

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO PARA A
CIÊNCIA E A MATEMÁTICA**

VERÔNICA KLEPKA

**HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO INSTRUMENTO DE REFLEXÃO
METODOLÓGICA NO ENSINO DE BIOLOGIA**

**MARINGÁ – PR
2014**

VERÔNICA KLEPKA

**HISTÓRIA DA CIÊNCIA COMO INSTRUMENTO DE REFLEXÃO
METODOLÓGICA NO ENSINO DE BIOLOGIA**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência e a Matemática.

Área de concentração: L₄ História, Epistemologia e Ética da ciência.

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Maria Júlia Corazza.

**MARINGÁ – PR
2014**

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)
(Biblioteca Central - UEM, Maringá – PR., Brasil)

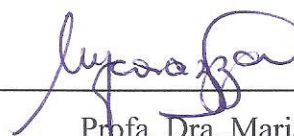
K64h	<p>Klepka, Verônica</p> <p>História da ciência como instrumento de reflexão metodológica no ensino de biologia/ . -- Maringá, 2014.</p> <p>195 f. il. : figs., tabs., color.</p> <p>Orientador: Prof.a. Dr.a. Maria Júlia Corazza.</p> <p>Dissertação (mestrado) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Exatas, Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática, 2014.</p> <p>1. História da Ciência-Ensino de Ciências. 2. Descoberta da Célula. 3. Teoria de Galperin. 4. Ensino de Biologia. I. Klepka, Verônica, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Exatas. Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática. III Título.</p> <p>CDD 22. ED.507 JLM001623</p>
------	--

VERÔNICA KLEPKA

**História da Ciência como instrumento de reflexão metodológica no
Ensino de Biologia**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática do Centro de Ciências Exatas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para a obtenção do título de Mestre em Educação para a Ciência e a Matemática.

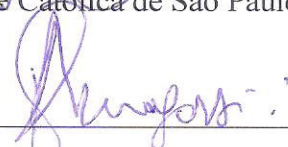
BANCA EXAMINADORA



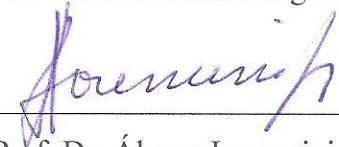
Prof. Dra. Maria Júlia Corazza
Universidade Estadual de Maringá – UEM



Prof. Dr. Fumikasu Saito
Pontifícia Universidade Católica de São Paulo – PUC/SP



Prof. Dr. Renilson José Menegassi
Universidade Estadual de Maringá – UEM



Prof. Dr. Álvaro Lorencini Júnior
Universidade Estadual de Londrina – UEL

Maringá, 11 de Fevereiro de 2014.

*Para todos os professores aos quais dirijo
apropriando-me das palavras de Karl Ludwig Von
Bertalanffy:*

*Gostaria de render homenagem a um personagem
meio ridículo: o professor. O lugar que lhe é
reservado na sociedade atual é um dos mais
inferiores. O status do professor é inferior ao do
proprietário de armazém de artigos baratos, está
mais distanciado do status do médico em seu papel de
bruxo moderno, do status de uma cantora de segunda
categoria, de um manequim ou de um lutador de
boxe. A única exceção é para o professor que ajuda a
fabricar a superbomba ou que descobre um
procedimento eficaz para aumentar as vendas de um
produto desodorante. De pouco pode vangloriar-se o
pobre professor... no entanto, pode vangloriar-se
sigilosamente. São as ideias que movem as coisas.
Neste sentido, os professores manipulam, sem serem
vistos, os cordões dos fantoches da história, forjam as
opiniões, os valores e descobrem as soluções.*

Agradecimentos

Costuma-se dizer que o orientador, uma vez sendo participante da pesquisa, não entra nesse rol de gratidão. Mas há uma grande diferença entre um simples orientador e um grande mestre. Mestres não encantam por suas conquistas ou batalhas, ao longo do tempo esquecidas, mas pelo seu eterno construir, o outro e para o outro. Nesse reconhecimento, minha orientadora Maria Júlia Corazza foi uma grande companheira, mais que mestre, foi em suas devidas horas amiga e mãe, e contribuiu de tal forma a tornar esta pesquisa, a princípio uma pedra bruta, em belos diamantes traduzidos em palavras.

Agradeço ao meu companheiro Fagner de Souza, que há quase uma década tem sido o amigo de todas as horas, aquele que me mostra a cada dia que nossa dura caminhada pelo aprender é uma viagem sem fim, cheia de belas paisagens.

Aos familiares que compreenderam as longas ausências e angustias sempre apoiando a caminhada: meus pais Elisa Biancato Kłepka e João Sérgio Kłepka, minha irmã Giselle Kłepka e meus sogros Laura Belizário de Souza e Angelo Benedito de Souza.

Entre as inúmeras amizades construídas, destaco Bruno Marcondes Umbezeiro, ao qual agradeço pelas discussões seja da minha ou da sua pesquisa, sempre amparadas pelo café, e que proporcionaram grande crescimento intelectual.

Agradeço à amiga Bárbara Cândido Braz pela prestatividade em todos os aspectos.

À Ana Paula Giacomassi Luciano e esposo Arquimedes pela incondicional amizade e sábias palavras de ensinamentos de vida e também a respeito da Física.

Agradeço ainda a Rosana Franzen Leite pela parceria nos trabalhos e reflexões filosóficas sobre o tempo e à Claudia Mikie Kato pela ajuda na busca por professores da Rede Estadual para a pesquisa e nas referências bibliográficas compartilhadas.

Agradeço muito às amigas e companheiras de trabalho Rosangela Xavier Fujii e Beatriz Cordioli pelo auxílio na constituição dos dados e presença em todas as etapas da pesquisa no Pibid.

À Sandra Grzegorzyc e à secretária Isabela pelo atendimento prestativo e esclarecedor no auxílio às inúmeras questões burocráticas da pesquisa, fornecimento de materiais necessários, além da confiança nos empréstimos de equipamento de filmagem.

Agradeço, ainda, aos professores do PCM pelas reflexões fomentadas durante as disciplinas que enriqueceram grandemente minha formação. Em especial, à Prof^{ta}. Neide Maria Michellan Kiouranis pelas várias explicações metodológicas e sugestões que só vieram a melhorar o delineamento desta pesquisa.

Ao professor Dr. Álvaro Lorencini Júnior por se dispor a acompanhar a pesquisa e colaborar com reflexões enriquecedoras.

Ao professor Dr. Renilson José Menegassi por mostrar as incoerências do trabalho, mas também dar suporte e condições para que encontrássemos o caminho correto a seguir.

À professora Dra. Maria Elíce Brzezinski Prestes por compreender nossas limitações e contribuir impecavelmente em seus pareceres.

À professora Dr^a. Lillian Al-Chueyr Pereira Martins por aceitar participar, ainda que no fim da pesquisa, com tanta disponibilidade e consideração.

Ao professor Dr. Fumikazu Saito por apresentar um fascinante percurso histórico da ciência e, ainda, nos auxiliar com os pontos obscuros da Micrographia.

Meu agradecimento se estende também ao Igor Corazza pelo auxílio na revisão da tradução de Hooke.

Ao professor Dr. André Luis de Oliveira por auxiliar, acompanhar e apoiar as reflexões e constituições de dados no Pibid, direcionando as discussões quando necessário e sendo bastante amigo.

À técnica D. Olga Fracaro da Silva por disponibilizar e auxiliar na montagem dos equipamentos da aula prática no Pibid.

Aos pibidianos pelas contribuições e prestatividade em participar da pesquisa. Em especial ao Bruno Betiati pelas ricas contrapalavras que fizeram muita falta no decorrer do percurso.

À CAPES pelo subsídio à pesquisa.

E como não poderia deixar de ser, à Biologia que revela novos encantos a todos aqueles que desejam conhecê-la e compreendê-la. Como parte dessa paixão, agradeço a meu companheirinho por todo amor e carinho devotados ao longo dos últimos sete anos, nosso querido Kiko. 🐾 🐾

Agradeço, enfim, a todos aqueles que estavam presentes direta ou indiretamente nessa caminhada e que em poucas linhas não teria condições de manifestar todo meu reconhecimento.

Meu muito obrigada!



A ciência às vezes se vê como impessoal, como “pensamento puro”, desvinculado de suas origens históricas e humanas. E, frequentemente, é ensinada como se assim fosse de fato. No entanto, a ciência representa um empreendimento humano em toda a sua extensão, um desenvolvimento humano, orgânico e progressivo, com impulsos e paradas repentinas – e, também, desvios bizarros. Ela cresce de seu passado mas nunca o ultrapassa, como nós mesmos não ultrapassamos nunca nossa infância.

Oliver Sacks



KLEPKA, Verônica. **História da Ciência como instrumento de reflexão metodológica no Ensino de Biologia**. 2014, 195 f. Dissertação (Mestrado em Educação para a Ciência e a Matemática) – Universidade Estadual de Maringá, Maringá, 2014.

RESUMO

A História da Ciência constitui-se de uma prática epistemológica fecunda para o exercício filosófico e porque não também didático da Ciência. A reflexão sobre o uso da História da Ciência no ensino vem apresentar possibilidades para que a abordagem histórica seja incluída aos conteúdos do Ensino de Ciências de maneira a possibilitar o reconhecimento da atividade científica como um processo permeado de influências. Refletindo as contribuições que a História da Ciência tem a oferecer ao ensino, a presente pesquisa aborda os paralelos desse enfoque sob a perspectiva sociointeracionista. Especificamente, utiliza como suporte de inserção a Teoria de Assimilação por Etapas de Galperin. Teoria que considera o aprendizado resultante de ações organizadas para a formação de conhecimentos e busca partir dos domínios que os alunos já possuem em prol a um ensino prospectivo, transformador e qualitativo com potencial para novos saberes. Objetivou-se compreender como os sentidos a respeito da História da Ciência são constituídos, apropriados e utilizados na prática pedagógica de estudantes de formação inicial em Ciências Biológicas. A pesquisa foi desenvolvida com licenciandos da Universidade Estadual de Maringá, Paraná, Brasil, pertencentes ao grupo de estudos do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação a Docência em Biologia (Pibid). A intervenção utilizou como suporte metodológico a Teoria de Assimilação por Etapas de Galperin e como respaldo teórico o episódio histórico de Robert Hooke e sua observação da cortiça, contida na obra *Micrographia*. Fizeram parte dos dados de análise, os discursos provenientes das entrevistas iniciais e finais; as discussões fomentadas durante a replicação do episódio histórico de observação da cortiça; as discussões sobre a tradução da descrição original de *Micrographia* e as atividades de análise epistemológica e de trechos de livros didáticos de Biologia. A análise dos sentidos, realizada a partir do dispositivo de Análise Dialógica do Discurso do Círculo de Bakhtin mostrou que os licenciandos concebem de maneira diversificada a atividade científica, ora de maneira neutra ora repleta de influências. As apropriações do discurso da História da Ciência foram aplicadas nas identificações de contextualizações equivocadas no livro didático quanto ao episódio da suposta descoberta da célula por Hooke. Na prática pedagógica desses licenciandos, o uso do discurso da História da Ciência é valorizado e reconhecido como necessário, porém, seu uso é limitado quando ideologias constituídas pelo cotidiano assumem a postura profissional docente.

Palavras-chave: Descoberta da Célula. Teoria de Galperin. Ensino de Ciências.

KLEPKA, Verônica. **History of Science as an instrument of methodological reflection in the Teaching of Biology**. 2014, 195 f. Dissertation (Masters in Education for Science and Mathematics) – State University of Maringá, Maringá, 2014.

ABSTRACT

The history of science constitutes of a fecund epistemological practice for philosophical exercise and why not also didactic Science. A reflection on the use of the History of Science in teaching hereby presents possibilities for the historical approach be included to the contents the teaching of science in order to enable the recognition of scientific activity as a process influences permeated. Reflecting the contributions that the History of Science has to offer to education, this research discusses the parallels of this approach in the sociointeracionista perspective. Specifically, bases its insertion Theory of Assimilation by Steps Galperin's. Theory that considers that learning is a result of actions organized for the formation of knowledge and search from the domains that students already possess in favor a prospective, transformer and qualitative education with potential for new knowledge. It was aimed to comprehend how the senses about the history of science are constituted, appropriate and used in the teaching practice of students in initial formation in Biological Sciences. The research was conducted with undergraduates at the State University of Maringa, Parana, Brazil, belonging to the study group's Scholarship Program Initiation to Teaching in Biology (Pibid). The intervention used as a methodological support for the Theory of Assimilation Steps Galperin and theoretical support as historical episode Robert Hooke and his cork notice contained in the work *Micrographia*. Were part of the data analysis, the speeches from the initial and final interviews; discussions fostered during replication of the historical episode cork notice; discussions on the translation of the original description of *Micrographia* and activities of epistemological analysis and excerpts from Biology textbooks. The analysis of the senses, made from the Dialogic Discourse Analysis device of the Bakhtin Circle has shown that undergraduates conceive a diversified way scientific activity, sometimes neutrally now full of influences. The appropriation of the discourse of history of science were applied to the identification of mistaken in textbook contextualization as the episode the presumed discovery of the cell by Hooke. In pedagogical practice these undergraduates, using the discourse of history of science is valued and recognized as necessary, however, its use is limited when ideologies constituted by the everyday take on teacher professional attitude.

Keywords for this page: Discovery of the cell. Galperin's Theory. Science Teaching.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1.....	92
Figura 2.....	119
Quadro 1	89
Quadro 2	90
Quadro 3	90
Quadro 4	126

INTRODUÇÃO	13
CAPÍTULO I -A CIÊNCIA NA PERSPECTIVA HISTÓRICA: DO ILUMINISMO AO SÉCULO XX. BREVES CONSIDERAÇÕES.....	19
1.1 O respaldo histórico no Iluminismo.	19
1.2 História da Ciência no Ensino.	24
CAPÍTULO II -ESTUDO DE CASO: A REDESCOBERTA DA CORTIÇA POR MEIO DA OBSERVAÇÃO DE ROBERT HOOKE.....	32
2.1 O contexto histórico de Hooke: faces de uma Revolução Científica.	33
2.2 Reflexões construídas sobre os poros da cortiça..	45
2.3 Desconstruindo a relação observação das células por Hooke e o estabelecimento da Teoria Celular	51
CAPÍTULO III-O VALOR DA LINGUAGEM E DAS INTERAÇÕES SOCIAIS NA HISTÓRIA DO HOMEM.....	61
3.1 Vygotsky e as bases para a compreensão do homem.	63
3.2 História da Ciência ensinada sob a perspectiva sociointeracionista: paralelos possíveis.....	68
3.3 A Teoria de Assimilação por Etapas de P. Ya Galperin.....	75
3.3.1 As etapas da Teoria de Assimilação de Galperin.....	77
CAPÍTULO IV-A ANÁLISE DIALÓGICA DO DISCURSO: EMBASAMENTOS TEÓRICOS.....	81
CAPÍTULO V -O DISCURSO COMO OBJETO DE ANÁLISE.....	86
5.1 Questões norteadoras e objetivos da pesquisa.	86
5.2 O contexto das enunciações: sujeitos da pesquisa.	87
5.2.1 Controle prévio.	92
5.2.2 Preparação motivacional.	92
5.2.3 Base Orientadora da Ação - B.O.A.....	93
5.2.4 Contato material.....	94
5.2.5 Compartilhamento verbal.....	95
5.2.6 Possibilitando a internalização.....	96
5.2.7 Controle final.	96
5.2.8 Constituição dos Blocos Analíticos.	97

CAPÍTULO VI -ANÁLISES: INTERPRETANDO PALAVRAS OUTRAS.	98
6.1 Controle Prévio.	98
6.1.1 Natureza da Ciência.	98
6.1.2 História da Ciência enquanto arcabouço contextual.	104
6.1.3 Interface História da Ciência e Ensino.	110
6.2 Intervenção realizada.	116
6.2.1 Observação da cortiça na lupa.	116
6.2.2 Discussão sobre o experimento.	127
6.2.3 Discussão sobre a observação original de Hooke.	133
6.2.4 Análise epistemológica da produção e contexto de Hooke.	141
6.2.5 Análise do livro didático.	145
6.3 Controle Final.	155
6.3.1 Sentidos atribuídos à História da Ciência e possibilidade de aplicação em sua prática pedagógica.	155
6.3.2 Respaldo da intervenção na construção de sentidos sobre o episódio retratado da História da Biologia.	158
CONCLUSÃO.....	161
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	164
APÊNDICES	177
Apêndice 1 – Tradução: Observação XVIII da Obra <i>Micrographia</i>	178
Apêndice 2 – Tradução: inquéritos feitos por Robert Hooke a respeito do ar.	183
Apêndice 3 – Roteiro de Entrevista Inicial.	186
Apêndice 4 - Atividade Motivacional.	187
Apêndice 5 – Estabelecimento da Base Orientadora da Ação.	188
Apêndice 6 – Análise Epistemológica.	189
Apêndice 7 - Análise do Livro Didático.	190
Apêndice 8 – Roteiro de Entrevista Final.	190
ANEXOS	192
Anexo 1 – Texto original da Observação XVIII de Robert Hooke	193
Anexo 2 - Recortes de Livros Didáticos.	193

O conhecimento em ciência e sobre ciência é um dos caminhos de se exercitar a razão, o realismo e a racionalidade, além de possibilitar uma compreensão significativa, holística e antidogmática desse vasto campo de estudos (MATTHEWS, 1994).

O interesse por uma visão holística tem como ponto de partida o século XVIII, período em que a então “Filosofia Natural” passou a assumir diferentes contornos tornando-se mais complexa e independente dos pressupostos filosóficos da Igreja. Um dos objetivos em torno dessas mudanças correspondeu à popularização do conhecimento acerca do mundo e da nova ciência para as diferentes classes sociais. Esse panorama também foi determinante para o rumo dos novos campos da educação no período, onde a Filosofia Natural passou a ser reconhecida pela sua produção cultural e pelas diferentes aplicações resultantes dela (MOURA; SILVA, 2009). Tais demonstrações de aplicabilidade foram interessando diferentes públicos e

[...] ao mesmo tempo em que as conferências populares iam ganhando novos adeptos e mais público, circulavam pela sociedade obras sobre a filosofia natural com um teor didático e acessível. [...]. Juntamente com as conferências, essas obras didáticas colaboraram para tornar a Filosofia Natural mais próxima das pessoas, levando à sociedade um conhecimento antes somente restrito às paredes das universidades e sociedades, como a *Royal Society* de Londres (MOURA; SILVA, 2009, p.5).

Obras como as de Newton, por exemplo, foram objetos de recontextualização em obras de estilo narrativo que não eram consideradas livros científicos. Tratava-se de “[...] um texto baseado em diálogos cotidianos entre duas pessoas, com um caráter mais informal, direcionado a um público que almejava educar em Filosofia Natural, mas não possuía os pré-requisitos para a leitura dos textos originais de Newton” (MOURA; SILVA, 2009, p.6). Podemos observar, neste contexto, o início de uma abordagem histórica da ciência mais aproximada do público geral.

Matthews (1994) complementa que, por volta da metade do século XVIII, a inclusão da ciência nos currículos, ainda chamada de Filosofia Natural, não foi bem aceita por compor-se de um ensino pautado em obras clássicas da humanidade. Tais obras eram consideradas adequadas apenas para a elite e não para todas as camadas sociais como havia sido proposta inicialmente. Debates em torno da clientela que deveria receber uma educação em ciência permearam o século seguinte e caracterizaram as discussões ocorridas na Grã-Bretanha. De um lado estavam alguns a favor de uma ciência acessível para aqueles que não fossem familiarizados com os enfoques experimentais, e de outro lado, os adeptos de uma ciência mecânica e matematizada. A não concordância entre esses movimentos provocou, em 1872, o desaparecimento da Filosofia

Natural tanto dos colégios britânicos quanto dos americanos. Com a lacuna, os colégios passaram então a substituir a ciência por textos extremamente lotados de álgebra, matemática e desenhos mecânicos. Essa nova ciência parecia não ter trazido melhora à abordagem anterior e no final do século XIX ergueu-se uma nova bandeira em prol ao Novo Movimento no Ensino da Física¹. Esse movimento defendia o retorno dos antigos cursos e obras da Filosofia Natural e sua abordagem aplicada com foco experimental, como retratado por Matthews (1994).

A partir das primeiras décadas do século XX puderam ser identificadas, nos Estados Unidos, três tradições no Ensino da Ciência: a teórica, que enfatizava a estrutura das disciplinas; a aplicada, que salientava o funcionamento das coisas do cotidiano; e a contextual, também chamada de tradição liberal, que contemplava o caráter histórico e o desenvolvimento da ciência ao longo dos tempos. Além de ressaltar suas implicações para a vida e sociedade, explica Matthews (1994). No entanto, nenhuma delas era tida como exclusiva, apesar de apresentar, por meio da contextual, os contornos de uma educação em ciência pautados no reconhecimento de seus aspectos sociais e humanos. A Biologia, por exemplo, deixou de ser totalmente teórica e passou a abordar aspectos ecológicos e de bem estar humano devido às inúmeras pressões, entre elas a industrial, complementa o autor.

Mas foi logo após a Segunda Guerra Mundial que a contextualização histórica foi utilizada com objetivo de promover o entendimento da sociedade sobre a função social da ciência (MATTHEWS, 1994). A Guerra Fria e o início da era digital também foram marcos para o uso da História da Ciência no ensino. Enquanto em meados da década de 1940 buscava-se reumanizar as ciências, que há tempo encontravam-se abaladas por seu uso indiscriminado a favor da raça pura (ariana), nas décadas seguintes o objetivo era convencer de que a pesquisa e a ciência necessitavam de atenção, financiamento. Já na era digital, a História da Ciência seria crucial para o desenvolvimento da tecnologia aliada à alfabetização científica entre seus usuários (SEROGLOU; ADURIZ-BRAVO, 2012; DICKSON, 1984).

A partir da década de 1970 observamos em vários países um crescente interesse por estudos que buscassem contextualizar os aspectos históricos, filosóficos e sociais da atividade científica como meio de tornar o Ensino de Ciências mais atrativo e significativo para os estudantes. Esses estudos intensificaram-se a partir da Primeira Conferência Internacional em História e Filosofia da Ciência e Ensino de Ciências² – realizada na Flórida em 1989 e estendida para inúmeros outros países, sendo o Brasil palco desta conferência em 2015. As discussões possibilitaram também diálogos que contribuíram para o aparecimento do periódico *Science & Education* em 1992. Esse enfoque vem se refletindo no Brasil, onde as pesquisas têm

¹ The New Movement in Physics Teaching.

² First International Conference on History and Philosophy of Science and Science Teaching.

demonstrado as contribuições da História da Ciência para o ensino. Entre as contribuições está a de promover a compreensão da atividade científica e sua intrínseca relação com a sociedade, além de dar ao cientista seu caráter humano. Com essas perspectivas, surgiu entre as décadas de 1970 e 1980 uma linha de pesquisa em Ensino de Ciências, hoje também presente em inúmeros cursos de Pós-Graduação, voltada para a aplicação da História da Ciência no ensino, de modo a promover a aprendizagem e possibilitar sua avaliação (PRESTES; CALDEIRA, 2009).

Os documentos: Parâmetros Curriculares Nacionais (BRASIL, 2000) e Diretrizes Curriculares da Ciência e da Biologia do Estado do Paraná (PARANÁ, 2008) contemplam, entre as capacidades e habilidades necessárias para o estudante brasileiro, o reconhecimento do sentido histórico da ciência, a compreensão das relações entre a produção científica e a sociedade nos seus aspectos econômicos e políticos, assim como os confrontos ocorridos entre teorias e pesquisadores ao longo de um dado período histórico.

Uma vez preconizada nos suportes legais da educação, diferentes pesquisas direcionam-se às contribuições e métodos de aplicação da História da Ciência em sala de aula nos seus mais variados níveis de ensino. Todavia, esses estudos apresentam lacunas, principalmente no que se refere a *como* utilizar a História da Ciência em sala de aula (ALMEIDA, 2012). Ressalta-se a falta de preocupação com aspectos didático-metodológicos para sua inclusão como elemento enriquecedor do ensino, além da ausência de referenciais teóricos da psicopedagogia que embasam a ação docente, de modo que possa articular o enfoque histórico ao processo de ensino e aprendizagem dos conhecimentos científicos. Outros autores atentam ainda para a importância da inclusão da História da Ciência no ensino, como ponto de partida no processo, aliada à valorização do conhecimento prévio do aluno (TEIXEIRA; GRECA; FREIRE JR., 2009).

A História da Ciência ao ser inserida no ensino como abordagem inclusiva, assim como sustentada por Matthews (1994), permite diferentes metodologias (JUSTINA, 2011; PESSOA JR, 1996). No entanto, parece ser nova a aproximação de estudos que buscam aliar o sociointeracionismo com a História da Ciência. Gehlen e Delizoicov (2012) defendem a inclusão da História da Ciência no currículo do Ensino de Ciência, alegando que os “problemas solucionados pela ciência ao longo da História fazem parte do processo de humanização” (GEHLEN; DELIZOICOV, 2012, p.76). Nessa perspectiva, o sociointeracionismo, enquanto considera a ciência como uma construção humana em dialética, pode contribuir para efetivar mudanças nas visões errôneas atribuídas a ela como a neutralidade, dogmatismo e imutabilidade, formando pensamentos coerentes e relevantes para caracterizar a natureza da ciência na escola e na sociedade (RIVERO; WAMBA, 2011).

Galperin (2009a), ao considerar que a aprendizagem e o desenvolvimento dependem da interação da palavra (falada ou escrita) e do comportamento, ou seja, ações sobre imagens e

objetos do mundo material e diálogo social, propõe a *Teoria da Assimilação por Etapas*, que integra as ideias de diferentes teóricos da Escola Soviética, permitindo que a participação do aluno no processo educativo seja consciente e ativa. Esta Teoria caracteriza-se por possibilitar uma aprendizagem cognitiva, formativa e social (RAMALHO, 2009) e destaca-se também por priorizar a experiência social como pré-requisito para a ocorrência de processos internos, no plano individual. Dessa forma, o social é enriquecido “[...] pela aprendizagem, que engendra a assimilação dos produtos, meios e tipos de atividade elaborados socialmente em um processo de interação social” (NÚÑEZ, 2009, p. 96).

Ao pressupor que as imagens formadas ilustram o modo como conhecemos o mundo e o representamos, os conhecimentos formados na escola se estruturam não apenas como reflexos reais de uma ação sobre determinado objeto, mas como forma de expressá-la por meio da comunicação. Assim, o ato de verbalizar deve caracterizar um dado significado, compartilhado pelas demais pessoas do mesmo convívio social (GALPERIN, 2009c). Isso consigna que a linguagem ganha significados constituindo-se o foco central dessa corrente que estabelece a dialética como ponto principal da estrutura social (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990). Desse modo, a significação compartilhada diante de um objeto e ação perpassa pela “fala, a enunciação, e afirma sua natureza social, não individual: a fala está indissolúvelmente ligada às condições da comunicação, que, por sua vez, estão sempre ligadas às estruturas sociais” (YAGUELLO, 1990, p. 14). Isso amplia a potencialidade da Teoria Histórico-Cultural bem como a possibilidade de instrumentalização do ensino dialogado.

Observa-se que na perspectiva sociointeracionista pouco se avançou quanto à construção de modelos didáticos que contribuam como ferramentas para a prática pedagógica (RAMALHO, 2009). Menor ainda é o desenvolvimento de modelos que considerem a Teoria de Galperin. Tal fato representa o desconhecimento sobre esse enfoque sociointeracionista, suas teorias e de seus colaboradores. É no intuito de resgatar a Teoria de Assimilação por Etapas de Galperin que consideramos que essa perspectiva teórica e metodológica pode enriquecer ainda mais o potencial da História da Ciência no ensino. Essa abordagem dá condições aos alunos de compreender o processo pelo qual um conhecimento, uma descoberta, ou qualquer outra produção humana foram construídos, possibilitando também a construção de sentidos e significados acerca desses conhecimentos no indivíduo.

Com este arcabouço teórico internalizado, buscamos compreender como os sentidos sobre a História da Ciência são constituídos por licenciandos do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá-Paraná, bem como delimitar os sentidos produzidos por eles à História da Ciência em suas práticas pedagógicas. Procuramos identificar como o licenciando se apropria do discurso da História da Ciência e o utiliza em sua prática pedagógica. Desta

problemática surgiram outras, por exemplo: *Como a História da Ciência tem contribuído na formação destes licenciandos? Que dificuldades eles apresentariam ao usarem a História da Ciência em suas aulas?* Estas perguntas possibilitaram a presente investigação, realizada por meio de uma intervenção didática, reportando-se a um episódio da História da Ciência sob os pressupostos metodológicos da Teoria de Galperin, em que se considera que a atividade do sujeito no âmbito escolar deve acontecer em etapas organizadas para uma efetiva assimilação dos conteúdos que se pretende ensinar. Por isso a pesquisa está organizada e direciona as ações pedagógicas em etapas de ação sobre o conhecimento histórico.

