem o uso do método científico, que dá ênfase à observação, explicação, compreensão e predição de fenômenos reais, sendo uma construção humana e coletiva.

Após a pesquisa, PC se posiciona conteúdo enquanto objeto pessoal e social quando diz que “*a ciência é o desenvolvimento do conhecimento, é uma questão bastante complexa. É difícil dar uma resposta exata porque ela tem várias definições.*” (1C) e “*não só dos seres humanos, mas, para todos os seres vivos, o que seria este desenvolvimento, esta busca*” e se posiciona quanto relata que “*para mim, a ciência é o desenvolvimento do que está acontecendo para o bem da humanidade*” (1B).

Conforme Maturana (2001, p.134), a ciência é, então, uma atividade humana, cotidiana, sendo definida como domínio explicativo particular com critérios de validação. Para Oki e Moradillo (2008, p.78), a ciência é uma das formas de conhecimento produzida pelo homem no decorrer da sua história e seu caráter histórico se manifesta nas representações que o homem faz, inclusive para o próprio conhecimento.

#### 4.1.5 Categoria 5: a importância da ciência

Questão 11- O que torna a ciência (ou uma disciplina científica como a biologia etc.) diferente de outras formas de investigação (por exemplo, religião, filosofia)? A noção de natureza da ciência de PC é baseada na ideia de experimentação ao dizer, no questionário prévio, que *“nas ciências como, por exemplo, Biologia, os fatos são comprovados por meio de experimentos, nas outras formas de investigação como, por exemplo, a filosofia não”*. (1C)

Seu discurso não muda no pós-questionário ao dizer que *“a Ciência, ela estuda determinado assunto e ela prova por experimentos, ao caso, por exemplo, da religião, tem a crença de Deus, mas como provar que Deus existe. A ciência tem que provar. Então ela basicamente ela é aceita a partir dos experimentos, do que foi provado, agora a religião, a filosofia e outras seriam mais.”* (1C).

É bom ressaltar que para Matthews (1994), ensinar sobre as ciências inclui tanto a discussão da dinâmica da atividade científica e de sua complexidade manifestada no processo de geração de produtos da ciência quanto a validação e divulgação do conhecimento científico. Segundo Gil Perez et al. (2001), para que o professor possa promover uma imagem adequada do conhecimento científico é imprescindível que ele tenha um conhecimento das características essenciais do trabalho científico, para evitar concepções errôneas da NdC. Nas respostas de PC percebe-se a concepção vertente empírico-positivista de ciência, em que o valor da experiência atrelada ao método garante a legitimidade do saber científico, o que segundo Lopes (2007, p. 31-34), não reproduz a verdade dos fatos ou das faculdades do conhecimento.

#### 4.1.6 Categoria 6: A importância da experimentação

A questão 12 - O desenvolvimento do conhecimento científico requer experimentos? Por quê? Dê um exemplo para ilustrar sua posição, o professor o conteúdo como objeto do mundo escolar ao dizer que ele concorda com os

experimentos e que “o conhecimento científico aceita que os fatos sejam comprovados por meio de experimentos porque sempre há confronto de ideias, opiniões, teorias, etc. Um exemplo que podemos citar é a teoria da abiogênese defendida por vários séculos e depois aceita a teoria da biogênese por meio de experimentos” (2A).

PC mostra em sua fala características empiristas. Borges (2008) destaca que o empirismo está muito enraizado nos professores, mas que a experimentação por si não pode ser rotulada como uma atividade de natureza empírica ou construtivista. Tal orientação pode ser detectada a partir do modo como o docente planeja e executa essa atividade com os alunos e pelos seus objetivos.

Em se relato, no pós-questionário, PC mantém boa parte da sua intencionalidade no discurso anterior, entretanto, compõe de uma forma em que ensino é atividade a ser realizada no mundo escolar quando diz que

*o conhecimento científico requer experimentos, agora porque, porque tem que comprovar os fatos e não ficar somente nas teorias, porque a teoria, um complementa o outro, a teoria e a prática é o experimento, um vai complementar o outro. Uma forma de ilustrar a minha posição a origem da vida, o DNA, que os cientistas fizeram e não parou por aí, os grupos estão pesquisando ainda, buscando novos conhecimentos, para desenvolver cada vez mais, para conhecer cada vez mais.*

Segundo Jesus e Pacca (2013, p. 4), para que um aluno se aproprie do caminho para o estabelecimento de determinado conceito, cita Astolfi (1999): na Ciência existe um mecanismo de explicação da atividade científica que impossibilita explicar sua própria experiência, pois, o método científico tem como foco comunicar os resultados e não descrever a forma de alcançá-los.

A escola reflete o mesmo quando utilizando métodos transmissivos, o professor espera que seus alunos memorizem conteúdos de livros textos que apresentem resultados dos saberes, com uma linguagem não acessível a quem não percorreu determinado caminho para a construção do conhecimento.

#### 4.1.7 Categoria 7: Relação livro didático e a HFC

Questão 13 - Os livros didáticos apresentam a história do DNA. Você já entrou em contato com os textos dos livros didáticos que abordam este tema? Qual sua opinião sobre a maneira como os textos são apresentados. As respostas de PC em relação à História da ciência nos livros didáticos atestam que há distorções na forma como se apresentam os conteúdos históricos.

Para PC, em seu questionário prévio,

*em geral os livros didáticos apresentam a história da ciência de maneira distorcida, dotada de gênios de uma época. No caso da história do DNA, a maioria dos livros didáticos apresenta um pequeno trecho dos acontecimentos ocorridos na época em que Watson e Crick propuseram o modelo da dupla hélice. Entretanto essa história poderia ser mais bem apresentada. (2C)*

Segundo Kuhn (2003, p. 177), os livros didáticos apresentam apenas trechos da história na introdução do capítulo ou fazem esparsas referências a heróis. Este mesmo autor afirma que a história é apresentada de forma errada e isso acaba gerando confusão a respeito da história da ciência. O autor ainda demonstra sua preocupação com a transmissão do conhecimento científico a partir da utilização quase exclusiva de livros didáticos.

De acordo com Kuhn, a abordagem presente nesses livros, limita-se a alusões históricas e caricaturadas e sem relação com os aspectos culturais, políticos, econômicos e tecnológicos no contexto da época. El- Hani (2006) afirma que para fazer uso da HC nas aulas, o professor deve estar preparado para tal finalidade.

Em seu relato pós-questionário, PC relata com mais detalhes sua posição pautado em um conteúdo enquanto objeto pessoal. Para ele,

*dentro da história da Biologia, a história do DNA é uma das que mais apresentam, sobre a história da ciência, que comentam um pouco, sobre Watson e Crick, são poucos os livros que não apresentam. Tem também aqueles que não apresentam nada, só explicam o que é o DNA, vai direto ao assunto. Tem alguns que apresentam o Watson e Crick, apresentam o modelo da estrutura, como eles apresentam: assim uma história que acredito deveria ser melhor estruturada. Uma história que a meu ver não contemplam aspectos*

históricos e filosóficos, ao que eu pude observar os livros didáticos deixam muito a desejar na questão da história e filosofia da ciência, embora os livros didáticos são materiais de apoio. Mas a partir do momento que eles são materiais de apoio eles deveriam ter a história e filosofia da ciência abordando o assunto, já que é utilizado pelos alunos, assim como ele está lá para esclarecer um assunto, ele também pode transmitir uma imagem para o aluno, pois seja uma imagem que forma um conceito, é bom para o aluno.

Conforme Silva (2013, p.601), as concepções presentes nos livros didáticos se baseiam em dois pontos a serem destacados, sendo que: i) é importante a inserção de história da ciência no ensino de ciências, e ii) quando verificada, a inserção de história no ensino de ciências, em livros didáticos, incorre em uma série de erros.

Segundo Peduzzi (2001, p.153), a escassez da presença da história da ciência nos manuais escolares e o seu uso distorcido no sentido de promover uma reconstrução de ideias, caminham em direção às teorias aceitas atualmente em relação ao trabalho científico. O resultado desta opção educacional é que cientistas de épocas anteriores trabalhavam de maneira linear e cumulativa a favor da ciência em constante desenvolvimento. O que de acordo com Allchin (2004) é chamada de pseudo-história, isto é, a história da ciência presente nos materiais didáticos de maneira distorcida e simplificada.

#### **4.1.8 Categoria 8: Quebra de paradigma**

Questão 14- Após os cientistas terem desenvolvido um modelo estrutural (por exemplo, Dupla hélice) ele pode se transformar? Explique por quê. E defenda sua resposta com exemplos. Na visão de PC, no questionário prévio, ele aborda o conteúdo enquanto objeto social quando ele diz que *“Sim, pode. Porque a ciência não é pronta e acabada, sempre há novos conhecimentos e realizações acontecendo”*.

