

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS - CAMPUS BAURU**

Bruno Tadashi Takahashi

**TRABALHO COLABORATIVO ENTRE  
UNIVERSIDADE E ESCOLA: PROPORCIONANDO  
A FORMAÇÃO CONTINUADA ATRAVÉS DA  
HISTÓRIA DA BIOLOGIA.**

Bauru

2012

**UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA “JULIO DE MESQUITA FILHO”  
FACULDADE DE CIÊNCIAS - CAMPUS BAURU**

Bruno Tadashi Takahashi

**TRABALHO COLABORATIVO ENTRE  
UNIVERSIDADE E ESCOLA: PROPORCIONANDO  
A FORMAÇÃO CONTINUADA ATRAVÉS DA  
HISTÓRIA DA BIOLOGIA.**

Dissertação apresentada ao Programa de pós-Graduação em Educação para a Ciência, Área de Concentração em Ensino de Ciências, da Faculdade de Ciências da UNESP / Campus de Bauru, como requisito à obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência.

Orientador: Prof. Dr. Fernando Bastos.

Bauru

2012

## FICHA CATALOGRÁFICA

Takahashi, Bruno Tadashi.

Trabalho colaborativo entre Universidade e Escola:  
Proporcionando a formação continuada através da História da  
Biologia / Bruno Tadashi Takahashi, 2012.

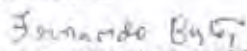
100f.

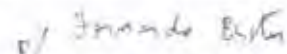
Orientador: Prof. Dr. Fernando Bastos  
Dissertação (mestrado) Universidade Estadual Paulista  
"Júlio de Mesquita Filho", Faculdade de Ciências, Campus de  
Bauru, 2012.

1. Formação continuada de professores. 2. Saberes  
docentes. 3. DNA. I. Universidade Estadual Paulista.  
Faculdade de Educação. II. Título.

ATA DA DEFESA PÚBLICA DA DISSERTAÇÃO DE Mestrado de BRUNO TADASHI TAKAHASHI, DISCENTE DO PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A CIÊNCIA, DO(A) FACULDADE DE CIÊNCIAS DE BAURU.

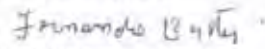
Aos 24 dias do mês de maio do ano de 2012, às 14:00 horas, no(a) Anfiteatro da Pós-graduação da Faculdade de Ciências, reuniu-se a Comissão Examinadora da Defesa Pública, composta pelos seguintes membros: Prof. Dr. FERNANDO BASTOS do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências de Bauru, Profa. Dra. ANA TIYOMI OBARA do(a) Programa de Pós-Graduação / Universidade Estadual de Maringá, Prof. Dr. ROBERTO NARDI do(a) Departamento de Educação / Faculdade de Ciências de Bauru, sob a presidência do primeiro, a fim de proceder a arguição pública da DISSERTAÇÃO DE Mestrado de BRUNO TADASHI TAKAHASHI, intitulado "Trabalho Colaborativo entre Universidade e Escola: Proporcionando a formação continuada através da história da Biologia". Após a exposição, o discente foi arguido oralmente pelos membros da Comissão Examinadora, tendo recebido o conceito final: APROVADO. Nada mais havendo, foi lavrada a presente ata, que, após lida e aprovada, foi assinada pelos membros da Comissão Examinadora.

  
Prof. Dr. FERNANDO BASTOS

  
Prof. Dra. ANA TIYOMI OBARA

  
Prof. Dr. ROBERTO NARDI

A Profª Drª Ana Tyomi Obara, docente da Universidade Estadual de Maringá, membro titular da banca de defesa de dissertação, participou da defesa de forma **não** presencial. Conforme prevê o Artigo 27, §3º da Resolução UNESP nº 30 de 17/06/2010.



**Prof. Dr. Fernando Bastos**  
Presidente da Banca

## RESUMO

Atualmente é cada vez mais presente, nos livros e manuais didáticos, a utilização da História das Ciências nos conteúdos a serem trabalhados. Entretanto, muitos professores não tiveram contato com essa abordagem em sua formação inicial. Como consequência, essa lacuna gera inseguranças, dúvidas e dificuldades que criam obstáculos para a autonomia docente. Diante desse contexto, a presente pesquisa objetivou contribuir para a formação continuada de uma professora de Biologia e Ciências, de uma escola pública em um município do interior do Estado de São Paulo, que não teve em sua formação inicial contato com a História da Ciência. Na metodologia adotamos o trabalho colaborativo, entre pesquisadores e os sujeitos envolvidos, no intuito de compartilharmos os conhecimentos e experiências para o processo de formação e desenvolvimento dos participantes. Para tanto, utilizamos como tema a história das pesquisas que envolveram a elucidação da estrutura do DNA. Também foram efetuadas entrevistas abertas, reuniões registradas em notas de campo e observação das aulas ministradas pela professora participante da pesquisa. Na análise e discussão dos resultados, utilizamos como referenciais norteadores os Saberes Docentes e a História da Ciência. Os resultados demonstraram que, mesmo com dificuldades provenientes das lacunas da formação inicial, a professora recorreu aos seus saberes experienciais para suprir essas lacunas além de apropriar-se de saberes provenientes dos programas e livros didáticos e dos saberes produzidos a partir do trabalho colaborativo da presente pesquisa. Também observamos que o trabalho colaborativo entre os envolvidos na pesquisa contribuiu com a formação continuada da professora e favoreceu sua autonomia docente. Assim, essas informações nos conduzem a uma reflexão sobre a importância da relação Universidade e Escola.

**Palavras-chave:** Formação Continuada de Professores de Biologia; História da Ciência; Saberes Docentes; DNA.

## **Abstract**

Today it is increasingly necessary in books and textbooks, the use of the History of Science in content to be worked. However, many teachers had no contact with this approach in their initial training. Consequently, this gap creates insecurities, doubts and difficulties that create obstacles to teaching autonomy. In this context, this research aimed to contribute to the continuing education of a teacher of Biology and Science, a public school in a municipality in the state of Sao Paulo, which was not contact with the History of Science in his initial training. In the methodology we adopt the collaborative work between researchers and those involved in order to share knowledge and experiences to the process of formation and development of the participants. The study used as its theme the history of research involving the elucidation of the structure of ADN. Were also conducted open interviews, meetings recorded in field notes and observation of classes taught by the teacher survey participant. In the analysis and discussion of results, use as benchmarks guiding the Teacher Knowledges and History of Science. The results showed that even with difficulties arising from gaps in initial training, the teacher turned to their experiential knowledge to address these gaps in addition to appropriate knowledge from programs and textbooks and the knowledge produced from the collaborative work of this research. We also observed that the work involved in collaborative research contributed to the continuing education of teacher and favored teaching autonomy. Thus, this information leads us to reflect on the importance of the University and School.

**Keywords:** Continuing formation of Biology Teachers, History of Science, Teacher Knowledges; ADN.

## **AGRADECIMENTOS**

Gostaria de agradecer a Deus, Oyasama e aos meus antepassados pela oportunidade de crescer através da realização desse trabalho.

A todos que conheci pela sede missionária da Igreja Tenrikyo do Brasil, que carinhosamente me acolheram e ajudaram.

Ao meu orientador e amigo, Prof. Dr. Fernando Bastos, pelos conselhos, orientações, apoio e confiança nesses anos.

Aos membros da banca, Prof. Dr<sup>a</sup> Ana Tiyomi Obara e Prof. Dr. Roberto Nardi, pela atenção e importantes contribuições para o melhoramento do trabalho.

A todos os professores, amigos e funcionários, tanto do programa de pós graduação quanto da escola envolvida na pesquisa .

A Universidade Estadual Paulista “Julio de Mesquita Filho” Faculdade de Ciências – Campus Bauru (UNESP) pela oportunidade de formação.

A minha família que me apoiou e sempre esteve presente nos momentos mais importantes da minha vida.

Aos meus amigos que sempre estiveram ao meu lado.

A Capes pelo apoio financeiro.

Agradeço a todos que direta ou indiretamente contribuíram para que cada palavra dessa dissertação transmitisse meus pensamentos.



# SUMÁRIO

.....	3
RESUMO.....	5
SUMÁRIO .....	8
1 INTRODUÇÃO.....	10
2 JUSTIFICATIVA.....	11
3 OBJETIVOS DA PESQUISA .....	13
4 PROBLEMAS DE PESQUISA.....	13
5 REFERENCIAL TEÓRICO.....	14
5.1 A História da Ciência.....	14
5.1.1 Considerações iniciais e Perspectivas.....	15
5.1.2 A História da Ciência e o Ensino de Ciências.....	16
5.1.3 A História da Ciência nos livros didáticos.....	20
5.2 Levantamento bibliográfico sobre a história das pesquisas com o DNA.....	23
5.2.1 Função do DNA.....	24
5.2.2 Estrutura do DNA.....	29
5.3 Os saberes docentes:.....	33
5.3.1 Considerações iniciais.....	34
5.3.2 Saberes docentes e a formação de professores.....	42
5.3.3 Saberes docentes e a História da Ciência.....	47
5.3.4 Saberes docentes e os livros didáticos.....	49
6 METODOLOGIA.....	51
6.1 Convenções adotadas.....	51
6.2 As etapas da pesquisa.....	51
6.2.1 Parceria pelo Grupo de Diálogos e Estudos.....	52
6.2.2 Levantamento das necessidades dos professores.....	53

6.2.3 Aproximação da História da Biologia com a prática docente.....	53
6.2.4 Análise dos documentos oficiais e dos materiais didáticos.....	55
7 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	56
7.1 A História da Ciência.....	56
7.1.1 A História da Ciência nos documentos oficiais.....	56
7.1.2 A história do DNA no material didático.....	64
7.1.3 Concepções: A Ciência, História da Ciência.....	70
7.2 Os saberes docentes.....	72
7.2.1 Saberes pessoais.....	73
7.2.2 Saberes provenientes da formação escolar anterior.....	74
7.2.3 Saberes provenientes da formação profissional para o magistério.....	76
7.2.4 Saberes provenientes dos programas e livros didáticos usados no trabalho.....	79
7.2.5 Saberes provenientes de sua própria experiência na profissão, na sala de aula e na escola.....	84
7.3 O trabalho colaborativo.....	86
8 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	89
REFERÊNCIAS.....	91

# 1 INTRODUÇÃO

Quando cursava a disciplina de Genética, na minha graduação, lembro-me de ter lido um texto sobre as contribuições de Rosalind Franklin e Maurice Wilkins, nas pesquisas sobre a elucidação da estrutura do DNA, na última edição do livro “Introdução à Genética” de Anthony J. F. Griffiths e colaboradores.

Ao folhear as edições mais antigas desse mesmo livro, observei que em relação à história da pesquisa com a estrutura do DNA havia somente menção ao nome de James Watson e Francis Crick.

Assim, comecei a cogitar sobre qual versão da história das pesquisas com o DNA os professores conheciam e como esse episódio era apresentado nos livros didáticos.

Entretanto, a presente pesquisa foi além dessas primeiras reflexões. Nossa real preocupação, no decorrer do trabalho, foi como poderíamos contribuir para a formação continuada de professores, que não tiveram contato com esse episódio da História da Biologia.

Assim, após essa breve introdução, detalharemos no capítulo 2 a justificativa da presente pesquisa.

Em seguida, no capítulo 3, apontaremos os objetivos que buscamos cumprir com o desenvolvimento deste trabalho colaborativo.

Já, no capítulo 4, levantamos dois problemas de pesquisa que foram formulados a partir dos principais questionamentos que surgiram no decorrer da pesquisa.

Procuramos embasar esse trabalho nos estudos desenvolvidos no campo da História da Ciência e dos Saberes Docentes. As contribuições teóricas dessas duas áreas de pesquisa foram apresentadas no capítulo 5, o qual foi dividido em três itens.

O item 5.1 apresenta uma introdução geral sobre a História da Ciência e sua relação com o Ensino de Ciências e os livros didáticos.

Já, o item 5.2 apresenta o levantamento bibliográfico sobre a história das pesquisas envolvendo o DNA, utilizado posteriormente na discussão dos dados da pesquisa.

Finalizando, o item 5.3, apresenta as pesquisas no campo dos “Saberes Docentes e sua relação com a formação de professores, a História da Ciência e os livros didáticos”.

Estabelecido o referencial teórico, em seguida, no capítulo 6, descrevemos a metodologia utilizada no decorrer do trabalho colaborativo.

No capítulo 7, apresentamos os resultados da pesquisa em três grandes itens: no item 7.1 temos a análise dos dados referentes à História da Ciência; o item 7.2 trata sobre os Saberes Docentes e o item 7.3 discute as principais contribuições observadas na pesquisa colaborativa.

Concluindo, no capítulo 8, tecemos algumas considerações finais sobre a presente pesquisa.

## **2 JUSTIFICATIVA**

Atualmente, a abordagem de conteúdos de ensino com a História da Ciência vem crescendo expressivamente no Ensino de Biologia. Entretanto, são antigas as discussões sobre sua utilização na sala de aula e ainda existem muitos pontos que devem ser melhor investigados; entre eles, o uso da História da Ciência nos currículos dos cursos de formação inicial de professores, a visão da História da Ciência presente nos materiais didáticos utilizados nas salas de aula, a relação da perspectiva histórica com os saberes docentes, etc.

Alguns cursos de licenciatura vêm orientando seus currículos com o viés histórico, entretanto, ainda não são todas as instituições que apresentam a

História da Ciência em seu currículo. Por sua vez, os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (2000), também defendem a aprendizagem da Biologia considerando o viés histórico.

Nesse contexto de valorização da utilização da abordagem histórica e de professores que não tiveram contato com ela em sua formação inicial, surgem obstáculos na aproximação da História da Ciência com a prática docente. As dificuldades para trabalhar a abordagem histórica, principalmente em decorrência das lacunas da formação inicial, geram uma problemática que direciona muitos professores a se autoformarem através dos livros e materiais didáticos que, muitas vezes, são os seus principais (ou únicos) recursos de apoio.

Em relação aos livros e materiais didáticos, o principal problema que ainda persiste, é a qualidade da abordagem histórica. Muitas vezes, a História da Ciência é apresentada de modo reduzida e, em alguns casos, com erros. Assim, muitas das visões simplistas, descrevendo a História da Ciência de modo linear e mitificando os cientistas e suas “descobertas”, refletem nas concepções dos professores e alunos.

Uma das temáticas da História da Ciência que vem sendo investigada, tanto nos livros didáticos quanto em relação às concepções dos professores, é a Genética e suas tecnologias.

Sob essa intencionalidade, a presente pesquisa escolheu o episódio referente à elucidação da estrutura do DNA por ser um importante período da História da Biologia que pode oportunizar a discussão de diversas questões referentes ao desenvolvimento da Ciência e do conhecimento.

Assim, pretendemos com tais contribuições propiciar a autonomia docente dos professores que não tiveram contato com a abordagem histórica em sua formação inicial.

### **3 OBJETIVOS DA PESQUISA**

O principal objetivo do trabalho foi promover a formação continuada de professores, que não tiveram contato em sua formação inicial com a abordagem história, através de uma pesquisa colaborativa entre Universidade e Escola. Segundo Pimenta et al. (2001), esse tipo de pesquisa tem por objetivo possibilitar que os professores, amparados pela universidade, transformem suas práticas. Entendemos, também, que o trabalho colaborativo contribui para o desenvolvimento profissional dos professores ao proporcionar a construção compartilhada de saberes (disciplinares, experienciais, curriculares, etc.) e para promover a autonomia docente.

Assim, propomos analisar as potencialidades do episódio envolvendo as pesquisas com o DNA para a formação continuada. Também, analisamos a relevância conferida a esse período histórico da Biologia nos documentos oficiais, materiais didáticos e na concepção dos professores.

### **4 PROBLEMAS DE PESQUISA**

Diante do contexto apresentado anteriormente, levantamos os seguintes questionamentos: Quais são as contribuições de uma pesquisa colaborativa para a formação continuada de professores que não tiveram contato com a História da Ciência em sua formação inicial? O estudo das pesquisas referentes à estrutura do DNA poderiam facilitar esse processo de formação continuada?

## 5 REFERENCIAL TEÓRICO

Para procurarmos responder os questionamentos anteriores, recorreremos à literatura especializada. O referencial teórico, que embasa a presente pesquisa, foi definido a partir dos estudos realizados no campo da História da Ciência e dos Saberes Docentes. Assim, neste capítulo, apresentaremos as contribuições teóricas dessas duas áreas de pesquisa que estruturaram nosso trabalho.

A primeira parte do referencial teórico, que trata da História da Ciência, foi desenvolvida no intuito de delinear uma visão geral sobre essa temática que é apresentada aos professores. Assim, apresentaremos os estudos realizados nesta área, e a sua relação com o Ensino de Ciências e os livros didáticos. No campo da História da Ciência, fizemos referência aos estudos que aproximaram a abordagem histórica com o Ensino de Ciências. Utilizamos como fonte de pesquisa e inspiração os trabalhos pioneiros de autores como Ruth Schmitz de Castro (1992, 1993) e Fernando Bastos (1998).

Na segunda parte, apresentaremos o levantamento bibliográfico, sobre a temática escolhida (história das pesquisas sobre o DNA), elaborado a partir de uma compilação dos principais fatores sociais, econômicos e políticos que influenciaram as pesquisas com o DNA.

Finalizando, na terceira parte do referencial teórico, apresentamos as pesquisas no campo dos Saberes Docentes e sua relação com: a formação de professores, a História da Ciência e os livros didáticos. Nesse sentido, as pesquisas de Maurice Tardif (2002), Selma Garrido Pimenta (1999) e Clermont Gauthier (1998), foram utilizadas para a estruturação dessa parte final do referencial teórico.

### ***5.1 A História da Ciência***

Conforme já indicado anteriormente, a finalidade do presente item é apresentar as múltiplas dimensões de análise da História da Ciência. Inicialmente apresentamos a História da Ciência como campo de estudo e pesquisas com suas bases teóricas e especificidades. Em seguida, discutimos

sua utilização como estratégia didática no Ensino de Ciências, apresentando suas potencialidades. Finalmente, encerramos esse item com um levantamento bibliográfico sobre as principais pesquisas que envolveram os estudos com DNA.

### **5.1.1 Considerações iniciais e Perspectivas**

Rousseau (1968), no prefácio de sua obra “História da Ciência”, expõe que a História da Ciência trata de escrever sobre a história das ciências e, também, a dos sábios.

Entretanto, a História da Ciência ultrapassa a barreira apenas descritiva. Devido à característica da Ciência, de não ser neutra, existem diversas perspectivas de análise, como por exemplo, discutir quais os fatores próprios da Ciência ou a influência da sociedade, economia, política, etc. nas pesquisas.

Essas diversas metodologias de análise utilizadas pelos historiadores podem ser classificadas, segundo Bassalo (1992), como:

- *internalista*, ao considerar as dificuldades intrínsecas no desenvolvimento da Ciência. Um dos principais autores que segue essa perspectiva é Imre Lakatos;

- *externalista*, analisando os fatores considerados externos que intervêm no desenvolvimento da ciência como os condicionantes sociais, políticos e econômicos. O principal representante dessa metodologia de análise é John Desmond Bernal;

- um último tipo de análise surge pela fusão das duas metodologias, *internalista* e *externalista*.

Assim, a História da Ciência pode ser uma importante ferramenta utilizada para entendermos quais são os mecanismos de produção e reprodução do conhecimento científico. Considerando, tanto a perspectiva *internalista* quanto a *externalista*, é possível compreendermos como esses



diversos fatores influenciam a Ciência. Tais condicionantes que interferem na produção do conhecimento fornecem-nos uma visão mais crítica da Ciência.

Nesse contexto, de considerável importância atribuída à História da Ciência, observamos um crescente número de publicações nessa área, tanto no âmbito internacional quanto no nacional. O resultado desse aumento na produção acadêmica são os bancos de dados que reúnem os trabalhos relacionados à História da Ciência.

Internacionalmente, destaca-se a base de dados da rede de informação bibliográfica, do Instituto e Museo di Storia della Scienza em Florença, que há mais de uma década vem organizando a bibliografia italiana em História da Ciência; paralelamente, também ocorre uma organização da bibliografia francesa e espanhola, que são regularmente publicadas na revista *Asclepio*. Já no contexto da América latina, também existem algumas bases bibliográficas relevantes sobre a História da Ciência na Argentina, Peru e mais recentemente no Brasil (TOLMASQUIM, COSTA, LINO, 2002).

A atual base de dados, referentes à bibliografia sobre a História da Ciência publicada no Brasil, é organizada pelo Museu de Astronomia e Ciências Afins (MAST) e está disponível, *online*, na Bibliografia Brasileira de História da Ciência (base BBHC). Esse trabalho foi resultante de um projeto elaborado em 1996 pelo MAST, que procurou fazer um levantamento das publicações realizadas no Brasil sobre a História da Ciência, esta entendida no seu mais amplo sentido, compreendendo a ciência, medicina e tecnologia (MAST, 2011).

Assim, nesse crescente número de trabalhos sobre a História da Ciência, observamos, também, o interesse da área de Ensino de Ciências pela utilização da abordagem histórica.

### **5.1.2 A História da Ciência e o Ensino de Ciências**

As discussões sobre o uso da História da Ciência no Ensino de Ciências datam desde o fim do século XIX quando professores ingleses

conjecturavam a utilização da História da Ciência para motivar os estudantes (SEQUEIRA, LEITE, 1988; TAVARES, 2010).

Para Castro (1992), o interesse em se trabalhar conteúdos com o enfoque histórico no Ensino de Ciências, justifica-se pelo fato da História da Ciência possibilitar:

- a reflexão e a discussão sobre a Ciência.
- o reconhecimento da Ciência como atividade humana e, conseqüentemente, influenciada por componentes sociais, políticos e econômicos.
- a observar que as teorias científicas são pontos de vista sob determinada metodologia e não verdades absolutas.
- o entendimento sobre a relação dinâmica entre Ciência e Tecnologia.
- a identificação do caráter coletivo da construção científica.