No primeiro capítulo realizamos um recorte a partir do Movimento Iluminista europeu, período que enfatiza o pensamento crítico e desencadeia um grande avanço no que diz respeito à ciência ocidental. Também evidenciou o uso da História da Ciência em vários aspectos, entre eles, para contextualizar ideias e pensamentos, posteriormente abordados também no ensino. Situamos esse recorte destacando as pesquisas de História da Ciência relacionadas ao ensino na contemporaneidade e as principais discussões decorrentes delas.

Trouxemos à luz no Capítulo 2 um pequeno episódio que caracteriza o período de passagem rumo a uma Revolução Científica. Utilizamos do personagem Robert Hooke e, em especial, de sua observação de número XVIII sobre a cortiça para resgatar, tanto o período, quanto os conhecimentos decorrentes dele, que são associados inadequadamente à “descoberta da célula” na Biologia. Damos abertura às esferas de conhecimento epistemológico, histórico e contextual de Hooke para uma melhor compreensão e apresentamos uma tradução realizada da observação deste pesquisador no que diz respeito à cortiça e suas estruturas. Em seguida, retomamos um breve percurso histórico que permitiu compreender o distanciamento desta descoberta com a caracterização da célula na Teoria Celular. Ao fim, construímos algumas reflexões sobre esse episódio e seu contexto.

O capítulo 3 tratou das contribuições de Vygotsky e de seus colaboradores para o entendimento dos processos de desenvolvimento do indivíduo. Procurou também traçar as aproximações entre o sociointeracionismo e a História da Ciência justificando as possíveis conexões entre essas duas abordagens. Ainda neste capítulo, apresentamos a Teoria da Assimilação por Etapas de Galperin, decorrente da Escola Soviética e seus pressupostos, que justificam a união com a História da Ciência.

O capítulo 4 apresenta os embasamentos teóricos resgatados a respeito da Análise Dialógica do Discurso a partir do Círculo de Bakhtin e retrata nossa construção de um possível diálogo entre Vygotsky e Bakhtin.

Apresentamos no Capítulo 5 nosso contexto e sujeitos de pesquisa, bem como a construção das atividades realizadas, nossas produções e coletas de dados organizadas tal qual a

intervenção fora construída, ou seja, orientada pelas etapas da Teoria de Galperin. As análises e os resultados provenientes de uma amostra de nossos inúmeros dados coletados encontram-se no Capítulo 6 onde também fazemos uma breve discussão dos principais resultados obtidos ao final de cada item.

Por fim, nossa conclusão admite o potencial das pesquisas que envolvem as aproximações da História da Ciência com o sociointeracionismo, especificamente por meio da Teoria de Galperin, para contribuir com o Ensino de Ciências.

CAPÍTULO I

**A CIÊNCIA NA PERSPECTIVA HISTÓRICA: DO ILUMINISMO AO SÉCULO XX.
BREVES CONSIDERAÇÕES.**

Procuramos apresentar, ao longo deste capítulo, a literatura pertinente que nos possibilitou conhecer os resgates e a perspectiva histórica de parte dos conhecimentos produzidos pela humanidade. Para isso, iniciamos com um recorte a partir do movimento iluminista por encontrarmos nesse período usos da História da Ciência de maneira bem diversa. Posteriormente, com a criação do Ensino de Ciências, observamos o dinamismo e as utilizações dessa abordagem na educação bem como suas discussões mais recentes.

1.1 O respaldo histórico no Iluminismo.

O movimento intelectual europeu denominado Iluminismo – também chamado de século das luzes – permeou os séculos XVII e XVIII e assumiu, como um de seus compromissos, a difusão do pensamento científico. O Iluminismo preconizava a valorização da razão e garantia com isso o acesso ao conhecimento acerca da natureza por meio da ciência, do aprimoramento moral e da emancipação do sujeito frente à política (MATOS, 1993). Essa perspectiva vislumbrava ainda produzir “[...] efeitos positivos para a sociedade e cultura; se as pessoas pensassem cientificamente fundamentando-se sobre política, religião, ética, direito, história, práticas sociais e culturais, grande parte da discórdia, perseguição, guerras e revoluções na sociedade seria minimizada” (MATTHEWS, 2009, p.1, tradução nossa)³. A ciência, amparada pela razão, possibilitaria ao homem vencer o saber mítico caracterizado por credices, superstições e preconceitos.

Dentre as potencialidades e as alienações relacionadas ao iluminismo ‘suas luzes bem como suas sombras’, destacadas por Matos (1993) e Scremin (2004), resgatamos o aporte à ciência no período.

Alfonso-Goldfarb (1994) explica que, antes mesmo do período iluminista, a chegada à Europa de obras clássicas traduzidas e até mesmo originais provocou contrapontos nas ideias dos pensadores. Kragh (1987) descreve que o respeito pelas obras antigas era garantia para o progresso, isto é, construir a partir do que já foi construído. No final do século XVII, por

³ “[...] positive flow-on effects for society and culture; if people thought and reasoned scientifically about politics, religion, ethics, law, history, social and cultural practices then much of the discord, persecution, wars and upheaval in society would be minimized”(MATTHEWS, 2009, p.1, on line).

influência da igreja, muitas dessas obras passaram a ser consideradas pagãs e o respeito nos relatos históricos ali presentes foi abalado. Com o Iluminismo esses textos históricos foram considerados testemunhos do que já havia sido feito e também um estímulo para o que ainda poderia ser feito de modo a representar uma história em progresso.

Observamos na obra de Alfonso-Goldfarb (1994) três modificações quanto ao uso do respaldo histórico. A primeira diz respeito à necessidade de encaixar as novas ideias no velho conhecimento trazido pelos clássicos. Para isso, a história narrada ou aludida tinha como objetivo justificar essas novidades. Essa história, segundo a autora, era mais um exercício filosófico de comparação entre teorias.

Outro modo de ver esse crescente número de textos históricos era considerá-los como prova da verdade, nos quais nada deveria ser corrigido ou acrescentado às ideias iniciais. Em contraponto, à medida que esses textos e teorias eram conhecidos, notava-se a inadequação das ideias ali expressas para o contexto e complexidade europeia, de modo que se passou a contestá-los (ALFONSO-GOLDFARB, 1994).

Assim, os pensamentos organizados ao longo dos séculos na Europa possuíam pontos bastante frágeis, sendo necessário pensar em substituições e reformas. Isso provocou a dicotomia de opiniões entre aqueles para os quais a ciência deveria estar fundamentada nos clássicos e outros que acreditavam nos novos conhecimentos. A solução do embate seria convencer os pensadores mais conservadores acerca das mudanças que valiam a pena serem realizadas. Para isso, os modernos utilizaram-se da história de modo diferente da então abordada pelos seus antepassados (ALFONSO-GOLDFARB, 1994).

Esse conflito entre o extremo antigo e o radical moderno permeou os séculos XVI e XVII permanecendo ao longo deste último até desaparecer. Algumas considerações direcionaram a formação de grupos, sociedades e academias para a pesquisa científica moderna. Essas comunidades científicas representavam a necessidade de atrair cada vez mais adeptos, apoio e até propagandistas da nova ciência, explica Alfonso-Goldfarb (1994).

Hankins (1985) exemplifica que esses acontecimentos refletiram também na literatura da época. A Filosofia Natural – que se encarregava de diferentes questões sobre a natureza, a matéria e a própria alma – procurava apresentar evidências cada vez mais crescentes e contraditórias aos conhecimentos até então produzidos.

Os filósofos naturais do século XVII conheciam o que os antigos sabiam, e adicionaram a esses conhecimentos as verdades que haviam sido descobertas em tempos mais recentes. [...]. Assim, os filósofos naturais pareciam possuir um

método seguro de aumentar o conhecimento humano e de melhorar a condição humana (HANKINS, 1985, p.8-9, tradução nossa)⁴.

Alfonso-Goldfarb (1994) complementa que, além das obras escritas em uma linguagem acessível, visando à divulgação da ciência; demonstrações públicas recorrentes desde o século XVI continuaram até parte do século XVIII amparadas por experimentos científicos, novas máquinas, equipamentos e invenções, buscando serem polêmicas e instigantes para o público em geral. Portanto, a nova ciência tinha a educação como uma bandeira de propaganda, uma vez que promovia o interesse e a curiosidade dos sujeitos em favor de novos conhecimentos. Assim, o público deveria ser conquistado e convencido sobre o potencial das promessas da ciência emergente para o novo mundo.

Era acessível também ao público em geral divulgações como crônicas sobre a ciência. Estas podiam ser de dois tipos: as produzidas por sociedades e academias, respaldando-se na história das ciências naturais, apresentando relatos de experiência e novas possibilidades de explorar a natureza; e as descritas pelo cronista ou secretário da associação científica. Esta última, diferente da anterior, poderia assumir um teor mais cultural, pois além de se pautar na história do desenvolvimento da História Natural, enfatizava os sucessos do grupo, seus feitos e descobertas, além de incrementar com personagens para o divertimento do leitor (ALFONSO-GOLDFARB, 1994).

Ao utilizarem dessas crônicas com respaldo histórico, os filósofos e educadores que encabeçaram o Iluminismo esboçaram a utilização da História da Ciência para contextualizar e divulgar a atividade científica na sociedade. Estes, a princípio, não tinham como foco o ensino, mas sim formar sujeitos capazes de julgamento dos produtos e saberes que a ciência produzia de forma cada vez mais acelerada para o progresso da sociedade.

No intento de uma ciência que ultrapassasse os limites do laboratório⁵ e pudesse resolver os problemas da sociedade sendo conhecida e valorizada por todos, a perspectiva dos representantes iluministas deve ter sido também direcionada a um tipo de ensino que contemplasse esses saberes. A concretização desse fato pode ter ocorrido a partir da criação da turma de Ensino em Ciências sob a responsabilidade de Joseph Priestley, na cidade de Nantwich/Inglaterra, no ano de 1758, em pleno Iluminismo, como evidencia Matthews (2009).

⁴ The seventeenth-century natural philosophers knew what the ancients knew and added to them the truths that had been discovered in more recent times. [...]. Thus the natural philosophers appeared to possess a sure method of increasing human knowledge and of improving the human condition (HANKINS, 1985, p.8-9).

⁵ O termo *laboratório*, expresso em alguns momentos deste capítulo histórico, deve ser entendido como uma denominação contemporânea para os locais ou quartos nos quais se realizavam a manipulação dos organismos retirados do ambiente natural.

Esse foi um grande passo para debates acerca da amplitude do ensino da ciência nos séculos seguintes.

Por esse viés apresentamos, no subitem a seguir, de modo bastante abreviado, alguns percalços para o reconhecimento da História da Ciência até chegar ao Ensino de Ciências. Antes disso, para além do percurso temporal retratado sobre as utilizações da História da Ciência, é preciso igualmente diferenciar o entendimento histórico dos séculos XVII e XVIII da compreensão atual.

Naqueles séculos, o relato histórico representava as descrições da condição de um fato que não precisava necessariamente ser remetido ao passado (KRAGH, 1987). Essa distinção possibilita entender os distintos termos encontrados na literatura correspondente: história e historiografia, como delimita Martins (2004).

Para este pesquisador, a historiografia corresponde a tudo aquilo produzido pelos historiadores, ou seja, textos que, em sua maioria, abordam conhecimentos e acontecimentos do decorrer da história, não apenas descrevendo-os, mas também refletindo a respeito deles. A história, por outro lado, pode ser “entendida como um conjunto de situações e acontecimentos pertencentes a uma época e a uma região” (MARTINS, 2004, p. 115). Desse modo, a História da Ciência não vem desvendar fenômenos naturais, mas sim prestar esclarecimentos sobre algum aspecto do trabalho científico envolvido nesses fenômenos. “Ela é constituída pelas atividades e produções dos cientistas e seu contexto” (MARTINS, 2004, p. 117).

Disso decorre que os métodos pelos quais os historiadores da ciência abordam determinados episódios científicos dependem dos objetivos de sua pesquisa (MARTINS, 1997). Em geral, as abordagens historiográficas dão conta de dois aspectos: internos ou internalistas e externos ou externalistas da ciência. Ambos os aspectos comportam na literatura uma série de pontos de vistas que estabeleceram, em tempos mais recentes, conflitos entre epistemólogos e filósofos da ciência (OLIVEIRA; SILVA, 2012). Apesar de ser um debate considerado ultrapassado por alguns historiadores, é importante o reconhecimento dessas facetas para aqueles que, assim como nós, pretendem fazer uso de um estudo de caso histórico no ensino, possam compreender as discussões de modo holístico.

A diferença principal entre eles está no destaque que um ou outro pode dar a um determinado episódio, podendo encobrir ou desconsiderar o outro lado do fato. O viés internalista considera os aspectos internos de um episódio científico de modo que aqueles que o utilizam buscam priorizar momentos que acreditam estar relacionados ao fato científico em si, ou seja, à atividade do cientista, tornando o relato descontextualizado. Essa prática pode dar a impressão de que determinado acontecimento na ciência só poderia ter ocorrido daquela maneira e naquela sequência e momento histórico. Levando ainda a uma valorização de alguns nomes em

detrimento de outros, além de desvalorizar as intensas relações entre homens, sociedade e cultura (DIAS; SAITO, 2009).

Por outro lado, o enfoque externalista considera todos os fatores não ligados ao desenvolvimento intelectual do episódio, como as influências da época, religião, cultura e sociedade no trabalho realizado, delimitando o que ou quais coisas permitiram que o acontecimento científico fosse realizado naquele espaço e tempo (OLIVEIRA; SILVA, 2012). Nesse sentido, tanto Martins (2004) quanto Dias e Saito (2009) ponderam que as tendências mais recentes nas pesquisas em História da Ciência têm primado considerar uma abordagem contextualizada, ou seja, ambos os enfoques internalistas e externalistas, visto que “nenhum dos extremos é válido, pois empobrecem nossa compreensão sobre a dinâmica da ciência” (MARTINS, 2004).

Martins (1997) encerra essas considerações avaliando que apenas estando imerso no conhecimento histórico da época, bem como na Filosofia e Metodologia da Ciência, o pesquisador (historiador) poderá abordar de modo coerente os aspectos epistêmicos, não epistêmicos e também os sociológicos em consonância com seu foco de pesquisa.

Na perspectiva anteriormente explicitada torna-se importante que um relato histórico considere além do momento social vivido pelos personagens de um episódio da ciência, também as ideias existentes no período, levando em conta as modificações sofridas até seu estabelecimento. As influências advindas de épocas e pesquisadores anteriores também são importantes para discutir os valores existentes, complementam os autores Oliveira e Silva (2012). Isso faz com que a História da Ciência apresente não apenas os fatos e ideias construídos em determinados momentos da humanidade, mas também que determine suas origens em seus mais variados contextos que corresponderam a diferentes visões de mundo (JAPIASSU, 1981).

Refletimos, portanto, que a História da Ciência tem um papel por vezes bastante diverso mesmo nos dias atuais. Isso porque seus usos correspondem a diferentes perspectivas. Contudo, é possível considerar que a História da Ciência não tem a pretensão de ensinar conceitos, mas sim permitir o acesso, que não teríamos, ao conhecimento em níveis epistemológicos. Ou seja, ela permite que conheçamos a lógica intrínseca de um determinado fato, tempo e época na história. Permite conhecermos as verdades válidas para o momento e como um determinado conhecimento modificou-se ao ser reinterpretado ao longo dos anos. Portanto, a História da Ciência permite vislumbrarmos o modo de se fazer ciência de cada época.

Desta forma, ao possibilitar uma maior compreensão do fazer científico, a junção das duas abordagens faz com que a inclusão da História da Ciência ao ensino de ciências seja defendida por muitos pesquisadores (PEREIRA; AMADOR, 2007; NASCIMENTO, 2008; FERREIRA;

FERREIRA, 2010; LUCAS; BATISTA, 2011; BATISTA; NASCIMENTO, 2011) como destacamos no próximo item.

1.2 História da Ciência no Ensino.

Observamos que se tornou uma característica do Iluminismo considerar a via histórica um caminho para o progresso da ciência e do homem, de maneira a não permitir o retorno dos princípios feudais. Todavia, esse período também comportou paradoxos como o descrédito à história em detrimento da razão cartesiana e o retorno do senso histórico pelo Romantismo no final do século XVIII. Já no século XIX, o interesse histórico foi fortalecido ao justificar a importância da ciência pelo reconhecimento de sua presença cada vez mais marcante em todas as esferas sociais. O positivismo presente no método das ciências naturais distanciou novamente os relatos históricos no século XIX, mas não impediu que muitos pesquisadores apresentassem introduções históricas em seus textos, como fez Darwin ao considerar em sua obra *A Origem das Espécies* as ideias e contribuições levantadas por Lamarck (KRAGH, 1987).

Ernst Mach (1838-1916) também procurou integrar a História com a Filosofia e a Ciência. Esse físico e filósofo austríaco defendia que a história era o meio adequado para compreender o método científico. Essa ideia parece ter cativado outros filósofos, já que na virada do século XX passou-se a olhar para a História da Ciência com valor educativo, acreditando que ela poderia fazer compreender, de forma clara, a organização da ciência (KRAGH, 1987; MARTINS, 2004; PEDUZZI; MARTINS; FERREIRA, 2012).

Portanto, a aproximação da História da Ciência ao ensino decorre de um longo período de diferentes concepções e ideais que em poucas palavras não poderíamos apresentá-los em sua totalidade. Desse modo, faremos um recorte histórico a partir de Auguste Comte (1798-1857) porque consideramos que parte de suas ideias foi retomada em prol do ensino. Muito embora estejamos conscientes de que elementos importantes deixarão aqui de ser enfatizados, esperamos que este texto tenha como objetivo fornecer a compreensão mínima sobre a tradição histórica a qual presenciamos no século XXI.

Comte foi o principal representante do positivismo do século XIX. Ele defendia que a história não poderia estar isolada em disciplinas específicas, pois era necessário dar destaque às interações entre ciência, sociedade e sua cultura. No entanto, Comte considerava esta defesa não como um modo de compreender a natureza da ciência, mas em favor de razões filosóficas e pedagógicas. Suas contribuições foram consideradas superficiais para se efetivarem (KRAGH, 1987), principalmente pelos idealistas alemães que retomaram a discussão da importância da relação social, desconsiderada pelas ciências naturais (BONAVIDES, 2000).

Pouco tempo depois Marx e Engels, fundadores do socialismo moderno, também destacaram a História da Ciência com vistas a uma consciência racional sobre a história e a própria ciência. Consideravam a Idade Média como sendo o período que impediu, por meio de forças mitológicas e anti-históricas, o modo de pensar racional. Porém, seus ideais dialéticos também foram ignorados por aqueles – na maioria historiadores – que valorizavam o método científico ao invés do caráter humano – e seus múltiplos fatores envolvidos, como os econômicos e políticos – no desenvolvimento científico. Em algumas exceções encontravam-se simpatizantes pelos pressupostos dialéticos e tratados sobre química e até medicina que puderam contemplar esse enfoque, nos explica Kragh (1987).

O autor acrescenta que o século XIX foi permeado por conflitos de ideais e que, a partir do século XX, a História da Ciência passou a ser reconhecida como uma profissão, o que acarretou na criação de sociedades para seu estudo. Cursos sobre a história da medicina, por exemplo, passaram a ser frequentes a partir de 1950 em universidades da Europa. Um nome importante nesse novo status da História da Ciência foi Paul Tannery (1843-1904) que, assim como Comte, defendia essa abordagem como parte da história humana e não como subdisciplinas divididas em áreas. Após longas décadas de novas e grandes descobertas em fósseis, textos e civilizações antigas como as gregas e egípcias, muitos pesquisadores, já no final do século XIX, destacaram a importância da História da Ciência para o ensino.

Na França, George Sarton (1884- 1956), influenciado pelas ideias de Comte e Tannery, iniciou uma série de publicações e o desenvolvimento de um programa sobre História da Ciência para que fosse trabalhado nas academias. Entre suas inúmeras colocações destaca-se a compreensão da História da Ciência enquanto forma de estudar o passado para justificar a ciência contemporânea e a futura. Segundo ele, esse enfoque poderia inspirar novas pesquisas e estudos, além de possibilitar um bom conhecimento sobre os pesquisadores antigos, de modo a avaliar as contribuições deixadas por eles. Contudo, Sarton era um positivista e internalista e acreditava que as condições socioeconômicas pouco tinham, até então, influenciado a ciência. Talvez por isso seu programa nunca tenha sido de fato realizado. Apesar disso, Sarton contribuiu no que diz respeito à popularização da História da Ciência uma vez que fomentou a admiração de diferentes figuras como cientistas e humanistas que deram ainda mais status à profissão acadêmica de historiador da ciência (KRAGH, 1987).

Foi também nos Estados Unidos que Sarton exerceu maior influência. Algumas de suas ideias foram inclusive ensinadas em universidades americanas. O interesse dos estados americanos vinha ao encontro dessa popularização científica porque pretendiam principalmente atrair alunos para os cursos de ciências naturais. Interesse que também adquiriu contornos de um propósito moral, sendo que por volta de 1914 o conhecimento da atividade científica de modo

racional deveria servir para aumentar o sentimento humanitário. Portanto, o ensino destinava-se para todo o tipo de pessoa – homens e mulheres, de diferentes raças e credos – visando atribuir fé no progresso humano. Parte das ideias de Sarton também foi considerada por Charges Singer (1876-1960) que, em 1923, criou o departamento de história e métodos da ciência no colégio universitário de Londres (KRAGH, 1987).

Na perspectiva curricular, Matthews (1994) acrescenta que, na segunda metade do século XIX na Grã Bretanha, a Associação Britânica para o avanço da ciência enfatizava que não só os métodos da ciência e seus resultados deveriam ser ensinados aos jovens, mas também tudo que dissesse respeito à atividade científica, logo, sua história. Este autor também relata que a inclusão da História da Ciência nos currículos americanos e britânicos – estes últimos com um pouco mais de dificuldades – ocorreu a partir do ano de 1920. Iniciada por químicos que advogavam a favor de um ensino com abordagem histórica, esta inclusão ocasionou a elaboração de inúmeros textos históricos. Estudos de caso passaram a ser largamente adotados em universidades como a de Harvard logo após a Segunda Guerra Mundial e a Guerra Fria, ocasionando mudanças nos currículos americanos com exceção da versão amarela do BSCS High School Biology que se manteve a mesma.

Principalmente após a Segunda Guerra Mundial os métodos utilizados pela ciência foram também relacionados às questões sociais e ocasionaram avanços nas áreas científicas. Essas abordagens possibilitaram, por meio do ensino, o entendimento das pessoas quanto à função que a ciência ocupava na sociedade. Passaram, por exemplo, a ser ensinados não somente conteúdos sobre eletricidade, mas as relações que esse conhecimento tem com a vida cotidiana. Assim, passou-se a explicar o funcionamento do telefone e dos circuitos elétricos em uma residência por exemplo, bem como as aplicações da eletricidade em outros campos. Portanto, os aspectos históricos de uma ciência feita por homens passaram a ser considerados de modo crítico, buscando entender as aplicações e implicações na vida pessoal, qualificação profissional, sociedade e meio ambiente. Esses aspectos estabeleceram o que chamamos hoje de relações entre a Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente (CTSA) (MATTHEWS, 1994).

Nas últimas décadas, apesar das diferenças no tipo de abordagem histórica apresentada nos currículos – sejam da Europa, Grã-Bretanha e até mesmo da América Latina em relação aos Estados Unidos – as razões para a inclusão da História da Ciência parecem ser compartilhadas por todos. Destaca-se a promoção de uma compreensão ampla, crítica e racional sobre os conceitos e métodos científicos, o trabalho dos cientistas e seu contexto histórico.

Inúmeros autores também consideram que a História da Ciência se faz necessária tanto na formação docente quanto no currículo escolar do Ensino Básico e nos livros didáticos, uma vez que permite uma conexão entre a ciência e seu percurso histórico possibilitando um

conhecimento e aprendizado mais significativos e fundamentados para professores, futuros professores e seus alunos (SIQUEIRA; LEITE, 1988; MATTHEWS, 1995; MARTINS, 1998; MARTINS, 2007; MATTHEWS, 2009; PRESTES; CALDEIRA, 2009).

Por outro lado, a inserção de contextos históricos e filosóficos nas ciências não garante soluções para os problemas educacionais e sociais (MATTHEWS, 2009), apesar de permitir “o exercício de uma epistemologia filosófica” salienta Japiassu (1981, p. 47). Poderíamos considerar que o primeiro problema consiste no próprio fazer científico, que direta ou indiretamente dissemina concepções errôneas sobre seu exercício.

Creio ser lamentável o fato de os cientistas não darem a devida importância ao estudo dos processos históricos de constituição, de formação, de desenvolvimento e de estruturação de seus conceitos e de suas teorias. Ora, privados do aparato histórico e conceitual, não conseguem elaborar uma crítica de seu saber, do saber que lhes é transmitido, quase sempre dogmaticamente, para detectarem as opções filosóficas e ideológicas nele implicadas (JAPIASSU, 1981, p.48).

Esse modo de olhar para a ciência passa da academia à sociedade, repleto de concepções errôneas, como se a ciência fosse imutável, verdadeira, dogmática, neutra, etc. (RIVERO; WAMBA, 2011). Já na sala de aula, tanto professores quanto alunos apresentam concepções distorcidas e descontextualizadas que dificultam o ensino e a aprendizagem científica, como tem sido considerado em diferentes pesquisas (TAKAHASHI; BASTOS, 2011; ALMEIDA, 2012; KOSMINSKY; GIORDAN, 2002).

Por volta de 1970 algumas pessoas foram contrárias à aproximação da História da Ciência no ensino. Matthews (1994) comenta que alguns historiadores alegaram que a inserção de uma abordagem histórica no ensino de ciências poderia ser fraca levando a pseudoconhecimentos, além de construir visões ideológicas sobre a ciência atual. Paralelamente, alguns cientistas completaram que a inclusão histórica seria uma perda de tempo, pois deixaria de lado o mais importante que seria o fazer ciência. Acrescentaram de maneira dogmática que ensinar a História da Ciência seria enfraquecer as certezas neutras da ciência, desviando o aprendizado dos estudantes do verdadeiro espírito científico.

Todavia, nas situações de ensino nas quais a contextualização histórica se tornou frequente ou mesmo pontual, observaram-se contribuições na compreensão da ciência e sobre ciência (GATTI; NARDI, 2009; EL-HANI; TAVARES; ROCHA, 2004; VILLANI et al., 1997). Por esse motivo, no Brasil, desde a década de 1990, tanto os documentos curriculares oficiais para o Ensino Fundamental e Médio quanto para o Ensino Superior indicam o papel que a História e Filosofia da Ciência têm para com a educação científica. Entretanto, estes documentos não

correspondem à perspectiva que essa temática tem em relação a um ensino que possibilitaria uma visão sistêmica da ciência em detrimento à fragmentação de conteúdos observada nos currículos escolares (PRESTES; CALDEIRA, 2009).

Visando dar auxílio aos professores e contribuir para a compreensão da ciência, alguns autores, como Justina (2011) e Pessoa Jr. (1996), descrevem as possibilidades nas quais as recontextualizações históricas podem ser utilizadas no ensino. Destacam-se entre elas: a explicação de como os conceitos e concepções acerca de um dado conhecimento foi desenvolvido ao longo do tempo; e o reconhecimento do papel intelectual de algum pesquisador, no qual suas ideias e problemas envolvidos na pesquisa são enfatizados. E ainda, a exposição da sociedade da época e suas influências no desenvolvimento de um conhecimento, a leitura de originais por meio de traduções disponíveis, a discussão de determinado episódio histórico sob a luz de uma perspectiva epistemológica e as reconstruções de experimentos, instrumentos e debates históricos por meio de dramatizações ou charges.

Estas formas de abordagem são contempladas em uma perspectiva denominada por Matthews (1994) de abordagem *inclusiva*. Ela diz respeito à inserção de contextos históricos que evidenciam tanto os aspectos internos quanto os externos da atividade científica que envolvem a construção de determinados conhecimentos ao longo da história, hoje refletidos nos conteúdos escolares de ciências. A inserção de episódios, relatos históricos ou biografias têm como finalidade estimular e motivar a capacidade de interpretação e problematização dos alunos contribuindo no processo de ensino e aprendizagem.

Para Justina (2011), a inclusão da História da Ciência no ensino permite ao aluno conhecer as “diferentes formas de ver e explicar o mundo”, podendo ainda questionar as explicações atuais fornecidas pela ciência e despertar modos de pensar diferenciados. “Ao ter contato adequado com a História da Ciência é possível estabelecer uma concepção de construção humana da ciência” (JUSTINA, 2011, p. 60).