PC concorda que a ciência é mutável e relata a importância da construção histórica e humana do conhecimento científico e exemplifica com o modelo da teoria atômica. É importante ressaltar que para Kuhn (2005, p. 13), “paradigmas são as

realizações científicas universalmente reconhecidas que, durante algum tempo, fornecem problemas e soluções modelares para uma comunidade de praticantes de uma ciência”.

Já, sua resposta no pós-questionário, PC expõe com muito mais detalhe sua posição sobre o assunto. Para isso, sua resposta foi separada em três partes. A primeira se refere ao conteúdo enquanto objeto social: *“A partir do momento que os cientistas demonstram um modelo, ele pode transformar, claro que pode, porque a ciência não é pronta, não é acabada, hoje nós acreditamos que o modelo da dupla hélice é aquele modelo que Watson e Crick propuseram com os conhecimentos daquela época, mas com os avanços da tecnologia, então pode ser que venha a surgir novos conhecimentos em relação a este modelo.*

Na segunda parte de sua fala PC explora muito mais ensino enquanto atividade social: *“Então, neste surgir de novos conhecimentos, pode ser que aconteça algumas mudanças, uma coisa assim que antes era aceitável hoje não é, de acordo com a época, eu acho, a partir do momento que os cientistas propõem um modelo, e aquele modelo é aceito, aquele modelo está dando conta da aceitação, da situação, a partir do momento que ele não dá conta os cientistas buscam mais informações, reformulando”.*

Na última parte do seu relato, PC coloca questões do ensino enquanto atividade pessoal: *“Está pedindo para citar um exemplo aqui, vou citar a teoria da abiogênese. Antigamente, desde a época de Aristóteles eles acreditavam na teoria da abiogênese, foi um tempo muito longo acreditando na teoria da abiogênese. Eles começaram a não ter mais crédito esta aceitação aí, houve uma reformulação e hoje já não é mais aceita. Então houve uma mudança, isto mostra claramente que a ciência não é pronta e acabada. Hoje a gente aceita que o modelo da dupla hélice do DNA é assim, talvez no ano que vem, daqui 10, 15 anos, talvez não seja mais assim”.*

#### **4.1.9 Categoria 9: Concepção de modelos**

Questão 15 - Explique por que nós nos preocupamos em aprender modelos estruturais e ensiná-los. Defenda sua resposta com exemplos, a resposta de PC foi mais breve e objetiva: *“Porque é mais fácil, uma vez que está pronto.”* Sua resposta está mais voltada ao conteúdo enquanto objeto pessoal. Já no pós-questionário, PC se posiciona em relação ao ensino enquanto atividade a ser realizada no mundo escolar: *“Porque a partir do momento que o aluno visualiza o modelo visual dele, ele vai assimilar, associação do modelo visual com o que ele estudou lá na teoria, ou seja, a célula, o DNA eles não estão vendo. Há uma necessidade de mostrar um modelo para poder entender melhor e fazer essa associação.”*

PC responde sucintamente sem esclarecer a pergunta e explica dando exemplos em outras disciplinas, sendo que a ciência busca a construção da representação do mundo por meio de modelos que são uma imagem mental e simplificada representando um sistema como maior ou menor exatidão. Tal pensamento é reforçado por Pietrocola (1999, p.222) quando explicita a necessidade de modelos para favorecer a compreensão de conceitos que buscam relações entre as teorias e dados empíricos. A modelização segundo o autor age como instância mediadora da dicotomia entre conhecimento teórico e empírico.

#### **4.1.10 Categoria 10: Concepção de Ciência e postura dos professores**

Questão 16- Algumas pessoas afirmam que a ciência é impregnada por valores sociais e culturais. Isto é, a ciência reflete os valores sociais e políticos, as suposições filosóficas e as normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. Outras pessoas afirmam que a ciência é universal. Isto é, a ciência transcende as fronteiras nacionais e culturais e não é afetada por valores sociais, políticos e filosóficos e pelas normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. Qual dessas concepções de ciências você considera como a correta e justifique como essa concepção pode influenciar a postura de professores ao ensinar ciências.

*O professor se posiciona de uma forma bem simples quanto ao ensino. Ele coloca o conteúdo enquanto objeto social: “Eu acredito que a ciência é influenciada por valores sociais e culturais, uma vez que as verbas são originadas por meio do*

*poder público e isso já é o início de influência social, pois para desenvolver trabalhos, experimentos há necessidade de verbas*". O professor PC, apesar de não compreender muito bem a questão, fica com a posição da visão de ciência impregnada por valores sociais e culturais, com uma conotação política, exemplificando a necessidade de verbas para o desenvolvimento e pesquisas científicas.

Quanto ao ensino de ciência, a professora relata que a formação dos professores nos aspectos relacionados à história e filosofia da ciência deve ser trabalhada na forma de cursos de capacitação.

Em sua resposta no pós-questionário, PC refere, na primeira parte aprendizagem enquanto atividade pessoal: *"Quanto à postura dos professores ao ensinar ciências eu sinto que a maioria deles não está preparada para ensinar a história articulada à filosofia da ciência. Isso mostra a necessidade de cursos de capacitação de HFC nos cursos de formação de professores"*.

Na segunda parte do seu discurso, PC se posiciona com relação ao ensino enquanto atividade social: *"Eu acho que a ciência reflete os valores sociais, isto reflete nas questões políticas. Eu acho que a ciência o desenvolvimento da Ciência, quer queria ou quer não, depende da sociedade, depende de projetos, depende de verbas para se desenvolver"*.

E na última parte da sua resposta, PC se posiciona pela primeira vez, com relação a aprendizagem enquanto atividade social: *"Não se desenvolve uma sociedade sem política por trás disto tudo tem uma questão social, ela não consegue desenvolver sozinha, não tem como ela ser universal, fechada, só uma pessoa fazendo isto, desenvolvendo pesquisa."*

PC também concorda com ideia da ciência impregnada por valores sociais e culturais, lembrando que a ciência é uma atividade humana. Quanto à postura dos professores, deixa claro que existe a necessidade de formação de professores para aquisição de concepções adequadas ao ensino de ciência. Santos (2010, p.8), afirma que a relativa insatisfação dos alunos parece estar ligada à incompreensão da concepção de ciência presente nas relações sociais de cada momento histórico,

assim como a falta de integração entre o conteúdo ensinado e a história dos principais aspectos deste conteúdo.

Diante destas respostas, tão significativas e valiosas nas questões pertinentes a História e Filosofia da Ciência, um panorama se formou e está retratada na Tabela 2. Em negrito estão os números das questões referentes ao pré-questionário e sem negrito, o número das questões referentes ao pós-questionário. A duplicidade dos números tratam de que a resposta para uma mesma questão teve contextos diferenciados.

Tarefas do professor	1 Gestão segmento P-S (saber = conteúdo)	2 Gestão segmento P-E (ensino)	3 Gestão segmento E-S (aprendizagem)
Relações de saber			
<b>A</b> Epistêmica [compreensão]	<b>6, 12</b>	<b>5, 7, 9</b> 7, 9, 12	8
<b>B</b> Pessoal [sentido]	<b>10, 15</b> 10, 13	5, 6, 9, 14	9, 16
<b>C</b> Social [valor]	<b>6, , 11, 14</b> 6, 10, 11, 14	<b>13, 8, 9</b> 6, 9, 14, 16	16

**Tabela 2:** Resultados encontrados mediante a resposta do professor PC.

Podemos observar que, as respostas do professor PC, se concentram mais nas questões de ensino e de conteúdo do que de aprendizagem e que somente no questionário após a aplicação do e-book suas respostas recaem no segmento P-E (Ensino e pessoal) o que não aparece estas características no pré-questionário.

As questões sobre a aprendizagem aparecem apenas como respostas no pós-questionário afinal isto é um dado relevante de mudança de alguns conceitos após a aplicação do e-book. Afinal, questões pertinentes ao aprender puderam ser

observadas durante e após a aplicação do material midiático e também, com o relato dos alunos durante as aulas com este dispositivo.

Entretanto, somente o questionário foi suficiente para a observação de alguns detalhes quanto ao tema e para tanto foi escolhido como um recurso a mais a entrevista semiestruturada para corroborar com os dados da pesquisa e fundamentação teórica.

## **4.2 ANÁLISE DA ENTREVISTA**

A escolha da entrevista semiestruturada deu-se por “oferecerem ao entrevistador uma amplitude de temas considerável, que lhe permite levantar uma série de tópicos e oferecerem ao sujeito a oportunidade de moldar seu conteúdo.” Bogdan e Biklen (1994, p.135). Na análise da entrevista foram comparadas as respostas de PC com a literatura sobre os temas abordados sobre aspectos relativos à história da ciência. Serão apresentadas as discussões pela análise qualitativa da entrevista.