Castro (1992, p. 79) também afirma que:

O estabelecimento do diálogo com a história não é, portanto, mero diletantismo. Talvez seja um dos caminhos eficazes para a desmistificação da ciência, para a ruptura com uma metodologia própria ao senso comum e às concepções espontâneas e, para, finalmente, estabelecer uma ponte para as primeiras adequações conceituais.

Entretanto, mesmo essas discussões sendo antigas, ainda existem muitos pontos que necessitam mais estudos. Segundo Bastos (1998), a História da Ciência abordada no Ensino Superior, Fundamental e Médio, muitas vezes apresenta problemas como: desconsiderar o contexto social, político, econômico e cultural no processo de construção do conhecimento; linearidade do desenvolvimento da Ciência; ênfase nos conhecimentos científicos atuais como verdades imutáveis; descontinuidade entre o passado e o presente.

Assim, para que tais problemas sejam evitados, alguns pontos devem ser melhor investigados, como: a situação da História da Ciência nos currículos dos cursos de formação inicial de professores, a visão da História da Ciência presente nos materiais didáticos utilizados nas salas de aula, entre outros.

Segundo Tolmasquim, Costa e Lino (2002), no cenário nacional, o marco na historiografia científica ocorreu em 1955 com a obra de Fernando de Azevedo composta por artigos de cientistas que tratavam da história de suas áreas no país. Posteriormente, na década de 1960, iniciou-se o processo de criação de cadeiras de História da Ciência nos cursos universitários.

Um dos primeiros relatos da institucionalização da História da Ciência data da década de 1950, quando a História da Ciência foi apresentada como disciplina optativa na Universidade de São Paulo e, a partir da década de 1970, na Unicamp. Já na década de 1960, o Departamento de Física da USP criou a disciplina História das Ciências Físicas e, posteriormente, na década de 1970, formou-se o Núcleo de História da Ciência coordenado pelo professor Shozo Motoyama (TRINDADE, 2009).

Abordando o Ensino Médio, um marco referencial nesse contexto foi o trabalho pioneiro de Ruth Schmitz de Castro (1992) que desenvolveu, com bons resultados, um projeto que incluía a História da Ciência na disciplina de Física no Ensino Médio.

Já Amador (2010), aponta que, no processo de desenho curricular, existem três níveis em que a História da Ciência pode ser trabalhada no ensino de Ciências:

- Nível 1) Fundamentação epistemológica:

Identificar as operações mentais fundamentais utilizadas na construção do conhecimento; Interpretar processos de evolução teórica no transcorrer da história; Humanizar o conhecimento científico ao contextualizar o seu desenvolvimento com os fatores sociais, políticos, religiosos, etc.; Distinguir a Ciência do senso comum.

- Nível 2) Prática docente:

Produzir materiais e estratégias didáticas; Reconstruir instrumentos e experiências; Estabelecer e desenhar currículos científicos; Identificar concepções alternativas dos alunos com o intuito de auxiliar o processo de aprendizagem.

- Nível 3) Meta-teórico:

Contribuir na constituição da consciência de determinado grupo, cultura ou país; Avaliar a influência da Ciência nas sociedades modernas.

Nesse exposto fica evidente a importância da História da Ciência e as possibilidades do seu uso em diversos níveis. Assim, no caso do Ensino de Ciências, Pessoa Jr. (1996) aponta seis tipos de abordagens possíveis para a História da Ciência:

- *Internalista de longo prazo*: trabalha o desenvolvimento da Ciência a partir da sucessão e evolução da explicação de determinado conceito ao longo do tempo;

- *Epistemológico*: desenvolve o perfil epistemológico dos cientistas;

- *Externalista ou social*: busca apresentar as questões sociais, políticas, e econômicas da sociedade da época que influenciaram o desenvolvimento da Ciência;

- *História a partir dos originais*: utiliza análise e discussão de textos em fonte primária;

- *Reconstrução da História da Ciência considerando as teorias de dinâmica científica*: aborda a História da Ciência a partir de alguma teoria do conhecimento (Kuhn, Lakatos, Popper, etc.);

- *Os antigos instrumentos científicos*: procura reconstruir as ferramentas e experimentos realizados no decorrer da história.

Essas abordagens são consideradas nos textos dos documentos oficiais, tanto nos níveis do Ensino Médio, quanto nos currículos dos cursos de formação inicial (TRINDADE, 2008, p.06):

O momento histórico e o contexto cultural atual pedem a construção de um currículo para a Formação de Professores de Ciências que possa legitimar a escolarização necessária para a sua aplicação no Ensino Médio em função dos Parâmetros Curriculares Nacionais que apontam para o reconhecimento do sentido histórico da Ciência e da tecnologia, percebendo seu papel na vida humana em

diferentes épocas e na capacidade humana de transformar o meio.

No caso do Ensino Superior, as Diretrizes Curriculares para os Cursos de Ciências Biológicas sugerem, nos conteúdos básicos dos professores em formação inicial, os conhecimentos referentes a fundamentos históricos, filosóficos e sociais que devem assegurar “(...) conhecimentos básicos de: História, Filosofia e Metodologia da Ciência, Sociologia e Antropologia, para dar suporte à sua atuação profissional na sociedade, com a consciência de seu papel na formação de cidadãos”. (BRASIL, 2001, pg. 05).

Entretanto, não são todos os cursos que apresentam a História da Ciência no currículo. Almeida e Linardi (2009), ao realizarem uma investigação nos currículos dos cursos de Licenciatura em Matemática nas instituições de Porto Alegre (RS) e região metropolitana, constaram que ainda havia instituições que não apresentavam disciplinas específicas ou referentes à História da Matemática.

Essa realidade mostra-se presente também em outras Licenciaturas, entre elas a Biologia. Delizoicov et al (2011), ao analisarem as matrizes curriculares dos cursos de Licenciatura em Ciências Biológicas das 12 Universidades públicas, Federais e Estaduais, da região Sul do Brasil, observaram que seis delas não contemplavam em sua matriz curricular disciplinas que abordassem a História e Filosofia da Ciência.

Assim, muitos professores ainda apresentam uma lacuna em sua formação inicial ao analisarmos sob o olhar das Diretrizes e Parâmetros Curriculares que atualmente atribuem grande importância a História da Ciência no ensino. Nesse sentido, os livros didáticos, ao apresentarem a História da Ciência, tornam-se um dos primeiros meios de contato entre essa abordagem e o professor.

### **5.1.3 A História da Ciência nos livros didáticos**

O livro didático utilizado no Ensino Fundamental e Médio é retratado por diversos autores como o instrumento fundamental de seleção e

organização dos conteúdos desenvolvidos em sala de aula (SILVA e CARVALHO, 2004; SELLES e FERREIRA, 2004), sendo até “a principal (se não a única) ferramenta que os professores e alunos têm para o desenvolvimento das atividades de ensino-aprendizagem de Ciências.” (ZIMMERMANN, 2008, p. 47).

Gatti e Nardi (2009), ao realizarem um levantamento das concepções iniciais de professores de Física em um curso de formação continuada, identificaram as principais vantagens e dificuldades da abordagem histórica citadas pelos docentes investigados. Entre as dificuldades referidas é destacada a falta de materiais didáticos para subsidiar a prática docente. Esse obstáculo, segundo os autores, tem sido apontado como um dos principais fatores que vem dificultando a aproximação da História da Ciência no Ensino.

Nessa perspectiva, o livro didático pode se tornar um instrumento para o professor trabalhar, não somente os conteúdos presentes neles, mas também, embasar uma proposta pedagógica que possa proporcionar uma ação docente mais efetiva (SELLES e FERREIRA, 2004).

Tal contexto gera uma crescente valorização dos livros didáticos que tendem a aproximar o ensino de Ciências e a História das Ciências. A importância dessa perspectiva justifica-se na necessidade de uma educação de qualidade, que procura valorizar os contextos sociais, culturais e éticos que envolvem o processo de construção da Ciência.

Entretanto, ainda existem muitas visões simplistas, retratando a História das Ciências de modo linear, e a mitificação dos cientistas e suas “descobertas nos livros didáticos (SILVA e GASTAL, 2008, p. 43):

Atualmente, o problema maior é a qualidade da história das ciências presente nos livros didáticos e nem tanto a sua quantidade. No entanto, é desejável que ambos sejam melhorados.

Carneiro e Gastal (2005), em suas análises sobre esse assunto, identificaram e classificaram a História da Ciência retratada nos livros didáticos em:

- História anedótica: Trata os fatos históricos centrados na biografia dos cientistas. Essa análise pode gerar a construção de uma imagem da produção do conhecimento, limitando-se a um evento casual, dependente da genialidade dos cientistas isolados.

- Linearidade: A História da Ciência é abordada como uma genealogia, com o conhecimento atual resultante da simples ampliação de outros preexistentes, produzindo, assim, no aluno, a ideia de conhecimento finalizado e definitivo.

- Consensualidade: Analisa apenas as concordâncias e consensos na construção do conhecimento científico, sendo os pontos conflitantes usados apenas para reforçar episódios “corretos” e “equivocados”.

- Ausência de contexto histórico mais amplo: Transmite a concepção de que a ciência é isolada, que não sofre influência do contexto histórico, social e cultural de sua época.

Uma das temáticas da História das Ciências que vem sendo investigada é a Genética e suas tecnologias. Scheid et al. (2005), em extenso levantamento, abordou os episódios referentes à evolução do conhecimento científico que culminaram na proposição do modelo de dupla hélice para a molécula de DNA e sua aceitação pela comunidade científica.

A mesma autora e colaboradores também apontam para a possibilidade da utilização do estudo desse período histórico com o intuito de uma melhoria no ensino de Biologia e Ciências, principalmente no campo da Genética, que está em acelerado desenvolvimento.

Entretanto, segundo Silva e Gastal (2008), a História da Ciência, que poderia apresentar uma visão acerca da natureza da pesquisa científica é muitas vezes, distorcida nos livros didáticos.

Nesse sentido, alguns autores vêm desenvolvendo trabalhos que procuram evidenciar as possibilidades e os obstáculos na aproximação entre a história das pesquisas com o DNA e o Ensino de Biologia.

Ferreira e Justi (2004), ao analisarem quatro dos livros de Biologia mais citados por professores da rede pública e particular de Belo Horizonte, observaram que em todos eles não existe nenhum aprofundamento ou contextualização histórica mais detalhada sobre a história das pesquisas relacionadas com a elucidação da estrutura do DNA. Tais autoras constataram que nos livros didáticos analisados somente é transmitida a visão de acerto da pesquisa de James Dewey Watson e Francis Harry Crick, não sendo considerada a participação de outros pesquisadores que também estavam envolvidos nessa pesquisa.

Já Francisco (2005), em seu trabalho do tipo bibliográfico, procurou identificar e compreender os fatores sociais, institucionais, científicos e epistemológicos, atuantes nas pesquisas que elucidaram a estrutura tridimensional do DNA. Tal autora conclui que a história das pesquisas como o DNA pode ser um importante recurso didático, pois esse episódio da História da Biologia suscita discussões como, por exemplo, a construção coletiva do conhecimento, a competição entre laboratórios, a busca de reconhecimento, entre outros.

Assim, no próximo item, apresentaremos um levantamento bibliográfico sobre as pesquisas que elucidaram a estrutura do DNA.

## ***5.2 Levantamento bibliográfico sobre a história das pesquisas com o DNA***

A investigação sobre o DNA abrange um período relativamente longo na História da Ciência e envolveu a participação de diversos pesquisadores que deixaram um legado que ainda embasa os diversos ramos da Biologia. Nesse período, podemos distinguir duas principais vertentes. A primeira refere-se aos estudos sobre a função desta molécula e a segunda abrange os conhecimentos que culminaram na proposição de modelos para sua estrutura.

Neste item, abordaremos esses dois principais focos da História da Biologia que ainda são pouco enfatizadas na maioria dos livros e manuais didáticos, entendendo que a História da Ciência, presente nos episódios



envolvendo as pesquisas com o DNA, apresenta considerável potencialidade para o Ensino de Biologia.

Entre as diversas possibilidades referentes a aspectos dos estudos sobre o DNA abordaremos com maior ênfase a construção coletiva do conhecimento, a questão de não neutralidade da Ciência, a utilização de modelos para representar a realidade e a participação feminina nas pesquisas.

### **5.2.1 Função do DNA.**

Devido às limitações tecnológicas dos instrumentos de observação, os estudos com o Ácido Desoxirribonucleico (DNA) iniciaram-se a partir das pesquisas que consideraram a sua função. Posteriormente esses conhecimentos embasaram as teorias de sua estrutura em dupla-hélice.

Os estudos sobre a função do DNA como a molécula que encerra em sua constituição as informações sobre a hereditariedade nos remetem ao início do século XIX. Tanto o século XIX quanto o começo do século XX foram marcados por um longo período de discussões ideológicas em torno do mecanicismo e do vitalismo para explicar os fenômenos biológicos (FREZZATTI, 2003). Segundo Mayr (2005, p.84):

Os mecanicistas, em sua oposição ao vitalismo, demandavam que todos os fenômenos vivos fossem analisados até os elementos componentes de nível mais inferior, para mostrar que não restava resíduo algum após tudo ter sido explicado em termos de física e química.

Tais discussões influenciaram enormemente o pensamento biológico e o rumo das pesquisas dessa época, tanto que foi conferida grande importância à célula e suas estruturas. Um dos resultados dessa abordagem analítica foi a teoria celular de Theodor Schwann e Matthias Jakob Schleiden, ao demonstrarem que tanto os animais quanto os vegetais eram constituídos das mesmas estruturas básicas, as células.

Com a constatação de que a célula era a estrutura básica de todos os organismos vivos, estudos mais detalhados com o intuito de evidenciar suas

estruturas nos níveis mais inferiores começaram a ser desenvolvidos. A partir dessa perspectiva de pesquisa a identificação do núcleo foi um segundo marco para a Biologia.

O botânico escocês Robert Brown em sua expedição entre os anos de 1801 a 1805 coletou cerca de 4 mil espécies vegetais e nos anos seguintes dedicou-se a estudar e classificar esse material (BATISTETI; ARAUJO; CALUZI, 2009). Assim, a partir desses estudos no artigo “On the Organs and Mode of Fecundation in *Orchideae* and *Asclepiadeae*” publicado em 1831, Brown observou que em cada célula da epiderme das espécies vegetais analisadas era visível uma estrutura em forma de círculo, que ele denominou de núcleo. Entretanto, tal observação era apenas uma constatação morfológica sem correlação com a função dessa estrutura.

Foi crescente o interesse pelo núcleo da célula. Na Alemanha os estudos sobre as transformações no núcleo foram publicadas em 1878 nos manuscritos de uma palestra proferida por Walter Flemming que descrevia pela primeira vez em detalhe as modificações que ocorriam nessa estrutura durante a divisão celular. Flemming cunhou o termo mitose estabelecendo bases para os estudos sobre o núcleo (HARDY, ZACHARIAS, 2008).

Concomitantemente na Alemanha, contemporâneo à Fleming, o pesquisador Theodor Boveri, estudando a meiose, observou que o número de cromossomos reduzia-se a metade nas células germinativas, sendo esse conhecimento de fundamental importância para correlacionar tal fato com a hereditariedade (DAHM, 2005).

Portanto, a partir dos trabalhos de Schwann, Fleming, Boveri e outros pesquisadores da Alemanha do século XIX observa-se o constante empenho em eliminar o conceito de força vital da Biologia (FREZZATTI, 2003). Conforme Mayr (1998) esse conflito ideológico entre o mecanicismo e o vitalismo só foi resolvido quando as pesquisas elucidaram os fatores do controle genético das funções orgânicas.

Boveri foi o primeiro a apontar que havia consonância entre o comportamento dos cromossomos e as leis de hereditariedade de Mendel (DAHM, 2005).

O monge e botânico austríaco Gregor Mendel desenvolveu seus estudos influenciado por dois principais grupos de pesquisadores de sua época interessados nos cruzamentos, os hibridizadores e os cultivadores.

Os hibridizadores estavam preocupados em produzir novas espécies a partir das técnicas de cruzamento. Já os cultivadores se interessavam pelos aspectos práticos da hereditariedade, ou seja, em como os cruzamentos poderiam aumentar e melhorar a qualidade da prole (LEITE; FERRARI; DELIZOICOV, 2001).

Essas duas perspectivas eram tão influentes que ainda existem dúvidas sobre qual movimento influenciou mais os estudos de Mendel, sendo também proposto que o monge era tanto hibridizador quanto cultivador. Atualmente cogita-se que Mendel tinha como objetivos de pesquisa questões econômicas atendendo as demandas dos produtores cujo interesse estava nos cruzamentos que gerassem variedades com características de valor comercial (BRANDÃO, FERREIRA, 2009).

Mendel possuía além dos conhecimentos botânicos um grande domínio da matemática que lhe forneceu condições para quantificar suas observações. Entretanto, seus estudos não tiveram impacto na comunidade científica de sua época, sendo somente retomados no início do século XX (GROS, 1989).

Em 1900 Hugo de Vries, Carl Erich Correns e Erich von Tschermak-Seysenegg independentemente “redescobriram” os resultados das pesquisas de Mendel que passaram a ter grande divulgação na comunidade científica sob o nome de Leis de Mendel (MARTINS, 2002).

Embora nesse período já houvesse conhecimento da participação do núcleo e dos cromossomos no processo de transmissão das características hereditárias, não se sabia que substâncias químicas estavam no centro de tal processo.

Em 1928 Frederick Griffith iniciava seus trabalhos em Londres para o Ministério britânico da Saúde estudando o processo de transformação em bactérias do grupo *Pneumococcus*, pois era grande o interesse na patologia ocasionada por esse microrganismo. Buchalla e colaboradores (2003) apontam que até o final do século XIX as doenças infecciosas e a fome eram os principais responsáveis pela baixa expectativa de vida da população mundial.

Griffith observou em seus estudos que linhagens não virulentas se tornavam patogênicas ao entrarem em contato com bacilos virulentos. Entretanto, Griffith não conseguiu desvendar o que tornava as linhagens não virulentas em patogênicas, pois ele foi morto em um bombardeio alemão durante a II Guerra Mundial (ARIAS, 2004).

Até metade do século XX se conjecturava que as proteínas eram responsáveis pela transmissão das informações hereditárias, ou seja, o princípio transformante no grupo das *Pneumococcus* seria ocasionado por esse grupo de moléculas, pois pesquisadores, como o químico-orgânico Phoebus Aaron Levene, presumiam que somente uma estrutura complexa seria capaz de encerrar em sua constituição o intrincado processo de regimento da vida.

Levene observou que o DNA era composto de repetitivas unidades de nucleotídeos, que em suas conclusões eram moléculas simples e diminutas, não condizentes com os requisitos para desempenhar sua função na transmissão de características (GROS, 1989).

Posteriormente em 1944 o pesquisador Oswald Theodore Avery, Colin MacLeod, McCarty Maclyn e colaboradores no Instituto Rockefeller, em Nova York, retomaram as investigações de Griffith comprovando que apenas o DNA era o responsável pelo princípio transformante e não as proteínas como se conjecturava até então.

O experimento que corroborou esse fato foi realizado por Alfred Hershey e Martha Chase que trabalhavam com a bactéria *E. coli* e bacteriófagos, entretanto mesmo com essas fortes evidências a comunidade científica da época ainda era relutante em aceitar que o DNA, uma molécula

relativamente simples, fosse capaz de armazenar informações que admitissem ser transmitidas de um indivíduo a sua prole (THIEMANN, 2003).

Também é importante ressaltarmos que alguns estudos anteriores às pesquisas sobre função do DNA, na transmissão de informações a descendência, seguiram rumos menos nobres. Em 1883 Francis Galton, primo de Darwin, transpôs a ideia original do princípio básico da propagação agrícola descrita por seu primo aos seres humanos sob o termo Eugenia (que em tradução literal significa “de boa origem”). Em seu início, o movimento eugênico foi apresentado por Galton como uma ciência que poderia proporcionar resultados para tentar entender os mecanismos de transmissão das características e como isso seria favorável para a melhoria das características de populações (DEL CONT, 2008).

Posteriormente esse movimento tomou forças na releitura dos trabalhos de Mendel e ,em 1910, foi fundada, por Charles Davenport, o *Eugenics Record Office* (Agência de Registros Eugênicos) no *Cold Spring Harbor*. Em vários outros países, como Alemanha, França, Áustria, Brasil, Argentina, entre outros, surgiram grupos eugênicos. Independente do sucesso ou fracasso desse programa, o movimento eugênico adquiriu ímpeto próprio, sendo que uma prova de seu impacto eram as competições públicas que ofereciam prêmios às famílias mais aptas ou a bebês mais primorosos (WATSON, BERRY, 2005).

Entretanto, a Eugênia perdera sua credibilidade na comunidade científica muito antes dos nazistas se apropriarem dela. Alfred Russel Wallace, co-descobridor da seleção natural, já condenava esse pensamento em 1912 como “uma interferência intrometida de um sacerdócio científico arrogante”. Thomas Morgan demitiu-se da diretoria científica do *Eugenics Record Office* por “motivos científicos”, porém o legado desse movimento persistiu como uma mácula sob o rótulo nazista (WATSON, BERRY, 2005).

### 5.2.2 Estrutura do DNA.

As pesquisas sobre a estrutura do material genético também nos remetem ao século XIX. Como ressaltamos anteriormente, o século XIX foi marcado pelas discussões do movimento mecanicista e vitalista. Também devemos observar que, nesse mesmo século, a química contribuía enormemente nessas discussões em que vitalistas, mecanicistas, químicos e outros pleiteavam a explicação da regulação dos processos orgânicos (BERTONI, 2007; FREZZATTI Jr., 2003). Nesse intuito, a química desse período se preocupava em obter compostos importantes dos processos biológicos na intenção de reproduzi-los em laboratório, fato que estava nos interesses da indústria (HOBBSAWM, 1982 *apud* BERTONI, 2007).