Duschl e Grandy (2012) reforçam que a inclusão de contextos da ciência contribui para estimular a capacidade de questionamento e até rejeição frente às informações recebidas quebrando aos poucos a ideia de uma ciência verdadeira e imutável. Os autores salientam que é preciso reconhecer a ciência como uma forma de saber que abrange não somente a produção conceitual traduzida nos conteúdos escolares conhecidos, mas que também consiste de um processo amparado por pesquisas e aprendizagens em ciência. Em síntese, a História da Ciência pode contribuir para o desenvolvimento de capacidades que permitem ao aluno utilizar e interpretar a ciência no mundo que o rodeia, avaliar as explicações e evidências científicas recebidas, compreender como e por que o conhecimento científico se desenvolveu e participar de forma ativa de discursos e práticas na ciência.

Estas têm sido as principais defesas em torno de uma abordagem inclusiva estabelecida por Matthews (1994), mas que, devido à pequena carga horária atribuída às disciplinas de ciências naturais no Ensino Básico do Brasil, encontram dificuldades para serem efetivadas. Apesar disso, muitas aplicações direcionadas a esse enfoque buscam resgatar estudos de caso ou episódios históricos disponíveis em diversos artigos científicos com o objetivo de possibilitar uma maior compreensão da natureza do conhecimento científico e das teorias e conceitos levando a uma visão crítica da atividade científica.

Portanto, não se trata de um ensino que aborde apenas os aspectos da descoberta, seus dados temporais e cronológicos que, por serem muitas vezes limitados e simplificados, ocasionam uma visão cumulativa e linear voltada para uma ciência inquestionável. E sim promover um ensino pautado em um contexto histórico que não desconsidere as influências sociais na descoberta, que permita identificar os diferentes métodos científicos existentes e que foram acompanhados por dúvidas, tentativas, equívocos e também por criatividade e imaginação. Uma ciência aberta às crises e mudanças, na qual há um intenso trabalho coletivo e intercâmbio de ideias e conhecimentos entre comunidades científicas. Vale ressaltar que publicações dessa natureza vêm crescendo em número e qualidade.

Outra abordagem pouco difundida também proposta por Matthews (1994) é chamada de *integrada* uma vez que permite organizar toda uma disciplina ou curso sob as bases históricas de uma área científica. Nesta abordagem são trabalhados os conceitos e fórmulas não como meras aparições estanques no conteúdo de uma ciência, mas permitindo visualizar todo seu desenvolvimento, as mudanças ocorridas desde sua origem e os embates que possibilitaram sua validação criando uma linha histórica dentro do conteúdo científico. Esta abordagem parece ter adquirido destaque em universidades do exterior como Harvard (MATTHEWS, 1994).

Em correspondência aos historiadores da ciência que creditam à História da Ciência uma contribuição valiosa para o ensino por meio de uma abordagem historiográfica, cabe também ao professor estar consciente de que “ao levar para a sala de aula as histórias que estão nos livros, [...], tende a reforçar a linearidade do desenvolvimento do conhecimento” apresentando aos alunos uma ciência “como uma sucessão de fatos organizados de forma lógica e cronológica, omitindo debates e outras questões ‘extra-científicas’ que, direta ou indiretamente, estiveram ligadas no momento de sua formulação” resultando em uma ciência “isolada e apartada de outras áreas do conhecimento científico das quais recebeu e também deu contribuições” (SAITO, 2010, p. 5).

Alguns fatores que justificam as dificuldades dessa aproximação foram destacados pelo pesquisador Roberto de Andrade Martins ainda na década de 1990. Entre esses fatores está a escassez de materiais, a falta de tempo suficiente para uma abordagem eficaz e, principalmente, a

carência de uma formação adequada de nossos professores para cumprir tal tarefa. A nosso ver, os três fatores anteriormente apontados por Martins (1990) encontram-se ainda presentes em maior ou menor medida.

Com relação às abordagens *inclusiva* (add-on approach) e *integrada* (integrated approach) propostas por Matthews (1994) e não ilustrativa, como querem denominar os autores Santos (2006) e Silva (2004a) apud Santos (2006), vislumbramos que a inclusão dos fatos históricos em livros didáticos condiz com as problemáticas destacadas por Martins (1990) anteriormente. Principalmente no que diz respeito ao desconhecimento dos materiais já existentes que contribuem para a inclusão de aspectos coerentes em determinados conteúdos. Além disso, a falta de tempo para uma abordagem eficaz culmina na escolha do professor por uma abordagem mais sintetizada, mesmo que o livro didático apresente a História da Ciência para além dos aspectos cronológicos e superficiais. Por isso o problema não são especificamente os livros ou até mesmo a carência de materiais, mas a inexistência de uma formação adequada para que os professores possam produzir sentidos e significados sobre a temática, apropriando-se desses para sua prática pedagógica.

Por esse motivo, as abordagens propostas por Michael R. Matthews encontram desafios para serem adaptadas à realidade brasileira. Ainda assim, se fôssemos fazer uma defesa acerca delas para o ensino, optaríamos por advogar a respeito de uma abordagem inclusiva para o Ensino Básico e uma abordagem integrada para a formação em nível superior conforme também defendem as autoras Prestes e Caldeira (2009). As autoras compartilham com o ponto de vista de Allchin (2007 apud PRESTES; CALDEIRA, 2009, p. 9) sobre o valor dessas abordagens no ensino, assim como consideram que a “[...] elaboração de contribuições pontuais [...]” torna-se a possibilidade neste momento por permitir ao professor maior autonomia e flexibilidade na tomada de decisões quanto aos conteúdos a serem abordados. Isso não quer dizer que a ciência não deva ser tratada de modo interdisciplinar, como se sugere ao não usar uma abordagem integrada conforme apontado por Macedo (2001).

Essa justificativa reflete nosso atual sistema de ensino básico e permitiria ao estudante – que atualmente pouco ou nada conhece sobre a Filosofia e História da Ciência – ingressar aos poucos nesse cenário, aprofundando-se de acordo com sua formação de modo a avaliar sua prática. Seja ela uma atividade científica, técnica ou cotidiana.

Por fim a necessidade da abordagem integrada direciona-se à Educação Superior brasileira visando a plena formação de bacharéis e licenciandos. Com esse foco, cientistas poderiam ser formados com uma visão mais adequada sobre a ciência a qual se debruçam, como defendido em recente artigo da área ecológica (LEITE et al., 2010). Possibilitaria ainda a formação de professores com uma epistemologia mais coerente com o trabalho científico, reduzindo as

constantes concepções equivocadas presenciadas na educação, mas não creditando à inclusão desta abordagem “a expectativa de que, por meio da história, as dificuldades de aprendizagem em ciências são solucionadas” (SAITO, 2010, p. 2). É preciso destacar que “embora a História da Ciência seja uma mediadora para a aprendizagem de ciências, não é método de ensino, mas uma provedora de recursos que conduz à reflexão sobre o processo de construção do conhecimento científico” (SAITO, 2010, p. 2).

Contudo, tais reflexões não podem deixar de considerar a atual carência de intervenções desse gênero na formação inicial de professores o que dificulta a efetivação das propostas. Justamente nesta perspectiva, o capítulo seguinte apresenta as reflexões teóricas realizadas em prol a uma intervenção na formação inicial de professores de Ciências e Biologia. Nele, um estudo de caso é abordado sob as perspectivas epistêmicas e não epistêmicas com vistas à inclusão de maneira *add-on* em um grupo de estudos de formação docente.

CAPÍTULO II

**ESTUDO DE CASO: A REDESCOBERTA DA CORTIÇA POR MEIO DA
OBSERVAÇÃO DE ROBERT HOOKE.**

Neste capítulo, apresentamos o respaldo teórico de fontes originais consultadas e que permitiram compreender aspectos relevantes do episódio da História da Ciência utilizado na intervenção pedagógica realizada.

Os aspectos observados, de modo independente em nossa pesquisa, foram similares aos apresentados pelas autoras Tavares e Prestes (2012) em recente publicação e com as quais procuramos dialogar neste capítulo.

Portanto, ao aprofundarmos no episódio da observação de Robert Hooke sobre a cortiça, procuramos inicialmente conhecer esse episódio em seu original. A partir dele, inúmeras curiosidades foram surgindo e nos direcionaram à busca por respostas tanto em obras históricas primárias, como secundárias, que envolviam o pesquisador em questão. Após nossas últimas construções e reflexões, localizamos também recentes trabalhos, alguns ainda em prelo, que ao tomarem o mesmo episódio como estudo, abordaram sob o olhar historiográfico considerações úteis para a discussão sobre a descoberta da célula no ensino de Biologia. Tendo em vista que nosso olhar parte de sujeitos voltados para o uso da temática História da Ciência no ensino, tomamos como respaldo essas recentes discussões para o diálogo conjunto.

Consultamos, inicialmente, como fonte primária a obra original *Micrographia: ou algumas descrições fisiológicas de pequenos corpos feitas com lentes de aumento com observações e investigações sobre os mesmos* (HOOKE, 1665)⁶, mais especificamente, a observação XVIII *Do esquema ou textura da cortiça, e das células e poros de alguns outros corpos ociosos*⁷ (ANEXO 1). Vale ressaltar que as primeiras obras existentes de *Micrographia* apresentam a observação XVIII em conjunto com a descrição de uma planta sensível, mas nas edições posteriores tais observações encontram-se separadas, já que não apresentam relações em suas descrições. Isso pode ser observado na obra *Observações microscópicas; ou, Maravilhosas descobertas feitas pelo Dr. Hooke ao Microscópio, ilustradas em trinta e três placas de cobre, curiosamente gravadas: nas quais as mais valiosas particularidades deste célebre autor de Micrographia são reunidas em uma agulha estreita; e misturadas, ocasionalmente, com muitas*

⁶ *Micrographia: or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses with observations and inquiries there upon* (HOOKE, 1665).

⁷ *Of the schematisme or texture of cork, and of the cells and pores of some other such frothy bodies* (HOOKE, 1665).

descobertas e observações divertidas e instrutivas da História Natural (HOOKE, 1780)⁸, páginas 16 e 17. Desse modo, preconizamos traduzir e discutir apenas aquilo que se refere à cortiça e sua configuração.

Além dessas obras, as argumentações aqui descritas acerca desse episódio da História da Ciência foram fundamentadas no relatório original da Royal Society de Londres, volumes 1 e 2 lavrados por Thomas Birch (1756a; 1756b). As fontes secundárias utilizadas referem-se aos textos de Moore (1986), Martins (2011), Prestes (1997) e Tavares e Prestes (2012).

Como resultado dessa pesquisa, a tradução realizada, bem como as discussões que dela derivaram, serviram como fonte de consulta para professores atuantes e estudantes da formação inicial durante nossa intervenção no grupo de estudos Pibid/Biologia.

Este contexto tornou-se relevante, já que é encontrado na literatura estreitamente vinculado à descoberta da célula. Como veremos, é necessário que ele seja compreendido de modo distante da perspectiva biológica celular e conseqüentemente da Teoria Celular. Assim, ao resgatarmos o episódio histórico que envolve Robert Hooke e o microscópio, redescobrimos aspectos deste relato que contradizem os conhecimentos ensinados ao longo dos anos no Ensino de Ciências e Biologia, o que o tornou além de um suporte histórico, uma intervenção, objeto de nossas discussões.

2.1 O contexto histórico de Hooke: faces de uma Revolução Científica.

Robert Hooke é considerado um precursor de observações e estudos sobre as células. Mas por que Hooke teria utilizado a cortiça? Poderia ele ter chegado a considerações semelhantes a partir de outros tecidos vegetais? Qual era o objetivo de Hooke ao realizar essa observação?

Questões em torno desta temática, quando abordadas, são apresentadas como verdades absolutas em alguns livros didáticos ao discorrerem que “[...] Robert Hooke (1635-1703) [...] construiu um dos primeiros microscópios e o utilizou para observar fatias muito finas de cortiça [...]” (CANTO, 2009, p. 43). Ou ainda que “[...] o físico e astrônomo Robert Hooke (1635-1703) [...] o primeiro a construir um microscópio para observar material biológico” (PARANÁ, 2006, p. 20).

Há livros que destacam ainda com exatidão que “Em 13 de abril de 1663, o inglês Robert Hooke apresentou à recém-fundada Royal Society of London [...] o resultado de suas observações, ao microscópio, de finas fatias de cortiça, entre outros materiais” (SILVA JR.;

⁸ Microscopic Observations; or, Dr. Hooke's wonderful discoveries by the Microscope, illustrated by Thirty-three Copper-Plates, curiously engraved: whereby the most valuable Particulars in that celebrated Author's Micrographia are brought together in a narrow compass; and intermixed, occasionally, with many entertaining and instructive discoveries and observations in natural history (HOOKE, 1780).

SASSON; CALDINI, 2010, p. 200). Mais inadequadas são as analogias que podemos encontrar sobre a observação deste pesquisador ao descrever que “ele comparou as cavidades microscópicas da cortiça às celas (pequenos quartos) de um convento, denominando-as, em inglês, *cells*” (AMABIS, 2010, p. 94). De modo semelhante outros autores de livro didático apresentam que “O estudo da célula só começou de fato no século XVII, quando foi inventado o microscópio, um instrumento capaz de gerar imagens enormemente ampliadas” (GEWANDSZNAJDER, 2009, p. 13). É também encontrado em bases de dados informais, como o wikipedia.org, que “A Teoria Celular, criada por Robert Hooke, em 1665, estabelece a célula como a unidade morfofisiológica dos seres vivos, ou seja, a célula é a unidade básica da vida” (WIKIPEDIA, 2013, on line).

Informações descontextualizadas, desconstruídas e até incoerentes como esta última, além de outras conhecidas, demandam a necessidade de aprofundamento nos estudos dessa temática, no sentido de buscar evidências que permitam desmitificar interpretações e reconstruções distorcidas e equivocadas da atividade científica reproduzidas ciclicamente no ensino. Mais ainda, promover, por meio desses estudos (em parte já disponíveis), a formação coerente de professores. Para isso, procuramos resgatar brevemente o contexto no qual Hooke estava imerso: a Europa em pleno século da razão e da ciência.

A gênese de um pensamento baseado na razão decorreu dos “diversos entrelaçamentos econômicos, culturais, sociais e históricos” (CHASSOT, 2004, p. 35), portanto, a ciência tal como hoje conhecemos resultou da produção de uma cultura que possui raízes e como produção também foi determinada pelas teorias, experiências ou ideias de nossos antepassados. Como qualquer outro bem material, a ciência enquanto produção sofreu influências tornando-se um projeto da sociedade com objetivos práticos, sociais e também cognitivos, haja vista que “não foi por acaso que um novo tipo de saber definiu-se na aurora dos tempos modernos” (JAPIASSU, 1985, p. 115).

Isso equivale dizer que as faces de uma revolução pela ciência vão muito além de interesses intelectuais. Vinculam-se a essa revolução o desenvolvimento, o comércio, a indústria e a técnica resultantes do racionalismo burguês do século XVII. Esse novo racionalismo trouxe um paradoxo para a ciência: a possibilidade e a necessidade de avançar. Possível, porque esquemas quantitativos e experimentais ganharam mais força. Necessário, visto que novos métodos e saberes eram almejados por meio de instrumentos de pensamento e concepções de vida. Não tardou para que a ciência fosse a forma para se apropriar do mundo e dominar a natureza (JAPIASSU, 1985). Novas formas de ver a natureza emergiram e com elas novos sistemas de produção e exploração cada vez mais eficientes. Nesse contexto, um novo tipo de classe trabalhadora adquiriu contornos: o cientista. Seu objetivo era “[...] detectar as leis gerais da

Natureza”, complementa Japiassu (1985, p. 119). Em outras palavras, decifrar as leis divinas já existentes buscando encontrar a verdade última segundo estas leis, testando “sua veracidade por meio de previsões e experimentos” (MAYR, 2008, p. 51).

A busca em recuperar o perdido tornou os homens de negócios interessados em compreender, manter-se informados, conhecer os fatos e deles tirar utilidade. Para isso, as experiências tinham um papel decisivo. A Revolução Científica tinha uma relação bastante estreita entre ciência e os negócios, contudo, quanto a esse quesito faz-se necessário ter cautela já que nem toda produção tem por único e exclusivo objetivo interesses comerciais e econômicos. Em muitos casos ela não pode ser considerada apenas um domínio da ciência. Existe uma necessidade em se diferenciar um saber socialmente determinado de seu caráter utilitário. Embora a ciência moderna tenha sido socialmente condicionada, não devemos aceitar que isso remeta a uma ciência utilitarista, pragmática (JAPIASSU, 1985).

Apesar das observações apresentadas por Japiassu (1985), Mayr (2005) defende que o princípio teleológico que tende a direcionar as explicações e processos a um fim ou utilidade deve ser abandonado. A nosso ver, tal visão empobrece o conhecimento da (e sobre a) natureza, fazendo dela uma causa em si mesma e desse modo não teríamos porque desvendá-la. Ao que parece, essa visão bastante comum na compreensão de processos biológicos resulta de concepções distorcidas sobre a ciência formadas ao longo dos séculos. Isso pode ser constatado, por exemplo, em pesquisas científicas que buscavam identificar a compreensão acerca do processo evolutivo por professores e alunos (OLEQUES; BARTHOLOMEI-SANTOS; BOER, 2011; MEGLHIORATTI; BORTOLOZZI; CALDEIRA, 2005).

Há de se considerar que existe uma relativa dependência da ciência ou da atividade científica enquanto produto cultural para com as condições sociais, assim como também é relativa sua autonomia. Nessa perspectiva, o desenvolvimento de técnicas importantes para a ciência, como o telescópio para a Astronomia e o microscópio para a Biologia (JAPIASSU, 1985), não podem ser consideradas meros instrumentos para o avanço da ciência.

A técnica deve ser vista como um conjunto de operações mentais e motoras que buscam satisfazer determinadas necessidades do mesmo modo quando foi desenvolvida nos primórdios da humanidade. Assim, os inventos e aperfeiçoamentos são resultados dessas técnicas muitas vezes direcionadas à vida cotidiana, como o telescópio adaptado por Galileu que, primeiramente, foi utilizado para suprir as necessidades marítimas de Veneza.

Para quem desconhece os detalhes desse episódio histórico conta-se que a chegada de um estrangeiro holandês à cidade de Veneza, em 1609, buscando o registro para seu novo instrumento, despertou a curiosidade de Galileu Galilei, que procurou apresentar um instrumento ainda melhor para o Doge de Veneza. O instrumento consistia de uma luneta holandesa e permitia

ver ao longe, uma qualidade ideal para uma cidade marítima que dependia de avistar os navios antes mesmo que atracassem no porto. Galileu, reconhecendo o potencial da luneta, construiu a sua a partir do zero, com vidro comprado na Ilha de Murano, bolas de canhão e tubo de órgão. Poliu suas próprias lentes e as testou no tubo, prática comum de fabricação e teste do próprio instrumento nos séculos XVI e XVII. Determinou a distância entre as lentes obtendo uma melhor nitidez e a apresentou aos influentes da cidade que não subestimaram o potencial da luneta. Com isso, navios poderiam ser vistos duas horas antes de sua visualização a olho nu (BBC, 2010). Devemos destacar que o potencial dos óculos para ampliar o tamanho das coisas já era conhecido antes mesmo deste episódio, fato que encontramos com maiores detalhes na pesquisa de Saito (2008).

Não há dúvidas que o emprego desses instrumentos e técnicas também acarretou em avanços de pesquisas e descobertas científicas pelos estudiosos que os manipulavam. Desse modo, ora as invenções eram feitas antes das leis de aplicação, ora eram direcionadas por elas, fornecendo à ciência novos instrumentos para a pesquisa (JAPIASSU, 1985).

É preciso destacar que a ciência do século XVI considerava todos os cinco sentidos e por isso, tanto a busca por novos instrumentos como por novos métodos experimentais direcionou a mudança do modo de fazer ciência, deixando de ser apenas contemplativa e descritiva para se tornar operativa. Muda-se também a concepção de natureza, passando-se a considerar o instrumento como forma do homem transcendê-la, de modo a fazer dela seu objeto de investigação. É a partir disso que a natureza se revela deixando captar suas essências. Com a intenção de controlar as mudanças ocasionadas na natureza, decorrentes de uma nova concepção acerca dela, usaram-se os aparatos que nada são além de imitações da natureza, mas que no século XVII separaram-se dela tornando-se instrumentos (SAITO, 2013). É assim, que “na segunda metade do século XVII, os instrumentos e os aparatos utilizados para investigar a natureza passaram a ser concebidos como auxílios para melhorar a percepção” (SAITO, 2008, p. 10).

Os ideais de uma sociedade em meio a Revolução Científica conjecturavam que a verdadeira ciência deveria ser experimental em consonância com a prática dos comerciantes, industriais e engenheiros da época. A experimentação não era apenas uma metodologia, mas uma transposição do nível das atividades intelectuais nobres da época. Portanto, a escolha dos temas e procedimentos submetia a ciência às exigências sociais. Torna-se impossível separar teoria e aplicação ou ciência e técnica, além disso, uma ciência pura seria ilusória (CHASSOT, 2004; JAPIASSU, 1985).

A indissociação entre ciência e técnica pode ser bem caracterizada pela filosofia mecanicista do século XVII. Nessa corrente, os fenômenos naturais deveriam ser explicados

segundo uma matéria em movimento. Como metáfora, tinha-se a máquina. Assim, naquela época buscavam-se os elementos e as leis que direcionavam o fenômeno estudado. Por meio da ciência e da técnica o homem acessava a realidade e a natureza das coisas. Observa-se que havia um rigor demonstrativo e uma grande fidelidade à expressão do que se via (JAPIASSU, 1985). Essa concepção, que perdurou por um longo período no século XVII, tornava artificial a compreensão dos organismos vivos (MAYR, 2008).

Japiassu (1985) salienta que existe algo oculto por trás da metáfora da máquina. Não há apenas um desejo em conhecer, mas um projeto para dominar e manipular. A ciência se torna instrumento de ação. Ainda que não interpretem seu próprio trabalho dessa forma, os cientistas trabalham a favor de um ideal mecanicista há mais de três séculos. Na Biologia, apesar de não ter tido grandes êxitos, tornou-se evidente esse tipo de tendência, como por exemplo, ao considerar o organismo como uma máquina complicada e o coração como uma bomba.

Na perspectiva de domínio e manipulação da natureza, as relações de saber e poder se justificam nas declarações de Francis Bacon, em que o progresso do saber contribui para o progresso da sociedade e de um mundo melhor. Ainda porque, nesse tipo de pensamento, a ciência verdadeira é útil uma vez que nos torna possuidores da natureza (JAPIASSU, 1985).

Francis Bacon (1561-1626) frequentou o Trinity College em Cambridge e interessava-se por assuntos filosóficos, políticos e científicos. Sempre muito próximo ao poder, tomou assento na câmara como representante de um pequeno distrito, em 1584, aos 23 anos de idade. Foi nomeado Lorde Conselheiro em 1616, Lorde Guardiã em 1617 e Lorde Chanceler em 1618. Sua grande busca intelectual concentrava-se nos métodos de pensamento, na pesquisa experimental e na lógica. Bacon acreditava que não se deveria dedicar muito tempo à teoria e pouco à observação como fizeram os filósofos gregos. Isso para ele era tido como um erro (GALVÃO, 2007).

Sua obra *Novum Organum* (Novo Instrumento), publicada em de 1620, é justamente uma contraposição às concepções e métodos que partiam de dogmas e da metafísica para se chegar a conclusões. Portanto, o método científico de Bacon pretendia corrigir as deficiências apontadas na teoria aristotélica clássica. Enquanto esta última descrevia o curso espontâneo da natureza, contemplando-a, Bacon procurava tirar a natureza de seu curso ordinário, torturando-a (SAITO, 2013).

Bacon vivia em uma época em que o estudo da natureza tinha sido ofuscado pela busca incessante das causas finais. Por isso, acreditava que somente o método empírico indutivo poderia devolver ao homem o domínio da natureza. Assim, a experiência seria a condição da verdade. Suas ideias serviram de alicerce para a ciência moderna e sua grande conquista foi nos ter antecipado os obstáculos para o progresso científico. No pensamento de Bacon os sentidos

seriam infalíveis e fonte de conhecimento quando guiados por um método, sendo que a indução como método garantiria os princípios dos fenômenos naturais. Nota-se claramente que seu objetivo era o domínio sobre a natureza considerada fonte de grande poder. Nesse sentido, somente a observação controlada, investigação e experimentação poderiam ser o método de alcance deste objetivo, já que conhecer era o mesmo que poder para Francis Bacon (GALVÃO, 2007).

Ramos, Neves e Corazza (2012) enfatizam que, muito embora Bacon não tenha finalizado seu novo método, chegou a convencer as gerações seguintes de que o método experimental poderia ser utilizado para resolver fenômenos ocultos em explicações científicas. Por conseguinte, a metodologia experimental baconiana permitia usar fenômenos físicos inexplicáveis, ou ainda não explicados, desde que seus efeitos pudessem ser evidenciados experimentalmente.

Não há dúvidas de que, entre essas experiências, o uso dos vidros veio a ser frequente no século XVI, assim como nos séculos seguintes, espalhando-se por toda Europa. O conhecimento das propriedades de reflexão da luz e ampliação que o vidro proporciona levaram a aplicações do material para a produção de lentes, prismas e a fabricação de óculos. Estes últimos apareceram na Europa nos séculos XIII e XIV. Aliado ao maior conhecimento sobre os vidros presenciou-se o aumento do interesse em óptica e matemática. Contudo, o uso do vidro dependia também de fatores externos à pesquisa, como a disponibilidade e o acesso a matéria prima para sua fabricação, ou seja, dos recursos que permitiam melhorias na qualidade de sua produção e sofisticação, de modo a ser utilizado na busca de informações mais precisas sobre o mundo natural e físico. Literalmente, o vidro abriu os olhos para grandes possibilidades e direcionou a ciência para um modo visual de interpretação da experiência (MACFARLANE; MARTIN, 2004). “De fato, no final do século XVI, as lentes passaram a ter um lugar de destaque nos capítulos dedicados à refração [...]”, sendo “investigadas pelos estudiosos de óptica como vidros que aumentavam ou diminuam o tamanho das coisas” (SAITO, 2008, p. 192-193).

Martins (2011) acrescenta o microscópio a esse novo modo de ver o mundo a partir da Revolução Científica. Segundo o autor, a ampliação dos objetos era uma prática então auxiliada por uma esfera de vidro com água. Nos estudos dos seres vivos há registros do uso de lentes por pesquisadores como Thomas Moffett em 1589, Georges Hoefnagel em 1592 e Fabio Colonna em 1606. Os microscópios utilizados por estes pesquisadores apresentavam baixa definição e, devido a isto, seus resultados não foram relevantes.

Os primeiros registros reconhecidos de observações de seres vivos ao microscópio foram realizados em 1622 por Nicolas Pierson ao observar pequenos animais aquáticos e em 1625 por Cesi e Francesco Stelluti para o estudo de abelhas. De acordo com Martins (2011), a ausência dos

parafusos macrométrico e micrométrico nos microscópios utilizados por estes pesquisadores dificultava uma observação detalhada desses animais. Ainda em 1625 o termo microscópio teria sido cunhado por Giovanni Faber, um membro da academia de Lince (MARTINS, 2011).

Microscópios mais simples com apenas uma lente eram acessíveis quanto ao custo e utilizados como brinquedos de adultos, não despertando interesse por parte dos naturalistas por um longo período de tempo. Wiliam Harvey chegou a citar em sua obra, publicada em 1628, o uso de lentes em suas observações. Mas somente em 1644 Giovanni Battista Hodierna publicou uma obra que foi considerada a primeira a se dedicar exclusivamente ao uso do microscópio para estudos de um ser vivo, no caso, um inseto. Anos mais tarde, em 1651, o microscópio foi utilizado por Nathaniel Higmore para estudos anatômicos de um embrião de galinha (MARTINS, 2011).

Contudo, Principe (1998), ao avaliar a obra de Marian Fournier sobre a microscopia do século XVII, discute que não foi a tecnologia desses instrumentos que direcionou a atividade científica, mas o interesse em perguntas que pudessem ser respondidas por meio das melhorias provindas desses instrumentos ópticos. Tal consideração vai ao encontro da perspectiva do historiador Fumikazu Saito, ao apontar que o contexto do século XVII vislumbrava encontrar de fato a estrutura da matéria, os átomos. Nesse sentido, os instrumentos que pudessem aumentar a capacidade de visualização humana poderiam também chegar a uma resposta para as inúmeras questões da natureza física da matéria.

Já La Berge (2011) avalia que a obra de Marc Ratcliff sobre a microscopia no iluminismo interpreta o século XVIII como sendo um período de pesquisas sérias ao microscópio. La Berge (2011) aponta o período entre 1680 a 1740 como sendo propício para a constituição de bons microscópios. Insetos e sementes visíveis a olho nu, por exemplo, poderiam ser melhores detalhados com o auxílio do instrumento resultando em publicações sobre o que se via e o que poderia ser compartilhado.