### **1-Como você pensou trabalhar o texto do livro didático com os alunos?**

PC- “Eu pensei em trabalhar de forma comparativa para que os alunos percebessem que existem formas diferentes de ver a história da ciência. Os livros didáticos, a maioria deles não traz a história da ciência, aí fazendo esta comparação para que eles percebessem que existem outras formas de ver a história, e que atrás dos textos que eles observam nos livros didáticos, existe uma história. Fazendo uma análise comparativa os alunos poderão enxergar melhor que atrás disto existe uma história, então foi a forma que eu encontrei deles enxergarem a história da ciência.

PC utilizou metodologias que contemplassem a história da ciência por meio de leitura de texto. Para Leffa (1998), o processo da leitura possui duas definições antagônicas sendo a primeira “Ler é extrair significado do texto” e a segunda “Ler é atribuir significado ao texto”. Ainda reforça o autor que a leitura não é interpretada

como um procedimento linear, mas como um procedimento de levantamento de hipóteses.

O leitor deve conhecer o que se interpõem entre ele e a realidade, além de competência sintática, semântica e textual, uma competência específica da realidade histórico-social refletida pelo texto. PC também cita que realizou uma análise comparativa para que os alunos pudessem enxergar a história da ciência nos textos. Collier (1994 p.51) destaca o fato de que a comparação aguça a capacidade de descrição e resulta num estímulo para a formação de conceitos, proporcionando critérios para submeter as hipóteses à verificação, contribuindo para novas descobertas por via indutiva de novas hipóteses e, conseqüentemente para a criação de teorias.

## **2-O texto presente no livro didático traz a história e a filosofia da ciência?**

PC- Praticamente não existe história da ciência no texto do livro didático utilizado, apenas uma pincelada no assunto de ácidos nucléicos e no meio do texto mencionam Watson e Crick. Citam que eles descreveram o modelo da dupla hélice, e já começa a explicar o que são ácidos nucléicos, explicando o modelo do DNA.

Com base na resposta de PC os livros didáticos trazem sucintamente o assunto DNA. De acordo com a análise desenvolvida em livros didáticos por Batista et al. (2007), os livros didáticos trazem dados biográficos como nome, data de nascimento, data de falecimento e nacionalidade do cientista. Outro aspecto a destacar da análise é que os textos dos livros didáticos raramente trazem a instituição frequentada pelo cientista o que favorece ao estudante criar uma imagem distorcida do cientista quanto a sua dedicação aos estudos e pesquisa. Entretanto, essa colocação não foi feita por PC.

## **3-Como foi desenvolvida a metodologia com os textos em sala de aula?**

PC- Os alunos montaram grupos, após foram distribuídos os livros didáticos. Os alunos fizeram a leitura da história presente no livro didático e fizeram um resumo. No segundo momento, eles fizeram a leitura total do artigo científico, cada

aluno leu uma parte do texto, no terceiro momento eles fizeram a leitura do e-book no laboratório digital, cada aluno leu um pedaço e com o acompanhamento de todos no campo visual, as imagens. No quarto momento eu pedi para eles montarem um quadro comparativo, para assinalar nos três textos quais apresentavam segundo eles, o mais compreensível, qual era o menos indicado, qual eles achavam mais interessante, qual que eles achavam que tinha a história da ciência, qual trazia a ciência como processo humano e por que eles achavam isso? A partir disto eu acredito que eles tiveram uma visão da história da ciência. Para mim, eu consegui, eu acho que eu consegui fazer com que eles enxergassem a história da ciência. Eles talvez não saibam deste processo mas eu consegui fazer, eu atingi meu objetivo.

A metodologia adotada pela professora PC, na qual os alunos tiveram a possibilidade de ler diferentes textos sobre o mesmo tema, pode ser considerada significativa para uma abordagem da História da ciência, tendo em vista que a HC no ensino pode contribuir para mudar essa visão, muitas vezes consolidada. Outro ponto a ser considerado foi a análise feita pelos alunos por meio do quadro avaliativo. Por essa atividade consegue-se justificar que a ciência é uma construção humana, podendo tornar as aulas mais reflexivas e críticas, permitindo a compreensão das inter-relações entre a ciência e outros campos e que não é algo isolado, pois faz parte de um contexto social, econômico e político assim como afirmado por Matthews, (1995). Por fim, a proposição de um trabalho colaborativo também pode ser considerada uma proposta interessante, pois proporcionou momentos de discussão sobre os aspectos históricos entre os estudantes.

#### **4-Você conseguiu, por meio desta metodologia verificar se os alunos enxergaram a ciência como uma construção humana, coletiva e depende de modelos?**

PC- Sim, porque quando a gente vai trabalhar o DNA, os textos que estão nos livros didáticos públicos não trazem a história. A história que é apresentada é muito diferente, principalmente este aqui que a gente usa. Mas assim analisando a história da ciência que tem nos livros o assunto do DNA de todos, assim, da história da biologia, é um dos que mais tem a História da Ciência, mas este que a gente está

usando infelizmente é o que tem menos, traz muito pouquinho, digitada umas três ou quatro linhas. Então quando a gente vai trabalhar isto, praticamente a gente só menciona, se quiser trabalhar em si a história da ciência tem que ser um texto complementar.

PC afirma que conseguiu por meio da metodologia proposta verificar que os alunos enxergaram a ciência como construção humana, coletiva e dependente de modelos, só que não explicou como. PC ainda reforça a presença da História da ciência nos livros didáticos. Segundo ela, o assunto DNA é o que mais faz referência à história da biologia, mas o livro didático adotado pela escola onde trabalha é o que menos faz referência, diz que somente mencionam, mas com o texto do e-book.

### **5-O que você achou do e-book Dupla-Hélice: a construção de um conhecimento?**

PC- O e-book, nossa achei muito interessante, dá para trabalhar em sala de aula, se o professor quer trabalhar a História da Ciência, ele tem que buscar uma parte complementar. Esta parte complementar pode ser o e-book, pois achei muito interessante, onde o professor vai buscar o texto complementar. Se for o artigo original, ele traz uma escrita muito complexa para o aluno. O e-book achei que tem uma escrita e uma leitura bem adequada para o aluno, é um texto fácil de entender, não é texto longo, um texto com imagens, uma das justificativas dos alunos é que tinha as imagens. À medida que foram lendo tinha imagens, à medida que faziam a leitura, entendiam e visualizavam a imagem, associavam assim, achei muito interessante.

PC refere-se ao e-book como um material que apresenta leitura e escrita adequada para o aluno do ensino médio e salienta que as imagens ajudam a fazer a relação do texto com o cientista. Segundo Bastos (1988), os textos de história da ciência disponíveis para consulta dificilmente se adaptam às necessidades específicas do ensino de Ciências na escola fundamental e média. Para ele, isso ocorre talvez por não reunir simultaneamente uma linguagem acessível aos diferentes aspectos que o (a) professor (a) pretende discutir, pois traz informações superficiais e não discutem a fundo o que é relevante. Sendo assim, consideramos

que este material possibilitou que a professora percebesse as potencialidades de se apresentar a história da ciência com uma linguagem mais acessível e próxima aos alunos do ensino médio.

## **6-Você gostaria de acrescentar alguma contribuição para a utilização**

PC- Eu queria acrescentar o seguinte: que este é o caminho para o professor trabalhar a história da ciência, pois a maioria dos professores, talvez não tenha uma formação para poder trabalhar a história da ciência, esta é uma das dificuldades. Como trabalhar a História da Ciência? Se ficar baseado apenas nos livros didáticos às vezes ele quer trabalhar, mas não sabe como, se for basear só no livro ele não vai conseguir. O professor vai ter que buscar outro caminho, outro material de apoio, ou ele vai ter que construir ou buscar alguma coisa pronta. Materiais prontos? Praticamente é difícil de encontrar, ele vai ter que construir ou elaborar alguma coisa. Eu acho que seria bastante interessante cada vez mais teria que existir os cursos de formação, cursos de capacitação, seria bastante interessante para os professores, sobre a história e filosofia da ciência que também é bastante importante, nos cursos que a gente vai explanar sobre a história e filosofia da ciência, os professores pedem isto para a gente. Mas como que é? De que jeito que é? A gente não tem noção de como que é. A gente sabe que há uma carência nisso, a partir disso seria muito interessante como se inserir, tanto nos cursos de capacitação, na graduação a história e filosofia da ciência.