Nesse contexto, em 1868, o médico Friedrich Miescher iniciou suas pesquisas no laboratório do renomado bioquímico Felix Hoppe-Seyler inspirado na convicção de que as questões sobre o desenvolvimento das células e tecidos só poderia ser resolvido com base química (HIS, 1897).

Assim, no intuito de determinar a composição química das células Miescher conseguiu identificar uma substância não proteica que estava presente no núcleo de leucócitos e cuja composição química apresentava carbono, hidrogênio, oxigênio, nitrogênio e fósforo. Por estar no núcleo da célula, Miescher denominou o composto de *nucleína*. Aprofundando os estudos, um aluno de Miescher, Richard Altmann em 1889 redefiniu o termo nucleína para o que conhecemos hoje como ácido nucleico (DAHNS, 2005).

Outro trabalho significativo que forneceu informações importantes para a compreensão da estrutura do material genético foi desenvolvido por Albrecht Karl Ludwig Martin Leonard Kossel que objetivava verificar se a composição química da nucleína era a mesma nos diferentes tipos celulares. Através dessas investigações, Kossel conseguiu identificar que a nucleína apresentava em sua composição açúcar, fosfato e bases nitrogenadas (GOMEZ, 2004).

Após a segunda Guerra Mundial, em 1946, o instituto de pesquisas Cold Spring Harbor promoveu o simpósio sobre hereditariedade e variações nos microrganismos considerado um marco na efervescência de pesquisas sobre esse tema (COHEN, 1980).

Nos anos seguintes, em 1949, Erwin Chargaff pela técnica de cromatografia observou que existia uma relação de proporção entre as bases nitrogenadas adenina e timina, guanina e citosina, sendo esse conhecimento de fundamental importância para os estudos posteriores sobre a estrutura do DNA (COHEN, 1980). Esses dados vieram a apoiar posteriormente a afirmação de que o DNA era composto por duas fitas complementares entre si.

O ápice dos estudos para a elucidação do DNA ocorre em 1953 com a publicação do artigo na revista *Nature*, de autoria de Watson e Crick, descrevendo a estrutura tridimensional da molécula de DNA. Entretanto, tal trabalho só fora possível pelos estudos anteriores de Maurice Wilkins, Rosalind Franklin e Linus Pauling e inúmeros outros pesquisadores.

Os trabalhos de forma sistemática com o DNA ocorriam em três principais laboratórios, o grupo CalTech na Califórnia, EUA, o laboratório do King's College em Londres, Inglaterra, e o grupo do laboratório Cavendish da Universidade de Cambridge, Inglaterra.

Um pesquisador, que indiretamente também participava de tal movimento fora o físico Erwin Schrödinger que, ao publicar o livro "What is life?", inspirou Watson, Crick e Wilkins a estudarem o DNA, pois as técnicas da física para a elucidação de questões biológicas eram uma tendência científica na época (WATSON, BERRY, 2005).

Wilkins, que trabalhava no King's College, desenvolveu seu interesse pelos processos biológicos devido ao descontentamento com a Física, quando suas pesquisas, que ajudaram na viabilização da bomba atômica, resultaram no ataque sobre as cidades japonesas de Hiroshima e Nagasaki (ARIAS, 2004).

Ele trabalhou juntamente com Rosalind Franklin, cristalógrafa e cientista de tradição experimental, nas pesquisas com difração de raios-X. Entretanto, o trabalho que deveria ter sido colaborativo entre os dois acabou sendo de diligências individuais por questão pessoal e institucional (SILVA, 2010).

Concomitantemente, no Grupo CalThec, nos Estados Unidos, o químico Linus Pauling também estudava a questão da estrutura do DNA. Mesmo com algumas carências de técnicas de análise, preparados de DNA de baixa qualidade, e não considerando alguns das funções biológicas da molécula, Pauling e o pesquisador Robert Corey propuseram um modelo estrutural para o DNA, o qual, entretanto, posteriormente demonstrou-se com algumas incongruências (OLIVEIRA, SANTOS, BELTRAMINI, 2004).

Já no laboratório de Cavendish, na Universidade de Cambridge, o geneticista norte-americano James D. Watson e o físico inglês Francis H. C. Crick, também interessados em solucionar essa questão, utilizaram modelos e dedução lógica para proporem a estrutura do DNA, levando em consideração a proporção das bases púrica e pirimídicas analisada por Chargaff, as imagens de difração de raios-X desenvolvidos por Franklin e a utilização de modelos tridimensionais representativos de moléculas, que era uma estratégia empregada por Pauling (OLIVEIRA, SANTOS, BELTRAMINI, 2004).

Assim, em 2 de abril de 1953, Watson e Crick, publicaram na revista Nature o artigo que apresentava o modelo da estrutura do DNA e também a proposta de um esquema de replicação da molécula (THIEMANN, 2003), entretanto a elucidação da estrutura do DNA não finalizou esse período da história, já que muitos desdobramentos das pesquisas subsequentes proporcionaram o desenvolvimento da Biologia Molecular. O exemplo das pesquisas sobre o material hereditário mostra claramente o dinamismo da atividade científica.

No quadro abaixo destacamos os principais aspectos sobre a história das pesquisas com o DNA e as concepções inadequadas que podem ser questionadas:



**Quadro 1:** Aspectos a serem destacados sobre a história das pesquisas com o DNA.

<b>Aspectos a serem destacados.</b>	<b>Contribuições esperadas do estudo dos episódios selecionados.</b>	<b>Concepções inadequadas que podem ser questionadas através desse estudo.</b>
<b>A construção coletiva do conhecimento.</b>	<p>A Biologia esteve intimamente relacionada com as pesquisas envolvendo o DNA. Entretanto, houve considerável interesse de pesquisadores de outras áreas como a Física e a Química em “desvendar o segredo da vida”. O trabalho de vários pesquisadores nessas diversas áreas possibilitou a proposição do modelo da molécula de DNA que é atualmente aceita (FRANCISCO, 2005).</p>	<p>Muitas vezes formula-se a concepção de Ciência e conhecimento produzidos por “gênios” isolados em laboratórios, ou seja, frequentemente encontramos a seguinte citação: “Watson e Crick em 1953 descobriram a molécula de DNA” (FERREIRA, JUSTI, 2004).</p>
<b>A não neutralidade da Ciência.</b>	<p>Questões como divergências pessoais entre pesquisadores, interesses econômicos das instituições de pesquisa, etc. influenciaram principalmente o período das pesquisas que culminaram na proposição do modelo da molécula de DNA. Alguns historiadores citam esse momento da História da Biologia como “a corrida para desvendar o segredo da vida” (ARIAS, 2004).</p>	<p>A visão de Ciência “neutra”, “livre de valores” disseminada na tese da neutralidade afirma que questões sociais, econômicas, políticas não interferem na Ciência (OLIVEIRA, 2003). Aspectos externalistas dificilmente são abordados em relação as pesquisas que envolveram o modelo do DNA.</p>

<p><b>A utilização de modelos em Ciência.</b></p>	<p>Os modelos são comumente utilizados na Ciência para representar a realidade (PIETROCOLA, 1999). O episódio do DNA fornece informações sobre o processo de construção de um modelo, sua aceitação pela comunidade científica e suas implicações nas pesquisas posteriores.</p>	<p>As “verdades inabaláveis” suscitam as concepções de que a Ciência descreve a realidade “tal como ela é de fato” (BASTOS, 1998). No caso do DNA as discussões sobre o modelo são muitas vezes ignoradas.</p>
<p><b>A participação feminina nas pesquisas.</b></p>	<p>No episódio da estrutura o DNA constata-se a importante participação da cientista experimental Rosalind Franklin que forneceu dados empíricos com difração de raios-X. Os resultados de suas pesquisas foram essenciais para as conclusões de Watson e Crick (SILVA, 2010).</p>	<p>A contribuição de Rosalind Franklin é muitas vezes ignorada ou secundarizada nos textos dos livros e materiais didáticos, sendo atribuído mérito a descoberta da estrutura do DNA apenas aos pesquisadores Watson e Crick (PINHO, 2009).</p>

Portanto, essa reconstrução histórica fornece subsídios para uma discussão embasada nas contribuições desse episódio para o Ensino. Tais subsídios, sintetizados no quadro anterior, suscitam, tanto nos professores quanto nos alunos, a reestruturação de diversas concepções sobre a Ciência e os cientistas.

### ***5.3 Os saberes docentes:***

Como mencionado anteriormente, nessa terceira parte do referencial teórico, abordaremos as pesquisas desenvolvidas por Maurice Tardif (2002), Selma Garrido Pimenta (1999) e Clermont Gauthier (1998) no campo dos Saberes Docentes. Posteriormente, também discutiremos a relação dos saberes com: a formação de professores, a História da Ciência e os livros didáticos.

### **5.3.1 Considerações iniciais**

Nessa parte inicial, sobre os saberes docentes, faremos uma introdução apresentando um panorama geral das pesquisas nessa área. Discutiremos as tipologias de classificação dos saberes feitas por Tardif (2002) e Gauthier et al. (1998), pois, compartilhamos de alguns dos pressupostos desses autores.

Nas últimas décadas é notório o crescente movimento que considera o processo de profissionalização do ensino. Entre as décadas de 1980 e 1990, no panorama internacional, as pesquisas sobre formação de professores surgem juntamente com o movimento de profissionalização do ensino (Nunes, 2001). Assim, Gauthier e colaboradores (1998, p.66) ponderam que é necessário “interrogarmo-nos com mais profundidade sobre as relações entre os saberes e a profissionalização de uma ocupação para melhor identificarmos as suas implicações teóricas e políticas”.

Segundo esse mesmo autor e colaboradores, o processo de profissionalização do ensino teve como marco as discussões do grupo Holmes, em meados dos anos de 1980, que pleiteava uma melhora na formação dos professores (GAUTHIER et al, 1997).

Nesse contexto de discussões para melhoria da área de formação de professores foi, crescente o interesse em pesquisas sobre o processo pelo qual ocorre a profissionalização desse ofício. Gauthier e colaboradores (1998) apontam que é necessária a determinação dos saberes específicos da profissão, sendo que as pesquisas nesse âmbito partem de dois principais postulados: existe um repertório específico de conhecimentos no ofício de professor; e a determinação desses conhecimentos ocorre pela investigação do trabalho docente.

Nunes (2001), em seu artigo “Saberes docentes e formação de professores: um panorama da pesquisa brasileira”, fez um levantamento dos principais referenciais sobre os saberes docentes no âmbito internacional. Essa autora também evidenciou em seu levantamento a influência dessas pesquisas na formação de referências nacionais que levam em consideração as características próprias da nossa realidade educacional.

No panorama internacional, Nunes (2001) destaca como principais representantes no campo dos estudos sobre saberes docentes os autores Maurice Tardif e Clermont Gauthier. Almeida e Biajone (2007), além de considerarem Tardif e Gauthier, também apontam Lee Shulman como um dos autores que influenciaram as pesquisas nessa temática no Brasil.

Já no contexto nacional, Nunes (2001) aponta como principais autores que trabalham com as questões referentes aos saberes docentes os pesquisadores: Pimenta (1999); Fiorentini (1998); Guarnieri (1997); Damaceno e Silva (1996) e Caldeira (1995).

Entretanto, nesse crescente número de pesquisas no Brasil, América do Norte, Europa e outros países de cultura anglo-saxônica, observa-se também que a identificação dos determinados “conhecimentos” ou “saberes” específicos da profissão professor tem uma heterogeneidade conceitual e metodológica muito diversificada. Sobre esta questão, Borges (2001, p.60) aponta que:

A diversidade e o ecletismo nada mais são que o reflexo da expansão do campo, no qual os pesquisadores buscam lançar luzes sobre as diferentes facetas, aspectos, características, dimensões etc. que envolvem o ensino e os saberes dos professores. As diferentes tipologias engendradas por alguns pesquisadores, além de contribuírem para organizar o campo, corroboram para identificar sua complexidade e, também, as lacunas ainda não exploradas nos diferentes estudos.

Já Tardif e Raymond (2000) apontam que os trabalhos de Bourdoncle (1994), Doyle (1977), Gage (1978), Shulman (1986), Raymond (1993), Gauthier et al. (1998) e outros, ao tentarem ordenar e classificar os conhecimentos dos professores, suscitaram dois problemas: “por um lado, seu número e sua diversidade dão mostras do mesmo desmembramento da noção de ‘saber’; por outro lado, quando as comparamos, percebemos que se baseiam em elementos incomparáveis entre si (GAUTHIER et al., 1998, p.213).”.

Esse expressivo número de tipologias, mesmo sendo um reflexo do crescimento no campo dos saberes, desloca o problema e impede uma visão ampla dos conhecimentos dos professores como um todo.

Tardif e Raymond (2000, p.214) propõem uma solução para esse “pluralismo epistemológico” dos saberes docentes, ao realizarem uma análise baseada na origem social dos conhecimentos, ou seja, considerar a natureza e a diversidade a partir de sua fonte:

Ela permite evitar a utilização de critérios epistemológicos dissonantes que reflitam os postulados teóricos dos autores, propondo, ao mesmo tempo, um modelo construído a partir de categorias relacionadas com a trajetória percorrida pelos professores ao edificarem os saberes que utilizam efetivamente em sua prática profissional cotidiana.

Segundo Maurice Tardif (2000), os saberes docentes devem ser analisados tendo como pressupostos sua íntima relação com o trabalho, a sua pluralidade e a temporalidade.

Para Tardif (2000, p.15) um dos primeiros fios condutores na análise do saber docente é compreender que os conhecimentos dos professores estão intimamente associados com local do seu trabalho; tanto a sala de aula, quanto o ambiente escolar como um todo:

O que a pesquisa sobre os saberes profissionais mostra é que eles são fortemente personalizados, ou seja, que se trata raramente de saberes formalizados, de saberes objetivados, mas sim de saberes apropriados, incorporados, subjetivados, saberes que é difícil dissociar das pessoas, de sua experiência e situação de trabalho.

Em relação à pluralidade, esse autor considera que, por envolver fontes de natureza diferenciada, existe uma diversidade no saber dos professores. Os saberes dos professores são plurais e heterogêneos, em três sentidos, segundo Tardif (2000):

- Os saberes provêm de diversas fontes, como da história de vida; da cultura pessoal; da universidade que fornece os saberes disciplinares e os conhecimentos didáticos e pedagógicos; dos programas, guias e manuais didáticos que acarretam os saberes curriculares; e do conhecimento de outros professores e de seu próprio saber ligado a situações peculiares do ofício de professor.

- Não há um repertório de conhecimentos unificado devido à característica eclética e sincrética dos saberes.

- Os professores buscam atingir objetivos variados, o que exige a mobilização de diferentes conhecimentos e competências, de modo simultâneo (motivar os alunos, gerenciar a turma, trabalhar a matéria, etc.).

Já o fator temporal é relevante na perspectiva de Tardif, pois esse autor considera que no decorrer da história de vida e de carreira do professor são adquiridos os saberes (TARDIF, 2002, p.21):

[...] o saber dos professores não provém de uma fonte única, mas de várias fontes e de diferentes momentos da história de vida e da carreira profissional, essa própria diversidade levanta o problema da unificação e da recomposição dos saberes no e pelo trabalho.

Segundo Tardif (2000) os saberes são temporais em três sentidos, pois:

- Parte significativa das concepções sobre o ensino, o papel do professor e como ensinar decorre da história de vida, especificamente a história de vida escolar. As concepções, representações e certezas sobre a prática docente, segundo esse autor, são formadas antes dos professores passarem pelos cursos de formação de professores. Tardif também argumenta que tais concepções perduram durante essa etapa e, muitas vezes, condicionam a prática docente nos anos iniciais de sua carreira.

- Nos primeiros anos da prática docente é adquirida a maioria das competências e estabelecidas as rotinas de trabalho; ou seja, é o período que se configura em uma aprendizagem intensa do ofício. Nesse estágio da profissão é que são formados os primeiros saberes experienciais.

- Formam fases e mudanças que, no decorrer da carreira, culminam em uma identidade profissional. Os saberes são formados e se modificam durante todo o período da carreira do professor tanto em sala de aula com os alunos quanto no processo de socialização com os demais indivíduos do ambiente escolar (equipe de professores, direção, etc.).

Diante desse contexto de pluralidade e temporalidade, Tardif e Raymond (2000) propõem um modelo tipológico de classificação dos saberes

baseados no local de atuação dos professores. Nessa categorização também são consideradas as fontes de aquisição desses conhecimentos e a sua integração com a prática do ofício:

<b>SABERES DOS PROFESSORES</b>	<b>FONTES SOCIAIS DE AQUISIÇÃO</b>	<b>MODOS DE INTEGRAÇÃO NO TRABALHO DOCENTE</b>
Saberes pessoais dos professores.	Família, ambiente de vida, a educação no sentido lato etc.	Pela história de vida e pela socialização primária
Saberes provenientes da formação escolar anterior.	A escola primária e secundária, os estudos pós-secundários não especializados etc.	Pela formação e pela socialização pré-profissionais.
Saberes provenientes da formação profissional para o magistério.	Os estabelecimentos de formação de professores, os estágios, os cursos de reciclagem etc.	Pela formação e pela socialização profissionais nas instituições de formação de professores.
Saberes provenientes dos programas e livros didáticos usados no trabalho.	Na utilização das “ferramentas” dos professores: programas, livros didáticos, cadernos de exercícios, fichas, etc.	Pela utilização das “ferramentas” de trabalho, sua adaptação às tarefas.
Saberes provenientes de sua própria experiência na profissão, na sala de aula e na escola.	A prática do ofício na escola e na sala de aula, a experiência dos pares etc.	Pela prática do trabalho e pela socialização profissional.

Os saberes dos professores.

Fonte: (TARDIF; RAYMOND, 2000).

Posteriormente Tardif (2002) classifica os saberes na seguinte tipologia: saberes curriculares, profissionais, disciplinares e experienciais.

Os saberes curriculares se caracterizam pelo discurso da instituição escolar, ou seja, os professores ao longo do seu trabalho incorporam os objetivos e os saberes sociais defendidos pela instituição escolar como modelo de formação para a cultura erudita.

No caso dos saberes profissionais, estes compreendem os conhecimentos sobre as ciências da educação e da ideologia pedagógica transmitida pelas instituições de formação de professores.

Já os saberes disciplinares envolvem os saberes referentes às disciplinas (História, Matemática, etc.) que são selecionados pela instituição universitária.

Por fim, os saberes experienciais são desenvolvidos pelos professores no decorrer do exercício de sua profissão.

Já na perspectiva de Gauthier e colaboradores (1998) também é notória a importância dada à questão dos saberes docentes, além dos saberes serem de fundamental relevância para a consolidação do processo de profissionalização do ensino. Corroborando com Tardif (2002), Gauthier e colaboradores também sustentam que os saberes estão diretamente relacionados com a questão temporal e os condicionantes que interferem direta e indiretamente no trabalho docente: “Os saberes nos quais os professores se apoiam dependem diretamente das condições sociais e históricas nas quais eles exercem sua profissão” (GAUTHIER et al., 1998, p. 343).

Na obra “*Por uma teoria Pedagógica: pesquisas contemporâneas sobre o saber docente*” Gauthier também argumenta que as pesquisas envolvendo o levantamento dos conhecimentos relacionados ao ofício docente permitem superar duas problemáticas que sempre dificultaram a emergência dos saberes profissionais: o ofício sem saberes e os saberes sem ofício (GAUTHIER, et al., 1998).

No caso do ofício sem saberes, esse autor argumenta que existe um grupo de concepções errôneas que geram um quadro de cegueira conceitual. São elencadas seis ideias preconcebidas que depreciam a profissionalização do ensino: basta conhecer o conteúdo, ter talento, ter bom senso, seguir sua intuição, ter experiência e ter cultura (GAUTHIER, et al., 1998):



- Basta conhecer o conteúdo: O conteúdo inevitavelmente se destaca na atividade do ensino. É inegável a sua participação como um saber necessário à prática docente; entretanto, também é necessário salientarmos que conhecer a matéria a ser ensinada não é suficiente por si só. Outros saberes são tão necessários quanto os saberes disciplinares.

- Basta ter talento: O talento é indispensável a qualquer ofício, entretanto há necessidade da mobilização de outros saberes e também a reflexão sobre o trabalho.

- Basta ter bom senso: Essa ideia preconcebida é criticada por admitir que o bom senso forneça soluções para as necessidades do professor e por reduzir a prática docente à lógica formal sem conteúdo, ou seja, é argumentar que não existem habilidades e competências específicas ao ofício de professor.

- Basta seguir a intuição: Embasar o ensino na intuição é admitir o uso do inconsciente, ou seja, é desconsiderar a razão e a reflexão da prática docente o que impede o reconhecimento dos saberes.

- Basta ter experiência: Assim como em outras profissões, a experiência tem expressiva relevância no ensino. Entretanto, os conhecimentos dos professores não devem se resumir a esse único saber, pois, não são todas as situações do cotidiano que podem ser solucionadas pela experiência. Além disso, as conclusões obtidas a partir da “experiência” podem (e de fato tende a) estar marcadas pela influência das concepções de senso comum, da ideologia e até de preconceitos sociais.

- Basta ter cultura: Assim como o conhecimento do conteúdo, o saber cultural também é essencial à prática docente; entretanto, tomá-lo como único é conservarmos a concepção de ausência de saberes.

Gauthier (1998, p.25) também aponta que o esvaziamento do contexto da profissão gera o segundo obstáculo, os saberes sem ofício:

Como acabamos de ver, certas ideias preconcebidas prejudicam o processo de profissionalização do ensino, impedindo o desabrochar de um saber desse ofício sobre si mesmo. Ora, a tendência inversa também existe, ou seja, a de formalizar o ensino, mas reduzindo de tal modo a sua complexidade que ele não mais encontra correspondente na realidade.