Em meio a este contexto encontramos a figura de Robert Hooke. Hooke contribuiu muito para a ciência sendo considerado pelo historiador Martins (2011) um filósofo natural, já que suas pesquisas destinaram-se ao campo da física e ao estudo de seres vivos. Era considerado inventivo e experimentador por alguns autores. Hooke teve cuidado ao descrever e desenhar alternando os objetos estudados e esforçando-se para compreender as partes de seres inanimados e vivos por meio da observação, experimentação e sistematização. Suas habilidades vinham também da parceria junto a Robert Boyle, grande nome na química, além de inventor e filósofo natural.

Hooke nasceu em 18 de julho de 1635 na cidade de Freshwater localizada em uma ilha do canal da mancha chamada Wight (CHAPMAN, 1996). Descrições relatam que quando criança era fraco e doente, e que já se interessava por brinquedos e dispositivos mecânicos, além de

desenhos. Ao ficar órfão do pai, o reverendo John Hooke, foi enviado a trabalhar como aprendiz de um pintor de retratos de aristocratas em Londres já que a herança deixada era de aproximadamente 40 libras. Abandonou o ofício por conta das dores de cabeça que o acompanhavam desde a infância e que se agravaram com o cheiro de tinta a óleo. Passou a estudar na Westminster School onde aprendeu latim, grego, hebraico e outros idiomas orientais. Dedicou-se a matemática além de inventos mecânicos (MARTINS, 2011).

Em Westminster, realizou trabalhos de design de arquitetura na Abadia da escola, mudando-se aos 18 anos para Oxford, onde passou dificuldades financeiras e para sobreviver tornou-se servidor de um senhor, além de trabalhar no coro da escola Crist Church College na qual estudava (CHAPMAN, 1996). Isso talvez tenha atrapalhado os estudos, pois seu título de mestre foi obtido dez anos mais tarde, aos 28 anos de idade. Sua habilidade e interesse em aparelhos chamou a atenção de algumas pessoas que encomendavam aparelhos experimentais como modelos de máquinas voadoras, o que o tornou conhecido no círculo de pesquisadores de Oxford. Mais tarde, foi contratado como assistente químico em um laboratório médico do Crist College (MARTINS, 2011).

Em 1658 deixou o posto de assistente químico e tornou-se auxiliar de Robert Boyle como mecânico – ou técnico de laboratório como chamamos nos dias de hoje – com o qual construiu uma máquina pneumática (bomba de vácuo) que foi fundamental nas pesquisas de Boyle. Mesmo durante suas construções não deixava seus estudos de astronomia, chegando a construir um relógio de pêndulo para registro de suas observações. Tornou-se um auxiliar útil e também um pesquisador (MARTINS, 2011).

Seu primeiro trabalho científico individual foi um estudo sobre capilaridade e tensão superficial, mas sua principal área de atuação foi a física, apesar de ter contribuído também para as áreas de meteorologia, astronomia, geologia e nos fenômenos biológicos. Ele próprio alegou ter inventado mais de 100 dispositivos, peças para relógio, além de aperfeiçoar termômetros, microscópios, bombas de vácuo, entre outros instrumentos de uso científico (MARTINS, 2011; CHAPMAN, 1996).

Na vida adulta Hooke era sempre acompanhado por um mal estar físico como dores de cabeça, vômito, tontura, insônia, pesadelos e outras perturbações. De aparência magra e corcunda não se conhecem retratos dele, apenas gravuras imaginárias de seu rosto. Tanto é assim que seus poucos retratos existentes na Royal Society simplesmente desapareceram. Apesar das enormes dificuldades financeiras que passou em grande parte de sua vida, ao falecer era considerado rico (CHAPMAN, 1996). Segundo Martins (2011), após a morte de Hooke foram encontrados entre seus pertences baús de ferro com libras de ouro e prata, além de uma rica biblioteca com mais de

três mil volumes de livros completos e variados. Entre elas, estavam obras de medicina escritas por Harvey e catálogos de plantas e herbários médicos.

Podemos observar tanto nos escritos de Chapman (1996) como nos de Martins (2011) que durante toda sua vida, Hooke teve uma estreita relação com a Royal Society de Londres que tinha como membros muitos pesquisadores da Oxford. Sua criação ocorreu em 1660 como um colégio para a promoção do conhecimento físico- matemático experimental passando a se chamar Royal Society of London em 1662. Hooke foi apresentado a esta sociedade por Boyle, apesar de já conhecer alguns de seus membros enquanto estudante e ajudante na Church College. A Royal Society procurava seguir os pensamentos de Francis Bacon, fugindo de especulações teóricas vazias para ir ao encontro do conhecimento empírico obtido por meio da observação e experimentação direta da natureza, acrescentam Martins (2011) e Birch (1756a).

Como na Royal Society nem todos tinham facilidade e interesse em preparar experimentos, contrataram com aval do rei alguém que prestasse esse serviço ao grupo. Assim, Hooke foi eleito curador da sociedade, devendo levar a cada reunião semanal três a quatro experimentos planejados e realizados por ele próprio, além de conduzir estudos experimentais de outros pesquisadores sempre que solicitado (MARTINS, 2011; BIRCH, 1756a).

Hooke ainda não era considerado um membro da sociedade, mas participava das reuniões, de modo que os membros ativos podiam questionar sobre seus resultados, solicitar observações, aparelhos e experimentos que não faziam parte do rol de seus interesses particulares. Todavia, a expressão usada por aqueles que solicitavam seu auxílio era sempre: *ordenou-se ao senhor Hooke*. Possivelmente pela demora na titulação, fosse considerado inferior academicamente. Tal fato deve ter atrapalhado também o aprofundamento em estudos de interesse próprio, até porque dos milhares de experimentos realizados ao longo dos 40 anos dedicados à pesquisa muitos ficaram incompletos. No entanto, cumpriu em alto nível o objetivo da Royal Society, isto é, estimular o desenvolvimento do método indutivo baconiano (MARTINS, 2011).

Aos poucos Hooke foi ganhando mais encargos como, por exemplo, a guarda de bens da sociedade, sendo tratado com mais respeito pelos demais colegas. Quase um ano após ser designado curador, foi eleito membro e pesquisador ativo da Royal Society recebendo um salário de 50 libras anuais, além de um adicional por ocupar, concomitantemente, o cargo de curador vitalício. No mesmo ano, em 1664, tornou-se professor de geometria em Gresham College ocupando um cargo regular na academia, mas dedicando-se ainda, quase que exclusivamente, à sociedade. A promessa da remuneração referente à posição de curador não fora cumprida, quiçá a de 50 libras anuais como pesquisador, o que levou Hooke entrar com uma ação judicial para obter o pagamento, fato que só ocorreu 30 anos depois (MARTINS, 2011).

Martins (2011) acredita que Hooke conseguiu estabilizar economicamente graças ao que recebia na construção de diversos instrumentos e participação, como arquiteto, na reconstrução de Londres após o incêndio ocorrido em 1666. Segundo o autor, esse incêndio perdurou uma semana destruindo 7/8 da cidade, 13.200 casas e 87 igrejas.

Chapman (1996) chama Hooke de “o Leonardo da Inglaterra” devido à arte arquitetônica observada em seus desenhos para a reconstrução de Londres. Destaca que, juntamente com o amigo Christopher Wren, Hooke deveria cuidar da reconstrução dos edifícios da cidade no que demonstrou ser um talentoso arquiteto.

Enquanto curador e posteriormente como secretário da Royal Society, Hooke propunha à sociedade outro tipo de metodologia de pesquisa baseada na valorização do cuidado para com a observação e discussão de resultados. Isso pode ser observado nas descrições detalhadas e cuidadosamente discutidas presentes na sua obra *Micrographia*. Para ele, o pesquisador da natureza deveria ter habilidade em matemática e mecânica, desenhar bem, ter um pensamento livre de preconceitos, não trabalhar sozinho e tornar o conhecimento disponível a todos (MARTINS, 2011).

Chapman (1996) destaca ainda que Robert Hooke tinha grandes interesses por pesquisas com o ar, combustão, tensão, elasticidade, astronomia e gravitação. Com Boyle, pode dar um design maior e especial para as bombas e válvulas, incluindo ao aparato um recipiente de vidro com cerca de quinze centímetros de diâmetro denominado de receptor, por meio do qual o ar deveria sair, além de outras adaptações para o experimento a vácuo. Para Hooke, a combustão era o resultado do poder corrosivo do ar. Já em relação à tensão e elasticidade sugeriu, por meio de um anagrama (CEDIINNOOPSSSTTUU), um tratado mais completo dando origem a lei: *Ut Pondus sic Tensio*, ou seja, o peso é igual à tensão, também chamada de Lei de Hooke. Talvez esse interesse em tensão e força tenha surgido ainda quando jovem por conta de suas dezenas de invenções, para possibilitar o voo chegando posteriormente a construir verdadeiras máquinas voadoras. Com o auxílio de diferentes telescópios, Hooke também observou a superfície do planeta Júpiter descrevendo manchas esféricas sobre o mesmo. Observou crateras lunares descrevendo-as em sua *Micrographia* e se ocupou por mais de 25 anos com a gravitação. Para esses estudos gravitacionais considerou as contribuições de Aristóteles quanto a possível existência de um único corpo gravitacional, a Terra. Estendeu essa possibilidade a outros corpos, assim, os planetas também possuiriam um poder gravitacional que faria com que as coisas caíssem em seu centro, inclusive à lua, causando suas crateras. A misteriosa força gravitacional da lua relacionada aos impactos provenientes dos asteroides em sua superfície foi, recentemente, demonstrada por estudos que empregaram sondas espaciais (DARAYA, 2013; MELOSH et al., 2013), o que nos leva a refletir o quanto Hooke e os demais pesquisadores da Royal Society de

Londres estavam empenhados na busca por respostas acerca das causas físicas, apesar das limitações de seu tempo.

O pesquisador também chegou a realizar experiências a respeito de quedas de corpos tanto na Royal Society quanto nas torres da Abadia de Westminster. Em 1670 estava ocupado em encontrar a solução para a gravitação no espaço, mesmo que esse fenômeno ainda fosse assunto obscuro. Quatro anos depois Hooke tentou provar o movimento da Terra demonstrando que a gravitação existia no centro de todos os corpos, inclusive entre eles. Procurou mostrar também, que os corpos se movem em linha reta por meio de seu próprio impulso não deixando de ser alterados quando em orbitas de outros corpos com gravidade. E por fim, sugeriu que a gravidade age mais fortemente quando os corpos estão mais próximos do que quando estão distantes, ainda que não tivesse comprovado suas hipóteses por meio de experimentos e cálculos matemáticos. Em 1680, Isaac Newton apresentou sua teoria e postulados matemáticos acerca da proporção da atração gravitacional. A recusa de Newton em reconhecer as contribuições de Hooke ocasionou uma grande desavença na Royal Society logo após a publicação do *Principia* (1687). Talvez por conta desse contexto, sabemos hoje por meio de diferentes fontes, que os dois pesquisadores tiveram um desentendimento ocasionando em Hooke, até então amigo de Newton, sentimentos de mágoa que teriam agravado seu estado de saúde (CHAPMAN, 1996).

Não resta dúvida, que a ótica estava os inúmeros interesses de investigação do estudioso natural inglês, principalmente no que se refere ao poder de resolução das lentes.

No século XVII, a maioria dos microscópios compostos usados por estudiosos apresentava baixo poder de resolução e inexistência de um aparato para manipular e iluminar os objetos de estudo. Todavia, Hooke inovou ao construir um microscópio particular composto de um sistema ótico constituído por uma lente intermediária entre a objetiva e a ocular, que possibilitava um aumento da luminosidade e do campo de visão da imagem até aproximadamente 40 diâmetros, além de um sistema de iluminação para evitar os reflexos da luz solar. O instrumento possuía formato pequeno quando comparado aos demais que chegavam a medir dois metros, apresentava uma alavanca de sustentação que permitia o movimento do objeto de estudo em qualquer direção e plataformas giratórias para amostras secundárias. Os microscópios didáticos que utilizamos atualmente apresentam um poder de resolução 10 vezes maior (MARTINS, 2011).

Vale considerar, porém, que muitas das ilustrações feitas por Hooke podem ter sido resultado de observações realizadas em um microscópio também construído pelo pesquisador, constituído de apenas uma única lente esférica e minúscula, capaz de ampliar 200 a 300 vezes. A obra *Micrographia* não apresentou a figura desse instrumento, todavia, as descrições do autor nos ensinam a construí-lo a partir de vidros de Veneza (HOOKE, 1665, prefácio). Nesse aspecto,

alguns pesquisadores comparam Hooke e seus microscópios a Galileu e seu telescópio, uma vez que ambos centraram suas inovações em algo já existente, descrevendo as novidades possibilitadas pelo auxílio das lentes (MARTINS, 2011).

No que diz respeito às observações contidas em sua obra *Micrographia*, vale ressaltar que foram realizadas a pedido da Royal Society ao longo do ano de 1663. Mas não foi apenas devido a esse pedido que Hooke iniciou estudos microscópicos. Na verdade ele já se interessava pelo assunto, uma vez que tinha realizado esboços de observações de insetos feitos ao microscópio entre os anos de 1660 e 1661. Foi por meio dessa obra que o pesquisador conquistou posição e aceitação no meio científico da época, embora tenha continuado como membro e funcionário da sociedade. Dizem os historiadores que o sucesso da obra deveu-se às ilustrações contidas entre as descrições (MARTINS, 2011). Ilustrações essas que retratam fielmente a realidade, mas que não podem ser consideradas como simples transcrições das observações feitas, muito pelo contrário, seus desenhos são complexos e decorrentes de muita observação dos objetos sob diferentes posições e iluminações, resultando em imagens com luz e sombras. Hooke gravou essas ilustrações em placas de cobre que permitiram várias reproduções nos anos seguintes até o momento em que a ferrugem tomou conta do material, como é destacado no prefácio da obra restaurada de 1780.

Ao todo, são trinta e três placas gravadas com diferentes ilustrações. Seu método de observação para desenhar consistia em uma comparação entre o objeto a olho nu e sua imagem vista pelas lentes do microscópio. Uma proporção estabelecida entre os diâmetros das diferentes imagens do objeto era obtida por meio de uma régua em polegadas colocada no pedestal do microscópio. A partir disso, tornava-se possível ampliar a imagem no tamanho desejado (HOOKE, 1780).

Muitas foram as ilustrações e descrições realizadas por Hooke em *Micrographia* (1665) como a ponta de uma agulha, fio de uma navalha, seda, vidro, areia, diamante, carvão vegetal, madeira petrificada, folhas de legumes com ferrugem, mofos, algas, abelha, penas, sementes, cabeça de uma mosca, dentes de um caracol, mariposa, aranha, formiga, ácaro, pulga, piolho, vermes, a lua e as estrelas fixas, além dos populares poros da cortiça. Portanto, Hooke não observou apenas seres vivos.

Esta última observação sobre a cortiça nos leva a alguns questionamentos, por exemplo: poderíamos considerar que este fato estabeleça o marco inicial do nascimento da citologia como enfatiza Moore (1986)? Hooke pretendia desvendar fenômenos de natureza biológica? Isto é, teria o interesse de descobrir unidades básicas constituintes dos seres vivos?

Foi com base nestas perguntas que objetivamos ler sobre a observação original de número XVIII e traduzir o que diz respeito à cortiça com o intuito de discutir questões que possibilitem

ao professor de Ciências e Biologia conhecer o contexto desse episódio de maneira a contextualizar suas aulas e avaliar de modo crítico as informações apresentadas em livros didáticos quanto à descoberta da célula. Desse modo, no próximo item, procuramos discutir estas questões por meio da análise da tradução, contida no Apêndice 1, feita a partir do original.

2.2 Reflexões construídas sobre os poros da cortiça..

Como nos mostra a tradução da observação de número XVIII sobre o “*esquema ou textura da cortiça, e das células e poros de alguns outros órgãos ocos*”, Hooke descreve detalhadamente os procedimentos realizados para a preparação e observação do material deixando subentendido que o objetivo de tal experimento consistia na visualização da estrutura porosa da cortiça, como descreve logo no início de sua observação.

Peguei um pedaço limpo de cortiça e com um canivete afiado como uma navalha cortei um pedaço fora. Assim, deixei a superfície do mesmo excessivamente suave. Em seguida, examinando-o com muito afinco em um microscópio, pensei que fosse um pouco poroso, mas eu não conseguia distinguir claramente que eles eram poros, muito menos o que eles eram de fato (HOOKE, 1665, p. 112, tradução nossa)⁹.

Devemos considerar que Hooke observou também outros corpos cuja estrutura porosa era semelhante a da cortiça como, por exemplo, a descrição realizada sobre a espuma, pelo de animal, esponja, pedra-pomes e pena da ave. De modo que ao descrever esse tecido morto sempre se volta à estrutura desses diferentes materiais comparando-a com um favo de mel. Nessa comparação utiliza a palavra *cells*, além de outros termos como: poros, celas, caixas e bolhas de ar, comentados também pelos autores Batisteli, Araújo e Caluzi (2009).

Contudo, na *Micrographia*, em nenhum momento o autor faz uso da comparação com celas de prisão. Por isso discordamos dos autores quando dizem que “a denominação de “célula” para os poros observados se deve à comparação efetuada por Hooke entre esses e os quartos dos mosteiros, que eram chamados de celas” (BATISTELI; ARAÚJO; CALUZI, 2009, p. 20-21).

De fato, a denominação das estruturas visualizadas por meio do termo *cells*, quando analisadas sob a perspectiva histórica, remonta a diferentes interpretações. Isso possivelmente tem causado as divergências nas traduções e analogias encontradas. Desde a época medieval, esse termo provindo do latim deu sentido a inúmeros significados, designando pequeno mosteiro,

⁹ I took a good clear piece of Cork, and with a Pen-knife sharpened as keen as a Razor, I cut a piece of it off, and thereby left the surface of it exceeding smooth, then examining it very diligently with a *Microscope*, me thought I could perceive it to appear a little porous; but I could not so plainly distinguish them, as to be sure that they were pores, much less what Figure they were of: [...] (HOOKE, 1665, p. 112).

espaço de monges, freiras ou habitação de eremitas, além de pequeno quarto, despensa, local oculto, caverna, quartos de prisão, compartimentos e cavidades. Sendo posteriormente, já por volta de 1845, usado com seu sentido moderno na Biologia (ETYMONLINE, 2013).

O termo que vem do latim *cellula* tem como diminutivo nesta mesma língua o termo *cella*, conforme diferentes dicionários etimológicos que consultamos (FERREIRA, 1983; SOARES, 1993; SARAIVA, 2006). Esta terminologia pode ser traduzida como cavidade cheia de ar delimitada por paredes encontradas no súber (CUNHA, 1982), pequeno compartimento, cubículo, caixinha (SOARES, 1993), lugar onde se guarda alguma coisa, despensa (FERREIRA, 1983; SARAIVA, 2006), pequena cela, quarto, ou, ainda, cavidade, local em que as abelhas depositam ou armazenam o mel (PRIBERAM, 2013).

Vale destacar que o equívoco presente nos livros didáticos ao comparar a denominação das células às celas de freiras possivelmente se deve a interpretação de que o termo *cell*, na época de Hooke, também era usado para pequena *capela, ou cela, consagrada para um dos apóstolos* (BIRCH, 1756a, p. 121), além de quarto ou compartimento como pode ser observado em obra consultada da época (YORKE, 1792). Diante dos levantamentos bibliográficos realizados, conjecturamos que, ao contrário do que se propaga em livros didáticos, Hooke não teria feito analogias com “celas de prisão ou mosteiro” em sua descrição sobre a cortiça e não há indícios de que ele tenha feito qualquer referência a respeito ao longo de seu trabalho, bem como em posteriores.

Desse modo, sugerimos que seria mais coerente, diante dos apontamentos de Hooke ao falar das caixas (*boxes*), considerar que ele se referia aos compartimentos, o que reforça a analogia com os favos de mel e distancia seu pensamento do termo célula no sentido biológico. De fato, Tavares e Prestes (2012, p. 40) analisam que não é correto atribuir a Hooke a referência de “descobridor da célula”. Isso porque o que o pesquisador observou e posteriormente descreveu não condiz com nosso entendimento para o termo célula. A definição mais aproximada e cabível a esse termo por nós utilizado é atribuída pelas autoras à figura dos fundadores¹⁰ da Teoria Celular.

Ao descrever a estrutura da cortiça, Hooke destaca propriedades físicas que, como vimos, eram de seu conhecimento e interesse. Por exemplo, ao dizer sobre o potencial de fluatibilidade e pressão da cortiça que também apresenta “elasticidade e dilatação natural quando comprimida” (HOOKE, 1665, p. 113, tradução nossa)¹¹. Assim como avaliam Tavares e Prestes (2012), “[...] a

¹⁰ A discussão sobre o reconhecimento das figuras de Schleiden e Schwann quanto à Teoria Celular será abordada brevemente no subitem 2.3 deste capítulo.

¹¹ “[...] a springiness and swelling nature when compressed” (HOOKE, 1665, p. 113).

observação da cortiça foi guiada pelo interesse em compreender três propriedades físicas dessa substância: leveza, fluatuabilidade e elasticidade.” (TAVARES; PRESTES, 2012, p. 39).

Pelo exposto anteriormente, a pesquisa sobre corpos porosos que descreve mais detalhadamente a cortiça foi direcionada por questões físicas como é apresentado no relatório da Royal Society de Londres, escrito por seu secretário Thomas Birch em 1756. Esse relatório contém uma série de relatos a respeito das observações realizadas pela sociedade desde sua criação em 1660 até o ano de 1664 e é intitulado: *A História da Sociedade Royal de Londres para a melhoria do conhecimento natural desde seu surgimento, na qual a maior parte desses consideráveis artigos comunicados na Sociedade, que até agora não foram publicados, são inseridos como um suplemento para os Relatórios Filosóficos: Volume 1*¹².

Esta compilação descreve que, no dia 15 do mês de abril de 1663, Robert Hooke apresentou aos membros da Royal Society “dois esquemas microscópicos, um representando os poros da cortiça, cortado tanto transversal como perpendicularmente; o outro uma pedra-pomes parecendo ser composta por glóbulos, sendo estes ocos”. Com isso, a sociedade pediu que Hooke examinasse também “as cascas de outras árvores”, escrevendo “tudo o que observar sobre aparências como estas” (BIRCH, 1756a, p. 218, tradução nossa)¹³. Essa solicitação nos indica que os membros da sociedade demonstraram curiosidade em conhecer mais profundamente sobre as estruturas internas da casca de árvores. Essa solicitação não sugere que os estudos posteriores de Hooke sobre árvores tenham relação com a identificação de unidades básicas ou mesmo com a Teoria Celular, mas há possibilidade de encontrar canais de transporte similares às veias em animais, conforme discutiremos posteriormente. Além disso, a composição da matéria e a possibilidade de visualizar os átomos, auxiliada pela ampliação das lentes, podem ser consideradas objetivos da Royal Society, tal qual o próprio Hooke discute: “Os átomos que Epicuro imaginou encontrar iriam se revelar também grandes o bastante para serem pesquisados, muito mais para constituir um corpo de fluídos nos mesmos.” (HOOKE, 1665, p. 114).

Devemos destacar que a experiência por meio da qual ele descreve a estrutura da cortiça não foi realizada sem objetivos como parece à primeira vista. Se retomarmos algumas descrições anteriores desse relatório observaremos que tal experiência em corpos porosos foi uma solicitação da sociedade, ou seja, no dia 8 de abril de 1663 Hooke havia recebido ordens para encaminhar

¹² The History of the Royal Society of London for Improving of Natural Knowledge from Its First Rise, in which the Most Considerable of Those Papers Communicated to the Society, which Have Hitherto Not Been Published, are Inserted as a Supplement to the Philosophical Transactions: Volume 1 (BIRCH, 1756a).

¹³ “[...] two microscopical schemes, one representing the pores of cork, cut both transverse and perpendicular; the other a Kettering-stone, appearing to be composed of globules, and thse hollow ones [...]” (BIRCH, 1756a, p. 218).

experiências que apresentassem corpos que tiveram água removida e em queda como descreve Birch (1756a)¹⁴.

O ar era um fenômeno de interesse aos membros da Royal Society. Sendo que foi Robert Boyle um dos pesquisadores que levou experimentos que evidenciaram suas propriedades. Hooke, assim como outros pesquisadores, também vinha realizando experiências relativas ao ar. Tanto é assim que em 1662 apresentou uma série de questionamentos que deveriam dirigir as pesquisas sobre esse fenômeno na sociedade (APÊNDICE 2). Entre as investigações a serem realizadas, Hooke destacou inúmeras questões, como as expostas a seguir.

[...] de que substância, ou de que tipo de partículas o ar é composto? É infinitamente fluído ou definitivamente sólido? Se sólido, o interstício entre eles é vazio ou reabastecido com um corpo mais sutil e fluído? Como estas partículas são formadas? Ou, em que formatos são colocados para constituir o corpo do ar? Como é gerado? De quê? Por que meios? Como preserva e continua na forma de ar? Como e por que meios é alterado e mudado? Como ele difere de outros licores? (BIRCH, 1756a, p.203, tradução nossa)¹⁵.

A partir das perguntas a respeito da existência do ar em corpos ou a relação deste fenômeno com os corpos, que gostaríamos de enfatizar, por exemplo, quando Hooke questiona se o ar seria “*interceptado nas cavidades da terra, na essência da água ou de outros licores? Nos poros dos corpos animados ou inanimados, como plantas, madeiras, pedras, na carne ou no peixe?*”, ou, “*Como a gravidade do ar mantém alguns vapores sem sair dos corpos em que se encontram? Qual a resistência do ar ao atravessar os corpos?*” e ainda “*Qual a utilização do ar nos corpos?*” (BIRCH, 1756a, p.202-204, tradução nossa)¹⁶.

Ao apresentar essas questões à Royal Society como encaminhamento para futuras experiências, Hooke foi incumbido de buscar solução a elas. A começar por pesquisas destinadas a responder sobre a “*constituição e a substância do ar*” (BIRCH, 1756a, p. 204, tradução nossa). Portanto, essas, além de muitas outras evidências apresentadas no relatório escrito por Birch mostram-se favoráveis ao fato de que o objetivo da Royal Society ao ordenar que Hooke trouxesse observações e experimentos de corpos porosos remetia-se a ideia de estudos sobre o ar. Mais especificamente, do porque o ar aloja-se em corpos, prende-se e ali permanece comprimido.

¹⁴ “Mr. Hooke was ordered to prepare, for next meeting, the two experiments of water purged from air; and of the descent of bodies in an exhausted receiver” (BIRCH, 1756a, p. 218).

¹⁵ [...] Of what substance, or of what kind of particles the air consists? Whether infinitely fluid, or definitely solid? If solid, whether the interstice between them be vacuity, or replenished with some more subtle and fluid body? How these particles are formed, or into what shapes they are put, to constitute the body of the air? How generated? from what? by what means? How preserved and continued in that form of air? How, and by what means altered and changed? How it differs from other liquors? (BIRCH, 1756, p.203).

¹⁶ “[...] it be intercepted in the cavities of the earth, in the substance of water or other liquors, in the pores of animate or inanimate bodies, as plants, woods, stones ; in flesh or fish ? [...]How the gravity of the air keeps some vapours from breaking out of the bodies, in which they are ? What the resistance of the air is to bodies moved through it ? [...] What the use of air is in the of bodies ?” (BIRCH, 1756a, p.202-204).

Por isso, no intuito de responder a essas indagações, Robert Hooke teria procurado materiais que representassem essas características. Utilizando-se também da cortiça porque já conhecia macroscopicamente seu aspecto poroso. Conhecia também algumas de suas propriedades de uso para o isolamento de garrafas, para boias por conta de sua flutuabilidade entre outras propriedades também por ele citadas.

Na descrição da observação microscópica da cortiça o pesquisador levanta a hipótese de seus poros “serem os canais ou tubos através dos quais os sucos nutritivos, ou suco natural dos vegetais são transportados e parecem corresponder às veias, artérias e outros vasos em outras criaturas” (HOOKE, 1665, p. 114, tradução nossa)¹⁷. Acerca disso, Hooke acrescenta que já tinha visto estruturas semelhantes em outros vegetais, mas que os poros tinham formas mais longitudinais quando comparados aos da cortiça, possivelmente pelo tipo de corte realizado. Relata, também, ter “tentado descobrir uma passagem para fora de uma dessas cavidades para o interior de outra” e que não pode concluir se é por meio delas que “o suco nutritivo, ou que as seivas próprias dos vegetais possam passar” (HOOKE, 1665, p. 116, tradução nossa)¹⁸.