A professora PC ressalta em sua fala a ausência de capacitação em HFC. Lucas e Batista (2010, p.9) salientam que “como professores de Biologia poderão ensinar conteúdos desta Ciência, segundo uma perspectiva histórico-filosófico-axiológica, (como recomendado pelos documentos oficiais) se muitos deles não recebem formação apropriada para tal empreendimento?” PC esclarece que muitos professores estão dispostos a uma ruptura com os conceitos postos como concretos nos dias atuais e que muitas vezes se apresentam inadequados ao conhecimento científico, citando que nos cursos onde é explanado sobre HFC, os professores querem saber como trabalhar com textos contendo HFC. Estas posições vêm ao encontro com a necessidade de mudança cultural no sistema educativo como um todo.

### **7-Você acha interessante montar um curso utilizando o mesmo material do estágio, o livro, o artigo científico e o e-book: Dupla-Hélice a construção de um conhecimento?**

PC- Seria interessante, pois os professores são interessados, eles querem coisas novas. A gente sabe que os professores não estão na inércia, eles querem trabalhar com materiais diferentes com os alunos, pois o livro didático é material de apoio e a história da ciência ela é importante. A partir do momento que o aluno estuda com a história da ciência fica muito melhor para ele entender o conceito, já sem a história da ciência fica naquilo, no foquinho. A partir do momento que ele entende todo o processo histórico, a partir do momento que ele compreende fica mais fácil a compreensão, melhora a aprendizagem.

A professora PC relata que os professores buscam materiais além do livro didático, mas, assim como afirmam Leite (2002) e Pereira e Amador (2007), os livros didáticos são as principais, por vezes as únicas formas de acesso à História da Ciência atualmente disponíveis para os professores. Porém, a forma simplista como é apresentada não contribui para que se obtenha uma concepção de ciência, em que essa se caracteriza com uma atividade coletiva, que progride em um contexto histórico, cultural e social e não como o trabalho realizado por um indivíduo isoladamente. Por isso, PC relata a necessidade de cursos contendo material diferenciado do livro didático sobre episódios históricos. Segundo ela, esses cursos facilitariam a compreensão e melhorariam a aprendizagem, assim como defendido por El- Hani (2006, 2007) Delizoicov (2006) quando citam que a inserção de materiais contendo tópicos de História da ciência, na formação de professores, contribui no progresso da melhoria da Educação básica oportunizando ao educador uma melhor compreensão da dinâmica da disseminação e da produção de conhecimentos científicos.

## 5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A necessidade de textos históricos filosóficos sobre o assunto DNA no ensino de Biologia contribui para a construção do conhecimento, pois, para entender ciência é necessário que o professor de Biologia compreenda a Natureza da Ciência e que ela é uma construção coletiva, humana e social. Para que possa dar conta das novas exigências contemporâneas, existe a necessidade de uma formação epistemológica em ensino da história e filosofia da ciência.

O e-book “Dupla-hélice: Construção de um conhecimento” que aborda o assunto DNA presente na área da Biologia Molecular, surge como alternativa da concepção da ciência sintonizada com a epistemologia da ciência por possibilitar a mediação entre o conhecimento científico e as tecnologias.

O e-book foi o instrumento de análise escolhido por apresentar novas formas de aprender a ensinar e relacionarmos com o conhecimento usando a tecnologia. A construção do e-book devido a vários fatores não foi uma tarefa fácil, demandou de tempo em sua execução, um rigor na pesquisa bibliográfica sobre a história do DNA, a necessidade conhecimentos informáticos.

Neste contexto, a elaboração dos instrumentos que nortearam a busca dos resultados através da realização do questionário, possibilitou uma avaliação de como os professores de Biologia entendem a Ciência e concebem a inserção da História da Ciência.

Neste momento, cabe retomarmos as questões iniciais propostas para essa pesquisa. Os professores utilizam a história da ciência? Pela análise dos dados, a professora PC utiliza a história da ciência. A questão corrobora com a literatura que afirma que HFC ainda é pouco utilizada por professores por motivos diversos, como falta de material didático, paradidático e cursos de formação.

Outra questão colocada foi: qual a concepção que os professores possuem sobre ciência? Sobre o tema, PC considera a ciência como uma construção do conhecimento. Entretanto, este conceito é de difícil definição pelas professoras. Pela análise dos dados das atividades, pode-se perceber a dificuldade, pois este tema não foi muito abordado com os alunos. Percebeu-se que ela optou em discorrer mais

sobre o conteúdo do DNA do que sobre o tema História da Ciência. Consideramos, assim, que seria significativa outra abordagem para a inserção da história da ciência, na qual não só o conteúdo específico, mas também, os aspectos históricos pudessem fazer parte da construção do conhecimento dos alunos. Para isso a noção da natureza da ciência seria fator relevante na formação do professor.

Qual a importância do assunto DNA no ensino médio? Sobre a questão, percebeu-se que as professoras afirmam que é muito importante, porém não foi possível identificar noções sobre a história deste conhecimento. Pela análise das atividades desenvolvidas por PC, também não foi possível perceber uma abordagem diferente do que já é trabalhado usualmente. PC desenvolveu a proposta e mostrou-se interessada pela história da ciência, entretanto, manteve sua postura tradicional, enfatizando o conteúdo e não discutindo em profundidade os aspectos da história do DNA.

Por fim, a última questão era: qual a contribuição de textos históricos para a construção do conhecimento? Percebeu-se que para as professoras, os textos históricos são importantes, pois mesmo não utilizando esta abordagem sente-se falta desse material. Pelas considerações de PC, além da importância da história da ciência para o ensino médio, o que se pode considerar como um dos fatores mais significativos foi a linguagem adotada no e-book, que aproximou um conhecimento da ciência à linguagem dos alunos. Desta forma, consideramos que não só o uso da abordagem de História da Ciência é importante, como também, o desenvolvimento de material com uma linguagem mais acessível, que motive os alunos a se interessarem pelos temas. PC também salientou que trabalhar com estes textos possibilita que os alunos tenham uma visão crítica da ciência.

Não podemos afirmar que o desenvolvimento deste trabalho tenha mudado a visão da professora sobre a natureza da ciência e sobre aspectos da história da ciência. Entretanto, indícios de novas reflexões já foram percebidos, principalmente de PC. Também se percebeu a importância do material elaborado potencialmente significativo para o ensino sobre a história do DNA.

Concluiu-se, de acordo com a análise dos dados sobre a utilização do e-book contendo o episódio histórico filosófico, que a professora foi favorável ao material produzido. Segundo ela, o e-book é um dispositivo didático útil para tornar o

Ensino Médio mais interessante, possibilitando a aprendizagem de conceitos complexos da Biologia, como o DNA. A profissional salienta que episódios históricos contribuem no processo da construção do conhecimento de maneira gradativa e lenta, promovendo uma visão concreta e real da Natureza da Ciência com seus métodos, técnicas, modelos, acertos e erros, contribuindo na formação de um cidadão crítico mediante o conhecimento científico.

Recomenda-se que pesquisadores em História da Ciência intensifiquem a produção de textos e materiais contendo episódios históricos filosóficos para que se potencialize a inserção da História da ciência todas as modalidades de ensino e que pesquisadores em ensino de ciências intensifiquem estudos e a construção de materiais didáticos pedagógico, proporcionem aos professores estratégias didática para utilização do material, possam que favorecer a inserção da História e Filosofia da Ciência em todos os níveis de ensino, desde o Ensino Médio ao Ensino Superior, promovendo a construção de um conhecimento científico promovendo a aprendizagem.

O e-book “Dupla Hélice: A construção de um conhecimento” é um desafio a ser repetido. Pretende-se dar sequência ao trabalho desenvolvido abordando outras temáticas até mesmo em outras disciplinas.

No que diz respeito ao domínio do conteúdo História e Filosofia da Ciência pelos professores, o que se pode observar na análise é que a falta de capacitação sobre o tema é um dos pontos que dificulta a inserção. Sugere-se a elaboração de cursos que abordem o assunto História e Filosofia da Ciência nas diversas áreas do conhecimento.

## REFERÊNCIAS

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

\_\_\_\_\_. The Influence of History of Science Courses on Students' Views of NOS. **Journal of Research in Science Teaching**, v. 37, n. 10, p. 1057- 1095, 2000.

ACEVEDO DÍAZ, J.A. Reflexiones sobre las finalidades de la enseñanza de las ciencias: educación científica para la ciudadanía. **Eureka**, v. 1, n.1, p.3-16, 2004.

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** – V16(3), pp. 473-488, 2011. Disponível em: [http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo\\_ID272/v16\\_n3\\_a2011.pdf](http://www.if.ufrgs.br/ienci/artigos/Artigo_ID272/v16_n3_a2011.pdf)> Acesso em: 20. Abril.2013.

ALMEIDA, D. F.de. Um gênio das ciências biológicas. **Jornal da Ciência**. Rio de Janeiro, n. 534, p. 1, 2004.