Em relação à problemática dos saberes sem ofício, Gauthier realiza uma crítica às pesquisas que se preocupavam em formalizar um ideal de uma pedagogia científica. Uma pedagogia embasada em situações modelos que muitas vezes não são condizentes com as condições reais da sala de aula vivenciadas pelos professores (GAUTHIER et al., 1998). Nesse contexto, Gauthier e colaboradores (1998, p.27) afirmam que essa racionalidade técnica que foi amplamente criticada por Schön gerou um processo de desprofissionalização da ação docente:

Esse fracasso do projeto da ciência da educação também contribuiu para desprofissionalizar a atividade docente, ao reforçar nos professores a ideia de que a pesquisa universitária não lhes podia fornecer nada de realmente útil [...].

Portanto, para a superação desses dois obstáculos, Gauthier e colaboradores (1998) apoiam a profissionalização do ensino baseando-se na mobilização de uma diversidade de saberes. Porém, uma condição necessária é que tais saberes devem ser específicos para as situações concretas da prática docente, ou seja, apoiar um ofício feito de saberes.

Na tipologia adotada por esse autor temos os seguintes saberes: disciplinares, curriculares, das ciências da educação, da tradição pedagógica, experienciais, da ação pedagógica.

O saber disciplinar é referente aos conhecimentos sobre a matéria a ser ensinada. Esse autor também argumenta que os saberes disciplinares são produzidos pelos cientistas e pesquisadores das diversas disciplinas e não pelo professor.

Já o saber curricular é referente à transformação da disciplina nos programas de ensino, ou seja, é o conjunto de conhecimentos que serão transmitidos nos programas escolares.

Os saberes das ciências da educação são os conhecimentos adquiridos no processo de formação ou no decorrer do trabalho do professor referente à organização escolar, ao desenvolvimento da criança, etc.

No caso dos saberes da tradição pedagógica, estes se referem às concepções e representações sobre o modo de dar aula que são formadas

antes mesmo do individuo fazer em algum curso de formação de professores e que, muitas vezes, servem de padrão na ação do professor.

O saber experiencial para Gauthier (1998) é representado pela experiência e o hábito ao longo do tempo, porém esse autor adverte que tal saber muitas vezes pode se constituir de pressupostos equivocados.

Por fim os saber da ação pedagógica é o saber da experiência validado pelas pesquisas e que, portanto constituem um dos saberes mais importantes para o processo de profissionalização segundo esse autor.

Gauthier et al. (1998) organiza os saberes na seguinte tabela:

Saberes	Saberes	Saberes	Saberes	Saberes	Saberes
Disciplinares (A matéria)	Curriculares (O programa)	Das ciências da educação	Da tradição pedagógica (O uso)	Experienciais (A jurisprudência particular)	Da ação pedagógica (O repertório de conhecimentos do ensino ou a jurisprudência pública validada)

O reservatório de saberes

Fonte: (GAUTHIER et al., 1998).

Portanto, a análise desses dois enfoques nos revela a necessidade de estudos sobre esses diversos tipos de saberes próprios dos professores, sem desconsiderar as condições reais do contexto escolar.

### 5.3.2 Saberes docentes e a formação de professores.

O movimento de profissionalização do ensino repercutiu na formação docente com propostas de reformas a partir da década de 1990. Entre as principais mudanças Borges & Tardif (2001) destacam a Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (Lei nº 9394 de dezembro de 1996) que proporcionou a criação do Fundo Nacional de Desenvolvimento do Ensino

Fundamental, os Programas de Avaliação dos Sistemas de Ensino, os Parâmetros Curriculares Nacionais e a Proposta de Formação dos Profissionais da Educação Básica. Entretanto, nem todas essas reformas promoveram melhorias significativas ou tiveram efetiva implementação dos seus avanços teóricos.

Essas modificações, citadas anteriormente, refletiram em uma demanda por saberes e competências nos professores em seus diversos níveis de formação, seja ela inicial ou continuada. A partir desse momento passa-se a tentar compreender a profissão e o processo de profissionalização do ensino a partir da própria prática docente. Entretanto, é importante salientarmos que essas reformas e o interesse pelos saberes docente decorreram da crítica ao modelo da racionalidade técnica, como ponderam Almeida e Biajone (2007, p.290):

Para analisarmos as implicações das pesquisas a respeito dos saberes docentes para formação inicial de professores no contexto das reformas, é necessário esclarecer que o movimento de reformulação dos cursos de formação tem sua origem nas críticas aos pressupostos do modelo da racionalidade técnica, que definem um determinado perfil de educador, bem como suas competências para ensinar.

Assim sendo, no âmbito da formação inicial fundamentada na racionalidade técnica vigorava o modelo que ensinava primeiramente as teorias e técnicas de ensino e posteriormente era realizada a aplicação em uma prática real ou simulada. Esse modelo recebeu diversas críticas e sua superação necessitou a valorização do conhecimento dos professores (ALMEIDA; BIAJONE, 2007).

Segundo Tardif (2002, p.23) para o novo modelo de formação de professores existe a necessidade de considerarmos os saberes, ou seja, a realidade específica do trabalho docente:

[...] o conhecimento do trabalho dos professores e o fato de levar em consideração os seus saberes cotidianos permite renovar nossa concepção não só a respeito da formação deles, mas também de suas identidades, contribuições e papéis profissionais.

Portanto, a consideração dos saberes docentes configura-se como um processo de superação do modelo de racionalidade técnica ao inserir na formação de professores a aproximação efetiva entre o conhecimento da realidade cotidiana nas salas de aula e os saberes divulgados pela academia.

Mendes e Munford (2005) relataram em sua pesquisa uma experiência de integração dos saberes docentes na disciplina “Prática de Ensino em Ciências Biológicas” no curso de Licenciatura em Ciências Biológicas da Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Para a aproximação entre os saberes e a disciplina as autoras julgaram necessária a discussão de três fundamentos para a formação dos futuros professores:

- A ação docente mediada pelo local onde a prática ocorre e pelo conhecimento produzido nele.

- A constituição da prática docente pela incorporação e produção de saberes específicos e necessários ao ofício de professor.

- As pesquisas em educação e em ensino de Ciências que estão contribuindo para os cursos de formação inicial.

A inserção desses fundamentos que valorizam o contato com os saberes docentes e a realidade escolar está demonstrando resultados significativos como afirmam Mendes e Munford (2005, p.12):

[...] acreditamos que esse movimento dos licenciandos no sentido de reconsiderar suas perspectivas — de biólogos que não valorizam o trabalho do professor, para futuros professores que entendem a singularidade e as especificidades da sua profissão — também se deve a um contato com a literatura sobre conhecimento escolar e saberes docentes, assim como com a pesquisa em ensino de ciências. Este contato, proporcionado pelas aulas teóricas de prática de ensino, assim como pela proposição de temas de pesquisa sobre educação em ciências pelos próprios licenciandos, despertou-os também para as possibilidades de investigação dos problemas e especificidades do contexto da sala de aula de ciências.

Townsend e Tomazzeti (2007), em um estudo de caso, ao analisarem a mobilização dos saberes docentes de quatro professoras dos anos iniciais observaram que os conhecimentos utilizados por elas decorriam principalmente de sua formação inicial e continuada. Tais autores constataram que as

situações do cotidiano da sala de aula como as propostas de atividades, a conduta disciplinar da turma, o trabalho com os conteúdos, etc. também influenciaram na utilização dos saberes docentes.

No decorrer da pesquisa os autores verificaram que as professoras conseguiram produzir, transformar e mobilizar saberes na sua prática docente. Os saberes disciplinares, curriculares, das ciências da educação eram utilizados em diversos momentos de forma não isolada e conferindo mais relevância a determinado saber segundo as circunstâncias vivenciadas pelas professoras.

Entretanto Gatti e Barreto (2009) apontam que ainda é incipiente a inserção das necessidades das situações cotidianas dos professores no campo da formação continuada. Essas autoras constataram que:

- Parte significativa dos formadores de professores não tem conhecimento das situações vivenciadas pelos professores no contexto escolar.

- Não é assegurado acompanhamento e auxílio sistemático da prática docente nos programas de formação.

- Os professores enfrentam dificuldades em dar continuidade às práticas inovadoras após a finalização dos cursos de formação continuada.

- A descontinuidade das políticas e orientações atrapalham a estabilização dos progressos obtidos.

Assim os saberes docentes passam a constituir um importante ponto de partida para as pesquisas envolvendo essa etapa do desenvolvimento profissional do professor. Segundo Guimarães (2005, p.33):

A formação inicial é um processo fundamental na construção da identidade profissional do professor. Contudo, é na formação continuada que essa identidade vai se consolidando. Noutras palavras, a formação continuada constitui-se num processo através do qual o professor vai construindo saberes e formas que lhe possibilitam produzir a própria existência nessa e a partir dessa profissão.

Gatti e Nardi (2010, p. 11) argumentam que: “A formação de professores comprometidos com a construção do conhecimento científico representa um grande desafio, uma vez que, a formação continuada exige um

empenho constante na reflexão e aperfeiçoamento da prática pedagógica”. Nesse desafio de superação dos antigos modelos de formação, esses mesmos autores afirmam que é necessária uma articulação entre a experiência do trabalho docente com as pesquisas em formação.

Já para Caldeira (1995) as propostas de formação são frequentemente cursos, conferências, seminários, etc. nos quais os docentes atuam apenas como “ouvintes”, sendo necessário repensarmos esse modelo, pois os saberes dos professores em exercício têm muito a contribuir para a formação continuada.

Portanto, os conhecimentos adquiridos e produzidos pelos professores, no decorrer de sua prática pedagógica, evidencia a grande importância dos saberes como ponto de partida para desenvolvermos uma formação continuada significativa.

Essa relação entre os saberes produzidos pelos docentes e os modelos dos cursos de formação de professores também suscita a discussão sobre a importância da parceria entre a universidade e as escolas. Uma vez que Tardif (2002), Gauthier et al. (1998) e outros autores defendem a íntima relação dos saberes docentes com a prática cotidiana dos professores na sala de aula entendemos que é importante investigarmos sob esse contexto.

Machado e Correia (2011) apontam que é necessário desenvolvermos uma pesquisa que considere os interesses do ensino e da prática profissional para efetiva aproximação entre os objetivos da universidade e da escola.

Diversas pesquisas vêm apontando a necessidade dessa aproximação devido aos inúmeros resultados positivos decorrentes dessa parceria. De acordo com Almeida e Biajone (2007, p.293):

Ainda que pesem as dificuldades de relação entre as universidades e as escolas, o balanço crítico demonstra que as parcerias entre ambas as instâncias se multiplicaram e se estabilizaram, com muitos casos de sucesso. O mesmo se estende à pesquisa sobre o ensino: os progressos são inegáveis.

Na pesquisa de Queiroz e colaboradores (2009) com o ensino de Física em um projeto de parceria Escola-Universidade tais autores observaram que a maioria dos professores não se vê como produtores de saberes. Os

mesmos autores também apontam que a aproximação entre a universidade e a escola possibilitou a identificação dos saberes experienciais e a sua utilização nas situações cotidianas dos professores.

Scheid, Soares e Flores (2009) em um projeto com professores de Ciências e Biologia e acadêmicos do Curso de Ciências Biológicas verificaram que o intercâmbio e os subsídios teórico-metodológicos ocasionaram uma melhoria tanto na formação inicial quanto na prática docente dos professores em exercício: “Entende-se essa parceria entre universidade e escola básica como crucial para o aprimoramento da educação científica escolar (SCHEID; SOARES; FLORES, 2009, pg.417)”.

Portanto, assim como Tardif (2002) e Queiroz et al (2009) concordamos que os professores são também sujeitos produtores de saberes. Esses conhecimentos específicos dos professores são os saberes experienciais os quais incorporam diversos outros saberes com o intuito de suprirem as demandas da prática docente cotidiana. O entendimento dos modos de produção e inclusão de tais saberes é de fundamental importância para os cursos de formação tanto inicial quando continuada de professores.

### **5.3.3 Saberes docentes e a História da Ciência**

Existe uma vasta literatura sobre os saberes docentes e, paralelamente, sobre a História da Ciência. Entretanto, são poucos os trabalhos que analisam essas duas abordagens simultaneamente. A seguir, procuramos discorrer os pontos consonantes entre elas.

Na literatura nacional e internacional há um número considerável de trabalhos sobre os saberes docentes como os desenvolvidos por Tardif (2002), Gauthier (1998), Borges (2001), Nunes (2001), Pimenta (1999), etc. As pesquisas com História da Ciência também vêm se destacando com os escritos de Castro (1992), Bastos (1998), Mathews (1998), etc. Entretanto, como apontam Batista e Araman (2010), ainda há uma carência em estudos que abordem a relação da História e Filosofia da Ciência com os saberes docentes.



Diante dessa insipiência, surge o interesse da presente pesquisa em investigar tal relação. Como a História da Ciência encontra-se incorporada aos saberes docentes? Em qual (is) saber (es) a História da Ciência está presente?

Para Martins (2007), ao abordarmos a História da Ciência no Ensino, devemos observar suas múltiplas dimensões. Segundo esse autor, a História da Ciência pode ser representada como um campo de estudos e pesquisas consolidada, que apresenta suas bases teóricas e especificidades. Uma segunda perspectiva é considerar essa área do conhecimento influente e atuante na Didática das Ciências.

Portanto, podemos conceber a História da Ciência tanto como um conteúdo disciplinar a ser trabalhado com os alunos quanto como estratégia didática para compreensão mais significativa de conceitos, teorias, etc. (MARTINS, 2007).

Ao consideremos a História da Ciência como um corpo de conhecimento a ser trabalhado no conteúdo disciplinar podemos considerá-lo como um saber disciplinar. O saber disciplinar corresponde em Shulman (1986) aos conhecimentos sobre os conteúdos a serem ensinados que são tão importantes quanto os outros elementos do processo de ensino. Entretanto para esse autor o conhecimento do conteúdo é um pré-requisito para o ensino.

Langhi e Nardi (2010) ao realizarem uma pesquisa abordando a Educação em Astronomia observaram que uma das dificuldades dos professores em desenvolverem os saberes disciplinares nessa área é devida principalmente a lacunas durante sua formação inicial. Esses autores também apontam para a necessidade da utilização dos resultados das pesquisas referentes à Educação em Astronomia na formação dos professores no intuito de evitar lacunas nos saberes disciplinares.

Já no entendimento de Tardif (2002, p.40) os saberes disciplinares são determinados pelas instituições de ensino, ou seja, esses conhecimentos ocupam uma posição de exterioridade em relação à prática docente, sendo apenas “adotados” pelos professores:

Os saberes disciplinares e os saberes curriculares que os professores possuem e transmitem não são o saber dos professores nem o saber docente. De fato, o corpo docente

não é responsável pela definição nem pela seleção dos saberes que a escola e a universidade transmitem.

Nesse sentido, na impossibilidade de controlar os saberes disciplinares os professores produzem conhecimento a partir de sua prática, os saberes experienciais (TARDIF, 2002). Assim, na perspectiva de Tardif, os saberes experienciais são mais relevantes que os saberes disciplinares.

Os saberes disciplinares assumem relevância diferenciada para Tardif e Shulman; entretanto, ambos os autores concordam que, para compreendermos efetivamente a prática docente, devemos analisar em conjunto os conteúdos das disciplinas e os conhecimentos relativos às ciências da educação.

Ao analisarmos a História da Ciência como uma estratégia didática utilizada pelo professor na tentativa de facilitar a compreensão de conceitos, teorias, etc. pelo aluno, é possível compreender a utilização dessa ferramenta do ponto de vista do saber experiencial. Entretanto, é válido salientarmos que a utilização desse tipo de abordagem somente resulta em saber experiencial a partir da sua real utilização em sala de aula.

Esta transição da História da Ciência de saber disciplinar (formulado e definido pela academia) para saber experiencial (efetiva utilização na prática docente nas salas de aula) configura-se, segundo Gauthier et al. (1998), em um obstáculo que o processo de profissionalização do ensino deve superar, ou seja, os saberes sem ofício. Em outras palavras, devemos analisar a História da Ciência como estratégia didática nas situações concretas da prática docente.

#### **5.3.4 Saberes docentes e os livros didáticos**

Ao discutirmos os saberes docentes e sua relação com a realidade da sala de aula inevitavelmente nos depararemos com o livro didático e a sua influência na prática docente. Tardif e Raymond (2000, p.214) afirmam que:

[...] os professores utilizam constantemente seus conhecimentos pessoais e um saber-fazer personalizado, trabalham com os programas e livros didáticos, baseiam-se em saberes escolares relativos às matérias ensinadas, fiam-se em

sua própria experiência e retêm certos elementos de sua formação profissional.

Essa relação do professor com os programas e livros didáticos, segundo Tardif (2002), produz saberes que se originam a partir da utilização dessas “ferramentas” nas situações do trabalho docente.

Santos e Reinaldo (2009, p.49) apontam que o livro didático:

[...] ocupa um lugar de destaque na definição das políticas públicas em educação, exercendo, na escola, uma função relevante, seja como delimitador da proposta pedagógica a ser trabalhada em sala, como material de apoio ao encaminhamento das atividades de ensino e aprendizado, seja como suporte único disponível para professores e alunos [...].

Nessa perspectiva, o livro didático tem a capacidade de se tornar um instrumento para o professor trabalhar não somente os conteúdos presentes neles, mas, também, embasar uma proposta pedagógica que possa proporcionar uma ação docente mais efetiva (SELLES; FERREIRA, 2004).

Segundo a pesquisa de Townsend e Tomazzeti (2007), com professoras dos anos iniciais, é evidente a utilização do livro didático para a efetivação das práticas pedagógicas. Townsend e Tomazzeti (2007, p.219) observaram também que:

Esse fato não significou que as professoras empobrecessem suas aulas ou tornassem os desafios rotinizados; ao contrário, possivelmente pelos anos de atuação na profissão, as professoras demonstraram que haviam internalizado elenco e padrões de atividades para caracterizarem o seu ensino, que se mostrava diversificado e flexível.

Dessa forma, livros e materiais didáticos configuram-se como importantes fontes de aquisição de saberes; sejam eles disciplinares, experienciais ou curriculares.

## 6 METODOLOGIA

Nesse capítulo, apresentaremos a metodologia empregada ao longo do trabalho para alcançarmos os objetivos da pesquisa. Procuramos, também, explicitar os métodos utilizados na pesquisa e as convenções adotadas no decorrer do texto.

### ***6.1 Convenções adotadas***

No decorrer do presente texto adotamos como convenção parágrafos com letra de tamanho menor, com a margem esquerda recuada e em itálico para representar as transcrições das falas de entrevistas. Essa distinção fez-se necessária para diferenciar das transcrições literais de trabalhos de outros autores. Também utilizamos, nas transcrições das falas das entrevistas, frases ou informações complementares entre colchetes. Esses acréscimos foram feitos, pelo autor do presente texto, no intuito de esclarecer e contextualizar alguma informação para o leitor.

### ***6.2 As etapas da pesquisa***

Para a presente pesquisa, utilizando a abordagem qualitativa, adotou-se como referência o trabalho de Bogdan & Biklen (1991). Também, para seu desenvolvimento, optou-se pelo trabalho colaborativo entre Universidade (Pesquisadores) e Escola (Professores), pois, concordamos com Marin et al (2000, p. 17), que defendem a necessidade em:

[...] trabalhar com o professor no interior da escolar, visando condições para a melhoria do conhecimento e intervenção em sua prática diária, por meio do enfrentamento dos problemas específicos de cada realidade escolar.

A escolha da pesquisa colaborativa também se justifica, pois, segundo Borges (2004, p. 76):

Esta nova maneira de pesquisar pode provocar uma mudança nas concepções e práticas de pesquisa, que hoje estão em

vigor, porque a produção de saberes sobre o ensino não seria mais um privilégio exclusivo dos “pesquisadores”. Os professores deixariam de ser considerados como objetos de pesquisa e passariam a ser considerados como sujeitos do conhecimento. Deixando de ser apenas estatísticas ou objetos de pesquisa, passariam a ser vistos como colaboradores, copesquisadores, conquistando espaços nos processos da pesquisa.

Assim, no desenvolvimento da parceria da presente pesquisa colaborativa, entre pesquisadores e professores, foram realizadas as seguintes etapas:

- Parceria pelo Grupo de Diálogos e Estudos.
- Levantamento das necessidades dos professores.
- Aproximação da História da Biologia com a prática docente.
- Análise dos documentos oficiais e dos materiais didáticos.

### **6.2.1 Parceria pelo Grupo de Diálogos e Estudos.**

A pesquisa ocorreu em uma Escola Estadual, num município do interior do Estado de São Paulo, durante todo o ano letivo de 2011.

Quatro pesquisadores (P1-autor do presente trabalho, P2, P3 e P4), vinculados à universidade, iniciaram o contato, primeiramente, com a direção e coordenação da Escola. Este primeiro contato ocorreu no intuito de formarmos um Grupo de Diálogos e Estudos, entre pesquisadores e professores, em um projeto de trabalho colaborativo.

Com o consentimento da direção e da coordenação da escola, para a realização do projeto, convidamos todos os professores da área de ciências naturais para participarem da pesquisa.

Após o convite, três professores aceitaram participar do grupo, sendo uma professora de Biologia (PB), uma professora de Química (PQ) e um professor de Física (PF).

### **6.2.2 Levantamento das necessidades dos professores.**

Constituído o Grupo de Diálogos e Estudos, com quatro pesquisadores (P1, P2, P3 e P4) e três professores (PB, PQ e PF), foi realizado o levantamento das necessidades dos professores e a identificação de afinidades e interesses com o tema do presente trabalho (história das pesquisas sobre o DNA).

Entre os professores, a professora de Biologia (PB) relatou que uma das dificuldades, em sua prática docente, era a utilização da abordagem histórica no Ensino de Biologia, pois, ela não havia tido contato com qualquer disciplina referente à História da Ciência em sua formação inicial. Assim, também partiu dela o interesse em trabalhar em parceria com o autor da presente pesquisa (P1).

Cabe destacar ainda que por interesse compartilhado de pesquisadores e professores, o trabalho colaborativo que então se desenvolveu caracterizou-se por outros dois focos importantes, além da referência à história das pesquisas com o DNA:

- (a) o estudo permanente de possibilidades para a incrementação do ensino prático;
- (b) a abordagem calcada na discussão de determinados conteúdos e situações de aprendizagem propostas pelo currículo oficial do Estado de São Paulo através dos cadernos do aluno.