Essas observações levaram Hooke a retomar os conhecimentos sobre os vasos sanguíneos, já descritos por Harvey, uma vez que o assunto parece ter despertado seu interesse e também dos membros da sociedade que solicitaram que ele continuasse com suas pesquisas sobre o tecido de revestimento de árvores. Isso pode ser observado no relatório de Volume II, quando registra-se que “Ele mencionou que havia descoberto válvulas nos poros da madeira”, fato que a Royal Society queria confirmar, ou seja, realmente visualizar estas válvulas atravessando os poros (BIRCH, 1756b, p. 24, tradução nossa)¹⁹.

A existência de tais válvulas foi, no entanto, refutada pelo próprio Hooke em agosto de 1668 quando descreveu ter encontrado “interstícios ou partições cruzando os grandes poros” em um pequeno pedaço de carvão vegetal de madeira de pinho. Hooke continuou a investigar sobre “a textura das árvores, a fim de considerar a sua solução através de experimentos”. Indagou, a partir dos conhecimentos já existentes, “se a seiva das árvores se esgota”, se seu trajeto no interior das árvores “seria ascendente, descendente ou ambos [...]” (BIRCH, 1756b, p. 311, tradução nossa)²⁰. Dito de outro modo, ele parece ter se envolvido em desvendar como se dava o transporte de substâncias nos vegetais.

¹⁷ [...] which seem to be the channels or pipes through which the Succus nutritius, or natural juices of Vegetables are conveyed, and seem to correspond to the veins, arteries and other Vessels in sensible creatures” (HOOKE, 1665, p. 114).

¹⁸ “I have yet tried, discover a passage out of one of those cavities into another [...] the Succus nutritius, or appropriate juices of Vegetables, may pass through them” (HOOKE, 1665, p. 116).

¹⁹ “He mentioned, that he had discovered valves in the pores of wood [...]” (BIRCH, 1756b, p. 24).

²⁰ “[...] about the texture of trees, in order to consider of their solution by experiments; as, whether the sap of trees runs out, when it is ascending, or descending, or at both times ? (BIRCH, 1756b, p. 311).

O Sr. Hooke disse que tinha observado a existência de vários tipos de poros em árvores; alguns deles passando do centro para a casca em forma de pequenos compartimentos ou caixas; outros eram como tubos que iam do topo para a base da árvore; outros eram extremamente pequenos, não vendo pelo microscópio mais do que os chamados poros microscópicos. [...]. O Sr. Hooke propôs um artifício para descobrir, com alguma certeza, se há uma circulação em árvores; o qual ele recebeu ordens para ser feito para a próxima reunião, e ele prometeu fazê-lo (BIRCH, 1756b, p. 468, tradução nossa)²¹.

É importante destacar que mesmo nas descrições realizadas após a publicação de *Micrographia*, Hooke jamais levantou a hipótese de que as estruturas por ele observadas na cortiça referiam-se a estrutura básica dos seres vivos. Hooke

[...] visualizou a parede espessa de células mortas de cortiça, o que entendeu estar observando ao microscópio foi uma estrutura (formada por espaços + paredes + ar) que explicava as três propriedades físicas da cortiça (leveza, fluabilidade, elasticidade). Ele **não** interpretou a célula vista ao seu microscópio como algum tipo de unidade básica, estrutural e fisiológica dos seres vivos (TAVARES; PRESTES, 2012, p.40, destaque do original).

Portanto, como também discutem os autores Batisteli, Araújo e Caluzi (2009), bem como Prestes (1997), “[...] ele estava interessado em explicar as propriedades da cortiça, e em nenhum momento estabeleceu relação entre as suas observações e uma constituição celular universal dos seres vivos em geral” (PRESTES, 1997, p.10).

Hooke estava ciente de que visualizava uma estrutura nova, fato que pode ser confirmado quando descreve: “[...] eram de fato os primeiros poros microscópicos que eu já vi, e talvez que nunca foram vistos, porque eu ainda não conheci nenhum escritor ou pessoa que tenha mencionado isso antes [...]” (HOOKE, 1665, p. 113, tradução nossa)²². Diante dessa descoberta, pareceu-lhe conveniente levantar hipóteses para explicações de fenômenos que ele desconhecia como a passagem de luz por um corpo, a leveza de outros, o transporte de nutrientes por meio de vasos, etc. Humildemente, argumentou que apenas o tempo permitiria chegar à verdadeira conclusão sobre a textura e fisiologia desses corpos e que naquele momento, apenas a imaginação e as observações por meio de similaridades e comparações eram permitidas.

²¹ Mr. Hooke said, that he had observed, that there were several sorts of pores in trees; some of them went from the middle to the bark, shaped like little desks or boxes; others were like pipes going from the top to the bottom of the tree; others were exceedingly small, not seen but by a microscope, which he therefore called microscopical pores. [...] Mr. Hooke proposed a contrivance to find with some certainty, whether there be a circulation in trees; which contrivance he was ordered to get made against the next meeting; which he promised to do (BIRCH, 1756b, p. 468).

²² “[...] which were indeed the first microscopical pores I ever saw, and perhaps, that were ever seen, for I had not met with any Writer or Person, that had made any mention of them before this) [...]” (HOOKE, 166, P. 113).

Dessa forma, pudemos considerar a partir do que foi possível interpretar que, o que possibilitou Hooke observar mais cuidadosamente os poros em vegetais, foi o interesse da Royal Society em pesquisar as propriedades do ar. Seu olhar estava direcionado a um objeto de estudo – o ar em corpos porosos – mas a observação da cortiça acabou desviando-o para além do seu propósito, isto é, ao conjecturar sobre o estabelecimento de relações entre os poros e canais observados com o transporte de nutrientes em vegetais.

As observações e descrições de Hooke sobre a cortiça e outros tecidos vegetais representaram respaldo às emergentes pesquisas na Biologia, visto que há relatos na literatura de autores que se pautam em suas descrições minuciosas sobre a anatomia de pequenos corpos. Porém, não delimitaram um marco para a Citologia, como sugere Moore (1986), já que demorou algum tempo para que as estruturas que denominamos de células fossem de fato consideradas como as unidades básicas dos seres vivos (TAVARES; PRESTES, 2012).

Com essa perspectiva, no próximo tópico deste capítulo apresentamos a construção de um texto que serviu de suporte didático durante a intervenção realizada no grupo Pibid/Biologia. Este texto tinha como objetivo possibilitar a compreensão da diferença existente entre as observações de Hooke e sua própria apropriação do termo *cell* quando comparado aos pesquisadores contemporâneos dedicados aos estudos biológicos.

Descrições detalhadas sobre os fatos que culminaram para o estabelecimento da Teoria Celular são pouco frequentes nos livros didáticos. Porém, fornecem aos professores e alunos uma contextualização histórica sobre a construção do pensamento biológico, podendo auxiliá-los na elaboração de significados em relação à natureza da ciência e aos conceitos inerentes ao estudo da célula, tal como concebemos atualmente.

2.3 Desconstruindo a relação observação das células por Hooke e o estabelecimento da Teoria Celular.

Diante das reflexões construídas anteriormente, acreditamos na necessária desconstrução da ideia que a observação das células da cortiça por Hooke tenha contribuído para o estabelecimento da Teoria Celular. Desse modo, resgatamos de maneira sucinta alguns autores e suas correspondentes pesquisas de modo a destacar o quão longe estava a concepção de Hooke de uma unidade básica dos seres vivos. Maiores detalhes em uma perspectiva historiográfica podem ser encontrados na obra de Prestes (1997).

De certo modo, a continuidade da pesquisa do autor em plantas sugere a possibilidade de encontrar canais de transporte análogos às veias e artérias sanguíneas. Pressuposto que exige maiores estudos historiográficos para ser constatado. Embora Hooke não tenha encontrado “de

fato essas passagens, mantém-se seguro acerca de sua existência.” (PRESTES, 1997, p. 23). Ainda assim, Prestes (1997) avalia que apesar do raciocínio de Hooke ser coerente não corresponde à ideia de que o pesquisador estaria olhando células de fato. É evidente que

[...] este é o único momento em que ele atribui alguma função à “célula”. Tendo observado canais, provavelmente em algumas poucas plantas, compara-os analogamente aos vasos dos animais, levanta uma hipótese sobre a sua função e a aplica ao conjunto dos vegetais. Ele estaria fazendo aí uma generalização, que é uma etapa importante do método da ciência moderna. No entanto, a generalização não diz respeito à existência de células em todos os vegetais, mas à necessidade de que existam vasos para conduzir sucos nutritivos (PRESTES, 1997, p. 24).

Prestes (1997) ainda discute que as principais noções a respeito da célula por nós hoje conhecidas encontram-se distantes mais de 170 anos da visualização de Hooke na cortiça. É o estabelecimento da Teoria Celular pelos alemães Theodor Schwann e Mathias Schleiden que sugere “ [...] a possibilidade de que as células fossem estruturas fundamentais para o processo da vida.” (PRESTES, 1997, p. 10).

Hooke não teria sido descuidado ou incapaz de chegar a tal relação tão somente porque não havia em sua época a “[...] percepção teórica sobre os seres vivos – percepção essa que só foi engendrada posteriormente, a partir do desenvolvimento de outros ramos da **biologia**” (PRESTES, 1997, p.11, destaque do original). Dessa forma, enquanto para Hooke a célula não passava de um compartimento sujeito a inúmeras possibilidades (como a existência de passagens entre as paredes, conforme avaliou) sem um contexto teórico que a amparasse, para Schwann e Schleiden a célula tinha como definição um arcabouço conceitual e teórico bastante fundamentado de modo a poder ser um princípio de explicação, uma teoria sobre a vida (PRESTES, 1997).

Apesar de o nome *célula* ter sido estabelecido por Hooke, o entendimento das características da célula e formação do conceito, tal como conhecemos, precisa transitar pela história do final do século XVII e no decorrer do século XVIII para ser contextualizado (PRESTES, 1997). É esse breve resgate que propomos na sequência.

Após identificar as caixas aparentemente vazias na cortiça, Hooke observou também cortes de plantas vivas verificando que aquelas estruturas continham algo, um “suco”. Para Prestes (1997), Hooke não se deu conta de duas coisas diferentes: a constituição celular e a seiva. A autora complementa que se de fato Hooke tivesse mencionado a respeito da constituição celular poderia ter direcionado para o funcionamento das células. Assunto que só foi objeto de estudo muito tempo depois.

Outras pesquisas anatômicas mostravam que as plantas possuíam estruturas parecidas com os compartimentos de Hooke como, por exemplo, os estudos realizados por Nehemiah Grew também membro da Royal Society de Londres.

Grew, assim como Malpighi e Leeuwenhoek, ilustrou em sua obra muitos desenhos retratando células. As diferenças estavam em suas designações a partir de diferentes termos como: poros microscópicos, utrículos, bolhas, bexigas e até mesmo células (PRESTES, 1997), conforme destacaremos a seguir.

Nehemiah Grew (1641-1712) foi um botânico inglês e autor da obra *A anatomia das plantas. Com uma ideia de uma história filosófica das plantas. E várias outras leituras, realizadas diante da Royal Society*²³ publicada em 1682. Esta obra inclui 82 belíssimas ilustrações da estrutura interna das plantas e sua complexidade. Grew utilizou a microscopia para realizar estudos detalhados sobre a morfologia vegetal. Na época, não se pensava na existência de órgãos distintos nas plantas, mas as ilustrações presentes na obra do naturalista sugerem que suas análises se baseavam em unidades morfológicas e funcionais que remontam a uma tradição filosófica grega.

As observações de Grew foram guiadas pela ideia de que animais e plantas poderiam apresentar semelhanças funcionais, por isso procurava órgãos equivalentes, bem como indícios da circulação da seiva em analogia com a circulação do sangue, como Hooke também vinha fazendo. Isto é, a obra de Grew apresenta ilustrações ou esquemas tridimensionais separados do todo, representando o que hoje reconhecemos como órgãos de plantas, tais como o ovário, grão de pólen dentro de anterídio, córtex de caule e raiz, entre outros. Preocupou-se ainda em identificar uma possível forma de respiração nos vegetais. A sexualidade das plantas já era em parte conhecida, tanto que Nehemiah considerava o estame como órgão masculino e o pólen sua semente (CINCINNATI, 2013).

Grew retomou em suas descrições as pequenas bexigas descritas por Hooke. E ao observar tecidos vivos de vegetais, relata em sua obra que “os poros da medula estão igualmente aqui no tronco, sendo mais observáveis do que na raiz” e suas dimensões poderiam ser comparadas a “um favo de mel” sendo por isso, “grosseiramente exemplificados” por ele (GREW, 1682, p.21, tradução nossa)²⁴. Como podemos observar no texto a seguir, ele não apenas utiliza o termo “bexiga” para descrever as células como também se refere à Hooke.

²³ The anatomy of plants. With an idea of a philosophical history of plants. And several other lectures, read before the Royal Society (GREW, 1682).

²⁴ “The Pores of the Pith likewise being larger here in the Trunk, are better observable than in the Root [...] na Honey-Comb be grosly exemplified” (GREW, 1682, p. 21).

Nos *truncos* de algumas *plantas* eles são tão amplos e transparentes que [...] parecem ser estendidos consideravelmente pelo comprimento da *medula*; mas são realmente descontínuos e pequenos e, como é dito por alguns, correspondem às células de um favo de mel. Este é o mais próximo que podemos chegar a eles a olho nu, sem o auxílio de um bom microscópio. Sr. *Hooke* compadece em sua *Micrographia* que os *poros* da *medula*, particularmente da *medula antiga*, tanto quanto são visíveis, são todos iguais e descontínuos, e que a medula é nada mais do que (como ele a chama) um monte de bolhas (GREW, 1682, p. 21-22, tradução nossa)²⁵.

No que diz respeito ao estudo das plantas ao microscópico nas décadas posteriores a 1740 até o início do século XIX pouco se registrou a respeito da célula propriamente dita, sendo que referências ocasionais foram feitas mais para descrever fibras e outras estruturas longitudinais (MAYR, 2008). Entretanto, nesses estudos, a cada nova observação, estruturas semelhantes às caixas de Hooke podiam ser vistas. Algumas se diferenciavam em formas, outras em tamanhos, mas todos os estudiosos observavam paredes, mesmo que não as concebessem como tais (MOORE, 1986).

Contemporaneamente a esses estudos em plantas houve também quem se interessasse em observar ao microscópio outras coisas contidas na natureza. Um desses observadores foi Antonie van Leeuwenhoek (1632-1723) que na época em que Hooke realizava suas observações microscópicas trabalhava no comércio de tecidos utilizando-se de lentes para inspecioná-los. Dizem os historiadores que, provavelmente, foi o tear dos fios dos tecidos que despertou o interesse de Leeuwenhoek pelas lentes e microscópios (MARTINS, 2011). Teria sido Regnier De Graaf (1641-1673), o anatomista que, por meio das lentes, descobriu os ovários humanos, que levou para Leeuwenhoek uma lente de vidro. Este último, ao recebê-la, teria observado fios de cabelo ficando maravilhado com o que via (MARTINS, 2011).

Foi também por meio de De Graaf que Leeuwenhoek tomou conhecimento da obra *Micrographia* de Robert Hooke e, apesar do alto custo, encomendou ao amigo que trouxesse um exemplar da Inglaterra. Com a observação de figuras e detalhes tão interessantes presentes nessa obra, Leeuwenhoek passou a dedicar-se na fabricação de lentes de maior aumento fazendo uso da descrição sugerida por Hooke em seu prefácio. Com as novas lentes observou pequenos animais em movimento em uma mistura de pó de noz moscada e água (MARTINS, 2011).

Examinando a água de um canal percebeu que essa também continha os pequenos animais. Essa teria sido a primeira descrição do que conhecemos hoje por protozoários. Os

²⁵ In the *Trunks* of some *Plants*, they are so ample and transparent, that [...] would seem to be considerably extended by the length of the *Pith*; but are really discontinuous and short, and as tis said, some what answerable to the *Cells* of *Hony-Comb*. This is the nearest we can come to them by the bare Eye without the assistance of a good *Microscope*. Mr *Hook* sheweth in his *Micrography*, That the *Pores* of the *Pith*, particularly of *Elder-Pith*, so far as they are visible, are all alike discontinuous; and that the pith is nothing else but (as he calls them) an heap of *bubbles* (GREW, 1682, p. 21-22).

primeiros esboços de Leeuwenhoek à Royal Society foram auxiliados por um colega já que Leeuwenhoek não sabia escrever em latim ou grego, nem mesmo desenhar. A opção foi escrever em holandês e praticar desenho. Leeuwenhoek construiu aproximadamente 500 microscópios com ampliações entre 200 a 300 diâmetros sempre se baseando nos instrumentos descritos por Hooke. Além disso, seus instrumentos tinham lentes com superfícies convexas e não esféricas como o comum, mas ele nunca as descreveu (MARTINS, 2011).

Além de enguias, ácaros e protozoários, Leeuwenhoek também observou, por volta de 1680, os espermatozoides no sêmen. Porém, dada a sua movimentação flagelar, descreveu estas células sexuais como pequenos animais que teriam em seu interior um ser pré-formado.

Diferentemente do que relatam algumas literaturas, Leeuwenhoek não teria sido o primeiro a descobrir esses “animálculos”. Segundo uma dissertação histórica portuguesa do século XIX (MEIRELLES, 1882), os espermatozoides humanos foram vistos pela primeira vez por um estudante chamado Luiz Hamm em 1677 e Leeuwenhoek teria acompanhado suas investigações confirmando a existência de elementos similares no sêmen de outros animais, considerando esses corpúsculos como animálculos chamando-os especificamente de vermes espermáticos.

Leeuwenhoek acreditou que tanto os machos quanto as fêmeas poderiam reproduzir entre si. Meirelles (1882) salienta que “Leeuwenhoek chega mesmo a afirmar que o verme espermático no homem o representava em miniatura. Era o que ele chamava de *homunculus*” (MEIRELLES, 1882, p. 25)²⁶. Tanto é assim, que tentaram “designar-lhe um lugar no quadro zoológico [...]. E assim vemos Czermak e outros, em 1833, considerarem-no como um infusório, classificando-os uns a partir dos cercários outros a partir dos vibríões” (MEIRELLES, 1882, p. 27, tradução nossa)²⁷. Posteriormente Carl von Linné (1707-1778) procurou classificar os “seres microscópicos” de Leeuwenhoek no reino animal, sem no entanto conseguir agrupá-los. Somente no século XIX, por volta de 1846, os espermatozoides foram identificados como células modificadas pelo pesquisador Rudolf Albert Koelliker (MEIRELLES, 1882).

A abundância em formas de vida exigia que a identificação realizada pelos investigadores naturais seguisse algum tipo de ordem ou classificação que a princípio foi arbitrária. Por exemplo, as plantas necessitavam ser listadas e classificadas em virtude de um caráter essencial como, por exemplo, as partes florescentes. Nesse âmbito, outro pesquisador natural muito contribuiu com o estudo vegetal.

²⁶ “Leeuwenhoek chega mesmo a afirmar que o verme espermático no homem, o representava em ponto pequeno. Era o que elle chamava o *homunculus*” [...] (MEIRELLES, 1882, p. 25).

²⁷ “assignar-lhe um loga no quadro zoológico [...]. E assim vemos Czermak e outros em 1833 darem-no como um infusorio classificando-o uns a par dos cercarios outros a par dos vibrionides” (MEIRELLES, 1882, p. 27).

Robert Brown (1773-1858) foi um médico escocês e em suas viagens como naturalista a bordo da expedição *Investigator* ao longo da costa da Austrália chegou a coletar cerca de quatro mil espécies de plantas (BATISTELI; ARAÚJO; CALUZI, 2009), muitas delas totalmente desconhecidas pela ciência ocidental. Brown, utilizando-se de microscópios, nomeou 140 novos gêneros de plantas e observou o óvulo em gimnospermas, mas foi a incessante agitação de diminutas partículas suspensas que o fez se dedicar aos trabalhos com fertilização em plantas com flores. Fenômeno este que em 1827 recebeu o nome de “movimento browniano” (BROWN, 1827; FORD, 1992).

Chama nossa atenção a descrição desse pesquisador no que diz respeito a suas visualizações sobre o interior das células vivas vegetais. Em sua observação, intitulada *Sobre os órgãos e formas de fecundação em Orchideae e Asclepiadeae*²⁸, descreve sobre a existência de um núcleo nas células das quais observou.

Termo minhas observações sobre Orchideae com um relato de alguns pontos de sua estrutura geral que principalmente dizem respeito ao tecido celular. Em cada célula da epiderme de uma grande parte desta família, especialmente daquelas com folhas membranosas, pode ser observada uma única auréola circular, geralmente um pouco mais opaca que a membrana da célula. Esta auréola, que é mais ou menos claramente granular, é ligeiramente convexa, e embora pareça estar na superfície é, na realidade, coberta pela lâmina exterior da célula. Não existe uma regularidade quanto a sua posição na célula, não é raro, no entanto, estar no centro ou quase. Esta auréola ou núcleo da célula, como talvez isto será designado, não se limita à epiderme [...] (BROWN, 1833, p. 710, tradução nossa)²⁹.

Portanto, Brown observou a existência de um núcleo não apenas na epiderme, mas possivelmente para outros tecidos vegetais já observados por ele descrevendo e diferenciando cada um desses núcleos de acordo com o tipo tegumentar em que se encontravam (BATISTELI; ARAÚJO; CALUZI, 2009).

Todavia, a existência do núcleo já fazia parte das noções de outros pesquisadores, bem como do botânico alemão Matthias Jacob Schleiden (1804-1881) ao considerar que novas células se originariam a partir do núcleo. Schleiden acreditava que a célula surgia dentro da outra a partir da sobreposição do citoplasma e posteriormente da parede a partir de uma aglomeração inicial de grânulos. Processo este que foi descartado por seus pares, destaca Prestes (1997).

²⁸ On the organs and mode of fecundation in Orchideae and Asclepiadeae

²⁹ I shall conclude my observations on Orchideae with a notice of some points of their general structure, which chiefly relate to the cellular tissue. In each cell of the epidermis of a great part of this family, especially of those with membranaceous leaves, a single circular areola, generally somewhat more opaque than the membrane of the cell, is observable. This areola, which is more or less distinctly granular, is slightly convex, and although it seems to be on the surface is in reality covered by the outer lamina of the cell. There is no regularity as to its place in the cell; it is not unfrequently however central or nearly so. [...] This areola, or nucleus of the cell as perhaps it might be termed, is not confined to the epidermis [...] (BROWN, 1833, p. 710).

Schleiden destacou ainda a importância do núcleo para a geração de novas células vegetais ao dizer que “A origem da célula não foi, ainda, de forma muito claramente, feita. Apenas uma coisa é certa, que um corpo pequeno e peculiar pertencente ao utrículo primordial é chamado de célula-núcleo, e desempenha um papel muito importante nesse processo” (SCHLEIDEN, 1848, p. 45, tradução nossa)³⁰. Contudo, acerca desta hipótese, Meyen também pesquisador de células vegetais no século XIX contestou Schleiden alegando que a multiplicação das células ocorria por meio da divisão das células com um todo (MAYR, 2008).

Schleiden muito contribuiu para avanços no estudo das células dedicando-se à botânica e à profissão de professor na Universidade de Jena na Alemanha após abandonar a advocacia (WHONAMEDIT, 2013). Em sua obra *A planta; uma biografia – Em uma série de conferências populares* (1848)³¹ escreveu sobre a necessidade de aprofundamento para conhecer melhor a célula.

A base da estrutura de todos os vegetais de modo muito diferente é uma pequena vesícula fechada, composta por uma membrana geralmente transparente e incolor como água; esses botânicos chamam de "célula" ou "célula vegetal". Uma revisão da vida da célula deve necessariamente preceder o esforço para compreender toda a planta ou melhor, é ainda, propriamente falando, quase a única parte realmente científica de Botânica (SCHLEIDEN, 1848, p. 43, tradução nossa)³².

Schleiden direcionou seus estudos ao mundo vegetal pensando que as células faziam parte apenas das plantas (PRESTES, 1997). Segundo Moore (1986), reconhecendo que Schleiden já tinha observado e afirmado a formação de células a partir dos núcleos de células mais velhas, Theodor Schwann entusiasmou-se com a possibilidade de encontrar esse padrão em animais. Schwann por meio de uma observação cuidadosa deve ter se perguntado: o que há em comum ao se olhar uma estrutura considerada célula vegetal e outra que ainda não identificamos como célula animal? São feitas do mesmo elemento? Como classificá-las?

O reconhecimento das células animais era um grande problema para os pesquisadores dos anos de 1700 e 1800, dada a dificuldade de identificar as estruturas que mantivessem as formas descritas até então. Tentavam a todo custo aplicar o mesmo conceito de célula, tido na época, aos animais. Conceito esse que não se restringia meramente a compartimentos como vimos em

³⁰ The origin of the cell is by no means yet quite clearly made out; only this much is certain, that a peculiar little body appertaining to the primordial utricle and called the cell-nucleus, (Pl.1, Fig. 1,a.) plays a very important part in it (SCHLEIDEN, 1848, p. 45).

³¹ The plant; a biography - In a series of popular lectures (SCHLEIDEN, 1848).

³² The basis of the structure of all the so very dissimilar vegetables, is a little closed vesicle, composed of a membrane usually transparent and colourless as water; this Botanists call the “cell” or “vegetable-cell”. A review of the life of the cell must necessarily precede the endeavour to comprehend the whole plant nay it is as yet, properly speaking, almost the only really scientific part of Botany (SCHLEIDEN, 1848, p. 43).

Hooke, mas apesar de sua definição estrutural ainda lembrar uma caixa, deveria conter também uma dinamicidade orgânica. Portanto, o conceito passou a ter um reconhecimento biológico sendo estabelecido na comunidade científica (MOORE, 1986).

Theodor Ambrose Hubert Schwann (1810-1882), também Alemão, dedicou-se à histologia animal e lecionou na Universidade de Leuven na Bélgica. Contribuiu ainda com estudos sobre a fermentação e putrefação e estava empenhado em traçar semelhanças para chamar todas as estruturas até então observadas por ele de células como até então conhecia (como células da cebola, notocorda de um peixe, cartilagem de rã, cartilagem de girino, músculo de feto de porco, embrião de porco, gânglio de rã, vaso capilar de girino, etc.) (MOORE, 1986).

Após um jantar em 1838 com Matthias Jacob Schleiden, um ano após este ter afirmado geração de células a partir de núcleos mais velhos, Schwann recordou-se de ter visto estruturas semelhantes em notocorda estabelecendo relações entre os fenômenos (WHONAMEDIT, 2013). Schwann, ao perceber que as células animais formavam-se a partir de um processo comum de geração (PRESTES, 1997), muda as regras para sua definição de célula. Não seria mais a forma que caracterizaria uma célula, mas sim a presença de corpúsculos ou núcleo que as definiria melhor nos animais (MOORE, 1986). Prestes (1997) acrescenta que com esse estudo Schwann aproxima os dois reinos, animal e vegetal, por meio da similaridade de desenvolvimento a partir de aspectos elementares. Essa unificação de ambos os reinos por meio da reprodução celular foi descartada posteriormente.

Segundo as reflexões da historiadora Maria Elice Brzezinski Prestes, atribuímos a Teoria Celular a ambos os alemães, não somente devido às contribuições de Schleiden ou às reflexões de Schwann, mas por conta da tradução realizada pelo inglês Henry Smith que agrupou junto à obra de Schwann o livro de Schleiden: *Pesquisas microscópicas para o acordo sobre a estrutura e crescimento de animais e plantas* (1847)³³, para que assim os leitores pudessem compreender as considerações tão citadas pelo primeiro.

Dessa forma, se estabelece no século XIX uma Teoria Celular na qual se tem de fato a visão de célula amparada num arcabouço conceitual imprescindível para a compreensão dos seres vivos. Teoria esta que, como discute Prestes (1997), está amparada por dois pilares essenciais: existência de um núcleo e formação de outra célula a partir de um processo parecido ao descrito por Schleiden nas plantas.

As partes elementares de todos os tecidos são formadas por células semelhantes, embora de maneira diversificada. De modo que pode ser afirmado *que existe um princípio geral de desenvolvimento para as partes elementares dos organismos*,

³³ Microscopical researches into the accordance in the structure and growth of animals and plants (SCHWANN, 1847).

*porém distinto. E que este princípio consiste na formação de células. [...] O desenvolvimento da proposição de que existe um princípio geral para a formação de todos os produtos orgânicos e que este princípio consiste na formação de células, assim como as conclusões que podem ser retiradas a partir desta proposição, pode ser compreendido no âmbito do termo *Teoria Celular*, usando-o em sua significação mais extensa, enquanto que em um sentido mais limitado, entendemos pela teoria das células tudo o que se pode inferir a partir desta proposição e que diz respeito às competências a partir das quais esse fenômeno resulta (SCHWANN, 1847, p. 165-166, tradução nossa)³⁴.*

Com isso, observamos muitos encontros e desencontros nos primeiros estudos ligados à emergente citologia (MAYR, 2008). Mudanças na forma de ver o mundo e no funcionamento dos animais também influenciaram as correntes de pensamento dos séculos XVII a XIX, afetando principalmente as pesquisas que procuravam evidências sobre o fenômeno da geração que abrangia estudos sobre a reprodução dos organismos e sobre o crescimento das partes do corpo (HANKINS, 1985).