ALVES-MAZZOTTI, A.J.;GEWANDSZNAJDER. **O método nas ciências naturais e sociais: pesquisa quantitativa e qualitativa**.São Paulo: Pioneira, 1998.

ARRUDA, S. M. ; LIMA, J. P. C. ; PASSOS, M. M.. Um novo instrumento para a análise da ação do professor em sala de aula. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, p. 139-160, 2011.

BALL, D.; MCDIARMIND, G. W. The subject-matter preparation of teachers.Handbook of Research on Teacher Education.HOUSTON, W.R. (Ed.) **A Project of the Association of Teacher Educators**. New York:Mcmilian Publishing Company, 1990.

BARDIN, L. (2006). **Análise de conteúdo** (L. de A. Rego & A. Pinheiro, Trads.). Lisboa: Edições 70. 1977.

BASTOS, F. **História da Ciência e Ensino de Biologia**. Tese de doutorado, Universidade de São Paulo (1988).

BATISTA, R.P., MOHR, A., FERRARI, N. **Análise da história da ciência em livros didáticos do ensino fundamental em Santa Catarina**.VI ENPEC. 2007. DISPONÍVEL EM: <http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/vienpec/CR2/p380.pdf>> Acesso em 23. Jul.2014.

BOGDAN, R. C.; BIKLEN, S. K. **Investigação Qualitativa em Educação**: uma introdução à teoria e aos métodos. Porto: Porto Editora, 1994, 335 p. (Ciências da Educação).

BOMBASSARO, L. C. **As fronteiras da epistemologia**: como se produz o conhecimento. Petrópolis, RJ: Vozes, 1982.

\_\_\_\_\_. **Ciência e Mudança Conceitual**: notas sobre epistemologia e história da ciência. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1995.

BORGES, A. T. **Novos rumos para o laboratório escolar de ciências**. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 1, Florianópolis: UFSC, 2008.

BRASIL 2002, **PCN+ Ensino Médio**: Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio. Ciências da natureza, Matemática e suas tecnologias. Ministério da Educação/Secretaria de Educação Média e Tecnológica, Brasília, 2002.

BRASIL, MEC/SEB. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio, Brasília: Ministério da Educação, 1999. \_\_\_\_\_. PCN+ do Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos PCN. Ciências da Natureza, Matemática e suas tecnologias.. Brasília: MEC; SEMTEC, 2002. p. 87-111. Disponível em <<http://www.mec.gov.br>> Acesso em: 10.fev.2014.

BRASIL, Ministério da Educação, Secretaria de Educação Média e Tecnológica (2000). **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ensino médio. Brasília: Ministério da Educação.

BRASIL, **Parâmetros Curriculares Nacionais**: Ensino Médio. Brasília, 2000.

BRASIL. **Parâmetros Curriculares Nacionais**: ensino médio. Brasília: MEC/SEB, 2002, p. 219.

BRASIL. **Secretaria de Educação Fundamental**. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências Naturais. 3ª ed. Brasília: MEC/SEF, 2001.

BRINCKMANN, C.; DELIZOICOV, N. C. Formação de professores de física e a história da ciência, **IX Congresso Nacional de Educação – EDUCERE**, 2009 disponível em<[http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3644\\_2003.pdf](http://www.pucpr.br/eventos/educere/educere2009/anais/pdf/3644_2003.pdf)> Acesso em: 10.fev.2014.

BROWN, T. A. **Genética**: um enfoque molecular. 3 ed. Rio de Janeiro: G. Koogan, p.366. 1999.

BUNGE, M. (1973), **Filosofia da Física**: edições 70, Lisboa, Portugal. 1973

BUNGE, M. (1974), **Teoria e Realidade**: editora perspectiva S.A., SP, 1974.

CACHAPUZ, A; et all (Organizadores). **A Necessária renovação do ensino de ciências**. São Paulos – Cortez. 2005.

CALDEIRA, A.M.A. org. **Ensino de ciências e matemática, II**: temas sobre a formação de conceitos [online]. São Paulo: Editora UNESP; São Paulo: Cultura Acadêmica, 2009. 287 p. ISBN 978-85- 7983-041-9. Available from SciELO Books .

CAMPOS, M. C. da C.; NIGRO, R. G. **Didática de ciências**: o ensino-aprendizagem como

CARNEIRO, M.H.S., GASTAL, M.L. História e Filosofia das Ciências no ensino de Biologia.In: **Revista Ciência e Educação**, Bauru, v.11, n.1, p.33-39, 2005.

CAUDURO, P.J; Lüdke, E. **O modelo dos cientistas como estratégia interdisciplinar baseado nas diretrizes propostas pelo Plano Nacional de Educação**. Simpósio Internacional sobre Interdisciplinaridade no Ensino, na Pesquisa e na Extensão – Região Sul – 2013 disponível em <<http://www.siiupe.ufsc.br/wp-content/uploads/2013/10/J-Cauduro.pdf>> Acesso em: 10.fev.2014.

CHALMERS, A. F. **O QUE É CIÊNCIA AFINAL?** Editora Brasiliense – São Paulo – 1993

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

CHASSOT, A. **Educação consciência**. 2.ed. Santa Cruz do Sul: EdUNISC. 2007a

CHASSOT, A. **Sete escritos sobre educação e ciência**. São Paulo Editora Cortez, 2008.

CHIZZOTTI, A. **Pesquisa em ciências humanas e sociais**. 5ª ed. São Paulo: Cortez, 2001.

COLONESE, P. H.; História da Ciência a partir de fontes originais, textos teatrais e iconografias: os casos das estrelas esquisitas de júpiter, do escriba egípcio Ahmés e do curiosos Leeuwenhoeck. **VII ENPEC** – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 2009. Disponível em <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viienpec/pdfs/1334.pdf>> Acesso em: 10.fev.2014.

CUPANI, A. A ciência como conhecimento “situado”. in: MARTINS , R.A.; MARTINS, L.A.C.P.;SILVA, C.C.;FERREIRA, J.M.H. (eds).**Filosofia e Historia da ciência no Cone Sul**. 3 Encontro. Campinas:AFHIC, 2004. Pp.12-22.

DELIZOICOV, N. C. Ensino do Sistema Sangüíneo humano: a dimensão historio-epistemológica. In: SILVA, C. C. (org.). **Estudos de História e Filosofia das Ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p. 263 – 286.

DELIZOICOV, N.C.; SLONGO, I.I.P.;HOFFMANN, M.B.; **História e filosofia da ciência e formação de professores**: a proposição dos cursos de licenciatura em ciências Biológicas do sul do Brasil.X Congresso Nacional de Educação. EDUCERE disponível em< [https://www.academia.edu/2109992/HIST%C3%93RIA\\_E\\_FILOSOFIA\\_DA\\_CI%C3%84NCIA\\_E\\_FORMA%C3%87%C3%83O\\_DE\\_PROFESSORES\\_A\\_PROPOSI%C3%87%C3%83O\\_DOS\\_CURSOS\\_DE\\_LICENCIATURA\\_EM\\_CI%C3%84NCIAS\\_BIOL%C3%93GICAS\\_DO\\_SUL\\_DO\\_BRASIL](https://www.academia.edu/2109992/HIST%C3%93RIA_E_FILOSOFIA_DA_CI%C3%84NCIA_E_FORMA%C3%87%C3%83O_DE_PROFESSORES_A_PROPOSI%C3%87%C3%83O_DOS_CURSOS_DE_LICENCIATURA_EM_CI%C3%84NCIAS_BIOL%C3%93GICAS_DO_SUL_DO_BRASIL)> Acesso em: 10. fev. 2014.

DIRETRIZES DE BIOLOGIA PARA O ENSINO MÉDIO. SEED/PR.Versão 2008.Disponível em< <http://www.diaadiaeducaçao.pr.gov.br>> Acesso em: 10 fev. 2014.

ECHEVERRÍA, J. (Ed.). (1999). **Introducción a la metodología de la ciencia**. La filosofía de la ciência en el siglo XX. Madrid: Cátedra

EL- HANI, C. N; TAVARES, E. J. M; ROCHA, P. L. B. Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre História e Filosofia das Ciências. **Investigação em Ensino de Ciências**, v. 9, n. 3, p. 265-313, 2004.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de História e Filosofia da Biologia. In: NARDI, R. (org.). **A pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil**: alguns recortes. São Paulo: Escrituras, 2007. p.293 – 315.

EL-HANI, C. N. Notas sobre o ensino de história e filosofia da ciência na educação científica superior. In: SILVA, C. C. (Org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para a aplicação no ensino**. São Paulo: Editora Livraria da Física, p. 3-21, 2006.

ESTANY, A. (1993). **Introducción a la filosofía de la ciencia**. Barcelona, España: Crítica.