### **6.2.3 Aproximação da História da Biologia com a prática docente.**

Para que a pesquisa contemplasse as necessidades da Professora PB foram realizadas:

-discussões sobre a utilização da História da Ciência no Grupo de Diálogos e Estudos, registradas em notas de campo.

-levantamento das concepções e dos saberes docentes da Professora PB em entrevistas semi estruturadas, gravadas e transcritas.

-planejamento e acompanhamento das aulas que envolveram a abordagem histórica, registradas em notas de campo.

Tais ações da pesquisa, bem como outras que integraram o projeto mais amplo, estão resumidas e organizadas no quadro a seguir:

**Quadro 2:** cronograma das atividades realizadas durante a pesquisa.

<b>Data</b>	<b>Participantes</b>	<b>Atividade</b>
22/11/2010	P2.	Primeiro contato com a escola.
23/11/2010	P1, P2, P3, P4, PB e PQ.	Visita à escola e estabelecimento da parceria pela formação do Grupo de Diálogos e Estudos.
09/02/2011	P1, P2, P3, P4, PB e PQ.	Reunião de planejamento e levantamento das necessidades das professoras de Biologia e Química.
14/02/2011	P2 e PF.	Reunião de planejamento e levantamento das necessidades do professor de Física.
23/02/2011	P1 e PB	Acordo entre P1 e PB para a realização do trabalho colaborativo com a História da Biologia.
16/02/2011	P1, P2, P3, P4, PB, PQ e PF.	Reativação do laboratório da escola tanto para as reuniões do grupo quanto para as aulas.
18/03/2011	P2.	Visita para o fortalecimento do vínculo com a escola.
23/03/2011	P2, PB, PQ e PF.	Relato dos professores sobre a utilização do laboratório para as aulas.
30/03/2011	P1, P2, PB e PQ.	Atividade prática sobre microscopia. Obs: Afastamento, por doença, do professor PF.
01/04/2011	P1 e PB.	Observação e participação na aula prática sobre microscopia da professora PB.
13/04/2011	P1, P2, P3, P4, PB e PQ.	Reunião de planejamento e levantamento das necessidades das professoras PB e PQ.
27/04/2011	P1, P2, P3, PB e PQ.	Atividade prática sobre oxidação.
11/05/2011	P1, P2, P3, P4, PB e PQ.	Atividade prática sobre relação entre superfície e volume.
20/05/2011	P1 e PB.	Entrevista gravada e transcrita com a professora PB sobre os critérios de escolha do livro didático.
25/05/2011	P1, P2, P3, PB e PQ.	Atividade prática sobre a extração do DNA de morango.
27/05/2011	P1 e PB.	Entrevista gravada e transcrita sobre a visão da professora PB em relação a História da Biologia nos livros e materiais didáticos.
08/06/2011	P1, P2, P3, P4, PB e PQ.	Atividade prática sobre fermentação de leveduras.
17/06/2011	P1 e PB.	Entrevista gravada e transcrita sobre as concepções da professora PB em relação a História da Ciência.
29/06/2011	P1, P2, P3, P4, PB e PQ.	Festa de confraternização e encerramento do primeiro semestre da escola.

27/07/2011	P2, PB e PQ.	Contato para o reinício das atividades do Grupo de Diálogos e Estudos.
10/08/2011	P1, P2, P3, P4, PB e PQ.	Reunião geral da escola.
24/08/2011	P1, P2, PB, PQ e PF.	Reunião de planejamento e levantamento das necessidades dos professores.
02/09/2011	P1 e PB.	Reunião de planejamento das aulas com a abordagem histórica.
06/09/2011	P1 e PB.	Levantamento dos saberes da professora PB em relação ao material didático e acompanhamento da aula sobre Lamarck.
06/09/2011	P2, P4 e PQ.	Reunião de planejamento e levantamento das necessidades da professora PQ.
09/09/2011	P1 e PB.	Análise de vídeos sobre a história das pesquisas com o DNA.
14/09/2011	P1, P2, P3, P4, PB, PQ e PF.	Reunião geral da escola.
05/10/2011	P1, P2, P3, PB e PQ.	Atividade prática sobre forças intermoleculares.
06/10/2011	P1 e PB.	Entrevista gravada e transcrita sobre as concepções da professora PB em relação a História da Biologia e seus saberes docentes.
11/10/2011	P1 e PB.	Aula em que foram aplicados os conteúdos sobre a história das pesquisas com o DNA.
11/10/2011	P2, P4 e PQ.	Reunião com a professora PQ para a realização da atividade prática sobre as forças intermoleculares.
18/10/2011	P1 e PB.	Aula sobre o modelo da molécula de DNA.
26/10/2011	P1, P2, P3, P4, PB e PQ.	Discussão sobre as aulas com a abordagem histórica da professora PB.
09/11/2011	P1, P2, P3, P4, PB, PQ e PF.	Reunião geral da escola.
23/11/2011	P1, P2, P3, P4, PB, PQ e PF.	Festa de confraternização e encerramento do ano letivo da escola.

#### 6.2.4 Análise dos documentos oficiais e dos materiais didáticos.

Também foi necessário analisarmos alguns dos aspectos do contexto no qual a Professora PB estava inserida, ou seja, qual o tipo de abordagem histórica, presente nos documentos oficiais, nos currículos e nos materiais didáticos, é apresentado aos professores?

Para respondermos esse questionamento, analisamos os documentos oficiais (Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio e Proposta Curricular do Estado de São Paulo) no intuito de identificar a presença e a relevância conferida à abordagem histórica referente às pesquisas com o DNA. Em relação ao material didático, analisamos o “Caderno do Aluno” distribuído,



desde 2008, pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo. Esse material didático é organizado por disciplina e em quatro volumes (bimestral). Como o conteúdo referente à história das pesquisas com o DNA é proposto para ser trabalhado no 3º bimestre do 2º ano do Ensino Médio, na disciplina de Biologia, realizamos uma análise mais aprofundada neste volume.

## **7 RESULTADOS E DISCUSSÕES**

### ***7.1 A História da Ciência.***

Como anunciado anteriormente, para o desenvolvimento da presente pesquisa, foi necessário analisarmos qual História da Ciência é apresentada à professora PB e em quais situações de sua prática docente são necessários os conhecimentos sobre a abordagem histórica.

Assim sendo, nos itens a seguir, discutiremos sobre: a relevância conferida à História da Ciência nos documentos oficiais (Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio e Proposta Curricular do Estado de São Paulo); os textos sobre as pesquisas com o DNA presentes no material didático adotado, isto é, o “Caderno do Aluno”, distribuído pela Secretaria da Educação do Estado de São Paulo; e as concepções da Professora PB sobre a Ciência e a História da Ciência.

#### **7.1.1 A História da Ciência nos documentos oficiais**

Nesta parte do trabalho, discutiremos sobre a História da Ciência apresentada nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio e na

Proposta Curricular do Estado de São Paulo, tendo assim, um quadro geral sobre a abordagem histórica na perspectiva desses documentos oficiais.

Os Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (2000) defendem uma aprendizagem da Biologia que possibilite a compreensão da natureza e dos limites dos diferentes sistemas explicativos, pois, deve se partir do pressuposto de que esses são apenas modelos resultantes do produto da mente humana e não a natureza propriamente dita.

Nos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM) existem três menções principais a respeito da utilização da História da Ciência, sendo que em alguns momentos há citação específica em História da Biologia (BRASIL, 2000 a, p.14):

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.

Assim, os PCNEM, ao proporem elementos da História da Ciência, procuram evidenciar na História da Biologia uma aprendizagem que promova a compreensão ampla das relações entre a produção científica e o contexto social, econômico e político que envolveram o desenvolvimento da Ciência (BRASIL, 2000 a, p. 19):

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.

Além da contextualização com as questões sociais, os PCNEM também priorizam a utilização da História da Biologia para o entendimento do desenvolvimento da Ciência e do conhecimento (BRASIL, 2000 a, p.54):

(...) a história das Ciências é um importante recurso. A importância da história das Ciências e da Matemática, contudo, tem uma relevância para o aprendizado que transcende a

relação social, pois ilustra também o desenvolvimento e a evolução dos conceitos a serem aprendidos.

Em enfoque mais aprofundado, as Orientações Educacionais Complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio (PCNEM-plus) apresentam a História da Ciência permeando todo o documento. No caso dos conhecimentos, competências, disciplinas e seus temas estruturadores o PCNEM-plus (2004, p.15) aponta para a necessidade do entendimento dos conceitos simultaneamente com a prática:

A própria competência de dar contexto social e histórico a um conhecimento científico é um exemplo que não está restrito nem às ciências, nem à história, nem a uma soma delas. O que é necessário compreender é que, precisamente por transcender cada disciplina, o exercício dessas competências e dessas habilidades está presente em todas elas, ainda que com diferentes ênfases e abrangências.

Em relação à articulação entre as áreas o PCNEM-plus (2004, p.18) pondera a potencialidade da interação da disciplina História com as discussões sobre a História da Ciência, pois:

[...] daria aos estudantes uma oportunidade de questionar e compreender melhor processos sociais, econômicos e culturais passados e contemporâneos e, além disso, auxiliaria a construir uma visão das Ciências da Natureza associada a outras dimensões da vida humana.

Já com referência às competências gerais no aprendizado o PCNEM-plus aponta para a utilização da contextualização sociocultural das ciências e da tecnologia em todas as disciplinas. Assim, o documento resume essa contextualização no seguinte quadro (BRASIL, 2004, p.32):

<b>Contextualização sócio-cultural</b>	
<b>Ciência e tecnologia na história</b>	Compreender o conhecimento científico e o tecnológico como resultados de uma construção humana, inseridos em um processo histórico e social.
<b>Ciência e tecnologia na cultura contemporânea</b>	Compreender a ciência e a tecnologia como partes integrantes da cultura humana contemporânea.
<b>Ciência e tecnologia na atualidade</b>	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.
<b>Ciência e tecnologia, ética e cidadania</b>	Reconhecer e avaliar o caráter ético do conhecimento científico e tecnológico e utilizar esses conhecimentos no exercício da cidadania.

O PCNEM-plus (2004, p.41), para exemplificar a possibilidade de utilização da contextualização sociocultural, propõe uma possível organização da disciplina de Biologia através de seis temas estruturadores subdivididos em quatro unidades temáticas que estão listados na quadro abaixo:

**Quadro 3:** temas e unidades temáticas propostas pelo PCNEM-plus.

<b>Temas</b>	<b>Unidades temáticas.</b>
<b>1</b> Interação entre os seres vivos.	1. A independência da vida.
	2. Os movimentos dos materiais e da energia na natureza.
	3. Desorganizando os fluxos de matéria e da energia.
	4. Problemas ambientais brasileiros e desenvolvimento sustentável: uma relação possível?
<b>2</b> Qualidade de vida das populações humanas.	1. O que é saúde?
	2. A distribuição desigual da saúde pelas populações.
	3. As agressões à saúde das populações.
	4. Saúde ambiental.
<b>3</b> Identidade dos seres vivos	1. A organização celular da vida.
	2. As funções vitais básicas.
	3. DNA: a receita da vida e seu código.
	4. Tecnologias de manipulação do DNA.
	1. A origem da diversidade.

4 Diversidade da vida.	2. Os seres vivos diversificam os processos vitais.
	3. Organizando a diversidade dos seres vivos.
	4. A diversidade ameaçada.
5 Transmissão da vida, ética e manipulação gênica.	1. Os fundamentos da hereditariedade.
	2. Genética humana e saúde.
	3. Aplicações da engenharia genética.
	4. Os benefícios e os perigos da manipulação genética: um debate ético.
6 Origem e evolução da vida.	1. Hipóteses sobre a origem da vida e a vida primitiva.
	2. Idéias evolucionistas e evolução biológica.
	3. A origem do ser humano e a evolução cultural.
	4. A evolução sob a intervenção humana.

Com esse argumento de contextualização sociocultural observamos que o Tema 3 (Identidade dos seres vivos), apresenta em sua Unidade Temática 3 (DNA: a receita da vida e o seu código), a proposta para se trabalhar a história envolvendo o período das pesquisas com a estrutura do DNA (BRASIL, 2004 p.47), conforme destacamos a seguir:

**Unidades temáticas 3. DNA: a receita da vida e o seu código**

- Localizar o material hereditário em células de diferentes tipos de organismo observadas ao microscópio, em fotos e representações esquemáticas.
- Identificar a natureza do material hereditário em todos os seres vivos, analisando sua estrutura química para avaliar a universalidade dessa molécula no mundo vivo.
- Construir um modelo para representar o processo de duplicação do DNA.
- Estabelecer relação entre DNA, código genético, fabricação de proteínas e determinação das características dos organismos.
- Analisar esquemas que relacionem os diferentes tipos de ácidos nucléicos, as organelas celulares e o mecanismo de síntese de proteínas específicas.
- Relatar, a partir de uma leitura de referência, a história da descoberta do modelo da dupla-hélice do DNA, descrita na década de 1950 pelo biólogo J. Watson e pelo físico F. Crick.

Assim, os documentos federais destacam, em diversos momentos, a importância da História da Ciência no Ensino de Biologia; entretanto, também é necessário salientarmos que somente a proposta de utilização da abordagem histórica não é condição suficiente para a melhoria do ensino, pois, os PCNs

não consideram as inúmeras falhas e problemas na abordagem histórica que ainda persistem em alguns livros e materiais didáticos como veremos no próximo item desse capítulo.

Os PCNEM também falham por apenas proporem que seja trabalhada, através de uma leitura de referência, a história das pesquisas com o DNA. Isto é os PCNEM não fornecem nenhuma contribuição, com referências da literatura especializada, que possam auxiliar os professores.

No caso da Proposta Curricular do Estado de São Paulo – geral (PCESP) os termos “História da Ciência” e “História da Biologia” não são mencionados em nenhum momento nesse documento; entretanto, é possível observarmos algumas conjecturas da abordagem histórica em trechos referentes à contextualização sincrônica, diacrônica e interativa do conteúdo (SÃO PAULO, 2008, p.33):

Quais foram as condições e as razões da sua produção? De que maneira ele foi recebido em sua época? Como se deu o acesso a ele? Quais as condições sociais, econômicas e culturais da sua produção e recepção? Como um mesmo objeto foi apropriado por grupos sociais diferentes?

Assim, para assegurar a compreensão dos conceitos, a PCESP (2008) propõem sete temas de estudos a serem trabalhados ao longo das três séries do ensino médio:

Bimestre	1ª Série	2ª Série	3ª Série
1º	Tema 1: A interdependência da vida	Tema 3: Identidade dos seres vivos	Tema 6: Diversidade da vida
2º		Tema 4: Transmissão da vida e mecanismos de variabilidade genética	
3º	Tema 2: Qualidade de vida das populações humanas	Tema 5: Tecnologias de manipulação do DNA: a receita da vida e o seu código	Tema 7: Origem e evolução da vida
4º			

**Quadro 4.** Distribuição dos temas por bimestres e séries.  
Fonte: (SÃO PAULO, 2008, p.47).

Posteriormente, no detalhamento dos sete temas, observamos que a PCESP faz referência ao termo “história” em dois momentos. Primeiramente ao abordar o Tema 2 (Qualidade de vida das populações humanas) na 1ª série e em um segundo momento ao trabalhar o Tema 5 (Tecnologias de manipulação do DNA: a receita da vida e seu código genético) na 2ª série.

Os quadros seguintes apresentam os conteúdos gerais e específicos dos dois temas mencionados anteriormente e, em destaque, os trechos em que é citado o termo história:

**1ª SÉRIE**

**TEMA 2: Qualidade de vida das populações humanas**

Subtemas	Conteúdos gerais	Conteúdos específicos
3º Bimestre  A saúde individual, coletiva e ambiental	O que é saúde?	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Concepções de saúde ao longo da História</li> <li>• A saúde como bem-estar físico, mental e social, suas determinantes e condicionantes (alimentação, moradia, saneamento, meio ambiente, renda, trabalho, educação, transporte, lazer etc.)</li> </ul>
	A distribuição desigual da saúde pelas populações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Condições socioeconômicas e qualidade de vida das populações humanas de diferentes regiões (brasileiras ou do planeta)</li> <li>• Principais indicadores de desenvolvimento humano e de saúde pública: mortalidade infantil, expectativa de vida, mortalidade, doenças infecto-contagiosas, condições de saneamento, moradia, acesso aos serviços de saúde e educacionais</li> </ul>
4º Bimestre  A saúde individual, coletiva e ambiental	As agressões à saúde das populações	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Principais doenças que afetam a população brasileira, segundo sexo, nível de renda e idade</li> <li>• Tipos de doenças: infecto-contagiosas e parasitárias, degenerativas, ocupacionais, carenciais, sexualmente transmissíveis (DST) e provocadas por toxinas ambientais</li> <li>• Gravidez na adolescência como uma forma de risco à saúde</li> <li>• Medidas de promoção da saúde e de prevenção das principais doenças</li> <li>• O impacto das tecnologias na melhoria da qualidade da saúde das populações (vacina, medicamentos, exames diagnósticos, alimentos enriquecidos, o uso de adoçantes etc.)</li> </ul>
	Saúde ambiental	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Saneamento básico e impacto na mortalidade infantil, doenças infecto-contagiosas e parasitárias</li> <li>• Tecnologias para minimizar os problemas de saneamento básico</li> </ul>

**Quadro 5.** Biologia: temas, subtemas, conteúdos e conhecimentos em ação (1ª Série).

Fonte: (SÃO PAULO, 2008, p.50)



2ª SÉRIE		
TEMA 5: Tecnologias de manipulação do DNA: a receita da vida e seu código		
Subtemas	Conteúdos gerais	Conteúdos específicos
3º Bimestre  DNA: a receita da vida e seu código	O DNA em ação: estrutura e atuação	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Estrutura química do DNA</li> <li>▪ Modelo de duplicação do DNA: a história da descoberta do modelo</li> <li>▪ RNA: a tradução da mensagem</li> <li>▪ Código genético e fabricação de proteínas</li> </ul>
4º Bimestre  Biotecnologia	Tecnologias de manipulação do DNA	<ul style="list-style-type: none"> <li>▪ Principais tecnologias utilizadas na transferência de DNA: enzimas de restrição, vetores e clonagem molecular</li> <li>▪ Engenharia genética e produtos geneticamente modificados: alimentos, produtos farmacêuticos, hormônios, vacinas e medicamentos</li> <li>▪ Riscos e benefícios de produtos geneticamente modificados no mercado: a legislação brasileira</li> </ul>

**Quadro 6.** Biologia: temas, subtemas, conteúdos e conhecimentos em ação (2ª série)

Fonte: (SÃO PAULO, 2008, p.53).

Foram somente duas menções diretas ao termo história nesse documento; embora devamos salientar que, ao analisarmos todos os volumes do “Caderno do Aluno” do ensino médio, constatamos que as demais séries também apresentam alguns textos ou atividades com a abordagem histórica.

Porém, assim como os PCNEM , a PCESP também não contribui de forma significativa com apontamentos que possam auxiliar os professores.

### 7.1.2 A história do DNA no material didático

Observamos anteriormente que os documentos oficiais sugerem em vários momentos a utilização da História da Ciência. Tais propostas refletem consequentemente nos materiais didáticos. Assim, nesse subitem discutiremos como a abordagem histórica é apresentada para alunos e professores nos

materiais didáticos. Para o aprofundamento das discussões, analisamos os textos sobre as pesquisas com o DNA com base no levantamento bibliográfico apresentado no item 5.2 do referencial teórico.

Como já referido, o Tema 5 (Tecnologias de manipulação do DNA: a receita da vida e seu código genético), sugerido pela PCESP, se destaca por apresentar em seu conteúdo específico a proposta para trabalhar “O modelo de duplicação do DNA: a história da descoberta do modelo”.

Ao analisarmos o volume 3 do material didático (Caderno do Aluno) disponibilizado para 2ª série observamos que em relação ao tema proposto existe apenas a seguinte menção sobre a história das pesquisas com o DNA (SÃO PAULO, 2011, p.6):

Em 1953, Francis Crick e James Watson publicaram um artigo na revista *Nature* no qual sugeriam um modelo para a molécula do DNA. Segundo esse modelo, a molécula de DNA seria constituída por dois polímeros de nucleotídeos organizados em forma de uma dupla-hélice, como uma escada retorcida. Os corrimãos dessa escada são formados de açúcar e fosfato.

Tal trecho, do caderno do aluno, não contempla a demanda do PCNEM-plus (2000, p.47) analisado anteriormente, pois, não apresenta aprofundamentos da história das pesquisas sobre o DNA, embasados na literatura especializada: “Relatar, a partir de uma leitura de referência, a história da descoberta do modelo da dupla-hélice do DNA, descrita na década de 1950 pelo biólogo J. Watson e pelo físico F. Crick”.

A História do DNA presente nesse material didático pode ser enquadrada na classificação de Martins (2006) como sendo uma redução da História da Ciência a nomes, datas e anedotas.

Segundo esse mesmo autor, quando a História da Ciência é utilizada de forma inadequada empecilhos são criados ao ensino (MARTINS, 2006, p.24):

[...] é difícil ou impossível caracterizar em uma só frase ou em poucas palavras o que foi uma determinada mudança científica; e há estreita correlação entre acontecimentos de

muitos tipos diferentes, o que torna difícil isolar uma “descoberta” e descrevê-la fora de seu contexto.

De acordo com esse mesmo autor, tal redução da História da Ciência, frequentemente verificada nos livros didáticos e na prática educacional, gera falsas concepções como a ideia de que a Ciência: é desenvolvida por gênios; é formada por grandes “descobertas” feitas pelos cientistas; tem as alterações das teorias vigentes em data determinada; tem seus fatos de forma independente, de modo que possam ser estudados isoladamente.

Tais distorções da História da Ciência poderiam ser evitadas caso tal abordagem fosse melhor trabalhada como demonstram alguns estudos aprofundados sobre a história das pesquisas com o DNA e na síntese desse episódio abordada anteriormente no item 5.2 do referencial teórico.