Devemos, contudo, salientar que o desenvolvimento da Biologia esteve (e ainda está) estreitamente ligado ao avanço das técnicas que permitem estudos mais profundos sobre a natureza. Nessa perspectiva, a citologia dependeu do microscópio e ainda assim enfrentou muitas barreiras para uma observação precisa sobre as células, seja devido a seu tamanho, à cor opaca, à espessura ou à textura. Métodos para a preservação de tecidos, cortes mais finos e técnicas para coloração só foram desenvolvidos no século XIX. Paralelamente, registram-se as melhorias nos microscópios (MOORE, 1986). Entretanto, questões como *o que existe nas células* não deixaram de ser questionadas. Falava-se da Teoria Celular enquanto um conjunto de dados, hipóteses e conceitos de um importante fenômeno, iniciando também em conjunto uma concepção filosófica de vida, já que a teoria estabelecia que as células constituíam-se de unidades básicas de estrutura e função, capazes de ter vida independente sendo, desse modo, denominadoras da vida (MOORE, 1986).

Estudar a célula passou a ser importante para o entendimento de outras questões como hereditariedade, de onde surgimos, evolução, organização dos níveis, etc. Mas ao examinar as células, os citologistas se deparavam com diferentes estruturas e se perguntavam como determinar qual dessas estruturas tem o papel na hereditariedade? Haveria forma de determinar a função de qualquer estrutura dessas? Qual seria essa forma? Essas perguntas permaneceram sem

³⁴ The elementary parts of all tissues are formed of cells in an analogous, though very diversified manner, so that it may be asserted, *that there is one universal principle of development for the elementary parts of organisms, however different, and that this principle is the formation of cells. [...] The development of the proposition, that there exists one general principle for the formation of all organic productions, and that this principle is the formation of cells, as well as the conclusions which may be drawn from this proposition, may be comprised under the term *cell-theory*, using it in its more extended signification, whilst in a more limited sense, by theory of the cells we understand whatever may be inferred from this proposition with respect to the powers from which these phenomena result (SCHWANN, 1847, p. 165-166).*

respostas por um longo tempo e muitos pesquisadores faziam suas investigações aleatoriamente, sem rumo. Foi um período de procura e destruição. De certa forma o corante teve um papel decisivo porque dava destaque ao núcleo e sugeria que este tivesse uma grande importância (MOORE, 1986), esboçando assim traços de outra grande busca: a da genética.

Vimos neste capítulo um pequeno recorte da História da Ciência que nos mostrou claramente a ciência como uma construção humana, isenta de neutralidade e, portanto, imersa na sociedade e na cultura. É com essa mesma consideração que procuramos apresentar no capítulo seguinte as aproximações que a História da Ciência tem com a perspectiva sociointeracionista, as contribuições dessa aproximação para o ensino e a possibilidade de resgatar um referencial teórico e metodológico desta corrente para auxiliar nas práticas pedagógicas que se apropriem do entendimento de uma ciência histórica.

CAPÍTULO III**O VALOR DA LINGUAGEM E DAS INTERAÇÕES SOCIAIS NA HISTÓRIA DO
HOMEM.**

Resgatamos brevemente neste capítulo os pressupostos teóricos de Marx e Engels que, ao fundamentarem-se no materialismo histórico e dialético, passaram a considerar os homens como indivíduos concretos que, na luta pela sobrevivência, organizaram-se em torno do trabalho. Por este trabalho, os homens estabeleceram relações entre si e com a natureza, tornando-se os principais responsáveis pelas transformações sociais e culturais ocorridas na história da humanidade. Logo, para esses autores, o trabalho constitui-se o motor do processo histórico, ou seja, a base do processo de humanização, por meio do qual ocorreu o desenvolvimento da consciência e da sociedade humana.

Grande parte do pensamento destes pesquisadores resulta da influência das reflexões de Friedrich Hegel (1770-1831) e Ludwig Andreas Feuerbach (1804-1872).

Idealista, Hegel considerava que o mundo não era um conjunto de coisas prontas e acabadas, mas o resultado do movimento gerado pelo choque de antagonismos e contradições, isto é, pela dialética. Em outras palavras, para este filósofo a história da humanidade não resultaria da acumulação e sobreposição de fatos, mas de um processo de contradição dialética (ARANHA, 2006). Nesse aspecto, a história teria fundamental importância para a formação da espécie humana, exercendo o papel de libertar o homem, tornando-o mais crítico e autônomo. Assim, a dialética enquanto sistema filosófico constitui-se de um constante e complexo movimento no qual a realidade está submetida. Em constante transformação, o envolvimento entre homem, história e sociedade, assim como o próprio conhecimento produzido, jamais estaria “desvinculado das condições históricas que o determinaram” (ANDERY et al., 2002, p. 368), disso resulta que o conhecimento não aceita verdades absolutas e eternas, mas está sempre submetido à razão e história humana.

Apesar de apropriar-se da ideia dialética hegeliana, a filosofia de Marx se contrapôs ao idealismo, indo ao encontro da concepção materialista antropológica de Feuerbach, para o qual não seriam as ideias que conduziriam o mundo. Ao contrário, as ideias seriam produtos da consciência humana, portanto, produtos do cérebro. Ao contestar tanto a corrente filosófica idealista, quanto à religião por concebê-las alienantes, Feuerbach, fundamentou o materialismo filosófico propondo o combate a especulações, ou seja, para ele, o homem não poderia ser considerado um ser passivo e modelado unicamente pelo exterior, uma vez que ele não está entregue às circunstâncias, mas sim como um produto do meio material. Ao considerar alguns

dos aspectos do pensamento de Feuerbach e de Hegel, Marx confrontou ambos os filósofos. Entretanto, quanto à concepção materialista, vai um pouco além do influente Feuerbach. Marx abordou fundamentos sociais e procurou traçar as relações da natureza com a política, construindo uma reinterpretação do materialismo, preenchendo desse modo a crítica que fez a Feuerbach por desconsiderar essa interação com o trabalho (REDYSON, 2011).

Com isso entendemos que o fato de Feuerbach considerar apenas o mundo em seu estado sensível o fez desconsiderar a modificação ocasionada a este mesmo mundo pelo homem e seu trabalho em sociedade, resultado das atividades sociais comuns. Essa foi a lacuna que fez Marx resgatar de Hegel o mítico de sua ideologia. E em sua reconstrução materialista, observamos que não existe a separação entre o homem e o mundo, entre o sujeito e o objeto, pois todos estão mergulhados em um constante movimento, em um mundo que é feito pelo homem por meio da sua história.

Baseando-se no materialismo e na dialética, Marx e Engels conceberam que o entendimento da história promove a compreensão da sociedade e de suas relações que se transformam a partir dos conflitos, não sendo, portanto, linear. De modo que as escolhas de hoje passam pelo legado de gerações anteriores. Marx reconheceu o homem como um ser histórico e social, por isso sua relação com outros homens também é histórica. Foram essas relações que levaram o homem a transformar a si próprio e a natureza. Essas transformações ocorreram na medida em que os sujeitos satisfaziam suas necessidades por meio do trabalho. Foi também pelo trabalho, mediado pela construção de instrumentos, que o homem vem criando e recriando necessidades.

Como uma das atividades humanas, a ciência deve buscar a compreensão dos fenômenos em sua constante dialética, e para isso torna-se necessário o reconhecimento de que a reconstrução histórica não admite neutralidade, ou seja, “A compreensão da gênese e do desenvolvimento dos fenômenos deve partir da concepção de que nada, nenhuma relação, fenômeno ou ideia tem o caráter de imutável” (ANDERY et al., 2002, p. 409).

Encontram-se aí, os pressupostos interacionistas que permitem fazer do homem um ser histórico que por meio de signos, instrumentos e, principalmente, da linguagem, transforma e é transformado na esteira do tempo e do espaço. Disso decorrem também as bases que orientam a corrente sociointeracionista, suas aproximações com o ensino pautado num caráter histórico e a compreensão de que o conhecimento é uma construção em etapas, sendo necessário

[...] partir do real para se produzir conhecimento, de se buscar a lei de transformação do fenômeno, de se buscar as relações e conexões desse fenômeno com a totalidade que o torna concreto, reconhecendo o momento de análise como o momento de abstração, o que torna a reinserção do fenômeno na

realidade passo imprescindível do método; e, finalmente, afirmando a necessidade de se reconhecer no sujeito produtor de conhecimento a atividade presente em cada momento do método, que torna o conhecimento, a um só tempo, representativo do real e produto humano, marcado pela atividade do homem (ANDERY et al., 2002, p. 416).

Dito de outro modo, para Marx, a apreensão do real depende dos fenômenos da realidade que são externos ao homem e não do que existe em seu pensamento ou ideia. Concepção esta compartilhada por P.Ya Galperin e reforçada por Andery et al. (2002) no que diz respeito ao fenômeno. A autora salienta que, na acepção de Marx, compreender e explicar um fenômeno depende do conhecimento de suas relações intrínsecas e extrínsecas visando uma caracterização holística. Nesse sentido, a História da Ciência deve ser compreendida a partir de sua realidade e dentro de sua realidade, novamente em coerência com o pensamento sociointeracionista que se faz de fora (social) para dentro do homem (pensamento).

3.1 Vygotsky e as bases para a compreensão do homem.

A compreensão de qualquer fenômeno humano, em seu nível mais complexo, depende do estudo de seu desenvolvimento que perpassa pelas formas mais primitivas. Esse entendimento tem como base o pensamento evolutivo biológico. Por meio dele, juntamente com a consideração de uma história humana, Vygotsky procurou explicar a origem e o desenvolvimento dos processos mentais superiores. Ancorado nos pressupostos marxistas de dialética e na evolução biológica darwinista, Vygotsky considerou o homem como um ser evoluído, porém destacou que as faculdades mentais de homens e animais inferiores diferiam entre si. Isso porque o pensamento complexo presente nos seres humanos tem suas raízes na cultura, diferentemente dos demais animais que respondem principalmente aos traços herdados geneticamente. Desse modo, as características humanas são resultados de interações sociais e cada criança que nasce deve ser mergulhada na cultura por meio dessas interações. Nas palavras de Engels:

Primeiro o trabalho, e depois dele e com ele a palavra articulada, foram os dois estímulos principais sob cuja influência o cérebro do macaco foi-se transformando gradualmente em cérebro humano – que, apesar de toda sua semelhança, supera-o consideravelmente em tamanho e perfeição. E à medida que se desenvolvia o cérebro, desenvolviam-se também seus instrumentos mais imediatos: os órgãos dos sentidos (ENGELS, 1876, p. 12)³⁵.

³⁵ Devemos pontuar nesta citação que não concebemos que o homem veio do macaco, nem mesmo temos uma ideia fixista a respeito de sua origem. Ao contrário, acreditamos que “Chimpanzés e humanos são, ambos, resultados de transformação evolutiva. Eles partilham de um ancestral comum, que existiu há algum tempo, e sofreram mudanças desde que essa espécie ancestral se ramificou pela primeira vez.” (MEYER; EL-HANI, 2005, p.25). Sendo desse modo, compatível com a ideia evolutiva de Vygotsky expressa anteriormente.

Por isso, Vygotsky se preocupou principalmente em estudar as funções psicológicas superiores do ser humano, ou seja, sua capacidade de pensamento, imaginação, planejamento, memória ativa, etc., que se diferenciam das demais funções à medida que não se constituem de simples ações reflexas (OLIVEIRA, 1997). Assim considerou que os demais animais também constroem e usam de instrumentos, porém, ao contrário dos feitos pelo homem, esses instrumentos não correspondem a um trabalho. Portanto, sem trabalho não há linguagem e sem a fala não há cultura.

Nesse viés podemos destacar de sua ampla obra, alguns elementos que contribuirão para discutirmos e refletirmos sobre a linguagem e as interações no ensino (CAVALCANTI, 2005). Tal compreensão acerca da Teoria de Vygotsky deve começar pelo reconhecimento de seu aspecto principal, no qual o desenvolvimento dos processos psicológicos em um indivíduo tem início na experiência social e cultural, sendo portanto, mediado. Para Vygotsky, os signos são meios auxiliares para o processo psicológico por meio dos quais o sujeito tem acesso ao mundo, podendo atuar e relacionar-se. Deste modo, o meio sociocultural contempla os elementos ou signos que tornam as relações do homem com o exterior cada vez mais complexas (OLIVEIRA, 1997). O homem não se relaciona diretamente com o mundo, mas sim por meio de mediadores que são, para Vygotsky, os instrumentos e os signos (VYGOTSKY, 2005).

A mediação constitui um dos principais conceitos da teoria vygotkiana e isso significa que o acesso dos indivíduos ao mundo real ou dos objetos não se faz por meio direto e nem imediato, mas mediado por instrumentos, signos e também pela ação mediada pelos outros. Na análise de Pino (2001), o conhecimento humano é uma atividade que envolve a relação entre três elementos: um sujeito conhecedor, a coisa a ser conhecida e o mediador, sendo este último o elemento que possibilita o conhecimento, ou seja, a mediação nada mais é do que a intervenção de um elemento numa determinada relação. Por conseguinte, essa relação deixa de ser direta passando a ser mediada pelo respectivo elemento.

Há de se considerar que nesse processo a mediação atua de modo dialético. Enquanto o homem transforma a natureza por meio dos instrumentos, concebendo-a como seu objeto de conhecimento, é também transformado por ela como resultado de sua interação semiótica. Isto quer dizer que os sinais presentes no mundo e na cultura carregam significados sociais e culturais transformados pelos homens ao longo da história (PINO, 2001). Esses sinais são por nós assimilados e constantemente modificados, o que faz dos signos os mediadores que afetam o comportamento dos homens, conforme salienta Vygotsky (1998).

A importância dos instrumentos para a ação externa sobre o objeto é diferente da importância do signo, que se dirige para o controle interno do próprio indivíduo. São atividades diferentes, porém estão mutuamente relacionadas uma vez que assim como os instrumentos

controlam a natureza, os signos controlam o comportamento. Nas palavras de Vygotsky (1998, p. 73), “a alteração provocada pelo homem sobre a natureza altera a própria natureza do homem”.

Vygotsky quer nos mostrar com isso que a tríade - signo, instrumentos e mediador - constitui na função psicológica superior que opera, a partir das fases iniciais da vida da criança, em uma espiral “passando por um mesmo ponto a cada nova revolução, enquanto avança para um nível superior” (VYGOTSKY, 1998, p. 74). Dito de outro modo, este pesquisador chamou de internalização o processo no qual há uma reconstrução interna de dada operação antes tida como externa, ou seja, marcas externas vão se transformando em processos internos de mediação, de modo que ao longo do processo de desenvolvimento o indivíduo vá deixando de necessitar dessas marcas externas, passando a utilizar signos internos ou “representações mentais que substituem os objetos do mundo real” (OLIVEIRA, 1997). Vygotsky dá um bom exemplo desse processo ao explicar o desenvolvimento do gesto de apontar por uma criança pequena. No primeiro momento, de acordo com o autor, o gesto da criança se configura numa tentativa sem sucesso de pegar um determinado objeto que não está ao seu alcance. O gesto de tentar agarrar muda progressivamente para o de apontar à medida que a mãe ou outra pessoa adulta aponta para o objeto no intuito de auxiliar a criança.

Nesse momento, ocorre uma mudança naquela função do movimento: de um movimento orientado pelo objeto, torna-se um movimento dirigido para uma outra pessoa, um meio de estabelecer relações. O movimento de pegar transforma-se no ato de apontar. [...] De fato, ele só se torna um gesto verdadeiro após manifestar objetivamente para os outros todas as funções do apontar, e ser entendido também pelos outros como tal gesto (VYGOTSKY, 1998, p. 74).

Nesse processo, ao ver o adulto apontar a criança internaliza o gesto. O processo de internalização se dá com auxílio da inteligência prática, atenção voluntária e memória para reconstruir a atividade externa internamente, neste caso, apontar o objeto. A internalização é caracterizada também pelo processo que inicialmente ocorre no nível social e depois passa para o nível individual. Este processo decorre de uma série de eventos ocorridos ao longo do desenvolvimento do indivíduo. Portanto, a internalização não é imediata, mas um constante ir e vir retomando o conceito em espiral (VYGOTSKY, 1998).

É importante salientar neste exemplo que o pensamento da criança ainda não é expresso por palavras (faladas ou escritas) e neste caso ocorreu a internalização de um gesto compartilhado pelos membros do seu grupo social. Vale ressaltar que processo semelhante de internalização ocorre em relação aos significados das palavras. Torna-se característico que a palavra, enquanto signo na corrente de pensamento de Vygotsky encontra-se mergulhada de significação e refere-se a um objeto, grupo ou classe de objetos. Desse modo a palavra permite a generalização que é para

Vygotsky “um ato verbal de pensamento e reflete a realidade numa forma totalmente diferente da sensação e da percepção” (VYGOTSKY, 2005). Assim, Vygotsky se preocupou com a linguagem em seus dois sentidos, de um lado a comunicação (a fala) e de outro o pensamento generalizante, responsável pela formação das abstrações, generalizações e categorias conceituais, uma vez que o significado de uma palavra é ao mesmo tempo pensamento e linguagem.

Vygotsky debruçou-se em pesquisar a gênese do pensamento humano e destacou que em muitas interações humanas o pensamento é o grande colaborador, pois reflete os conceitos já internalizados. Por outro lado, muitos desses pensamentos adultos são inacessíveis ao entendimento infantil, porque mesmo que as crianças estejam familiarizadas com as palavras necessárias à comunicação, desconhecem os conceitos que permitem a compreensão adequada de tais pensamentos (VYGOTSKY, 2001). Tal consideração nos leva a valorizar ainda mais o ensino no sentido que a adequação dos conceitos e a atribuição de significados correspondentes a eles resultam em um aprendizado eficiente.

Portanto, podemos distinguir dois tipos de elementos mediadores na corrente sociointeracionista vygotskiana: os instrumentos e os signos.

Ao longo do desenvolvimento da espécie humana os indivíduos, por meio do trabalho e da formação de grupos sociais, transformaram a natureza, criaram e utilizaram de instrumentos que se interpuseram entre si e determinadas atividades. Assim como a enxada é o instrumento que possibilita o plantio, todo instrumento criado pelo homem e para o homem é carregado de pragmatismo e tem um significado coletivo, tornando-se um objeto social que relaciona o sujeito com o mundo. A principal característica dos instrumentos é sua capacidade de ser funcional em distintos espaços e tempos, sendo desse modo, transmitido por meio das gerações.

Os signos por sua vez são os “instrumentos” do pensamento, pois tem a função de auxiliar na comparação, na recordação, etc., solucionando um problema a nível psicológico. Os signos permitem que o ser humano interprete a realidade por meio de sua representação. Por exemplo, um semáforo de trânsito nos permite interpretar a condição na qual uma via trafegável é condicionada, possuindo representatividade para pedestres que reconhecem a cor verde como perigo para sua travessia e permitindo, por meio desta mesma cor, a interpretação de passagem permitida para os motoristas (OLIVEIRA, 1997).

Um dos principais signos considerados por Vygotsky é a linguagem ao propiciar o desenvolvimento das funções superiores. Como já descrito, é também a linguagem que possibilita a comunicação, que permite expressar o pensamento e que é a principal reguladora das relações em uma sociedade (MARTINS, 1997). A linguagem pode representar a realidade e constitui-se do sistema simbólico básico do ser humano que, à medida que for utilizado em dado contexto, permite ser entendido por todos do mesmo grupo. A palavra flecha, ao ser pronunciada, não

necessita de seu correspondente concreto. O conceito ao qual representa esta palavra permite formar uma imagem mental do objeto ao qual se refere, sendo o signo o mediador entre o indivíduo e o elemento concreto. Esse signo, no entanto, não terá qualquer representação se o grupo ao qual for exposto nunca tiver possuído sequer o contato com seu significado (OLIVEIRA, 1997).

Vygotsky tornou a linguagem o pilar de sua teoria e nos explica que são as interações entre os sujeitos, e destes com os objetos, que permitem a fala chegar ao pensamento (CAVALCANTI, 2005), ou seja, a palavra tanto se refere a um dado objeto ao representá-lo, quanto o conceitua no pensamento (processo de internalização). “Desse ponto de vista, o significado da palavra, uma vez estabelecido, não pode deixar de desenvolver-se e sofrer modificações” (VYGOTSKY, 2001, p. 399). É nessa perspectiva que as interações escolares devem ser consideradas como constantes construções e transformações que favorecem novos e diferentes modos de olhar sobre o mesmo objeto, de acordo com que esses estão relacionados com o contexto dos grupos sociais (MARTINS, 1997).

A interação social e a linguagem são também as responsáveis pelo desenvolvimento do indivíduo, já que é por meio delas que o sujeito aprende. Resulta-se disso, que na acepção de Vygotsky o ser humano deve aprender para se desenvolver. Essa aprendizagem considera o uso dos signos e instrumentos que, em interação social, podem ser utilizados de forma diferenciada entre dois sujeitos. Essa dicotomia representa os níveis de desenvolvimento cognitivos que podem ser considerados para um ser humano. Vygotsky chama de nível de desenvolvimento real ou de desenvolvimento atual a capacidade do sujeito em resolver, de forma independente, os problemas a ele propostos. Por outro lado, considera como nível de desenvolvimento potencial a resolução de problemas pelo indivíduo sob o auxílio de outras pessoas mais capazes. A distância entre estes dois níveis de desenvolvimento foi denominada pelo psicólogo russo de Zona de Desenvolvimento Proximal (ZDP). Encontram-se nesta zona aquelas funções que ainda não amadureceram na criança, mas estão em processo de maturação. Deste modo, “Estas funções poderiam ser chamadas de 'brotos' ou 'flores' do desenvolvimento, ao invés de 'frutos' do desenvolvimento” (VIGOTSKI, 1998, p. 113).

Conseqüentemente, esta zona de desenvolvimento age como instrumento para entender o desenvolvimento cognitivo permitindo aos educadores avaliar processos já completados, ou seja, o aprendizado e o desenvolvimento em retrospecto (Zona de Desenvolvimento Real) e os processos em formação, desenvolvimento e maturação prospectivamente (Zona de Desenvolvimento Potencial) (PINO, 2001). Permite também considerar que a formação de conceitos decorre principalmente da aprendizagem escolar e é proveniente de uma interação simultânea entre objetos e palavras.

Nessa linha de raciocínio, a linguagem e as interações sociais têm grande valor, principalmente na educação. Isso porque a partir da aprendizagem se dá o desenvolvimento do indivíduo formando o que chamamos de psiquismo humano. Ocorre a formação de capacidades mentais, afetivas e psicomotoras que antes de se tornarem individuais em cada sujeito, estão na sociedade e na cultura disponíveis para uma imersão simbólica (PALANGANA; GALUCH; SFORNI, 2002). Isto significa que “o conhecimento do indivíduo é, primeiramente, conhecimento dos outros. O mundo significa para o indivíduo porque, primeiramente, significou para os outros” (PINO, 2001, p. 42).

Dessas reflexões procede a possibilidade de interpretar as mais diversas contribuições apontadas para a História da Ciência no ensino por meio da corrente sociointeracionista. Fato este que sistematizamos e apresentamos no subitem a seguir.

3.2 História da Ciência ensinada sob a perspectiva sociointeracionista: paralelos possíveis.

Entre as diferentes contribuições apontadas na literatura para a História da Ciência no ensino, destacamos algumas cujas aproximações com o sociointeracionismo podem ser salientadas:

I. A ciência é uma construção humana, não neutra, portanto, sócio-histórica.

Reconhecer a afirmação anterior como verdadeira requer mais do que uma simples leitura de um texto histórico. Na perspectiva de Severino (1982, p. 7),

[...] a leitura da palavra é sempre precedida da leitura do mundo. E aprender a ler, alfabetizar-se é, antes de qualquer coisa, aprender a ler o mundo, compreender o seu contexto, não numa manipulação mecânica de palavras, mas numa relação dinâmica que vincula linguagem e realidade (SEVERINO, 1982, p. 7).

Portanto, a leitura exige uma análise crítica que se relacione com contexto, realidade e curiosidade. Aspectos estes que o sociointeracionismo, uma vez tendo seu arcabouço teórico-metodológico pautado na corrente filosófica materialista dialética, justifica ao considerar também o trabalho científico enquanto histórico, material e social, ou seja, uma produção humana e dialética.

Também nós acreditamos no ensino-aprendizagem como um processo dialético, de mudança, do contraditório e do percurso natural de evolução das ideias, pois se compõe de um espaço reservado para estas abstrações e sínteses, de modo que se chegue ao que Freire (1965)

buscava por meio da educação: a autorreflexão. Diz este autor que é a capacidade de reflexão individual das pessoas “que as levará ao aprofundamento consequente de sua tomada de consciência e de que resultará sua inserção na História, não mais como espectadoras, mas como figurantes e autoras” (FREIRE, 1965, p. 36).

Assim, a neutralidade imposta pela ciência será vencida quando o aluno compreender que enquanto ser humano “[...] o homem é um ser social, que fora da interação com a sociedade nunca poderá desenvolver em si mesmo aquelas qualidades, aquelas características que surgiram como resultado do desenvolvimento histórico da humanidade” (VIGOTSKY, 2009, p. 51). Do mesmo modo, Paulo Freire acrescenta que,

A partir das relações do homem com a realidade, resultantes de estar com ela e de estar nela, pelos atos de criação, recriação e decisão, vai ele dinamizando o seu mundo. Vai dominando a realidade. Vai humanizando-a. Vai acrescentando a ela algo de que ele mesmo é o fazedor. Vai temporalizando os espaços geográficos. Faz cultura. E é ainda o jogo dessas relações do homem com o mundo e do homem com os homens, desafiando e respondendo ao desafio, alterando, criando, que não permite a imobilidade, a não ser em termos de relativa preponderância, nem das sociedades nem das culturas. E, na medida em que cria, recria e decide, vão se conformando as épocas históricas. É também criando, recriando e decidindo que o homem deve participar destas épocas (FREIRE, 1967, p. 43).

Assim sendo, a contribuição da História da Ciência para além dos motivos já destacados pelas pesquisas, pode contribuir para enfrentar visões dogmáticas e acríticas a respeito da ciência. Entretanto, destacamos que para isso é necessário um encaminhamento crítico, ativo sob uma epistemologia e pedagogia docente pautada em bases que considerem os contextos a qual a ciência se insere.

Por esse motivo destacamos a Teoria da Assimilação por Etapas de P.Ya.Galperin que, de forma organizada, permite passar por fases onde o aluno pode ter contato com o objeto de estudo mediado por diferentes signos, ora socialmente ora individualmente, possibilitando a internalização de processos.

II. Tornar o indivíduo mais crítico diante do dogmatismo encontrado em manuais.

Uma pesquisa nacional realizada em 2007, promovida pelo Ministério de Ciência e Tecnologia, cujo foco foi a Popularização da Ciência (BRASIL, 2007), observou que os brasileiros procuravam mais a televisão e os jornais como fontes de informação sobre a ciência e a tecnologia. Segundo a pesquisa, o motivo é o entendimento que estes veículos informativos proporcionam a dados conhecimentos. A popularização da ciência deve ser vista com cuidado já

que questões podem ser levantadas, tais como: o que tem se perdido nesses meios de comunicação? Como estas informações têm chegado ao público em geral?

Para Vygotsky, a humanidade tem um desenvolvimento histórico permeado por linguagens, conhecimentos e leis. E nosso desenvolvimento consiste naquilo que nos foi possível dominar dessa linguagem por meio da interação com esses conhecimentos (VYGOTSKY, 2009, p. 51). Também Paulo Freire (1967, p. 43) chama atenção para o fato que

Uma das grandes, se não a maior, tragédia do homem moderno, está em que é hoje dominado pela força dos mitos e comandado pela publicidade organizada, ideológica ou não, e por isso vem renunciando cada vez, sem o saber, à sua capacidade de decidir. Vem sendo expulso da órbita das decisões. As tarefas de seu tempo não são captadas pelo homem simples, mas a ele apresentadas por uma “elite” que as interpreta e lhe entrega em forma de receita, de prescrição a ser seguida. E, quando julga que se salva seguindo as prescrições, afoga-se no anonimato nivelador da massificação, sem esperança e sem fé, domesticado e acomodado: já não é sujeito. Rebaixa-se a puro objeto (FREIRE, 1967, p. 43).

A formação do ser humano crítico também é tarefa da escola, como discorre Núñez (2009), o funcionamento psicológico humano depende do meio cultural e histórico. Isso porque a cultura e a história atuam como elementos mediadores nas relações entre os homens e o mundo, e é também por meio desses elementos que ocorrem os processos de socialização, formação e desenvolvimento da nossa personalidade, de modo a construir um indivíduo capaz de exercer o senso crítico e avaliativo.