FERNÁNDEZ, I., DANIEL, G, CARRASCOSA, J., CACHAPUZ, A., & PRAIA, J. (2002). **Visiones deformadas de la ciência transmitidas por la enseñanza**. Enseñanza de las Ciencias, 20(3), 477-488.

FERREIRA, A. B. H. **Novo Dicionário Aurélio da Língua Portuguesa**. 3ª.ed. São Paulo, Positivo, 2004. pp 498-499.

FERREIRA, M. J; ANDRADE, M. A. B. S. Dupla Hélice: construção de um conhecimento, In: ANDRADE, M. A. B. S; ROCHA, Z. F. D. C. (Orgs): **Propostas**

**Didáticas Inovadoras:** As TIC no ensino de ciências. Maringá. Massoni. 2014, p.43-57.

FLECK, L. **La génesis y el desarrollo de un hecho científico**. Madrid: Alianza Editorial, 1986.

GALIAZZI M. C.; GONÇALVES F. P. A natureza pedagógica da experimentação: Uma pesquisa na licenciatura em Química. **Química Nova**, Vol. 27, No. 2, 326-331, 2004.

GOULART, S. M. História da ciência: elo da dimensão transdisciplinar no processo de formação de professores de ciências. In: **Educação na era do conhecimento em rede e transdisciplinaridade**. LIBANEO, J.C & SANTOS, Akiko (orgs). Campinas, SP: Alínea, 2005.

GRAYLING, A.C.A **Epistemologia**, trad. Paulo Ghiraldelli Jr (Londres: St Anne's College, Oxford, 1996). Disponível em <<http://www.cefetsp.br/edu/eso/filosofia/epistemologia2.html>> Acesso em: 10.fev.2014.

HAUSMANN, R. **História da biologia molecular**. 2.ed. Fundação de Pesquisas Científicas de Ribeirão Preto, Ribeirão Preto, 2002.

HOUAISS, A. **Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa**. 1ª. ed. São Paulo, Objetiva, 2004.pp.760 e 763. São Paulo: FTD, 1999.

IZQUIERDO, M. (2000). **Fundamentos epistemológicos**. In F. J. PERALES, & CAÑAL, .P (Eds.), Didáctica de las ciencias experimentales. Alcoy, España: Marfil, 35-64

JUNIOR, W. E. S., JUNIOR, O. G. **Leitura em sala de aula: Um caso envolvendo o funcionamento da ciência**. Química Nova na escola, . Leitura em sala de aula. Vol.32, Nº 3. Agosto 2010. Disponível em <[http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32\\_3/09-PE-8809\\_novo.pdf](http://qnesc.sbq.org.br/online/qnesc32_3/09-PE-8809_novo.pdf)> Acesso em: 10.fev.2014.

KELLER, E. F. **O Século do Gene**. Belo Horizonte: Crisálida, 2002. 204 p.

KRASILCHIK, M. **Prática de Ensino de Biologia**. 3. ed. São Paulo: Harbra, 1996. 267p.

KUHN, T. S. **A Estrutura das revoluções científicas**. 8. ed. São Paulo: Perspectiva, 2003.

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

LEDERMAN, N. G. Nature of science: past, present, and future. Pp. 831-879, in: ABELL, S. K.; LEDERMAN, N. G. (orgs.). **Handbook of research on science education**. New York: Routledge, 2007.

LEDERMAN, N.G.; ZEIDLER, D.L. **Science teachers'** conceptions of the nature of science: do they really influence teacher behavior?. Science Education, New York, v.71, n.5, p.721- 734, 1987.

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

LEFFA, V. J. **Aspecto da leitura:** Uma perspectiva psicolingüística. 1ª Edição. Sagra-D.C.Luzzatto Editores, Porto Alegre, 1996.

LEITE, L. **History of Science in Science Education:** Development and Validation of a Checklist for Analysing the Historical Content of Science Textbooks. Science and Education, v.11, n.4, p 333-59, Jul. 2002.

LEITE, R.C.M.; FERRARI, N.; DELIZOICOV, D. A História das Leis de Mendel na Perspectiva Fleckiana. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, Porto Alegre, v. 1, n. 2, p. 97-108, 2001.

LÉVY, P. **Cibercultura**. São Paulo: Ed. 34, 1999.

LIMA, S. G. **Uma aproximação didática por meio da história do conceito de circulação sanguínea**. 2008. 129f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência). Faculdade de Ciências, UNESP – Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2008. disponível em <  
[http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90872/lima\\_sg\\_me\\_bauru.pdf?sequence=1](http://base.repositorio.unesp.br/bitstream/handle/11449/90872/lima_sg_me_bauru.pdf?sequence=1)> Acesso em: 10.fev.2014.

LOPES, Alice C. **Conhecimento escolar:** ciência e cotidiano. Rio de Janeiro: UERJ Ed., 1999.

LUCAS, Lucken Bueno; BATISTA, Irinéa de Lourdes. Estudo sobre a presença de aportes Históricos, Filosóficos e Axiológicos da Ciência nas licenciaturas de Ciências Biológicas do Paraná. **Anais do XV Endipe** – Encontro Nacional de Didática e Prática de Ensino. Belo Horizonte, 2010.

LÜDKE, M; ANDRÉ, M E. D. A. **Pesquisa em educação:** abordagens qualitativas. São Paulo: Epu, 2001.

MARTINS, L. A. P. A História da Ciência e o Ensino de Biologia. **Jornal semestral do Grupo de Estudo e pesquisa em ensino e ciência da Faculdade de Educação da Unicamp**, 5.18-21, 1998.

MARTINS, R. A. Introdução. A história das ciências e seus usos na educação. p. xxi-xxxiv. In: SILVA, C. C. (org.). **Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino**. São Paulo: Livraria da Física, 2006.

MARTINS, R. A. **Introdução**: a história das ciências e seus usos na educação. In: Silva, C.C. (Org.). Estudos de história e filosofia das ciências: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006. p. 17-30.

MARTINS, R. A. **Que Tipo de História da Ciência Esperamos Ter nas Próximas Décadas?** . Episteme/Grupo Interdisciplinar em Filosofia e História das Ciências. N.10, p. 39-56, jan/jun. 2000.

MARTINS, R. A. **Sobre o papel da História da Ciência no ensino**. Boletim da Sociedade Brasileira da História da Ciência, 9, 3-5.1990.

MATTHEUS, M. R. **O tempo e o ensino de ciências: como o ensino da história e filosofia do movimento pendular pode contribuir para a alfabetização científica**. Tradução SAID, F. M. In: SILVA FILHO, W. J. da (editor) Epistemologia e ensino de ciências. Salvador: Arcádia, 2002. p. 31-47.

MATTHEWS, M. R. **História, filosofia e ensino de ciências**: a tendência atual de reaproximação. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.12, n.3, p. 164-214, 1995.

MATTHEWS, M. R. History, philosophy, and science teaching: the present rapprochement. **Science & Education** 1 (1): 11-47, 1992.

MATTHEWS, M. R. **Science teaching**: the role of history and philosophy of science. New York: Routledge, 1994.

MÁXIMO, Antônio e ALVARENGA, Beatriz. **Curso de Física**. São Paulo: Scipione, 2000.

MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico**: diversidade, evolução e herança. Brasília: UnB, 1998.

MC COMAS, W.; CLOUGH, M. ALMAZROA, (1998).The role and character of the nature of science. In: W. F. MC COMAS (Ed.). The nature of science in science education, Netherlands: Kluwer Academic Publishers, 3-39.

MEGLHIORATTI, F. A.; BORTOLOZZI, J.; CALDEIRA, A. M. A. **História da Biologia**: Aproximações as Possíveis Entre as Categorias Históricas e as Concepções sobre Ciência e Evolução Apresentadas pelos Professores de Biologia. In: CALDEIRA, A. M. A. e CALUZI, J. J. (org.). Filosofia e História da Ciência. Ribeirão Preto: Kayros, 2005.P.11-28.

MILLER, J. D. **The measurement of civic scientific literacy**. In Public understanding of science, vol.7, p.203-223.Reino Unido, 1998.

MINAYO, M. C. de S. Ciência, técnica e arte: o desafio da pesquisa social. In: \_\_\_\_\_ (org) **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Editora Vozes, p. 9-29, 1994.

MIRANDA M. B; SOUSA, L. O ebook como mídia do conhecimento. **Anais do VI Seminário leitura de imagens para a educação: múltiplas mídias**. 2013, p.139-150 In<http://www.nest.ceart.udesc.br/wp-content/uploads/2013/06/Artigo12.pdf>

MONK, M.; OSBORNE, J. F. Placing the history and philosophy of science on the curriculum: A model for the development of pedagogy. **Science Education**, v. 81, n. 4, p. 405- 424, 1997.