Nessa síntese observamos que fatores sociais, culturais, econômicos, ideológicos, e outros poderiam ser trabalhados, como os listados a seguir:

- as discussões ideológicas e filosóficas, entre vitalistas e mecanicistas sobre o entendimento da vida.

- a Química que, em diversos episódios da história se preocupava em obter compostos importantes dos processos biológicos, no intuito de reproduzi-los na indústria laboratorial.

- o movimento de hibridizadores e cultivadores, cujos objetivos de produzir novas espécies e aumentar a produção nos cruzamentos, estava presente no trabalho de Mendel.

- os estudos envolvendo patologias de interesse econômico dos laboratórios, como a pneumonia, foram cruciais para as conclusões sobre a função do material genético.

- a relação recíproca entre a Eugenia e as ideologias dos grupos integrantes das elites sociais que surgiu inicialmente para entender os processos de transmissão de características e favorecer o melhoramento das populações. Posteriormente o nazismo incorporou a Eugenia como um fator de segregação e seleção de indivíduos.

-interesse de diversos físicos pela Biologia após a Segunda Guerra Mundial.

-o coletivo da produção do conhecimento em que diversos laboratórios, pesquisadores, linhas de pensamento, etc. realizaram importantes contribuições para a proposição do modelo do DNA.

-a participação feminina na pesquisa científica que, muitas vezes, é depreciada e pouco divulgada.

Scheid et al (2005), ao utilizarem a epistemologia de Ludwik Fleck na interpretação do desenvolvimento do conhecimento que culminou na proposição do modelo do DNA e sua aceitação pela comunidade científica, evidenciaram a compreensão dos coletivos de pensamento e dos tipos de pensamentos envolvidos nesse processo.

Silva (2007) em seu artigo “Rosalind Franklin e seu papel na construção do modelo da dupla hélice do DNA” faz referência a participação feminina na ciência ao relatar o trabalho experimental de Rosalind Franklin com a difração de raios-X do DNA. Esse trabalho também expõe a relevância das pesquisas desenvolvidas por essa pesquisadora que foram de fundamental importância para as conclusões do modelo da estrutura do DNA proposto por Watson e Crick.

Como exemplos de fontes primárias são diversas as obras escritas por Watson, James, Wilkins e demais pesquisadores que estiveram diretamente envolvidos nesse episódio da História da Biologia, entretanto tais textos estão na língua original, e alguns são de difícil acesso.

Recentemente o livro “DNA: the secret of life” de autoria de James D. Watson e Andrew Berry foi traduzido para o português em 2005 por Carlos Afonso Malferrari sob o título “DNA: o segredo da vida”, sendo esta uma das poucas fontes primárias traduzidas mais acessíveis a professores e pesquisadores. Tal obra traz a visão pessoal de Watson desde suas pesquisas com o DNA até a recente Genética Molecular, além de aspectos internalistas e externalistas da História da Ciência.

Além de ser incipiente a abordagem histórica nesse material didático, a única citação feita aos outros pesquisadores, que também trabalharam em suas pesquisas com o DNA ou com questões relacionadas ao campo da Genética, ocorre de modo depreciativo e descontextualizado, em um exercício no volume 2 do “Caderno do Aluno”, na disciplina de Biologia, da 2ª série do Ensino Médio.

Nessa atividade, os nomes de James Watson, Francis Crick, Thomas Morgan, Rosalind Franklin, Barbara McClintock e Lee Margoulis foram utilizados somente para denominar as cabras usadas em um exercício sobre fenótipos e genótipos, descrito a seguir (São Paulo, 2009, p. 18):

Nessa etapa, você vai utilizar resultados obtidos em cruzamentos para descobrir os genótipos das novas cabras e escolher o casal ideal para aumentar o rebanho de cabras malhadas de Jacó. Chegaram seis novas cabras, das quais apenas uma é malhada, e Jacó precisa saber quais são os melhores cruzamentos, ou seja, aqueles que darão cabras malhadas, para que ele possa aumentar o seu rebanho.

Cabras novas	Sexo	Fenótipo	Genótipo
James Watson	♂	Preto	A <sub>-</sub>
Francis Crick	♂	Malhado	aa
Thomas Morgan	♂	Preto	A <sub>-</sub>
Rosalind Franklin	♀	Preto	A <sub>-</sub>
Barbara Mcintock	♀	Preto	A <sub>-</sub>
Lynn Margulis	♀	Preto	A <sub>-</sub>

	Rosalind Franklin	Barbara Mcintock	Lynn Margulis
♀	AA	Aa	AA
James Watson AA	100% de filhotes pretos	100% de filhotes pretos	100% de filhotes pretos
Francis Crick aa	100% de filhotes pretos	50% de filhotes pretos e 50% de filhotes malhados	100% de filhotes pretos
Thomas Morgan Aa	100% de filhotes pretos	75% de filhotes pretos e 25% de filhotes malhados	100% de filhotes pretos

Fonte: (São Paulo, 2009, p.19)

Em relação a esse fato, na reunião de planejamento das aulas com a abordagem histórica, ao questionar a Professora PB se ela reconhecia os nomes utilizados nesse exercício, obtivemos a seguinte resposta: “*Nossa!!! Agora que entendi, vocês não acharam isso estranho porque era apenas nome de pessoas, mas porque era o nome de pesquisadores, eu não tinha percebido isso*”. A professora também relatou que nenhum aluno percebeu esse fato possivelmente pela falta de interesse no assunto ou por desconhecerem tais cientistas.

Portanto, a história das pesquisas sobre o DNA, anunciada tanto nos PCNEM quanto na PCESP, não é efetivamente trabalhada no material didático analisado. Nesse descompasso, entre os documentos oficiais e os materiais didáticos, os professores e alunos não encontram subsídios suficientes no seu

principal material de apoio para discutirem as contribuições desse episódio para o melhor entendimento da Ciência e dos cientistas.

### **7.1.3 Concepções: A Ciência, História da Ciência.**

Mesmo os documentos oficiais e os materiais didáticos apresentando determinadas visões sobre a Ciência e sua história, cada professor formula, no decorrer de sua formação profissional, uma concepção embasada nessas e em outras fontes. Assim, nesse subitem analisaremos quais as concepções da Professora PB.

São diversas as concepções de Ciência e sobre a natureza do conhecimento formulada tanto pelos alunos quanto pelos professores. De acordo com Vilela-Ribeiro e Benite (2009), as pesquisas sobre as visões da natureza do conhecimento científico focavam inicialmente os alunos, posteriormente, em estudos mais aprofundados, a abordagem foi direcionada para as concepções dos professores.

Segundo Martins (2006, p.22), o estudo detalhado de alguns episódios da História da Ciência pode formar uma melhor concepção da produção do conhecimento, pois, permite compreender a inter-relação entre ciência, tecnologia e sociedade, além de:

[...] perceber o processo social (coletivo) e gradativo de construção do conhecimento, permitindo formar uma visão mais concreta e correta da real natureza da ciência, seus procedimentos e suas limitações – o que contribui para a formação de um espírito crítico e desmistificação do conhecimento científico, sem no entanto negar seu valor.

Durante o levantamento das concepções da Professora PB foram observadas diversas falas que expressavam sua visão sobre a Ciência e a História da Ciência. Na reunião de planejamento das aulas que utilizariam a abordagem histórica, a professora PB expôs a seguinte visão:

*A Ciência é algo em constante evolução, por exemplo, daqui a 50 anos vão ter novas descobertas e essas descobertas vão*

*acrescentar conhecimento a essas teorias, porque a Ciência não é algo estável, ela está sempre se transformando.*

Turin e Silveira (2009), ao investigarem 62 professores de química da rede pública de ensino do Estado do Paraná, observaram que a maioria dos professores considera que a ciência é resultante da prática infalível do método científico. Já um número reduzido de respostas retratava a ciência como uma construção humana e inserida em um contexto cultural.

Já Scheid et al. (2009), ao pesquisarem 89 estudantes de um curso de licenciatura em Ciências Biológicas, constataram que a maioria dos estudantes entrevistados não possuíam a imagem de ciência que a educação científica deveria proporcionar, pois, foram observadas visões distorcidas da natureza da ciência e da produção do conhecimento científico. Assim, tais autores alertam para que seja repensada a formação epistemológica dos professores de ciência nos cursos de formação.

Na entrevista, gravada e transcrita, acerca das concepções sobre a História da Ciência da Professora PB, ela expôs novamente sua visão sobre a Ciência e seu desenvolvimento:

*Assim, sobre a História da Ciência eu acho que ela está em constante evolução, e as novas descobertas aparecem para o aluno como sendo melhores, mais corretas e vão substituindo as outras que vão perdendo a força.*

Esta e as demais falas da Professora PB demonstram que, mesmo não tendo em sua formação inicial o contato com a disciplina de História da Ciência, muitas de suas concepções se aproximam da imagem de Ciência apresentada no Ensino de Ciências. Neste caso, podemos inferir que tais conhecimentos são provenientes da prática docente resultante do contato com os livros didáticos, programas de ensino, propostas curriculares, etc. que apresentam determinadas concepções sobre a Ciência, assim como afirma Scheid (2006, p.72):

A visão de Ciência que os professores têm depende, em boa medida, do que lhes foi ou é oferecido durante os cursos de formação, tanto inicial quanto continuada, e é reforçada pelos



materiais didáticos que utilizam, em especial os livros didáticos, que estão impregnados de determinada concepção.

Sobre a relevância da utilização da História da Ciência no Ensino a Professora PB revelou, na mesma entrevista citada anteriormente, que para ela: “O ‘x’ da questão é despertar o interesse do aluno”. Em seguida ela relatou que a História da Ciência é uma importante ferramenta que pode aumentar a motivação e curiosidade dos alunos.

Em outro momento da entrevista observamos a seguinte fala:

*Assim, eu acho importante ser abordado a História da Ciência, o princípio de tudo. Eu tenho um pouco de dificuldade de guardar períodos, anos, nome de pesquisadores, eu tenho dificuldade, mas acho que é questão de prática, porque a gente não tem costume de trabalhar com essa parte da História da Ciência.*

Inferese a partir dessa fala uma concepção distorcida do que seria a abordagem histórica. Mais adiante faremos alguns comentários adicionais sobre essa questão, referindo um episódio em que houve um diálogo sobre a História da Ciência durante uma reunião do grupo.

De acordo com Martins (2006), outra barreira que dificulta a aproximação da abordagem histórica na sala de aula é a falta de material didático adequado a ser utilizado no ensino, além das concepções distorcidas da história da ciência e a carência de professores especializados nessa área.

## **7.2 Os saberes docentes.**

Tardif (2002) parte do pressuposto de que os saberes docentes são temporais, ou seja, os saberes são adquiridos no decorrer do tempo levando em consideração o contexto da história de vida e de carreira do profissional. Esse autor organiza tais saberes em: pessoais; da formação escolar anterior; da formação profissional para o magistério; dos programas e livros didáticos usados no trabalho; da própria experiência profissional, na sala de aula e na escola.

Assim, discutiremos como cada um desses saberes pode interferir na prática docente e quais saberes aproximam a abordagem histórica do contexto da sala de aula.

### **7.2.1 Saberes pessoais.**

Segundo Tardif (2002) os saberes pessoais dos professores têm como fontes sociais de aquisição a família, o ambiente de vida, a educação no sentido *lato*, etc. Conforme o mesmo autor, a história de vida e a socialização primária agregam-se ao trabalho docente configurando os saberes pessoais.

Tardif (2002) também aponta que a temporalidade é importante para compreendermos a genealogia dos saberes docentes, pois as experiências vividas na família e na escola imprimem tais acontecimentos na memória.

Com a realização das entrevistas semi-estruturadas foi constatada, em relação aos saberes pessoais da Professora PB, que parte significativa de seu interesse pela área biológica decorreu de sua história de vida. Em algumas falas a professora explicita que durante a infância, até a adolescência, morou na zona rural e, por ser filha de lavradores, sempre teve contato com a natureza.

Outro fato relatado pela professora que a aproximou da área biológica foi seu interesse pela Odontologia ao trabalhar como secretária em um consultório odontológico. Entretanto, por questões financeiras, localização da instituição de ensino superior mais próxima, etc. a professora optou em realizar o curso de Licenciatura curta em Ciências:

*Em 1984 eu fui morar em uma cidade do interior paulista com meus avós e eu fui trabalhar com um dentista de secretária, e isso me marcou muito. Aí eu coloquei na cabeça que queria ser dentista.*

*Eu iniciei o curso de Biologia com esse pensamento, porque eu não tinha base pra passar numa UNESP, USP, e também meus pais não tinham recurso pra pagar uma universidade particular, e, com o tempo, eu vi que esse sonho era de adolescente.*

Portanto, os saberes pessoais muitas vezes são expressos sutilmente com outros saberes e são importantes na compreensão do perfil do professor.

### **7.2.2 Saberes provenientes da formação escolar anterior.**

Esses saberes são originados da escolarização primária e secundária e segundo Tardif (2002, p.67):

Os vestígios da socialização primária e da socialização escolar do professor são, portanto formalmente marcados por referenciais de ordem temporal. Ao evocar qualidades desejáveis ou indesejáveis que quer encarnar ou evitar como professor, ele se lembrará da personalidade marcante de uma professora do quinto ano, de uma injustiça pessoal vivida na pré-escola ou das intermináveis equações que o professor de Química obrigava a fazer no fim do segundo grau. A temporalidade estruturou, portanto, a memorização de experiências educativas marcantes para a construção do Eu profissional, e constitui o meio privilegiado de chegar a isso.

Em relação às experiências do período de escolarização da Professora PB, observamos que ela enfrentou diversos obstáculos em relação à aprendizagem, adaptação à mudança, etc. Tais constatações, feitas na entrevista semi-estruturada sobre sua história de vida, estão presentes nas transcrições abaixo:

*O meu primário eu fiz na zona rural [no interior do Estado de São Paulo], morei no sitio até os 13 anos, eu ia para escola, e era longe, mais ou menos 13 km, e era próximo a uma cidade. Foi difícil, mas eu pude aprender, a gente usava cartilha. Naquela época os alunos eram bem diferentes do que é hoje, a gente sentava em duplas. Eu não era boa em contas de divisão, tinha bastante dificuldade.*

*Meu estudo no ensino fundamental foi fraquinho, ainda à noite, os professores nem chegam à metade do livro. Aí quando nós mudamos para a cidade, meu ensino médio foi feito aqui, e eu tive muita dificuldade pra me adaptar, e essa mudança ocorreu em 1985.*

*Eu fiz a primeira série do ensino médio em uma escola pública de manhã, e foi um ano difícil porque na época não tinha a progressão continuada, e eu só passei depois da recuperação em duas matérias, porque minha nova realidade era muito*

*diferente do que eu vivia na zona rural. Ai depois, não me lembro do ano, mas acho que foi em 1989, eu fui estudar em uma escola particular de manhã, mas aquilo me decepcionou bastante, porque eu tirava muito zero e fiquei muito chocada e me senti muito mal, e depois fui estudar a noite e a trabalhar durante o dia no comércio, vendedora, caixa de farmácia.*

Tardif (2002, p.67) aponta que:

Ao longo de sua história de vida pessoal e escolar, supõe-se que o futuro professor interioriza certo número de conhecimentos, de competências, de crenças, de valores, etc., os quais estruturam a sua personalidade e suas relações com os outros (especialmente com as crianças) e são reatualizados e reutilizados, de maneira não reflexiva, mas com grande convicção, na prática de seu ofício. Nessa perspectiva, os saberes experienciais do professor de profissão, longe de serem baseados unicamente no trabalho em sala de aula, decorreriam em grande parte de concepções do ensino e da aprendizagem herdadas da história escolar.

A Professora PB também explicitou nessa entrevista, sobre sua história de vida, que teve dificuldades na disciplina de História. Observamos que seu entendimento sobre a História reflete na sua compreensão sobre a História da Ciência: “[...] *mas mesmo no ensino médio eu tinha facilidade em Biologia; ao contrario de História, que eu não aprendi nada*”.

Ao aprofundar na questão sobre datas e nomes de pesquisadores, fato enfatizado pela Professora PB, fora feito o seguinte comentário:

*Eu acho que isso vem de quando era aluna, eu não gostava de História. Eu tinha muita dificuldade para entender. Eu não tinha muita habilidade nesse tema, tinha muita dificuldade pra guardar datas, nomes. Então, eu, como aluna, não gostava de História do Brasil. Mas a História da Ciência é outro departamento; não posso relacionar a História do Brasil com a História da Ciência, mas, talvez, me falte um pouco mais de interesse pra estudar essa área. Eu tenho que estudar mais.*

No decorrer da pesquisa observamos que tal concepção sobre a disciplina de História formulada pela Professora PB durante sua formação escolar interferiu no seu conceito sobre a História da Ciência. Em uma das

reuniões do Grupo de Diálogos e Estudos constatamos em outra fala que a Professora PB ainda se considera insegura para trabalhar com temas de História da Ciência pelo fato de apresentar dificuldades para lidar com muitos nomes e datas.

A partir desta fala, a Professora PQ interveio relatando sua experiência com tal abordagem ao trabalhar a história da tabela periódica: *“eu acho que o mais importante é entender a linha de raciocínio que os cientistas estavam seguindo e não focar datas e nomes, isso não é tão importante”*.

Este momento da pesquisa foi de fundamental importância para o compartilhamento de experiências entre as professoras participantes da pesquisa.

### **7.2.3 Saberes provenientes da formação profissional para o magistério.**

A Professora PB concluiu, no ano de 1983, o curso de Licenciatura em Ciências com Habilitação em Biologia em uma Instituição de Ensino Superior particular em uma cidade do interior do Estado de São Paulo. Prosseguindo com seus estudos, obteve ainda Habilitação em Matemática no ano de 1989.

Em relação a esse período, a Professora PB relatou que, sobre a História da Ciência, não teve em sua formação inicial ou em cursos de formação continuada qualquer disciplina específica que abordasse esse tema: *“Nunca tive uma disciplina de História da Ciência na minha graduação; ou, mesmo, agora, na pós [especialização] que estou fazendo [REDEFOR]”*.

Brinckmann e Delizoicov (2009), ao realizarem uma pesquisa envolvendo dezoito escolas públicas distribuídas em doze municípios da região do centro oeste catarinense, observaram que, dos treze professores que participaram das entrevistas, sete deles não tiveram História da Ciência na formação docente.

Algumas pesquisas apontam que muitos professores não tiveram em sua formação inicial contato com a História da Ciência (TOLMASQUIM, COSTA, LINO, 2000; OKI, 2006; AMADOR, 2010).

Conforme já indicado anteriormente, Trindade (2009) expõe que a institucionalização da História da Ciência iniciou no Brasil, na década de 1950, como disciplina optativa na Universidade de São Paulo e, posteriormente, na década de 1970, na Unicamp. Já, o departamento de Física da USP, na década de 1960, criou a disciplina História das Ciências Físicas que, posteriormente, na década de 70 formou-se o Núcleo de História da Ciência coordenado pelo professor Shozo Motoyama.

Em relação à utilização da História da Ciência nas licenciaturas, são diversas as propostas; tanto como disciplina específica, quanto integrados aos conteúdos e a outras disciplinas (PEREIRA, MARTINS, 2009; BASSALO, 1992).

A “pós” citada anteriormente é um curso semipresencial de especialização no ensino de Biologia promovido pelo Programa Rede São Paulo de Formação Docente (REDEFOR). Segundo os objetivos do REDEFOR (2011):

Espera-se que o curso de especialização para professores de Biologia possa consolidar o entendimento da Biologia, como ciência dinâmica, indissociável da vida cotidiana e presente em todas as situações vividas pelos seres humanos. O curso pretende também propiciar vivências que permitam aos professores uma formação adequada para trabalhar, na situação de alunos, as temáticas da disciplina, como etapa de sua preparação para aplicá-las com seus alunos da educação básica.

A situação exposta pela Professora, de não ter cursado disciplina específica sobre a História da Ciência, é um fato também observado em outros casos. Martins (2007) constatou em sua pesquisa que uma porcentagem significativa de alunos de uma pós-graduação que estavam cursando a disciplina “História das Ciências e Ensino de Ciências da Natureza e da Matemática” não haviam tido nenhuma disciplina que envolvesse essa abordagem em sua formação inicial.

Na especialização REDEFOR realizada pela Professora, observamos que na justificativa de tal curso consta a abordagem histórica para a contextualização da ciência e suas tecnologias. Essa abordagem, segundo o

REDEFOR (2011), faz-se necessária para contemplar as indicações dos Parâmetros Curriculares Nacionais do Ensino Médio:

Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) do Ensino Médio (Brasil, 1999), bem como o PCN+ Ensino Médio (Brasil, 2002), apresentam várias recomendações e proposições de competências que inserem a ciência e suas tecnologias em um processo histórico, social e cultural e a discussão de aspectos práticos e éticos da ciência no mundo contemporâneo. [...] Um dos principais estímulos para que tais mudanças cheguem à sala de aula provém da formação continuada, que permita maior compreensão de abordagens fundamentais presentes nos PCNs [...]

No decorrer da pesquisa, em uma reunião de planejamento das aulas com a abordagem histórica, a Professora PB relatou que um dos exercícios solicitados aos participantes da especialização era a discussão sobre o texto “A História da Ciência e o ensino de Biologia” cuja autora é Lilian Al-Chueyr Pereira Martins (1998).

Em diversas falas a Professora PB expõe as concepções que os livros didáticos trazem, ou seja, que a visão de que a teoria de Lamarck era errônea e que sua teoria foi ‘substituída’ pela teoria de Darwin. A Professora PB também descreveu que após realizar a leitura do texto de Martins (1998) ficou confusa em relação ao que sabia sobre a história de Lamarck.

Assim, os pontos conflitantes na história dos trabalhos de Lamarck, abordados pelo texto de Martins (1998), deixaram a Professora PB com algumas dúvidas em relação aos seus conhecimentos sobre esse pesquisador e sua teoria: *“Ele [Lamarck] contribuiu em alguma coisa? Ou vieram outros estudiosos que tiveram teorias que contribuíram mais e foram aceitos?”*.