Ser crítico não no sentido de tecer considerações que desvalorizam, mas de questionar, poder julgar e apresentar valores diante de algo. E para apropriar-se destes valores faz-se necessário conhecer as faces da história. Novamente a História da Ciência vem como uma boa aliada ao resgatar as situações em que homens e mulheres em algum momento passaram no desenvolvimento de suas teorias e instrumentos. A linguagem contida nessa herança científica possui características próprias que as diferencia da linguagem comum, características determinadas sócio-historicamente no processo de desenvolvimento das ciências. Reconhecer essas diferenças implica admitir que a aprendizagem na escola é inseparável da aprendizagem da linguagem e do léxico das disciplinas escolares baseadas nos conhecimentos científicos. Aprender uma disciplina corresponde a ter domínio de seu sistema de conceitos, das teorias e princípios da disciplina científica. A linguagem científica significa um novo jeito de observar, refletir a realidade e os objetos do conhecimento (NÚÑEZ, 2009).

Enfim, não há como ensinar os conhecimentos a respeito do mundo, desconhecendo este mundo e caminhando à margem dele (TALIZINA, 2000).

III. Dar sentido ao que se estuda, motivar.

Matthews (1994, p. 4, tradução nossa)³⁶ alerta que os “Estudantes comumente perguntam: Por que estamos estudando isso? Como sabemos que isso é verdade? Será que isto faz sentido para alguém?” e que os professores devem estar atentos para procurar relações a esses conhecimentos. É necessário organizar situações em que o conceito se relacione com a realidade no processo ensino-aprendizagem, porque não é suficiente saber um conceito, mas sim saber operá-lo no contexto real (NÚÑEZ, 2009).

Aprender também deve ser uma busca de satisfação das necessidades. Nesse sentido, Núñez (2009, p. 81) escreve que,

A sociedade condiciona determinadas necessidades aos membros de uma dada cultura e grupo social. Na escola, essas necessidades se relacionam aos objetos sociais da educação. Dessa forma, os alunos se inserem nos projetos de ensino e aprendizagem escolares para satisfazer necessidades da sociedade. Mas as necessidades de aprendizagem também se manifestam de forma subjetiva, nas possibilidades do sujeito para satisfazer suas aspirações, seus desejos, seus motivos pessoais. As necessidades de aprendizagem têm, portanto, dois polos: um situado no objeto que a satisfaz, socialmente condicionado, e outro que se situa no próprio sujeito. Na dinâmica contraditória entre esses dois polos, se situam as iniciativas e a atividade criativa que o sujeito deve desenvolver para resolver as contradições entre as demandas da sociedade e suas expectativas individuais, em um processo segundo o qual o componente afetivo não pode ser ignorado (NÚÑEZ, 2009, p. 81).

A motivação interna ocorre por meio de situações problemas. Assim, os conceitos veiculam-se às experiências e ao dia-a-dia, ou seja, a contextos da criação científica, tecnológica e social (NÚÑEZ, 2009). Nesse sentido, o professor deve mostrar ao aluno os dois lados desse novo conhecimento que permite motivar intelectualmente e socialmente, já que ao conhecer a cultura construída pela humanidade o sujeito pode agir em seu cotidiano.

IV. Epistemologia do Professor.

Pessoa Jr. (1996) discute que o conteúdo e a forma de se ensinar ciências dependem da concepção do professor. Assim, um professor que tem por objetivo apresentar: como se faz ciência, como são os cientistas, como determinada disciplina representa uma cultura e o que é uma atitude científica, busca formar um aluno crítico e com determinada visão de mundo. Certamente esse professor estará apto a usar a História da Ciência como sua grande aliada nesta

³⁶ Students commonly ask: Why are we studying this? How do we know this is true? Does this make sense to anyone? (MATTHEWS, 1994, p. 4).

tarifa, diferentemente de uma atitude que introduz na mente do aluno a definição do conceito de forma elaborada, postura esta criticada por Talizina (2000).

De fato os professores que conseguem avançar nas práticas em relação ao ensino de ciências na escola, considerando uma epistemologia mais crítica diante da ciência, são aqueles que adotaram uma postura de pesquisadores da própria prática e disciplina (HÖTTECKE, 2012).

Martins (1990) chama atenção para o fato de o professor dever ter competência científica e didática para atuar em sala de aula, sabendo o conteúdo de sua disciplina e o modo de ensinar de maneira eficiente e teoricamente fundamentada. O autor discorre ainda que as concepções a respeito da ciência tendem a ser repassadas pelo professor de forma consciente ou não, pois não tendo uma visão a respeito da natureza e processo da ciência, corre-se o risco de ter concepções ingênuas ou distorcidas pelo desconhecimento, e isso será transmitido ao aluno. Portanto, um professor que conhece bem a história de sua disciplina pode ter mente aberta para ensiná-la evitando dogmatismos e falácias.

Por fim, Martins (1990, p.4) alerta que “um pesquisador que não tenha visão história de sua própria disciplina é cego [...] seguindo modismos [...] adotando cegamente a orientação adotada por algum grupo”. Essa fala nos atenta para que, enquanto pesquisadores, não deixemos de considerar a história, os fatos da disciplina e os conhecimentos dentro de cada contexto na construção do conhecimento.

V. Apreciar as dificuldades dos alunos, os conhecimentos pré concebidos.

Muito se fala acerca dos erros na ciência, mas devemos considerar nesta pesquisa que o termo “erro” corresponde na realidade a diferentes formas de conhecimento e explicação dentro de um determinado contexto e época, já que toda época tem e busca sua verdade. Portanto, o que concebemos como erros muitas vezes são formas diferentes de olhar sobre um dado objeto. Modo este extremamente relacionado com época e grupo social (MARTINS, 1997). Refere-se a uma contrapalavra, um deslocamento histórico no qual construímos novos discursos e mobilizamos novos conhecimentos ao conhecimento antigo.

Assim, o conhecimento preconcebido (o erro), na perspectiva aqui contemplada, deixa de ser visto de maneira depreciativa para adotar uma condição humana necessária na construção do conhecimento. Martins (2008) diz que esses conhecimentos preconcebidos também participam da construção de algo. Na ciência, grandes conquistas foram feitas sob as bases de alguns desses

“erros”. Allchin (2000, on line)³⁷ inclusive salienta que “[...] a ciência é um processo de correção” e de mudança nessas formas de ver o mundo.

No ensino, o professor deve partir dos conhecimentos prévios que os alunos levam para a sala de aula a cada novo conteúdo a ser aprendido. Conhecendo essas dificuldades o professor pode auxiliar o aluno a superá-las ao longo do processo educativo e das etapas do ensino. A inconsistência de sua ideia também passa a ser perceptível ao próprio aluno à medida que toma consciência dos seus atos e vai internalizando o novo conhecimento. Desse modo, a mobilização desses conhecimentos prévios é necessária para o processo de aprendizagem, uma vez que “nas etapas de assimilação, o erro é parte da compreensão da atividade e do conteúdo conceitual” (NÚÑEZ, 2009, p. 144).

VI. Avaliar debates contemporâneos.

Existem ideias e valores que movimentam o desenvolvimento da sociedade relacionando-se com as condições sócio-históricas do presente e com as diferentes ideias e valores sociais do passado. Tudo isso são características do sistema de relações que são veiculados na escola e nos grupos a qual pertencem. Essas características influenciam, também, os recursos disponíveis e passíveis de serem mobilizados para a escola. Portanto, uma escola que visa educar deve além de considerar todas estas facetas, também oferecer condições de desenvolvimento e participação das construções sociais (GONZALEZ, 2007).

[...] o fato de que o homem é um ser social por sua própria natureza e que seu desenvolvimento se deve a adquirir as formas de atividade e de consciência, as quais se tem elaborado na humanidade durante o processo de desenvolvimento histórico, se encontram na base de tudo o que temos comentado, a dizer, na base da interação da forma ideal com as formas iniciais. O meio e a fonte do desenvolvimento de todas as particularidades e qualidades humanas, no sentido de que essas qualidades existem no meio, mas também no homem, não graças a sua constituição e organização orgânica, e sim graças porque é membro de um grupo dado social, membro de uma unidade histórica que vive em uma época histórica determinada, em condições históricas específicas. Consequentemente, durante o desenvolvimento da criança estas qualidades especificamente humanas surgem por uma via um tanto distinta das que se determinam diretamente pelo desenvolvimento histórico do homem (VYGOTSKY, 2009, p. 52).

O meio é condição de desenvolvimento para o indivíduo. Sua personalidade e características humanas, os debates contemporâneos que o cercam e que o envolvem enquanto ser

³⁷ “[...] science as an error-correcting process.” (ALLCHIN, 2000, on line).

social e histórico tornam-se fontes no seu desenvolvimento, principalmente no que tange à educação.

VII. Relacionar o pensamento individual com o desenvolvido nas ciências - sua provisoriedade.

Cada disciplina, assim como cada atividade que o estudante realiza, possui estreita relação com o curso do seu desenvolvimento. Conseqüentemente, se faz necessário conhecer e explicitar a função que cada conteúdo desempenha no desenvolvimento da personalidade do aluno (NÚÑEZ, 2009). De acordo com Núñez (2009), “[...] os conceitos que são parte de uma disciplina ou unidades fundamentais de conteúdo devem ser assimilados pelos alunos pela via da análise das condições de sua origem, para a qual elas resultam necessários (os conceitos não se transmitem como um conhecimento pronto)” (NÚÑEZ, 2009, p. 51). Em outras palavras,

O caminho histórico percorrido pelas ciências tem seu ponto de partida no real e no concreto, sobre cuja base se chega às abstrações e a partir delas a um sistema, a uma síntese que forma uma teoria. Esta redução da totalidade concreta da realidade a sua expressão abstrata na consciência é uma condição, uma premissa, um momento (orgânico), do processo de elaboração de teorias científicas, da atividade de síntese da mente. Quando o pensamento teórico organiza as abstrações já existentes na ciência, inclusive quando elas já foram elaboradas anteriormente, sempre realiza uma análise crítica delas, as verifica por confronto com os fatos, e em conseqüência, recorre em certa medida, de novo, ao processo que vai do concreto na realidade, ao abstrato no pensamento (GONZALEZ, 2007, p. 138).

Portanto, este autor considera a construção dos conceitos como processos de fora para dentro, não sendo algo pronto, inato, mas apropriado e que se constrói com base na interação, mediação com o outro, com as trocas e experiências com as gerações anteriores. Com isso, o aumento do número de conceitos e as transformações qualitativas originadas em um sujeito decorrem do pensamento social. Torna-se necessária a compreensão do caráter contraditório e mutável do conhecimento, a análise das relações do sistema inserido e do relacionamento e processamento de informações com critérios fundamentados. Isso significa ir do concreto ao abstrato por meio do pensamento teórico dando sentido aos conteúdos no contexto de sua produção e aplicação (NÚÑEZ, 2009).

O aluno deve saber por que aprende isso e não aquilo, e porque estão explícitos valores e atitudes (TALIZINA, 2000). Apropriar-se de conteúdos escolares como parte da cultura é possibilitar a inserção na história e na sociedade que participa (NÚÑEZ, 2009). Devemos ter consciência de que o meio social e a transformação da natureza pelas mãos do homem são fontes

de desenvolvimento da criança, pois contém valores materiais e espirituais que carregam capacidades do gênero humano indispensáveis ao desenvolvimento do indivíduo (MARX, 1978).

Ao compreendermos que o processo de construção de conhecimento na ciência é o resultado de atividades de sujeitos epistêmicos mediados por instrumentos, signos, pessoas e objetos num ambiente social determinado, compreendemos também que, nesta corrente, assimilar um conhecimento é se apropriar de algo. Seja de representações ou de significados compartilhados socialmente. Esta ação internalizada se realiza mediante sucessivas transformações durante o processo de interação com fenômenos, materiais, bem como com outras pessoas por meio da comunicação (GALPERIN, 2009a). O entendimento desse processo é o que procuramos esboçar no subitem a seguir.

3.3 A Teoria de Assimilação por Etapas de P. Ya Galperin.

A Escola Soviética tem como eixo norteador a filosofia do materialismo dialético e histórico. Em países ocidentais como o Brasil muitas vezes ela é representada por apenas um nome: Lev Semenovich Vygotsky (1896-1934). Desconhecendo as contribuições dos demais teóricos corre-se o risco de “[...] pensar o enfoque Histórico-Cultural, na perspectiva das ideias de L. S. Vygotsky à margem de outros autores da Escola Soviética [...] pode levar a uma visão simplificada desse processo” como destaca Núñez (2009, p. 18).

Nesse sentido, a Teoria Histórico-Cultural é um referencial para pensar na educação integral do indivíduo, de maneira social e histórica (NÚÑEZ, 2009). A perspectiva sociointeracionista compõe-se de um referencial teórico educativo da Escola Soviética integrando grandes teóricos conhecidos e outros desconhecidos, pelo menos no contexto do pensamento educacional brasileiro. Também é incomum observarmos suas ideias sendo discutidas de maneira complementar, tornando ainda mais rico o vasto arcabouço teórico ao qual a escola se apoia (RAMALHO, 2009).

Em solução dialética às críticas e proibições surgidas às ideias de Vygotsky decorrentes aos anos da Revolução Socialista Soviética coube a seu colaborador, o psicólogo Alexei Nikolaievich Leontiev (1903-1979), continuar os estudos da Escola (NÚÑEZ, 2009). Isso possibilitou que Leontiev formulasse a Teoria da Atividade onde afirma que “[...] não são os conceitos, e sim a atividade real o que une o sujeito com a realidade, o que determina o desenvolvimento da consciência” (NÚÑEZ, 2009, p. 63).

Essa consideração amplia a potencialidade da Teoria Histórico-Cultural bem como a possibilidade de instrumentalização do ensino. Entretanto, Leontiev não conseguiu explicar como se dava o processo de passagem da atividade externa para o plano interno do indivíduo. Esta

explicação foi resultado dos estudos de seu colaborador, o psicólogo Piotr Yakovlevich Galperin (1902-1988), que desenvolveu a Teoria de Assimilação por Etapas das Ações Mentais.

Galperin estava preocupado com questões em torno de como se formam nossos conhecimentos. Como uma criança pode assimilar certa parte de um novo conhecimento e por que ela não poderia assimilar todo conhecimento proporcionado em tais partes. Indagou-se ainda como dirigir ações para se entender e aprender. Tais questionamentos o direcionaram para construção de ideias bases que pressupunham que determinado conceito, e o conteúdo decorrente dele, não era assimilado de forma imediata, mas de forma gradativa e em velocidades diferentes para cada sujeito. Além disso, baseou-se na hipótese de que a assimilação de conceitos pressupõe a variação de materiais para o alcance da generalização e que existia um programa de assimilação onde as partes deste significam as partes do conceito assimilado (GALPERIN, 2009a).

Ao estabelecer que a ação do sujeito apoia-se em objetos originais ou até mesmo em sua imagem e representação, e que o pronunciamento em voz alta permite a transição da assimilação para o uso das propriedades desse mesmo conceito apenas para si, Galperin (2009a) considerou que a assimilação não ocorre apenas na aplicação do conhecimento.

Se supusermos que a assimilação do conceito tem lugar somente no processo de sua aplicação, então devemos excluir radicalmente toda a assimilação e, em particular, todo tipo de aprendizagem até que não se tenha efetuado sua aplicação e começar a aplicação do conceito antes e sem sua assimilação (GALPERIN, 2009a, p. 68, tradução nossa)³⁸.

Assim, para ocorrer a assimilação dos conceitos – amplamente estudados por Vygotsky e Leontiev –, as ações necessitam estar organizadas. Só assim é possível passar do nível externo para o nível de internalização (NÚÑEZ, 2009).

A Teoria da Assimilação por Etapas de Galperin possui a característica da integração das ideias de diferentes teóricos da Escola Soviética e permite que a participação do aluno no processo educativo seja consciente e ativa. A teoria caracteriza-se ainda por não promover uma aprendizagem meramente cognitiva, mas formativa, com vistas a um projeto de sociedade (RAMALHO, 2009). Segundo a teoria, prioriza-se a experiência social para posteriormente passar para o plano individual. A atividade social é, portanto, “[...] enriquecida [...] pela aprendizagem, que engendra a assimilação dos produtos, meios e tipos de atividade elaborados socialmente em um processo de interação social” (NÚÑEZ, 2009, p. 96).

³⁸ Si suponemos que la asimilación del concepto tiene lugar sólo en el proceso de su aplicación, entonces debemos excluir radicalmente toda asimilación y, en particular, todo tipo de aprendizaje hasta que no se haya efectuado su aplicación y comenzar la aplicación del concepto antes y sins u asimilación (GALPERIN, 2009a, p. 68).

3.3.1 As etapas da Teoria de Assimilação de Galperin.

O aprendizado de novos conceitos e conhecimentos implica ações mentais adequadas. As ações já mentalizadas primeiramente foram externas, destaca Galperin (2009d). Elas transitaram pelas etapas fundamentais mudando seu grau de generalização, de abstração e de assimilação. Na teoria de Galperin, estas ações precisam organizar-se ativamente para que a internalização ocorra, ou seja, para que a ação externa aconteça em colaboração e se transforme em interna.

A teoria de Galperin porta uma contribuição metodológica científica importante para a atividade de ensino, ao explicar que a assimilação do conhecimento ocorre em etapas fundamentais de sua formação, no sentido da passagem do plano da experiência social para o da experiência individual. Esse processo conduz à formação de novas estruturas e qualidades do pensamento e da ação na qual o aluno, em uma atividade idiossincrática, desenvolve seu próprio esforço para construir e representar a atividade social simbolicamente, em um processo de apropriação (NÚÑEZ, 2009, p. 93).

Apropriar-se de um conhecimento significa poder aplicá-lo em outras atividades específicas e em situações novas valorizando sua importância para si e para a sociedade. Nesse sentido de apropriação, as etapas da Teoria de Galperin relacionam-se com a Zona de Desenvolvimento Proximal, uma vez que as estruturas mentais do indivíduo ao serem formadas e desenvolvidas durante o processo encaminham-se para o desenvolvimento de suas potencialidades mediadas colaborativamente ou socialmente no contexto educativo (NÚÑEZ, 2009).

A Teoria da Assimilação de Galperin se processa na direção do concreto para o abstrato passando por três etapas: material, verbal e mental. Enquanto o nível de generalização amplia-se, a ação reduz-se, abrevia-se passando do compartilhamento social para a independência individual.

Em geral, as etapas da Teoria de Assimilação de P. Ya. Galperin compreendem momentos de orientação, execução e controle de ações, podendo ser caracterizadas em:

a) **Etapa motivacional:** Esta etapa advém da Teoria da Atividade desta mesma corrente e considera os motivos e as necessidades destacadas nos estudos de Leontiev (1978). Para este autor, as atividades realizadas pelo sujeito, sejam elas internas ou externas, são reflexo da realidade em sua mente. Esta realidade contém motivos e objetivos. A atividade, por sua vez, é provocada por um motivo em que determinada necessidade é realizada, ou seja, é necessário que um determinado objeto provoque ou torne-se um motivo para que ele seja percebido pelo sujeito. Assim, a necessidade terá um objetivo, meta. Portanto, “as necessidades, enquanto forças

internas, só podem ser realizadas na atividade” (LEONTIEV, 1978, on-line). Apesar de o ser humano lutar por sua felicidade, os motivos não podem ser vistos como reguladores do bom e do mau. Os motivos não são reconhecidos ao executarmos uma ação, diferente da motivação, que é atribuída por nós. Porém, nem mesmo a motivação sempre tem um motivo explícito. O que se sabe é que toda ação humana relaciona-se tanto com a sociedade quanto consigo mesma e por isso Leontiev os chama de “motivos formadores de sentido” (LEONTIEV, 1978, on-line). Em outras palavras, aquilo que dá sentido pessoal para o homem é um motivo formador de sentido. Já aqueles que apenas estimulam, tanto positivamente quanto negativamente sua ação, são chamados de “motivos-estímulos”. Há motivos que podem exercer os dois papéis. É nesse sentido que para a Teoria da Assimilação o professor deve preparar os alunos para a introdução dos novos conteúdos. A motivação constitui-se de uma fase na qual cabe ao professor criar disposição para o estudo. Entretanto, essa disposição está atrelada aos valores que se atribui à aprendizagem. Isso consigna que se devem atingir motivos internos e/ou externos à atividade, ou seja, interesses como a busca pelo conhecimento (motivos internos, cognitivos e motivos formadores de sentido para Leontiev (1978)) e interesses que se veiculem a experiência cotidiana, prática e de utilidade concreta (motivos externos, sociais e motivos-estímulos na acepção de Leontiev (1978)).

b) Etapa de estabelecimento de base orientadora da ação (B.O.A): consiste na seleção de componentes suficientes e necessários para a aprendizagem de determinado conceito em nível adequado à exigência escolar do sujeito. Compreendidos entre estes componentes estão os fenômenos que refletem o conceito a ser estudado, podendo ser imagens, sons ou até mesmo o objeto em si quando a ciência a qual se estuda assim permitir. Este instrumento é planejado antecipadamente pelo professor e se constrói com o mesmo grau de dificuldade que pretende expor os componentes do conceito envolvido (GALPERIN, 2009a). Do planejamento do professor à construção em conjunto com os alunos (ou mesmo fornecida pelo professor) estabelece as características necessárias para dados conceitos em um novo conhecimento que se pretende trabalhar em sala de aula. Estabelece ainda as ações para a compreensão dessas características. Portanto, a B.O.A reflete a estrutura e funcionamento da atividade. Pode ser considerada até um apoio para exercer a tarefa. Trata-se de uma orientação teórica que generaliza conteúdos de maneira adequada, poupando tempo e permitindo maior trabalho independente e possibilidades de transferência de um conteúdo para situações novas.

c) Etapa da formação da ação no plano material ou materializado: nesta etapa o objeto é estudado, ou mesmo seu modelo ou representação. Isto porque ver e/ou ouvir já não satisfaz. Faz-

se necessário executar algo relacionado com o objeto de estudo, por isso é preciso operar com ele. A etapa material é o momento do trabalho em pares ou grupos, onde as atividades devem ser direcionadas para a reflexão e discussão aliadas a manipulação dos fenômenos, distinção e separação por agrupamentos com auxílio dos signos. Devem-se evitar tarefas idênticas. Nesta etapa a B.O.A é o apoio, mediação, evitando memorizações e contribuindo no processo de compreensão do objeto. Torna-se, portanto, a via material compartilhada com colegas.

d) Etapa da formação da ação na linguagem externa: tendo a linguagem como mediadora entre sujeito, objeto e conteúdo da aprendizagem, a etapa verbal direciona as atividades para ações de oralidade e escrita. Nela, os alunos realizam tarefas nas quais tornam explícitas sua compreensão do que faz, verbalizando sua ação e tornando consciente de seus erros e acertos sem a necessidade de apoios materiais. Nesta etapa priorizam-se as atividades em duplas ou grupos.

e) Etapa da ação no plano mental: esta última etapa é considerada uma execução para si, reflexão e análise individuais. O aluno resolve as atividades de forma independente e internalizada. Galperin (2009d) destaca que a partir da fala exterior sua função se modifica, bem como sua estrutura. Portanto a linguagem interna e para si é especial, pois consiste em uma forma de pensamento consciente.

Notamos então que a linguagem suporta todas as etapas, entretanto, de modos diferentes. Ora comportando-se como signo da realidade, ora como a própria ação (GALPERIN, 2009d). O que em síntese acontece é o percurso da ação que primeiro limita-se a agrupar objetos com determinadas características, semelhantes ou diferentes das do objeto em estudo, de modo a compará-las. Em seguida, passa somente a tocar os objetos sem o necessário agrupamento (etapa material). Posteriormente, passa a apenas a olhá-los e falar sobre eles (etapa verbal). Em um nível maior de abstração, esse indivíduo poderá, ao ter assimilado determinado conceito, lembrar-se dele e defini-lo sem mesmo ter sua representação em mãos (etapa mental) (GALPERIN, 2009c).

Devemos considerar que estas etapas contemplam as perspectivas da corrente sociointeracionista como a expressão da fala duplamente maior quando o indivíduo é exposto a obstáculos, à conversa consigo próprio para a resolução de problemas, ao discurso sensível, a fatores externos (sociais), etc. Vygotsky já pontuava as vantagens da criança que se expressa verbalmente. Segundo o autor, a criança torna-se “[...] mais independente em relação ao seu campo de visão, mais capaz de planejar e tem maior controle sobre suas ações”. Por meio da fala torna-se sujeito e objeto das suas próprias ações (EMERSON, 2010, p. 79).

As etapas como um todo são executadas na apropriação de novos conhecimentos. Habilidades já assimiladas podem ser trabalhadas no nível ou etapa a qual se exige para cada indivíduo. Em outras palavras, não há necessidade de trabalhar todas as etapas, mas tão somente aquelas nas quais o aluno encontra-se em fase de desenvolvimento (GALPERIN, 2001).

Em seus estudos Núñez e Pacheco (1997) e Núñez (2009) tem apresentado diversas considerações essenciais à assimilação e a formação de conceitos que agregam grande valor ao planejamento, execução e intenção do professor em sua prática docente. Tornando-se também grandes aliadas para o sucesso da aplicação da Teoria da Assimilação de Galperin no contexto educacional. Entre estas considerações podemos citar: o *sujeito*, enquanto ser humano histórico-social e com personalidade, pois é na aprendizagem que se formam atitudes e valores. Portanto, o sujeito não se encontra isolado, mas inserido em uma rede de diversas relações sociais; o *objeto*, podendo ser o conteúdo e também o aluno, ou tudo aquilo que se modifica como reflexo da atividade do sujeito; os *motivos para realizar a ação*, pois sem motivo e necessidade não há ação; os *objetivos*, orientações para uma ação em direção a uma meta; as *operações*, procedimentos, métodos, técnicas e estratégias para se realizar a ação; os *meios*, objetos, instrumentos e ferramentas; as *condições*, espaço, iluminação e ventilação; os *conteúdos*, ensinar de forma a não acumular sem perder o necessário; o *diagnóstico prévio*, reconhecer o desenvolvimento para o ponto de partida e o *controle*, preliminar, frequente e/ou final.

Pensando que é nessa “relação com a *alteridade* que os indivíduos se constituem” (GEGe, 2009, p.13), da relação com a pluralidade, com o outro, com as muitas vozes, ideologias e representações que consideramos que a atividade realizada pelo sujeito depende da reflexão e da tomada de consciência e elaboração ideológica a partir do social (GEGe, 2009). Nesse sentido, respaldamo-nos nos estudos do Círculo de Bakhtin que serão suscintamente explorados no capítulo a seguir.

CAPÍTULO IV

A ANÁLISE DIALÓGICA DO DISCURSO: EMBASAMENTOS TEÓRICOS.

Recorremos a Lev S. Vygotsky e Mikhail M. Bakhtin como referenciais teóricos de pesquisa e de análise ao identificarmos aproximações nas abordagens desses dois teóricos russos em relação à opção pelo materialismo dialético e à linguagem enquanto questão central para o entendimento da constituição da consciência e do homem como ser social e histórico.

Nessa perspectiva, ambos os pesquisadores podem se complementar ao considerarem o homem como indivíduo que transforma a si mesmo ao se apropriar dos elementos culturais presentes na sociedade à medida que opera com eles. Para Bakhtin tanto o indivíduo quanto o mundo são palcos de conflitos sociais na qual a linguagem é o núcleo central desses debates.

Enquanto Vygotsky empregou a linguagem para estudar o funcionamento das capacidades superiores de um indivíduo, Bakhtin considerou como instrumento de análise os discursos por meio dos quais as ideologias se manifestam. Em outras palavras,

[...] tanto Bakhtin quanto Vygotsky destacam o valor fundamental da palavra como modo mais puro de interação social. Mas, se para Vygotsky o significado da palavra é a chave da compreensão da unidade dialética entre pensamento e linguagem e, como consequência, da constituição da consciência e da subjetividade, para Bakhtin, a palavra, além de instrumento da consciência, é, também, espaço privilegiado da criação ideológica (SOUZA, 1994, p. 126).

A linguagem torna-se mediadora do sujeito com a realidade, com as interações com outros sujeitos e com os conflitos sociais. A fala e a língua são, portanto, complementares e não devem ser consideradas dicotômicas. Tal como fez o subjetivismo idealista³⁹ ao considerar a língua pronta, sem interferência social e como expressão do sujeito. Ou ainda, como retrata o objetivismo abstrato ao valorizar a língua apenas como um aspecto externo ao sujeito, desconsiderando a fala individual. Bakhtin propõe como superação dialética a interação verbal que contempla a língua, a fala e seu produto social: a enunciação, e que adquire forma em determinado contexto e resulta da consciência grupal (FREITAS, 2003). A interação verbal assume um papel de grande importância, uma vez que a partir do momento que expressamos uma ideia ou nossa compreensão acerca de um tema para a outra pessoa, a palavra retorna já modificada para nosso pensamento. Disso decorre que “quanto mais falo e expresso minhas ideias, tanto melhor as formulo no interior de meu pensamento” (SOUZA, 1994, p. 112). “O eu

³⁹ Ambas as denominações, subjetivismo idealista e objetivismo abstrato, em destaque, fazem parte de nomenclaturas de classificação da linguagem presentes no Círculo de Bakhtin (FUZA; MENEGASSI, 2009).

se constrói pelas palavras que aprendemos e modelamos a nossa própria voz e a nossa fala interior pela apropriação seletiva das vozes dos outros”. (EMERSON, 2010, p.81-82).