MORAES, R. Análise de Conteúdo: limites e possibilidades. In: ENGERS, M.E.A. (Org). **Paradigmas e metodologias de pesquisa em educação**. Porto Alegre, EDIPUCRS, 1994.

MORAES, Roque. Análise de conteúdo. **Revista Educação**, Porto Alegre, v. 22, n. 37, p. 7-32, 1999.

NARDI, Roberto (editor) **Ciência & Educação**. Vol. 10, n. 03, 2004.

NASCIMENTO, V. B. A natureza do conhecimento científico e o ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P. C. (Org.).**Ensino de ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Pioneira Thomson Learning, 2004. p. 35-57.

NETO, O. C. O trabalho de campo como descoberta e criação. In: MINAYO, M. C de S. (org) **Pesquisa Social: teoria, método e criatividade**. Petrópolis: Editora Vozes, p. 31-50, 1994.

OKI, M. C. M.; MORADILLO, E. F. O ensino da história da química: contribuindo para a compreensão da natureza da ciência. **Ciência & Educação**, v.14, n.1, p.67-88, 2008.

PEDUZZI, Luiz Orlando de Quadro. Sobre a utilização didática da história da ciência. In: PIETROCOLA, Maurício (org) **Ensino de física: conteúdo, metodologia e epistemologia numa concepção integradora**. Florianópolis: Ed. da UFSC, 2001 p. 151.

PENICK, J. E. **Ensinando alfabetização Científica**. In Educar, nº 14, p.91-113. Ed. Da UFPR. Curitiba, 1998.

PEREIRA, Ana Isabel; AMADOR, Filomena. A História da Ciência em manuais escolares de Ciências da Natureza. **Revista Electrónica de Enseñanza de las**

**Ciencias**.v. 6, n.1. p.191-216, 2007. Disponível em:  
[http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART12\\_Vol6\\_N1.pdf](http://reec.uvigo.es/volumenes/volumen6/ART12_Vol6_N1.pdf)

PÉREZ, D. G. et al. Para uma imagem não deformada do trabalho Científico.  
**Ciência e Educação**. V.7, n. 2, p. 125-153, 2001.

PESSOA Jr., O. Quando a abordagem histórica deve ser usada no Ensino de Ciências? **Ciência e Ensino**, v. 1, 1996.

PRESTE, M.E; CALDEIRA, A.M; Introdução. A importância da história da ciência na educação científica, **Filosofia e História da Biologia**, v. 4, p. 1-16, 2009. Disponível em <http://www.abfhib.org/FHB/FHB-04/FHB-v04-0-Maria-Elice-Prestes-Ana-Maria-Caldeira.pdf>

PROCÓPIO, E. **O livro na era digital**. São Paulo: Giz Editorial, 2010.

REIS, J, C., GUERRA, A., & BRAGA, M. (2010). Da necessidade de valorizar a história e a filosofia da ciência na formação de professores. In: **XII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física – SP, Águas de Lindoia**, 2010. Atas... Águas de Lindoia, SP. Disponível em: Acesso em 30 mai 2011.

ROBERTS, R.M. **Descobertas acidentais em ciências**. São Paulo: Papirus, 1993.

ROSA S.R.G; SILVA, M.R, A História da Ciência nos Livros Didáticos de Biologia do Ensino Médio: uma análise do conteúdo sobre o episódio da transformação bacteriana, **ALEXANDRIA Revista de Educação em Ciência e Tecnologia**, v.3, n.2, p.59-78, jul. 2010 ISSN 1982-5153 Acesso em <  
<http://alexandria.ppgect.ufsc.br/files/2012/03/sandra.pdf>> Acesso em: 10.fev.2014.

SABBATINI, M. A **Alfabetização e cultura científica: conceitos convergentes?** *Jornal Ciência e Comunicação – Revista Digital*. In: [www.jornalismocientifico.com.br/rev\\_artigos.htm](http://www.jornalismocientifico.com.br/rev_artigos.htm), V1, Nº1, Nov. 2004.

SANTAELLA, L. **Culturas e artes do pós-humano: da cultura das mídias à cibercultura**. São Paulo: Paulus, 2003.

SANTOS, C. H. V. **Abordagem Histórico-Epistemológica do conteúdo “A origem da vida” aplicada no ensino médio. Projeto de intervenção pedagógica PDE**, Londrina, 2010. Disponível em:  
<http://www.apswalfredocorrea.seed.pr.gov.br/redeescola/escolas/1/150/163/arquivos/File/projetodeintervencaofinalcecilial.pdf>> Acesso em 5. Ago. 2013.

SANTOS, C. H. V. **História e filosofia da ciência nos livros didáticos de biologia do ensino médio: Análise do conteúdo sobre a origem da vida**. Dissertação de Mestrado - 2006. Disponível em: [www.diaadiaeducacao.pr.gov.br](http://www.diaadiaeducacao.pr.gov.br)> Acesso em 30.set.2013.

SCHEID, N. M. J.; DELIZOICOV, D.; FERRARI, N. A proposição do modelo de DNA: Um modelo de como a história da ciência pode contribuir para o ensino de genética. (2003) Disponível em <http://fep.if.usp.br/~profis/arquivos/ivenpec/Arquivos/Orais/ORAL021.pdf>> Acesso em 2.fev.2013.

SCHEID, N. M. J; FERRARI, N; DELIZOICOV, D. A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. **Ciência & Educação**, v. 11, n. 2, p. 223-233, (2005). Disponível em <http://www.scielo.br/pdf/ciedu/v11n2/05.pdf>> Acesso em 2. fev.2013.

SCHEID, N. M. J; FERRARI, N; DELIZOICOV, D. **Concepções sobre a natureza da ciência num curso de Ciências Biológicas**: imagens que dificultam a educação científica. Disponível em [http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol12/n2/v12\\_n2\\_a1.htm](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol12/n2/v12_n2_a1.htm).> Acesso em 2. fev.2013.

SHULMAN, L. **Knowledge and teaching: foundations of a new reform**. Harvard Educational Review, v. 57, nº.1, February, 1987.

SILVA, B. V. C., **A natureza da ciência pelos alunos do ensino médio**: Um estudo exploratório, Latin-American Journal of Physics Education, 2010, v.4, p. 670-677

SILVA, C. C. **Estudos de História e Filosofia das Ciências**: subsídios para aplicação no Ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

SILVA, G. R. S.; SILVA, J. A. História da Ciência e Experimentação: perspectivas de uma abordagem para os anos iniciais do ensino fundamental. **IX ANPED SUL** – Seminário de Pesquisa em Educação da Região Sul, 2012. Disponível em <<http://www.ucs.br/etc/conferencias/index.php/anpedsul/9anpedsul/paper/viewFile/1066/282>> Acesso em 2. fev.2013.

SILVA, M. R. Realismo e anti-realismo na construção do modelo da dupla-hélice (parte II). **Cadernos de Ciências Humanas - Especiaria**. v. 9, n.16, jul./dez., 2006, p. 411-429.

SILVA, M. R.; PASSOS, M. M.; VILLAS BOAS, A. A história da dupla hélice do DNA nos livros didáticos: suas potencialidades e uma proposta de diálogo. **Ciência & Educação**, Bauru, v. 19, n. 3, p. 599-616, 2013.

SILVEIRA, F. L. **A Filosofia da Ciência e o Ensino de Ciência**. Em Aberto, Brasília, ano 11, nº 55. Jul/set.1992.

SIMÕES, A. A. **A Concepção Dialética do Conhecimento e o Ensino de Física**. Dissertação (Mestrado em Educação) Faculdade de Educação. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1994.

SOLBES, J., TRAVER, M.J. La utilización de la historia de las ciencias en la enseñanza de la física y la química. **Enseñanza de las Ciencias**.n.14, v.1.p.103-112, 1996.

TERNES, A. P. L.;SCHEID, N. M. J.; GULLICH, R. I. C. A história da ciência em livros didáticos de ciências utilizados no ensino fundamental.**VII Enpec** – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação, 2009.Disponível em:  
<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/1677.pdf>> Acesso em 2. fev.2013.

TRINDADE, L. S. P; TRINDADE, D. F. **Os caminhos da ciência e os caminhos da educação em sala de aula**: Ciência, História e Educação na Sala de Aula . São Paulo: Madras, 2007.

VÁZQUEZ, A., MANASSERO, M. A., ACEVEDO, J., ACEVEDO, P. (2007).Consensos sobre la naturaleza dela ciencia: La comunidad tecnocientífica. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, 6(2), 331-363.