Esse conflito proporcionou uma desestruturação nas concepções que ela apresentava sobre a história de Lamarck, marcando, talvez, o início de um processo de mudança conceitual.

Após estas discussões sobre os principais apontamentos do texto de Martins (1998), realizadas na reunião de planejamento, acompanhamos as aulas que possibilitariam à professora inserir em sua prática docente os conhecimentos recém adquiridos.

Na aula do dia 6/09/2012 que envolveria o conceito de evolução realizamos a observação e registramos em notas de campo. A Professora PB, por iniciativa própria, começou sua aula utilizando um vídeo sobre Lamarck e identificou no seu conteúdo alguns equívocos e incongruências, como os que foram trabalhados no texto de Martins (1998). Assim, a professora direcionou sua prática docente para corrigir tais equívocos neste material didático.

Observa-se, nesse processo de mudança, a influência de diversos fatores e saberes. Inicialmente, no processo de formação continuada, ocorreu o contato com as discussões referentes às concepções históricas errôneas sobre Lamarck. Em seguida, uma análise reflexiva e o conflito entre as concepções da Professora PB com o texto de Martins (1998). Por fim, essa desestruturação nos conhecimentos da Professora PB, juntamente com seus saberes experienciais e a intervenção do pesquisador, iniciaram uma mudança em sua prática docente.

Portanto, o desenvolvimento dos saberes e, conseqüentemente, do professor, ocorrem em processo de contínua transformação: “Em suma, constata-se que a evolução da carreira é acompanhada geralmente de um domínio maior do trabalho e do bem-estar pessoal no tocante aos alunos e às exigências da profissão” (TARDIF, 2002, p. 82).

#### **7.2.4 Saberes provenientes dos programas e livros didáticos usados no trabalho.**

Como analisado anteriormente, a Professora PB não teve em sua formação inicial qualquer disciplina específica referente à História da Ciência; porém, ela relatou na entrevista sobre seus critérios de escolha do livro didático que: *“a História da Ciência sempre esteve presente nos livros didático; entretanto, agora que está ocorrendo um enfoque maior na proposta curricular atual”*.

Nessa mesma entrevista, a Professora PB também fez considerações sobre a participação dos materiais didáticos no processo de superação das dificuldades resultantes das lacunas de sua formação inicial: *“Assim, bastante*



*coisa que tem nesses caderninhos eu aprendi na raça, sendo professor. Na minha graduação, muita coisa eu não aprendi”.*

Observamos que, na ausência de alguns conhecimentos, a professora mobilizou seus saberes, como os saberes da experiência e dos livros didáticos, para adaptar-se a lacuna de sua formação inicial. Entretanto, esse é um viés que deve ser mais bem investigado, pois, ainda existem muitas falhas e pouca qualidade na abordagem histórica que é apresentada nos livros e manuais didáticos, como afirma Silva e Gastal (2008), ao observarem que o maior problema é a qualidade e nem tanto, a quantidade da História das Ciências.

A Professora PB também citou, na entrevista sobre a relação dos seus saberes docentes e a História da Biologia, as dificuldades em trabalhar a abordagem histórica na sala de aula, nas seguintes falas, transcritas a seguir:

*Eu acho que no momento é a falta de conhecimento nessa área, porque assim, quando eu me formei isso não entrava no currículo do curso, minha formação já foi precária nesse sentido, e se eu me basear no livro didático e apostila, também, porque parece que agora que estão introduzindo e de forma precária. A minha maior dificuldade é ter um maior aprofundamento nessa área. A partir do momento que eu estudar eu vou conseguir ver o que é mais interessante pra passar ao aluno. O que é mais difícil para nós é a falta de conhecimento e é depender desse material que muitas vezes está de modo precário, errado.*

Esse contexto gera algumas dificuldades para a efetiva aproximação da História da Ciência com as situações cotidianas da sala de aula, tanto pela qualidade dos livros e manuais didáticos utilizados, quanto pelas dificuldades resultantes das lacunas na formação dos professores. Ao questionarmos a Professora PB, na entrevista sobre sua visão da História da Biologia nos livros didáticos, se existia algum tema na História das Ciências que a desagradava, obtivemos a seguinte resposta: “Não tem nenhum tema que eu não goste, mas, para se trabalhar alguns, eu preciso estudar mais. Ainda tenho bastante dificuldade porque também me falta conteúdo, o que me deixa insegura”. Essa fala indica-nos uma auto cobrança pela autonomia docente e a importância de saberes disciplinares para a superação das dificuldades e inseguranças resultantes das lacunas de sua formação inicial.

Mesmo com todas essas dificuldades existe ainda afinidade pela História da Ciência, pois, segundo a Professora PB, essa abordagem pode ajudar a maximizar o interesse de alguns alunos. Entretanto, na mesma entrevista citada anteriormente, ela afirma que essa ferramenta não soluciona todos os problemas da sala de aula:

*Essa abordagem é uma importante ferramenta, que pode aumentar a motivação e curiosidade daqueles alunos que já apresentam alguma afinidade pela matéria; entretanto, aqueles alunos que são apáticos nem a História da Ciência, nem qualquer outro meio, pode ajudar.*

Essa fala mostra a visão sobre a capacidade motivadora da abordagem histórica também compartilhada por muitos alunos de cursos de licenciatura, alunos de pós-graduação e professores da rede pública investigada por Martins (2007). Em sua pesquisa, esse autor também identificou que a maioria dos investigados aponta que a principal importância dessa abordagem é mostrar o desenvolvimento e a evolução da ciência, já como uma das maiores dificuldades eles citaram a falta de material didático adequado.

Assim, no decorrer da construção da carreira e, conseqüentemente, dos saberes docentes, os professores, mesmo com algumas dificuldades, tanto de condições de trabalho quanto de formação inicial, organizam suas concepções e saberes no exercício de sua prática docente. Segundo Tardif (2002, p. 21): “[...] os saberes dos professores não provém de uma fonte única, mas de várias fontes e de diferentes momentos da história de vida e da carreira profissional [...]”.

Nesse contexto, ao questionarmos a Professora PB a respeito de suas observações sobre a presença e a qualidade da História da Ciência nos materiais didáticos adotados na disciplina de Biologia, ela relatou que na proposta da primeira série do Ensino Médio existe uma carência na abordagem da História da Ciência, sendo um enfoque maior em gráficos e tabelas, constando apenas a história da vacina que é trabalhada em um dos textos dessa série.

Na segunda série ela relatou haver bastante material sobre a História da Ciência; entretanto, alguns textos são confusos e complexos, difíceis de serem trabalhos na sala de aula. Muitos alunos já haviam feito essas observações.

Já referente à terceira série, ela relatou que, em relação ao material didático desse período, existe um enfoque muito incipiente na abordagem histórica pela pouca quantidade de textos.

Essa variação na importância conferida à abordagem histórica em cada série requer um empenho por parte do professor, no sentido de adaptar sua prática docente a cada situação, assim como afirma Tardif (2002, p.92):

Mesmo sendo na mesma disciplina e no mesmo nível de ensino, a mudança de série representa toda uma adaptação para esses professores, porque nenhuma série é realmente como a outra. (...) (...) Em suma, de uma série para outra, há todo um esforço a ser feito para reorganizar os conteúdos, adaptar a matéria e torná-la interessante em função da nova clientela.

Esse relato da Professora PB, sobre o material didático, demonstrou-se bastante significativo ao revelar sua visão em relação à abordagem histórica presente no material didático utilizado em sua prática docente. Esse fato mostra que, mesmo com algumas lacunas em sua formação inicial, não foi constatada dificuldade pela professora em identificar a diferença na relevância conferida a História da Ciência no material didático das distintas séries.

Entre os saberes, aqueles provenientes dos programas e livros didáticos, além do saber experiencial, foram de suma importância para análise por ela efetuada. Entretanto, tais saberes não garantem uma reflexão crítica de tal fato. Para essa reflexão também são necessários saberes disciplinares e saberes da didática das ciências.

Outro importante processo que envolve os saberes provenientes dos programas e livros didáticos usados no trabalho docente é a escolha do livro didático.

Sobre a escolha do livro didático e os critérios de seleção, observamos, em vários momentos de sua fala, que sua análise baseia-se mais em questões físicas e visuais do que em questões conceituais. Apresentam-se abaixo os critérios identificados, a partir da entrevista sobre os critérios de escolha do livro didático:

- Aparência física do livro, ou seja, se ele é de um material de boa qualidade, referindo-se a tipo de papel, encadernação, capa, etc. *“gostei mais desse livro do Amabis porque ele parece ser mais resistente; um material melhor. Porque, você sabe, como os alunos são, tem que ser um livro que não estrague fácil. Já o da Sonia Lopes, ele parece ser de um material mais fraco”*.

- Ilustrações: um critério de bastante relevância foram as ilustrações do livro, pois, a Professora revelou que prefere trabalhar com um livro que tenha boas ilustrações, isto é, que sejam atrativas e que despertem a curiosidade dos alunos: *“as ilustrações do livro do Amabis estão excelentes, bastante atrativas”*.

- Linguagem dos textos: a Professora PB considerou a relevância de um livro com uma linguagem de fácil compreensão para se trabalhar em sala de aula. Já um livro de linguagem complexa seria um fator que dificultaria sua prática docente.

- Exercícios: os exercícios foram apontados como sendo um fator a ser observado, pois os que estão presentes no caderno do aluno são considerados confusos pela Professora PB.

- A editora e o autor: esses dois critérios também foram citados, a Professora iria questionar outros professores que também estavam escolhendo os livros didáticos: *“eu ainda vou perguntar para umas professoras que conheço que estão participando do REDEFOR sobre qual o autor elas estão preferindo e qual a editora que esta sendo mais pedida, e também vou ver aqui no colégio com as outras professoras”*. Assim, ela baseia sua escolha também influenciada pela experiência de outros professores, que ela considera mais experientes.

### **7.2.5 Saberes provenientes de sua própria experiência na profissão, na sala de aula e na escola.**

Atualmente, a Professora PB leciona apenas na escola de ensino médio onde realizamos a pesquisa, sendo considerada ainda uma iniciante naquela escola, desenvolvendo gradualmente os conhecimentos sobre aquela instituição de ensino, como explicitou em uma de suas falas: “*Já leciono há aproximadamente 15 anos; mas, nesse colégio, é meu primeiro. Ainda estou em fase de adaptação.*” Esse fato corrobora com as observações de Tardif (2002, pg.94) que apontam a situação complexa de uma nova adaptação dos professores ao se depararem com mudanças:

[...] mudar de escola ou de Comissão Escolar exige toda uma adaptação, significa ‘estar sempre no início da escada’, o que em si mesmo já representa um excesso de trabalho e certo estresse, principalmente quando não se recebe um apoio adequado do âmbito de trabalho.

Foi possível observarmos, durante as entrevistas, que a Professora participante da pesquisa mudou diversas vezes de escola, passando por distintos momentos de adaptação, até o seu estabelecimento onde atualmente trabalha:

*Em 1996, no meu último ano [de Graduação], eu já cursava poucos créditos na universidade e eu saí do local em que trabalhava como secretária e comecei a dar aulas. Nossa, aí eu fiquei feliz que tinha um bom salário em relação ao que eu ganhava como secretária. Desde então comecei a dar aulas e sempre trabalhei em jornada máxima, mesmo quando não era concursada. E no concurso de 1998, eu passei em um concurso e ingressei em 2001 como efetiva. Em 2002 teve um processo que podia lecionar disciplinas não de sua formação, mas que você teve em sua graduação como matemática, ciências, com isso, pelo artigo 22, eu pude ficar com aulas de matemática em 2002, e em 2003 eu fui removida pra outra cidade que eu também não me adaptei muito bem porque não tinha hotel pra ficar, aí eu pegava o mínimo de aulas e completava com outras aulas. Mas lá eu tinha um terceiro ano que eu tinha medo de dar aula porque eu não tinha experiência e sabia pouco e me questionavam muito e eu passava insegurança para os alunos.*

*Em uma cidade do interior do Estado de São Paulo eu trabalhei em 1997, quando eu ainda não era efetiva, e lá foi um lugar onde eu me senti bem trabalhando, mas nem sabia onde era*

*essa cidade, mas me dei muito bem com os professores, os alunos. Revitalizei o laboratório de lá, chamei minha amiga que trabalhou a atividade de teste de tipo sanguíneo, fiz também uma atividade de botânica para reconhecimento de caule, raiz, experimentos práticos com folhas. Em Julho de 2005 voltei pra esta cidade como efetiva porque foi feita a minha remoção, aí fiquei meio ano e fui pra outra cidade e por fim aqui onde estamos, nossa, eu já dei aula em várias escolas. Quando eu não era efetiva dei aula em quase todas as escolas que tinha aqui, porque tinha que pegar as aulas. Agora, nessa escola, eu fui removida ano passado, e no ano passado eu dava aula em quatro escolas.*

*Hoje eu sou concursada, porque quem não é tá na roça com essa nova política. Embora seja um trabalho difícil e desgastante, eu me sinto bem nessa escola que eu estou, porque os alunos são simples, hoje eu já não tenho mais medo dos terceiros anos, porque sempre senti um medo dos terceiros.*

Observamos que a Professora PB apresenta quinze anos de experiência na profissão com atuação no ensino fundamental e médio. Tais saberes acumulados com a experiência em sala de aula juntamente com os demais saberes (pessoais; da formação escolar anterior; da formação profissional para o magistério; dos cursos de formação continuada; dos programas e livros didáticos usados no trabalho) e devido à presença dos demais participantes da pesquisa (pesquisadores e outros professores) influenciaram nas decisões feitas por ela, tanto no planejamento, quanto na aplicação das aulas, envolvendo a abordagem histórica. Na reunião de planejamento das aulas em que utilizaria a história das pesquisas com o DNA, a Professora PB fez o seguinte relato; ficando claro que se apoiou, também, em seus saberes experienciais:

*Assim, eu vou começar com o vídeo que mostra desde a célula até o DNA, [escolhido pela professora anteriormente] porque esse vídeo é muito significativo; porque o aluno, muitas vezes, nem sabe onde o DNA está no organismo.*

*Eu acho que isso vai despertar o interesse neles, porque, quando o assunto envolve o corpo deles, isso faz com que eles perguntem. Depois vamos trabalhar com os bloquinhos de montar a estrutura do DNA, que vai dar pra aproveitar pra trabalhar a parte de duplicação e transcrição e, no final, fazemos o experimento de extração do DNA.*

Após o planejamento das aulas com a discussão do texto “A História da Ciência e o ensino de Biologia”, de autoria de Martins (1998), e análise dos vídeos “DNA: o segredo da vida”, “As 100 maiores descobertas: Genética” e “Projeto Genoma” a Professora enfrentou algumas dificuldades para acessar os recursos didáticos de áudio e vídeo da escola, sob a seguinte alegação de um dos coordenadores pedagógicos: “o data show tem um tempo de vida útil, a lâmpada se queimar é caríssima”. Após o empréstimo do material áudio-visual a Professora PB expressou a seguinte opinião em relação a esse desestímulo: *“Você está vendo como é difícil a gente trabalhar de forma diversificada”*.

Assim, posteriormente a esse obstáculo, a Professora PB iniciou sua aula com o vídeo “Projeto genoma humana”, que é sugerido em uma lista de vídeos no “Caderno do Aluno”. A professora também fez comentários enfocando o local onde encontramos o DNA nas células. Em seguida, ela passou o trecho do vídeo “As 100 maiores descobertas: Genética” que abordava a história das pesquisas com o DNA, comentando ao final: *“Então pessoal, vocês viram nesse vídeo que foram o Watson e o Crick que descobriram a molécula de DNA que estudamos hoje? Mas também tiveram outros pesquisadores”*.

A Professora PB também perguntou ao pesquisador P1 se gostaria de fazer alguma consideração. Achei conveniente lembrá-la de comentar sobre a abordagem questionável empregada no exercício do cruzamento das cabras presente do “Caderno do Aluno” citado anteriormente. Assim, a partir desta atividade que utilizava os nomes de James Watson, Francis Crick, Thomas Morgan, Rosalind Franklin, Barbara McClintock e Lee Margoulis, para nomear as cabras, a professora destacou o nome de Rosalind Franklin por ser uma importante pesquisadora que participou das pesquisas com o DNA e que também havia sido citada no vídeo “As 100 maiores descobertas: Genética”.

### **7.3 O trabalho colaborativo**

O trabalho colaborativo que desenvolvemos proporcionou alguns resultados significativos, tanto para a presente pesquisa, quanto para os professores. Iremos discutir a seguir as questões referentes à formação

continuada, a autonomia docente e ao intercâmbio de saberes que se destacaram no decorrer da pesquisa.

Em relação à formação continuada, a presente pesquisa pôde contribuir para o desenvolvimento profissional da Professora PB ao proporcionar discussões que surgiram a partir de problematizações levantadas por ela, como em relação aos saberes disciplinares. No início da pesquisa, a Professora PB relatou que não tinha conhecimento aprofundado sobre a história das pesquisas com o DNA, sendo suas concepções restritas ao conteúdo que ela assimilou através do contato com os livros e materiais didáticos durante sua carreira.

Tais lacunas impediam sua autonomia docente, pois, em diversos momentos da pesquisa, a Professora PB relatou não estar segura para trabalhar a abordagem histórica na sala de aula, como observado na seguinte frase já mencionada anteriormente: *“Ainda tenho bastante dificuldade porque também me falta conteúdo, o que me deixa insegura”*. Outro fato que corrobora com essa fala, foi o caso do exercício de cruzamento de cabras que utilizava nomes de cientistas, citado no capítulo anterior. Notamos nitidamente nesse episódio que os saberes disciplinares foram imprescindíveis para a autonomia, pois, a prática docente da professora somente foi modificada a partir das discussões e reflexões feitas no decorrer da presente pesquisa.

Devemos destacar que o processo inicial de conquista de maior autonomia docente da Professora PB suscitou: a reflexão sobre seus conhecimentos, a desestruturação de suas certezas, a mudança conceitual e, por fim, modificações em sua prática docente.

O desenvolvimento da autonomia foi observado quando ela teve contato com a história de Mendel e com a história das pesquisas com o DNA de modo direcionado e embasado nos pressupostos da História da Ciência. A Professora PB constatou que, em relação a esses conteúdos, sua prática docente estava sendo desenvolvida sem reflexão, ou seja, não havia questionamentos se aqueles conteúdos estavam corretos ou não. Assim, concordamos com Giroux (1997, p.161) quando esse autor afirma que:

Encarar os professores como intelectuais também fornece uma vigorosa crítica teórica das ideologias tecnocráticas e



instrumentais subjacentes à teoria educacional que separa a conceitualização, planejamento e organizado curricular dos processos de implementação e execução. É importante enfatizar que os professores devem assumir responsabilidade ativa pelo levantamento de questões sérias acerca do que ensinam, como devem ensinar, e quais são as metas mais amplas pelas quais estão lutando.

Nesse processo de desenvolvimento da autonomia foi nítida a importância, tanto do curso de formação continuada (REDEFOR), quanto das contribuições da presente pesquisa. Esse fato foi observado na entrevista sobre a relação entre os seus saberes docentes e a História da Biologia, quando a Professora PB fez o seguinte comentário transcrito a seguir:

*Eu acho que o professor deve ter uma visão mais clara sobre isso. Assim, se não fosse a sua contribuição [do pesquisador] eu não teria mudado, continuaria trabalhando como o livro didático coloca. Se o professor tem uma visão mais abrangente, ele vai procurar trabalhar de uma forma mais diversificada, com vídeos que mostre a realidade.*

*Assim, o professor muitas vezes se deixa levar pelo que está escrito no livro didático, nas apostilas. E se ele não tem alguém pra tirar essa visão errônea, ele segue o que está errado, então ele tem que primeiro se informar, se aperfeiçoar e buscar estratégias pra poder passar isso aos alunos.*

Em relação ao trabalho colaborativo também devemos destacar que todo o contexto, o curso Redefor, as entrevistas, as reuniões do Grupo de Diálogos e Estudos, propiciaram o intercâmbio de saberes (disciplinares, experienciais, pessoais, curriculares, etc.) entre os professores e pesquisadores.

Essa troca de experiências, além de ter proporcionado o desenvolvimento profissional dos professores, também foi importante para corroborar a pesquisa colaborativa como uma importante metodologia para compreendermos os professores como produtores de conhecimentos (PIMENTA, 2005).

## 8 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Através da presente pesquisa foi possível, não apenas trocarmos experiências entre universidade e escola, mas sim, aprendermos como os professores mobilizam seus saberes na sala de aula, quais são suas dificuldades e as superações no decorrer do seu desenvolvimento como profissionais. Os professores são produtores de saberes, entretanto muitas vezes são silenciados pelas condições de trabalho não favoráveis.

Atualmente, propostas de aproximação da História das Ciências com o Ensino de Ciências estão cada vez mais presentes nos documentos oficiais, livros e manuais didáticos, tanto na forma de conteúdos disciplinares, quanto na forma de estratégias didáticas.

Em relação ao PCNEM e a PCESP, observamos que esses documentos conferem importância a abordagem histórica como observado na proposta para utilizar a história das pesquisas com o DNA no Ensino de Biologia. Entretanto, como mencionado anteriormente não foi constatado nesses documentos quaisquer indicações de fontes bibliográficas da literatura especializada ou mesmo menção aos outros cientistas, além de Watson e Crick, que estavam envolvidos nesse episódio.

Observamos que não são todas as licenciaturas que utilizam o viés histórico em suas disciplinas. Como constatamos na presente pesquisa, a Professora PB, assim como muitos outros professores, não teve em sua formação inicial contato com a abordagem histórica. Portanto, muitas dúvidas, dificuldades e inseguranças surgem e, conseqüentemente, estes fatores geram uma redução da autonomia docente.