VELASCO, J.; ODDONE, N. O livro eletrônico na prática científica: estratégia metodológica. **Anais do VIII ENANCIB** – Encontro Nacional de Pesquisa em Ciência da Informação – UFBA, out/2007. In <http://www.enancib.ppgci.ufba.br/artigos/GT7--069.pdf>> Acesso em 2. fev.2013.

VILARRUBIA, A. C. F; SCARPA, D.L.Concepções sobre a Natureza da ciência de futuros professores de Biologia.**IV Simposio Nacional de Ensino de Ciência e Tecnologia**. Ponta Grossa, PR (2014) Disponível em:  
<file:///C:/Users/Usuario/Downloads/01409597616.pdf> > Acesso em 2. fev.2013.

VILDÓSOLA-TIMBAUD, X. (2009). **Las actitudes de profesores y estudiantes, y la Influencia de factores de aula en la transmisión de la naturaleza de la ciencia en la enseñanza secundaria**.Tesis doctoral, Universidad de Barcelona.

WATSON, J.; CRICK, F. **A structure for deoxyribose nucleic acid**.Nature 171 (4356), 737-738, 1953.

ZANOTTO, N. Genero de texto, o que é isto ? **V SIGET – Simpósio Interneccional de Gêneros Textuais**. Disponível em :  
[http://www.uces.br/ucs/tp/Siget/extensao/agenda/eventos/vsiget/portugues/sala\\_de\\_imprensa/apresentacao/genero\\_texto.pdf](http://www.uces.br/ucs/tp/Siget/extensao/agenda/eventos/vsiget/portugues/sala_de_imprensa/apresentacao/genero_texto.pdf)> Acesso em 2. fev.2013.

ZIMAN, J. M. **Conhecimento público**. Belo Horizonte: Itatiaia, 1979.

## APÊNDICES

## APÊNDICE 1 – QUESTIONÁRIO INICIAL (COMPACTADO)

- PPGEN

### **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E DA NATUREZA – PPGEN – Campus Londrina - PR**

1-Nome

2-Tempo de atividade no Magistério

3- Disciplina que leciona

4- Escola/Cidade/Estado que leciona

.

5-Você, enquanto educador, como se posiciona quanto a utilização da História e Filosofia da Ciência no ensino médio?

6-Qual a sua posição no que se refere à humanização das ciências e sua conexão com preocupações pessoais, éticas, culturais e políticas utilizando textos Históricos e Filosóficos na sala de aula no Ensino de Biologia?

,

7- Como podemos averiguar a eficácia da abordagem e a influência de tipo contextual - que usa elementos da História e Filosofia da Ciência no ensino das ciências - na concepção de Natureza das Ciências dos estudantes?

8- BRODY & BRODY (2000, p. 373) citam que a construção do modelo da dupla hélice do DNA por Watson e Crick em 1953 foi possível pela associação de conceitos biológicos associados a conhecimentos advindos da química, física e matemática. Para você, qual a importância do estudo do assunto DNA no ensino médio?

9- SANTOS (2006) diz que: O entrelaçamento da história, juntamente com a filosofia, pode enriquecer (e muito) o assunto DNA, tornando-o mais interessante, e,

conseqüentemente, possibilitando ao estudante entender melhor o que ele está estudando. De que forma este entrelaçamento pode acontecer favorecendo a aprendizagem do estudante?

10- Na sua visão, o que é ciência?

11- O que torna a ciência (ou uma disciplina científica como a biologia etc.) diferente de outras formas de investigação (por exemplo, religião, filosofia)?

12- O desenvolvimento do conhecimento científico requer experimentos? Por quê? Dê um exemplo para ilustrar sua posição. .

13- Os livros didáticos apresentam a história do DNA. Você já entrou em contato com os textos dos livros didáticos que abordam este tema? Qual sua opinião sobre a maneira como os textos são apresentados?

14- Após os cientistas terem desenvolvido um modelo estrutural, (por exemplo, Dupla hélice) ele pode se transformar? Explique por quê. E defenda sua resposta com exemplos.

15- Explique por que nós nos preocupamos em aprender e ensinar modelos estruturais. Defenda sua resposta com exemplos.

16- Algumas pessoas afirmam que a ciência é impregnada por valores sociais e culturais. Isto é, a ciência reflete os valores sociais e políticos, as suposições filosóficas e as normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. Outras pessoas afirmam que a ciência é universal, isto é, a ciência transcende as fronteiras nacionais e culturais e não é afetada por valores sociais, políticos e filosóficos, e pelas normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. Qual dessas concepções de ciências você considera como a correta e justifique como essa concepção pode influenciar a postura de professores ao ensinar ciências.

OBRIGADA !!!

## APÊNDICE 2 – QUESTIONÁRIO FINAL

- PPGEN

### **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E DA NATUREZA – PPGEN – Campus Londrina - PR**

1-Nome

2-Tempo de atividade no Magistério

3- Disciplina que leciona

4- Escola/Cidade/Estado que leciona

.

5-Você, enquanto educador como se posiciona quanto a utilização da História e Filosofia da Ciência no ensino médio?

6-Qual a sua posição no que se refere a humanização das ciências e sua conexão com preocupações pessoais, éticas, culturais e políticas utilizando textos Históricos e Filosóficos na sala de aula no Ensino de Biologia?

,

7- Como podemos averiguar a eficácia da abordagem e a influência de tipo contextual - que usa elementos da História e Filosofia da Ciência no ensino das ciências - na concepção de Natureza da Ciências dos estudantes?

8- BRODY & BRODY (2000, p. 373) citam que a construção do modelo da dupla hélice do DNA por Watson e Crick em 1953 foi possível pela associação de conceitos biológicos associados a conhecimentos advindos da química, física e matemática. Para você qual a importância do estudo do assunto DNA no ensino médio?

9- SANTOS (2006) diz que: O entrelaçamento da história, juntamente com a filosofia, pode enriquecer (e muito) o assunto DNA, tornando-o mais interessante, e,

conseqüentemente, possibilitando ao estudante entender melhor o que ele está estudando. De que forma este entrelaçamento pode acontecer favorecendo a aprendizagem do estudante?

10- Na sua visão, o que é ciência?

11- O que torna a ciência (ou uma disciplina científica como a biologia etc.) diferente de outras formas de investigação (por exemplo, religião, filosofia)?

12- O desenvolvimento do conhecimento científico requer experimentos? Por quê? Dê um exemplo para ilustrar sua posição. .

13- Os livros didáticos apresentam a história do DNA. Você já entrou em contato com os textos dos livros didáticos que abordam este tema? Qual sua opinião sobre a maneira como os textos são apresentados?

14- Após os cientistas terem desenvolvido um modelo estrutural, (por exemplo, Dupla hélice) ele pode se transformar? Explique por quê e defenda sua resposta com exemplos.

15- Explique por que nós nos preocupamos em aprender e ensinar modelos estruturais. Defenda sua resposta com exemplos.

16- Algumas pessoas afirmam que a ciência é impregnada por valores sociais e culturais. Isto é, a ciência reflete os valores sociais e políticos, as suposições filosóficas e as normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. Outras pessoas afirmam que a ciência é universal, isto é, a ciência transcende as fronteiras nacionais e culturais e não é afetada por valores sociais, políticos e filosóficos, e pelas normas intelectuais da cultura na qual ela é praticada. Qual dessas concepções de ciências você considera como a correta e justifique como essa concepção pode influenciar a postura de professores ao ensinar ciências.

OBRIGADA !!!

### APÊNDICE 3 – ENTREVISTA FINAL

- PPGEN

#### **PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENSINO DE CIÊNCIAS HUMANAS, SOCIAIS E DA NATUREZA – PPGEN – Campus Londrina - PR**

- 1- Como você pensou trabalhar o texto do livro didático com os alunos?  
.
- 2- O texto presente no livro didático traz a história e a filosofia da ciência?
- 3- Como foi desenvolvida a metodologia com os textos em sala de aula?
- 4- Você conseguiu por meio desta metodologia verificar se os alunos enxergaram a ciência como uma construção humana, coletiva e dependente de modelos?
- 5- O que você achou do e-book Dupla-Hélice: a construção de um conhecimento?
- 6- Você gostaria de acrescentar alguma contribuição para a utilização da história da ciência?
- 7- Você acha interessante montar um curso utilizando o mesmo material do estágio, o livro, o artigo científico e o e-book: Dupla-Hélice a construção de um conhecimento?

## APÊNDICE 4 – PRODUTO EDUCACIONAL – EBOOK

Produto Educacional do Mestrado Profissional realizado por Marilane de Jesus Ferreira, sob orientação Prof<sup>a</sup> Dr<sup>a</sup> Mariana Aparecida Bologna Soares de Andrade junto ao programa de Pós-Graduação em Ensino de Ciências Humanas, Sociais e da Natureza – UTFPR – Campus de Londrina.