Como afirma Giroux (1997, p.160):

As racionalidades tecnocráticas e instrumentais também operam dentro do próprio campo de ensino, e desempenham um papel cada vez maior na redução da autonomia do professor com respeito ao desenvolvimento e planejamento curricular e o julgamento e implementação de instrução em sala de aula. Isto é bastante evidente na proliferação do que tem se chamado pacotes curriculares "à prova de professor". A

fundamentação subjacente de muitos destes pacotes reserva aos professores o simples papel de executar procedimentos de conteúdo e instrução predeterminados.

Nesse caso, os saberes disciplinares demonstraram ser imprescindíveis para a superação dessas lacunas, pois, até a intervenção da presente pesquisa, a Professora PB apenas reproduzia inconscientemente os erros e equívocos dos materiais didáticos.

Em relação ao material didático, “Caderno do Aluno”, constatamos que existem momentos em que a História da Biologia é retratada de modo simplista, e sem contexto mais amplo, o que pode favorecer o desenvolvimento de visões distorcidas da Ciência.

As questões como a influência dos fatores sociais, políticos e econômicos, a produção coletiva do conhecimento, a participação feminina nas pesquisas científicas, o erro na Ciência, etc. poderiam ser abordadas no episódio da elucidação da estrutura do DNA; entretanto, como vimos em relação a esse episódio, ainda encontramos no material didático a redução da História da Ciência a nomes, datas e anedotas.

É nesse contexto de materiais didáticos sem uma abordagem histórica de qualidade, de propostas que apenas demandam conhecimentos predeterminados sobre a utilização da História da Ciência e de inúmeros outros fatores que muitos professores tentam aproximar a abordagem histórica de sua prática docente.

Portanto, assim como evidenciou a presente pesquisa colaborativa ao demonstrar grande potencialidade para promover a formação continuada e o desenvolvimento da autonomia docente, devemos continuar investigando estratégias para superar os obstáculos citados anteriormente.

## REFERÊNCIAS

ALMEIDA, C. A.; LINARDI, P. R. História da matemática uma investigação nos currículos dos cursos de licenciatura em matemática nas instituições de Porto Alegre – RS e região metropolitana. In: X Encontro gaúcho de educação Matemática, 2009. **Anais... X EGEM: Itajaí**, 2009.

ALMEIDA, P. C. A.; BIAJONE, J. Saberes docentes e formação inicial de professores: implicações e desafios para as propostas de formação. **Revista Educação e Pesquisa**, v. 33, n. 2, p. 281-295, maio/ago. 2007.

AMADOR, F. Contribuições da historia da ciência para os processos de desenho curricular. **Revista de Educação**, Universidade de Lisboa, v. 18, n. 1, p. 9-30. 2010.

ARIAS, G. **Em 1953 foi descoberta a estrutura do DNA: Etapas de um grande avanço científico**. Embrapa Trigo, 2004.

BASSALO, J. M. F. A importância do estudo da história da ciência. **Revista da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, n. 8, p. 57-66, 1992.

BASTOS, F. **História da Ciência e Ensino de Biologia: a pesquisa médica sobre a febre amarela (1881-1903)**. 1998. 212p. Tese (Doutorado em

Educação) – Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1998.

BATISTA, I. L.; ARAMAN, E. M. O. A história e a filosofia da ciência como fontes de conhecimentos para a construção de saberes docentes de um professor de física. In: XII ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 2010, **Atas...** XII EPEF: Águas de Lindóia, 2010.

BATISTETI, C. B. ; ARAUJO, E. S. N. N. ; CALUZI, J . As estruturas celulares: o estudo histórico do núcleo e sua contribuição para o ensino de biologia. **Filosofia e História da Biologia** , v. 4, p. 15-25, 2009.

BERTONI, D. **Um estudo dos estilos de pensamento biológico sobre o fenômeno da vida.** 2007. 183p. Dissertação (Mestrado em Educação) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

BOGDAN, R.; BIKLEN, S. **Investigação Qualitativa em Educação.** Porto: Porto Editora, 1991. 336 p.

BORGES, C. Diferentes tipologias e classificações de um campo de pesquisa. **Educação & Sociedade**, (CEDES), Campinas, n. 74, abr., p.59-76, 2001.

BORGES, C., TARDIF, M. Dossiê: os saberes dos docentes e sua formação. **Educação & Sociedade**, (CEDES) Campinas, n. 74, abr., p. 11-22, 2001.

BORGES, M. S. G. **O aluno-docente e sua formação: a (re)construção compartilhada de seus saberes.** 2004, 157p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Universidade de Uberaba, Uberaba, 2004.

BOURDONCLE, R. **L'université et les professions: Unitinéraire de recherche sociologique.** Paris: INRP/L'Harmattan, 1994.

BRANDÃO, G. O.; FERREIRA, L. B. M. O ensino de Genética no nível médio: A importância da contextualização histórica dos experimentos de Mendel para o raciocínio sobre os mecanismos da hereditariedade. **Filosofia e História da Ciência.** São Paulo, v.4, p.46-63, 2009.

BRASIL, Secretaria de Educação Média e Tecnológica. **PCN+ Ensino Médio: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais. Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias.** Brasília: MEC, SEMTEC, 2004.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria de Educação Média e Tecnológica (Semtec). **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio,** Brasília: MEC, Semtec, 2000.

BRASIL. Ministério da Educação, Conselho Nacional de Educação. **Diretrizes curriculares para os cursos de Ciências Biológicas**. Parecer Cne/Ces nº 1.301/2001, de 6 de novembro de 2001 .

BRICKMANN, C.; DELIZOICOV, N. C. Formação de Professores de Física e a História da Ciência. In: IX Congresso Nacional de Educação, 2009, Anais...**IX EDUCERE**: Curitiba, 2009.

BUCHALLA, C. M.; WALDMAN, E. A.; LAURENTI, R. A mortalidade por doenças infecciosas no início e no final do século XX no Município de São Paulo. **Revista Brasileira de Epidemiologia**, São Paulo, v. 6, n. 4, p. 335-344, 2003.

CALDEIRA, M.S. A apropriação e a construção do saber docente e a prática cotidiana. **Cadernos de Pesquisa** , São Paulo, n. 95, p. 5-12, nov. 1995.

CARNEIRO, M. H. S.; GASTAL, M. L. A. História e Filosofia das Ciências no ensino de Biologia. **Ciência e Educação** (UNESP), v. 11, n. 01, p. 33-40, 2005.

CARVALHO, A.M.P. de. e GIL-PÉREZ, D. **A formação de professores de Ciências**. São Paulo: Cortez, 1993.

CASTRO, R. S. de. Dois exemplos do uso da história da ciência no curso de física de segundo grau: análise e reflexões. **Em Aberto**, v.11, n.55, p.74-80, 1992.

CASTRO, R. S. **História e epistemologia da ciência**: investigando suas contribuições num curso de Física de 2º grau. 1993. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências) – Universidade de São Paulo: São Paulo, 1993.

COHEN, S. S. Presentation of academy medal to Erwin Chargaff, Ph.D. **Bull NY Acad Med**, v.56, n.7, p. 601-606, 1980.

DAHAM, R. Friedrich Miescher and the discovery of DNA, **Developmental Biology**, v.278. p. 274-288. 2005.

DAMASCENO, M.N. & SILVA, I.M. Saber da prática social e saber escolar: Refletindo essa relação. In: XIX Anped, **Anais...** 1996.

Del CONT, V. Francis Galton; Eugenia e Hereditariedade. **Scenti Studia**. São Paulo, v. 6, n. 2, p. 201-18, 2008

DELIZOICOV, N. C.; SLOGO, 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. In: Congresso Nacional de Educação, 2011, Curitiba. Anais... Curitiba: SIRSSE, 2011, p.8840-8854.

DOYLE, W. Paradigms for research on teacher effectiveness. In: SHULMAN L. S. (dir.), **Review of research on education**, Itasca: F.E. Peacock, v.5, p. 163-199, 1977.

FERREIRA, P.F.M. E JUSTI, R.S. A abordagem do DNA em livros de biologia em química do ensino médio: Uma análise crítica. **Revista Ensaio Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 6,n 1. 2004.

FIORENTINI, D. & SOUZA e MELO, G.F. Saberes docentes: Um desafio para acadêmicos e práticos In: GERALDI, C. (org). **Cartografias do trabalho docente: Professor(a)-pesquisador(a)**. Campinas: Mercado das Letras, ALB, 1998.

FRANCISCO, **Ensino de Genética**: uma abordagem a partir dos estudos sociais da Ciência e da Tecnologia. 2005. 132p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Centro de Ciências da Educação, Universidade Regional de Blumenau, Blumenau, 2005.

FREZZATTI JR, W. A. Haeckel e Nietzsche: aspectos da crítica ao mecanicismo no século XIX. **Scientiae Studia** (USP), São Paulo, v. 1, n. 4, p. 435-461, 2003.

GAGE, N. L. Paradigms for research on teaching. In: GAGE, N.L. (org. ) . **Handbook of research on teaching**. A Project of the American Educational Research Association. Chicago: Rand McNally, 1963.

GATTI, B. A.; BARRETO. E. S. S. (Orgs.) **Professores do Brasil: impasses e desafios**. Brasília: Unesco, 2009.

GATTI, S. R. T.; NARDI, R. Algumas considerações sobre a evolução dos modelos de mundo e o conceito de atração gravitacional. In: Marcos Daniel Longhini. (Org.). **Educação em Astronomia: experiências e contribuições para a prática pedagógica**. 1.ed. Campinas: Editora Átomo, 2010, v. 1, p. 179-208.

GAUTHIER, C. MARTINEAU, S.; DESBIENS, J.F.; SIMARD, D. . **Por uma teoria pedagógica**. Juí: Unijuí, 1998.

GIROUX, H. A. **Os Professores como intelectuais transformadores: rumo a uma nova pedagogia crítica da aprendizagem**. Porto Alegre: Artes Médicas, 1997. 270p.

GOMEZ, L. E. A. **Estudio epistemológico del desarrollo del conocimiento acerca de la genética al incorporar diferentes niveles de la realidad**. 2004, 224p. Tese (Doutorado em Humanidades) – Universidad Autonoma Metropolitana. Mexico D. F, 2004.

GUARNIERI, M.R. O início da carreira docente: pistas para o estudo do trabalho do professor iniciante. In: MARIN, A.J.; SILVA, A. M.M.; SOUZA, M.I.M (Orgs.) **Situações Didáticas**. Araraquara: JM editora, 2003, 1.ed. p. 99-117.

GUIMARÃES, V. S. . Saberes profissionais - ponto de partida para formação contínua de professores. **Boletim da TV ESCOLA** / Ministério da Educação, Rio de Janeiro, v. 12, p. 38-44, 2005.

HIS, W. Einleitung. In: His, W., et al. (Eds.), **Die Histochemischen und Physiologischen Arbeiten von Friedrich Miescher**, v. 1. F.C.W. Vogel, Leipzig. 1897, p. 1-4.

LANGHI, R.; NARDI, R. Formação de professores e seus saberes disciplinares em Astronomia Essencial nos anos iniciais do Ensino Fundamental. **Ensaio: Pesquisa em Educação em Ciências** (Impresso), v. 12, p. 205-224, 2010.

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**, Bauru, v. 1, n. 2, p. 97-108, 200.

MACHADO, A. L. ; CORREIA, S. L. A. . A aproximação necessária entre pesquisa, História e Filosofia da Ciência no ensino superior. In: V Colóquio Internacional de Educação e Contemporaneidade, 2011. **Anais ... V Colóquio Internacional de Educação e Contemporaneidade**: Aracajú, 2011.

MARIN, A. J; GUARNIERI, M. R.; ROMANATTO, M. C.; GIOVANNI, L. M.; SILVA, M. H. G. F. D. Desenvolvimento profissional docente e transformações na escola. **Proposições**, v.1, n.4, p.15-24, mar. 2000.

MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência no ensino: há muitas pedras nesse caminho... **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, v.24, n.1, p.112-131, 2007.

MARTINS, L. A. P. A História da Ciência e o Ensino da Biologia. **Ciência & Ensino**. n.5. p 18-21, dez. 1998.

MARTINS, L. Baterson e o programa de pesquisa mendeliano. **Episteme. Filosofia e História da Ciência em Revista**, n. 14, p. 27-55, 2002.

MARTINS, R. A. Introdução. A história das ciências e seus usos na educação. In: SILVA, C. C. (ed.). **Estudos de história e filosofia das ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Livraria da Física, 2006, p. 21-34.

MAST, **Apresentação**. Disponível em: < [http://www.mast.br/nav\\_h01.htm](http://www.mast.br/nav_h01.htm)> Acesso em: 9 outubro 2011.

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

MAYR, E. **O desenvolvimento do pensamento biológico**. Brasília: Unb. 1998.



MAYR, E. **Biologia, ciência única**: reflexões sobre a autonomia de uma disciplina científica. São Paulo: Companhia das Letras, 2005. 266p.

MENDES, R.; MUNFORD, D. Dialogando Saberes: pesquisa e prática de ensino na formação de professores de ciências e biologia. **Ensaio**, Belo Horizonte, v. 7, p. 04-12, 2005.

NUNES, C. M. F. Saberes docentes e formação de professores: um breve panorama da pesquisa brasileira. **Educação e Sociedade**, São Paulo, v. 22, n. 74, p. 27-42, abr. 2001.

OKI, M. C. M. **A História da Química possibilitando o conhecimento da natureza da ciência e uma abordagem contextualizada de conceitos químicos**: um estudo de caso numa disciplina do curso de Química da UFBA. 2006. 430f. Tese (Doutorado em Educação) - Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2006.

OLIVEIRA, M. B. Considerações sobre a neutralidade da ciência. **Transformação**, v. 26, n.1, p.161-172, 2003.

OLIVEIRA, T. H. G., SANTOS, N. F. D., BELTRAMINI, L. M. O DNA: uma sinopse histórica. **Revista Brasileira de Ensino de Bioquímica e Biologia Molecular**, v. 24, n.1, p. 1-15. fev. 2004.

PEREIRA, G. J. S. A., MARTINS, A. F. P. História e filosofia da ciência nos currículos dos cursos de licenciatura em física e química da UFRN. In: MORTIMER, E. F. (Org.). VII Encontro Nacional de Pesquisadores em Educação em Ciências, 2009. **Anais... VII ENPEC**: Florianópolis, 2009.

PESSOA JR., O. Quando a abordagem histórica deve ser usada no ensino de ciências? **Ciência & Ensino**, v.1, out. 1996.

PIETROCOLA, M. Construção e realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de ciências através de modelos. **Investigações no Ensino de Ciências**, v.4, n.3, p.213-227, 1999.

PIMENTA, S.G. Formação de professores: Identidade e saberes da docência. In: PIMENTA, S.G. (Org.) **Saberes pedagógicos e atividade docente**. São Paulo: Cortez, 1999.

PIMENTA, S.G.; GARRIDO, E.; MOURA, M. O. Pesquisa colaborativa na escola facilitando o desenvolvimento profissional de professores. In: 24<sup>a</sup> Reunião Anual da ANPEd - Associação Nacional de Pós-graduação e Pesquisa em Educação. **Anais ... ANPEd**: Caxambu, 2001.

PINHO, M. J. S. **Gênero em Biologia no Ensino Médio**: uma análise de livros didáticos e discurso docente. 2009. 185p. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, Universidade Federal da Bahia, 2009.

QUEIROZ, G. R. C. P. ; MACHADO, M. A. D. ; BITTENCOURT, B. ; RODRIGUES, L. ; RAMALHO DA SILVA, L. ; CASTRO, G. . Parceria Universidade-Escola e Emancipação Docente. In: XVIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, 2009, **Atas...XVIII SNEF**: Vitória, 2009.

REDEFOR. **Rede São Paulo de Formação Docente. Ensino de Biologia: Objetivo Geral**. Disponível em: <<http://redefor.usp.br/curso/biologia/>>. Acesso em: 23 maio 2011.

ROUSSEAU, P. **História da Ciência**. Lisboa: Aster, 1968. 505p.

SANTOS, C. G. ; REINALDO, M. A. G. M. . **Livro didático de português no ensino fundamental: seleção, uso e implicações para o ensino da escrita**. In: VI SELIMEL -, 2009, Campina Grande. VI SELIMEL - Seminário Nacional sobre Ensino de Língua Materna e Estrangeira e de Literatura. Campina Grande : Bagagem, 2009.

SÃO PAULO (estado). Secretaria da Educação. Maria Inês Fini, coordenadora geral. **Caderno do aluno: Biologia, ensino médio – 2º colegial, volume 3**. São Paulo: SEE, 2009.

SÃO PAULO (estado). Secretaria da Educação. Maria Inês Fini, coordenadora geral. **Proposta Curricular do Estado de São Paulo: Biologia (Ensino Médio) – Estudo e Ensino**. São Paulo: SEE, 2008.

SCHEID, N. M. J. ; FERRARI, N. ; DELIZOICOV, D. . A construção coletiva do conhecimento científico sobre a estrutura do DNA. **Ciência e Educação (UNESP)**, v. 11, n. 2, p. 223-233, 2005.

SCHEID, N. M. J. ; PERSICH, G. D. O. ; KRAUSE, J. C. Concepção de natureza da ciência e a educação científica na formação inicial. In: VII Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências, 2009, Florianópolis. **Anais ...** Belo Horizonte : Editora da UFMG, 2009.

SCHEID, N. M. J. ; FERRARI, N. ; DELIZOICOV, D. . A CONSTRUÇÃO COLETIVA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO SOBRE A ESTRUTURA DO DNA. **Ciência e Educação (UNESP)**, Bauru, v. 11, n. 02, p. 223-233, 2005.

SCHEID, N. M. J. **A contribuição da história da biologia na formação inicial de professores de ciências biológicas**. 2006. 215p. Tese (Doutorado em Educação Científica e Tecnológica) - Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2006.

SCHEID, N. M. J., SOARES, B. M., FLORES, M. L. T. A Promoção da Formação Continuada de Professores de Ciências da Escola Básica por Meio de Monitoria Didático-Científica. Vivência: **Revista Eletronica de Extensão da URI**, v.5, n.7, p.21-27, 2009.

SELLES, S. E. & FERREIRA, M. S. Influências Histórico-Culturais nas representações sobre as Estações do Ano em Livros Didáticos de Ciências. **Ciência e Educação** (UNESP), v. 10, n. 1, p. 101-110, 2004.

SEQUEIRA, M.; LEITE, L. A História da Ciência no Ensino – Aprendizagem das Ciências. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 2. n. 1, p, 29-40, 1988.

SHULMAN, L. L. Those who understand: knowledge growth in teaching. **Educational Researcher**, Washington, v. 15, n. 2, p. 4-14, fev.1986.

SILVA, C. C. ; GASTAL, M. L. A. . Ensinando Ciências e ensinando sobre as ciências. In: PAVÃO, A. C.; FREITAS, D. (Org.). **Quanta ciência há no ensino de Ciências**. 33. ed. São Carlos: EdUFSCar, 2008, v.1 , p. 35-44.

SILVA, M. Maurice Wilkins e a polêmica acerca da participação de Rosalind Franklin na construção do modelo da dupla hélice do DNA. **Filosofia e História da Biologia** ,v. 5, n. 2, jul/dez. 2010.

SILVA, R. C.; CARVALHO, M. A. **O livro didático como instrumento de difusão de ideologias e o papel do professor intelectual transformador**. In: III Encontro de Pesquisa em Educação da UFPI / II Congresso Internacional em Educação, 2004, Teresina. Educação, Práticas Pedagógicas e Políticas de Inclusão Social. Teresina : EDUFPI, 2004. v. 1. p. 1-11.

TARDIF, M. **Saberes docentes e formação profissional**. 3. ed. Petrópolis: Vozes, 2002.

TARDIF, M. Saberes profissionais dos professores e conhecimentos universitários: elementos para uma epistemologia da prática profissional dos professores e suas conseqüências em relação à formação para o magistério. **Revista Brasileira de Educação**, Belo Horizonte, n. 13, p. 5-24, 2000.

TARDIF, M.; RAYMOND, D. Saberes, tempo e aprendizagem do trabalho no magistério. **Educação e Sociedade**. Campinas: Unicamp, v.21, n.73, dez. 2000.

TAVARES, L. H. W. Os tipos de abordagem histórica no ensino: Algumas possibilidades encontradas na literatura. **História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 2, 2010.

THIEMANN, O. H. A descoberta da estrutura do DNA: de Mendel a Watson e Crick. **Química Nova na Escola**, n. 17, p. 13-19, maio 2003.

TOLMASQUIM, A. T. ; COSTA, A. M. ; LINO, L. A. S. . Building the Brazilian Bibliography of the History of Science. **Nuncius Annali Di Storia Della Scienza**, Firenze, v. 17, n. 2, p. 767-779, 2002.

TOWNSEND, C. B.; TOMAZZETI, E. M. A mobilização de saberes nas práticas de professores nos anos iniciais: um estudo de caso. **Educar em Revista**, Curitiba, n. 29, 2007.

TRINDADE, D. F. Memória sobre o ensino da história da ciência no Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo. **Sinergia**, São Paulo, v. 10, n. 1, p. 21-29, jan./jun. 2009.

TURIN, J. P.; SILVEIRA, H. E. Concepções de professores paranaenses sobre a natureza do conhecimento científico: permanências e rupturas. **Ensenanza de las Ciencias**, ne, Barcelona, p.41-45, 2009.

VILELA-RIBEIRO. E. B.; BENITE, A. M. C. Concepções sobre natureza da ciência e ensino de ciências: um estudo das interações discursivas em um Núcleo de Pesquisa em Ensino de Ciências. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v.9, n.1, p.1-23, 2009.

WATSON, J. D.; BERRY, A. **DNA o segredo da vida**. São Paulo: Companhia das Letras, 2005. 470 p.

ZIMMERMANN, E. . Escolha do livro didático de ciências para as séries iniciais do ensino fundamental: sugestões alternativas. In: PAVÃO, A. C.; FREITAS, D. (Org.). **Quanta ciência há no ensino de Ciências**. 33.ed. São Carlos: EdUFSCar, 2008, v.1, p. 47-54.