O discurso, além de signo, é também produto da ideologia e pertence à determinada realidade seja ela natural ou social. “Tudo que é ideológico possui um *significado* e remete a algo situado fora de si mesmo. [...] tudo que é ideológico é um *signo*” (BAKHTIN/ VOLOCHINOV, 1990, p.31).

Esse signo remete toda ideologia refletindo seus significados e refratando os sentidos. No pensamento bakhtiniano a ideologia corresponde a um espaço de contradições e ocultamentos como a forma de representar o real. Por isso, nossa consciência é social e adquire formas e contornos em determinados grupos em que a palavra, repleta de ideologia, se forma funcionando tanto como signo como fenômeno ideológico.

[...] não basta colocar face a face dois *homo sapiens* quaisquer para que os signos se constituam. É fundamental que esses dois indivíduos estejam socialmente organizados, que formem um grupo (uma unidade social): só assim um sistema de signos pode constituir-se. A consciência individual não só nada pode explicar, mas, ao contrário, deve ela própria ser explicada a partir do meio ideológico e social (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990, p. 35).

Logo, “Se a atividade mental tem um sentido, se ela pode ser compreendida, deve ser analisada por intermédio de um signo real e tangível”: a palavra falada ou escrita (FREITAS, 2003, p. 130). As palavras, assim como a escolha do tema, da forma, do conteúdo e de suas relações em um enunciado refletem a apreciação social que aquela relação em determinado contexto possui. O enunciado opera por meio desse eixo ético (SOUZA, 2002).

Enquanto unidades da linguagem estão as palavras e as sentenças que se relacionam com os signos, e enquanto unidade de comunicação discursiva está o enunciado ao se relacionar com a realidade. Portanto, o enunciado é tanto linguístico como contextual e possui significado e sentido, composição e estilo, ou seja, o enunciado expressa tanto o significado abstrato como o gramatical das palavras e enquanto tais não possuem autor. Do mesmo modo que a palavra “não” no dicionário encontra-se isolada sem seu autor, contexto e função.

O enunciado expressa também sentido, tema para Bakhtin. Ele é a expressão do contexto e possibilita a compreensão ativa do ouvinte que ali pode formar uma resposta. Já a composição e o estilo compreendem tanto a intenção do autor ao atribuir sentido em seu enunciado, quanto sua expressividade, atitude de avaliação e subjetividade do ponto de vista emocional que se expressam na entonação da fala, na emotividade, na avaliação e na expressividade dentro de um contexto (FREITAS, 2003).

A entonação de um enunciado manifesta a atitude valorativa perante algo ou alguém. Assim, a vida significa para Bakhtin o local onde assumimos nossas posições frente a valores, fazendo-nos críticos e avaliativos diante das situações (FARACO, 2009).

É desse modo que o discurso exhibe-se como uma linguagem interativa, dialógica e isenta de neutralidade. O discurso é carregado de intenções, representações e ideologias. Articula tanto os fenômenos da língua quanto a ideologia que esses signos carregam. Dentro de um enunciado esses discursos tem significado como enunciações à medida que são modos de dizer de uma pessoa, tem data e local e é social. Por exemplo, quando dizemos “Não pode!”, esse discurso é uma enunciação enquanto direcionado *para* alguém e procede *de* alguém. Mas pode ser também um enunciado enquanto repetível em diferentes contextos, da mãe que disciplina o filho ou da professora que faz o mesmo com o aluno (FREITAS, 2003).

Cada enunciação, cada ato de criação individual é único e não reiterável, mas em cada enunciação encontram-se elementos idênticos aos de outras enunciações no seio de um determinado grupo de locutores. São justamente estes traços *idênticos*, que são assim normativos para todas as enunciações – traços fonéticos, gramaticais e lexicais –, que garantem a unicidade de uma dada língua e sua compreensão por todos os locutores de uma mesma comunidade (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990, p. 77).

Freitas (2003) acrescenta que nesse aspecto a palavra pode ser neutra enquanto abstrata e dicionarizada, alheia enquanto enunciação do outro, dotada de tempo e espaço (contexto) e minha, enquanto resposta ideológica em uma situação real. Destarte, tanto para Bakhtin quanto para Vygotsky o que se encontra fora, o externo – a expressão – organiza o que está interno, ou seja, os pensamentos.

Podemos chamar de *formas* “a situação que dá forma à enunciação” (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990, p. 114). É o que permite ser dito e o que deve ser dito em determinado contexto imediato. Disso decorre que tanto as relações entre classes sociais, como as questões de ordem políticas, ideológicas, feitas ou organizadas de maneira antagônica de alianças ou de dominações estão nas formações discursivas. A palavra se modifica refletindo e refratando a ideologia. A forma de uma enunciação representa uma determinada organização social e exprime seus modos de comportamento (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990).

A forma da construção de um enunciado no ambiente escolar, por exemplo, diferencia-se daquele de um comércio assim como são distintas também “as formas das enunciações poéticas, tratados científicos, etc.” (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990, p. 126).

Os *tipos*, por outro lado, podem ser classificados a partir de diferentes critérios como o lugar social e seu gênero. As conversas de um salão de beleza, a “conversa entre marido e mulher

[...], serões no campo, nas quermesses populares na cidade, na conversa dos operários à hora do almoço” (BAKHTIN/ VOLOCHINOV, 1990, p. 126), são tipos de discursos adaptados a uma interação social com objetivos e finalidades específicas para o grupo que os compõem. São diferentes também os tipos de discursos de uma literatura policial ou de um romance.

Outro aspecto importante destacado pelo Círculo de Bakhtin refere-se aos interlocutores. Menegassi (2011) nos ensina que a enunciação é o produto da interação entre locutores e interlocutores. É para o interlocutor que o locutor se dirige e espera uma resposta. Esse interlocutor pode ser bem definido no enunciado como pode também ser genérico ou até imaginário.

A linguagem está, ainda, permeada de duas esferas de criação ideológica. A primeira delas corresponde às ideologias do cotidiano e a segunda às ideologias constituídas. Enquanto as ideologias do cotidiano centram-se nas atividades comuns do dia-a-dia, como conversas informais, as ideologias constituídas compreendem as práticas culturais mais elaboradas como a ciência, a filosofia, as artes e a religião. Essas duas realidades são compreendidas, pelo Círculo de Bakhtin, como interdependentes. São estas esferas que, em determinados grupos sociais ou épocas, construirão formas de comunicação chamadas de gêneros do discurso (FARACO, 2009; 1988).

Fiorin (2006) chama de gêneros os tipos de textos que contem traços em comum. O autor avalia que Bakhtin levou em consideração o processo de produção dos gêneros e a maneira como se constituem. Sendo assim, o gênero compõe-se de tipos de enunciados relativamente estáveis que caracterizam uma dada atividade ou grupo em que nos encontramos. Para o autor, “os gêneros estão sempre vinculados a um domínio de atividade humana, refletindo suas condições específicas e suas finalidades” (FIORIN, 2006, p. 62).

De todo esse rico respaldo teórico decorre que uma análise a partir de Bakhtin significa não dissociar a teoria dos aspectos de análise da linguagem, uma vez que a análise corresponde a um constante ir e vir na teoria. Do mesmo modo, enquanto caráter qualitativo, a Análise Dialógica do Discurso (ADD) a partir de Bakhtin permite compreender que “a palavra está sempre carregada de um conteúdo ou de um sentido ideológico ou vivencial” (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990, p. 95). O que justifica nossa reflexão expressa no pensamento de Paula (2013) ao dizer que “[...] é o objeto que solicita determinada abordagem conceitual. Afinal, a teoria não deve ser usada como camisa de força que leve a leituras analíticas equivocadas porque forçadas ou porque o analista possui empatia por ela.” (PAULA, 2013, p. 242).

Dito de outro modo, o contexto social escolar, suas nuances e complexidades, solicitam mais que uma abordagem superficial. É nessa “arena em miniatura”, expressão emprestada do

Círculo de Bakhtin, onde se manifestam os debates e conflitos mediados pela linguagem que alçamos nossos voos no Ensino de Ciências.

A característica dos textos de Bakhtin está em não possuir um “*modus faciendi*”, ou seja, procedimentos metodológicos pré-estabelecidos para uma análise. As reflexões do autor não podem ser transformadas em categorias de um método seja científico ou mesmo filosófico. As obras de Bakhtin são, por outro lado, discussões acerca dos fundamentos da linguagem enquanto uma ciência (FARACO, 2009).

Nessa perspectiva, enquanto método para o estudo da linguagem na educação, a Análise Dialógica do Discurso que aqui objetivamos não compreende um rigor mecânico, mas a análise dos significados sociais difundidos pela linguagem em consonância com as posturas das pessoas diante desta linguagem.

Não há, portanto, na perspectiva teórico-metodológica bakhtiniana, categorias *a priori*, aplicáveis de forma mecânica a textos e discursos, com a finalidade de compreender formas de produção de sentido num dado discurso, numa dada obra, num dado texto (BRAIT, 2006, p.60).

Respaldados em Bakhtin, nossos critérios de análise são uma maneira de pensar os sentidos atribuídos pelo homem por meio de suas interações sociais. Por isso as contribuições que anteriormente destacamos são consideradas nesta pesquisa como conceitos e pressupostos que possibilitam identificar a dialogicidade existente no material de análise e nas interações possibilitadas pela linguagem (BRAIT, 2006).

Nessa perspectiva, o capítulo a seguir apresentará o contexto no qual nossa intervenção foi realizada, os sujeitos e as atividades concretizadas para identificar os sentidos produzidos a partir da História da Ciência.

CAPÍTULO V

O DISCURSO COMO OBJETO DE ANÁLISE.

Apresentamos neste capítulo, o percurso que contemplou a constituição da metodologia de coleta e análise de dados amparada pelos arcabouços teóricos de Galperin e Bakhtin, respectivamente.

Este delineamento configurou-se em uma abordagem qualitativa e se preocupou com questões particulares da realidade que não podem ser quantificadas. Uma vez que o escopo qualitativo “[...] trabalha com o universo de significados, motivos, aspirações, crenças, valores e atitudes, o que corresponde a um espaço mais profundo das relações, dos processos e dos fenômenos [...]” (MINAYO, 1994, p. 21-22). Dada suas inúmeras faces de interpretação, a palavra (verbo) falada ou escrita constitui-se também objeto para a compreensão dos significados existentes na “estrutura cognitiva dos sujeitos” e em suas interações sociais (NOGUEIRA, 2001, p.20).

5.1 Questões norteadoras e objetivos da pesquisa.

Inúmeras pesquisas tem se caracterizado por discutir acerca das concepções sobre a ciência, de seu potencial para o reconhecimento da atividade científica e de suas relações para a com a sociedade. Tais pesquisas buscam como objetivo primeiro a formação do cidadão crítico frente às questões que direta ou indiretamente lhe dizem respeito (RIVERO; WAMBA, 2011; VALÉRIO; BAZZO, 2006).

Destaca-se entre elas, o resgate da História da Ciência como fundamento para possibilitar a compreensão da construção da ciência, de seus conceitos e métodos (PRESTES; CALDEIRA, 2009) ao longo do percurso histórico, evidenciando suas modificações conceituais entre outros aspectos. O enfoque histórico é preconizado para o ensino escolar, pois é nesse contexto que a aprendizagem permite aos sujeitos a apropriação dos significados da experiência humana, dos conteúdos e das formas de pensamento nas quais seu grupo social compartilha (GERALDO, 2009). A escola deveria, portanto, ser o local do processo de assimilação, generalização e construção de sentidos e significados. É neste ambiente que a maior parte de nossos conhecimentos, conceitos e representações se formam sob a mediação de elementos sociais (GALPERIN, 2009a).

Estudos que contribuam para a reflexão da interface História da Ciência e ensino – principalmente na formação inicial – devem permitir a discussão do trabalho de historiadores

para reduzir o aporte a anedotas e lendas mal fundadas. Pesquisas historiográficas contribuem além do diálogo entre professores e educadores (SAITO, 2010), também – ou deveriam contribuir – para a ‘manutenção’ dos livros didáticos no sentido de corrigir os equívocos apresentados como analogias, anedotas e associações equivocadas.

Portanto, ainda há lacunas na formação inicial principalmente no que diz respeito a um maior aprofundamento teórico a respeito da História da Ciência e suas formas de abordagem no ensino (TAKAHASHI; BASTOS, 2011).

Nesta perspectiva, nossa pesquisa visa contribuir na formação inicial de licenciandos de Ciências Biológicas de modo que a História da Ciência possa ser pensada e discutida sob o amparo de pressupostos pedagógicos que orientem as intervenções didáticas docentes. Isso consigna que a abordagem histórica não corresponde a uma estratégia didática por si só. Além disso, sua utilização deve estar diretamente relacionada ao suporte de teorias psicológicas ou pedagógicas que orientem a estratégia docente (TEIXEIRA; GRECA; FREIRE JR., 2009).

Para tal, tivemos como objetivo central compreender como os sentidos sobre a História da Ciência são constituídos por licenciandos do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá – Paraná.

Como objetivos específicos direcionou-nos a possibilidade de:

- Delimitar os sentidos produzidos pelos licenciandos à História da Ciência em suas práticas pedagógicas e;
- Identificar como o licenciando se apropria do discurso da História da Ciência e o utiliza em sua prática pedagógica.

Estes objetivos nos permitiram discutir sobre as possibilidades de reflexão sobre a Teoria de Assimilação de Galperin na condução de práticas pedagógicas que articulem também a História da Ciência.

5.2 O contexto das enunciações: sujeitos da pesquisa.

Consideramos que a “*comunicação na vida cotidiana* [...] é extraordinariamente rica e importante” (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990, p. 37) por estar, ao mesmo tempo, relacionada à sua produção e às diferentes ideologias.

Norteados por esta reflexão, procuramos criar espaços interativos para que os estudantes do grupo de estudos Pibid/Biologia expusessem seus sentidos e apropriações em relação à História da Ciência e dessa temática em sua prática. O referido grupo contempla estudantes do Curso de Licenciatura em Ciências Biológicas pertencentes a um projeto de ensino de Biologia

vinculado ao Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência, o Pibid⁴⁰. Este grupo, e seus respectivos integrantes, pertencem à Universidade Estadual de Maringá – Paraná.

O Pibid/Biologia desta Universidade configura-se em um subprojeto que congrega a formação inicial e continuada de professores às necessidades educacionais do Ensino Médio de dois colégios estaduais do Município de Maringá, por meio da organização conjunta de intervenções pedagógicas no processo de ensino e de aprendizagem em Biologia. O trabalho atual do Pibid em ambos os colégios iniciou-se a partir de investigações acerca da realidade escolar dos estudantes dessas escolas. Com o diagnóstico inicial, feito pelos estudantes bolsistas, determinados aspectos pedagógicos foram considerados, nas necessidades educacionais dos Colégios participantes. Desse modo, o desenvolvimento de atividades ocorre tanto no turno normal como contra turno abrangendo os conteúdos do currículo da disciplina de Biologia.

Disso decorre que as reuniões semanais do grupo Pibid com os integrantes do projeto (coordenadores, supervisores e "pibidianos") direcionam-se à realização de leituras e discussões que subsidiam a elaboração de sequências didáticas, organização de oficinas pedagógicas e cursos temáticos para, posteriormente, serem realizados nos colégios contemplados pelo projeto.

Entre as contribuições do grupo Pibid/Biologia à formação de professores, encontra-se a possibilidade de minimizar os aspectos dicotômicos entre teoria e prática, ou seja, o distanciamento dos conteúdos específicos com a prática pedagógica, permitindo congrega o conhecimento veiculado na universidade à realidade escolar. Para além dessas contribuições, a participação de professores em exercício durante as reuniões do grupo permite que estes ampliem as reflexões sobre a própria prática pedagógica, compartilhem experiências e atualizem conhecimentos específicos e metodológicos. Isso representa um intercâmbio direto entre universidade e escola.

No período desta pesquisa, os licenciandos encontravam-se entre o segundo e o último ano do Curso de Ciências Biológicas, período Integral ou Noturno⁴¹ e apresentavam idade variando, em sua maioria, entre 18 e 23 anos, sendo que apenas um deles tinha 38 anos.

Vinte desses estudantes eram bolsistas Pibid e uma das licenciandas participava do grupo de estudos, e também das outras atividades do projeto, como voluntária.

No projeto Pibid/Biologia os encontros para estudos acontecem semanalmente nas dependências do Bloco G-80 da supracitada universidade e tem duração de aproximadamente duas horas. Além dos licenciandos bolsistas, compõem o grupo alguns professores da instituição, atuantes como coordenadores do projeto ou mesmo participantes afetos da discussão; professoras

⁴⁰ Pibid (Programa Institucional de Bolsas de Iniciação à Docência, mantido pela Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior/CAPES).

⁴¹ Nesta instituição o curso de Ciências Biológicas período Integral tem duração de 4 anos e o Noturno 5 anos.

atuantes na Rede Estadual de Ensino, entre as quais, as duas supervisoras do projeto Pibid nas escolas estaduais de Maringá e, esporadicamente, estudantes do Programa de Pós-Graduação em Educação para a Ciência e a Matemática da mesma Universidade.

Esse grupo de estudos tornou-se propício à realização da pesquisa por tratar-se de um ambiente cuja finalidade primeira reside na formação inicial de professores para a Educação Básica, apesar de também contemplar a formação continuada por meio da parceria estabelecida entre a Universidade e as escolas. Além disso, este contexto também busca parcerias entre a universidade e as instituições escolares da rede pública de ensino, por meio de projetos, estudos e atividades didático-pedagógicas. Dessa maneira o Pibid fomenta a inserção de alunos de licenciatura no contexto da profissão docente desde os primeiros anos do curso. Era de se esperar que com tais características o contexto escolhido para a realização da pesquisa apresentasse formas, tipos de enunciados e gêneros de discursos correlatos ao grupo social em que se encontrava.

Como ressaltado por Bakhtin/Volochinov (1990), locutor e ouvinte, pesquisador e sujeitos da pesquisa, necessitam pertencer à mesma situação social imediata, ou seja, compartilhar os significados e signos imersos na mesma cultura para que a troca linguística seja possível. “Portando, *a unicidade do meio social e a do contexto social imediato* são condições absolutamente indispensáveis para que o complexo físico-psíquico-fisiológico que definimos possa ser vinculado à língua, à fala, possa tornar-se um fato de linguagem” (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990, p. 71, destaque do original).

Destacamos que mediante Termo de Consentimento assinado pelos sujeitos ao aceitarem voluntariamente participar da pesquisa, a Comissão Nacional de Ética em Pesquisa (CONEP) autorizou a realização desta investigação sob o protocolo de n.º. 10765612.6.0000.0104. Do mesmo modo, buscando o sigilo das pessoas envolvidas na pesquisa, adotamos como critério de referência a esses sujeitos a seguinte legenda:

Quadro 1- Legenda para identificação dos sujeitos da pesquisa.

Símbolo	Descrição
P	Pesquisadora.
L _n	Licenciandos, sendo _n correspondente a seu número em ordem alfabética.
PI _n	Professores da Instituição participantes do grupo de estudos Pibid, sendo _n correspondente a seu número em ordem alfabética.
PC _n	Professoras Convidadas pertencentes à Rede Estadual, participantes do grupo de estudos Pibid, sendo _n correspondente a seu número em ordem alfabética.

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

As transcrições dos discursos emitidos por meio das entrevistas, discussões grupais ou mesmo decorrentes das atividades escritas resultantes das intervenções proporcionadas seguiram os principais sinais acordados para normatização brasileira:

Quadro 2- Normatização Brasileira para transcrição de falas.

Sinais	Normas para Transcrição
...	Indicação de pausas.
()	Indicar hipótese do que se ouviu.
(())	Inserção de comentários do pesquisador
::	Prolongamento de vogal ou consoante. Ex. “éh::”
/	Indicativo de truncamento de palavras. Ex. “o pro/ ... o procedimento”.
--	Silabação. Ex. “di-la-ta-ção”
MAIÚSCULAS	Entonação enfática.
(_____)	Falas sobrepostas
[_____]	Falas simultâneas
N, I, S	Simultaneidade das diferentes linguagens (oral, escrita, gestual)

Fonte: Adaptado de <http://www.concordancia.letras.ufrj.br>

Os elementos para a constituição dos dados foram preparados no último semestre de 2012 e a intervenção teve início em fevereiro de 2013, conforme apresentamos no quadro 3 a seguir.

Quadro 3- Cronograma das atividades realizadas.

Data/ 2013	ATIVIDADE	ETAPA
27/02 a 06/03	Entrevista inicial.	Diagnóstico inicial
13/03	Observação na lupa e estudo da observação XVIII.	Motivacional
20/03	Discussão do texto.	B.O.A.
27/03	Estabelecimento da B.O.A., análise epistemológica.	B.O.A. e Material
03/04	Análise e exposição da análise nos livros didáticos.	Material
10/04	Teoria História da Ciência.	Verbal
17/04	Teoria História da Ciência.	Verbal
24/04	Teoria de Galperin.	Verbal
08/05	Orientações para construção da sequência.	Mental
15/05	Construção da Sequência.	Mental
22/05	Atividades individuais e apresentação da sequência.	Mental
05 a 13/06	Entrevista final.	Controle final

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

A metodologia de intervenção, portanto, a constituição dos dados foi organizada em etapas em consonância com a Teoria de Assimilação Galperin e todo percurso ocorreu nas dependências do Bloco G-80 da Universidade Estadual de Maringá.

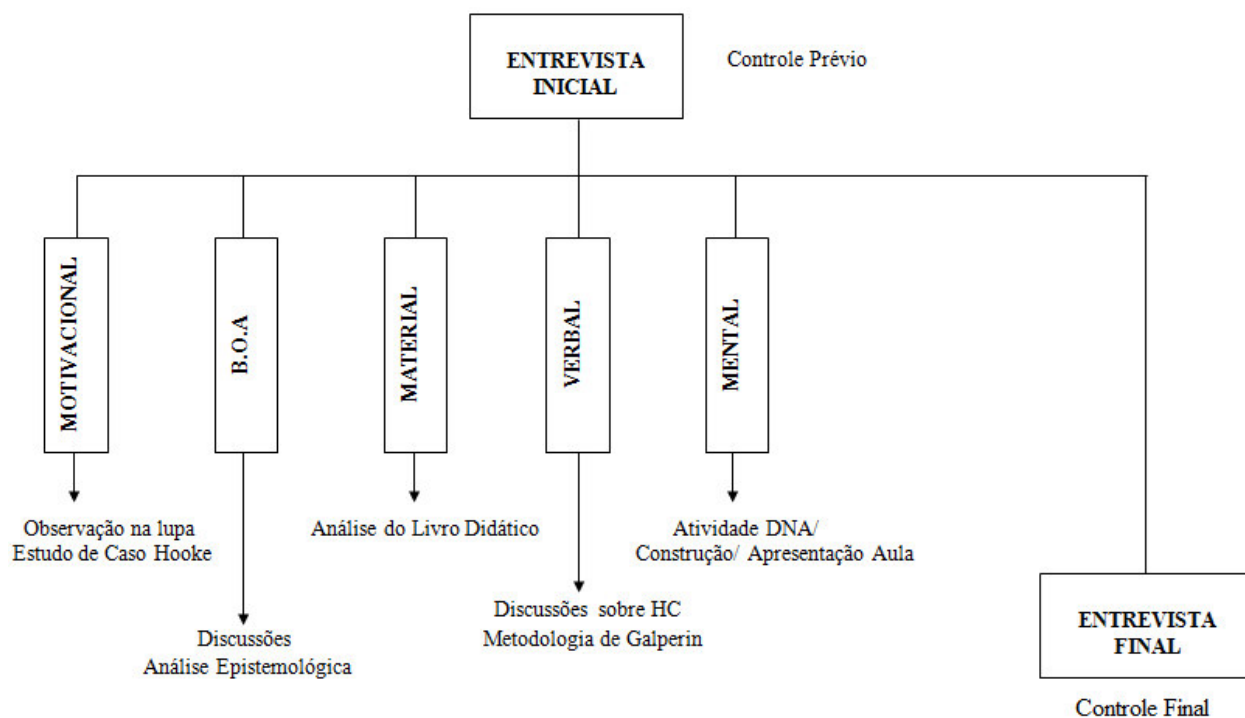
Entre os meses de fevereiro e março realizamos o controle prévio que caracteriza a coleta de concepções prévias e foi realizado mediante entrevistas. Por sua vez, a intervenção pedagógica

em formato de curso de extensão de 30 horas intitulado “História da Ciência: proposta de inclusão na Biologia” teve como suporte teórico a História da Ciência e foi organizada nos momentos: Motivacional, Base Orientadora da Ação, Material, Verbal e Mental. Esses momentos ocorreram de março a maio e tiveram como base o episódio histórico da observação da cortiça por Robert Hooke empregando como atividades: a reprodução de um experimento histórico, a leitura e análise da observação original traduzida, a análise epistemológica, a análise de excertos de livros didáticos, discussões sobre pressupostos da História da Ciência e de teorias da corrente sociointeracionista, além de uma atividade individual e outras coletivas.

Salientamos que o enfoque deste estudo de caso correspondeu a uma abordagem inclusiva para a intervenção no Ensino Superior. Conforme descreve Matthews (1994) o estudante precisa conhecer os fatores que contribuíram para determinadas descobertas. “Professores de ciências precisam saber alguma coisa da história e natureza da disciplina que estão cursando” (MATTHEWS, 1994, p. 3, tradução nossa)⁴². Portanto, o estudo de caso não permite o conhecimento de uma linha histórica, mas introduz o estudante nos aspectos espaciais, temporais e metodológicos de um dado conhecimento científico.

Por fim, a entrevista final foi realizada no mês de junho. Assim, a pesquisa foi realizada em três momentos: antes, durante e após o curso, seguindo a ordem metodológica da Teoria da Assimilação por Etapas de Galperin para a coleta dos dados. Essas etapas estão esquematizadas na figura a seguir e o delineamento de cada um desses percursos será apresentado nos subitens em sequência.

⁴² Teachers of Science need to know something of the history and nature of the discipline they are teaching. (MATTHEWS, 1994, p.3).

Figura 1- Atividades e etapas realizadas na intervenção pedagógica.

Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

5.2.1 Controle prévio.

Como ilustrado na Figura 1, nosso primeiro momento correspondeu a uma entrevista individual com uma amostragem aleatória de cinco licenciandos. A entrevista semiestruturada compôs-se de doze questões (APÊNDICE 3) que objetivaram identificar três temas gerais: Natureza da Ciência (questões de 1 a 3), História da Ciência enquanto arcabouço contextual (questões 4 a 6, 8 e 9) e Interface História da Ciência e Ensino (questões 7, 10, 11 e 12).

As entrevistas foram gravadas em áudio por meio do software Audacity® (the Free, Cross-Platform Sound Editor) e transcritas em sua íntegra. A análise foi realizada a partir da Análise Dialógica do Discurso do Círculo de Bakhtin e buscou identificar os sentidos atribuídos pelos licenciandos a essas temáticas.

5.2.2 Preparação motivacional.

Nossa primeira intervenção pedagógica no grupo Pibid/Biologia aconteceu mediante uma situação problema na qual um episódio histórico – a observação da cortiça no microscópio por

Robert Hooke – foi reproduzido⁴³ sem sua prévia identificação. Esta intervenção ocorreu aos treze dias do mês de março de 2013 em uma quarta-feira comum de reunião do Pibid.

Para a reprodução desse episódio utilizamos microscópios estetoscópios (lupas) a fim de simular, de maneira aproximada, a resolução obtida por Hooke em sua visualização original.

A preparação desta etapa motivacional (APÊNDICE 4) aconteceu a partir das leituras sobre a observação de Hooke da cortiça contidas na observação XVIII da obra *Micrographia*. Deste modo, preparamos a sala com quatro microscópios estetoscópios (lupas) cujo aumento variava entre 10 e 30 vezes. O material de observação disposto em cada uma das lupas consistia de duas finas camadas de cortiça, retiradas de uma rolha comum com o auxílio de uma lâmina de aço. Uma das fatias foi retirada transversalmente e outra longitudinalmente buscando evidenciar as diferenças na observação. O material foi colocado em lâmina sem a fixação e coberta com uma lamínula. No quadro de giz ilustramos por meio de um desenho cilíndrico tridimensional os cortes que indicavam com a letra “A” o corte transversal e com a letra “B” o corte longitudinal. Na bancada deixamos também lápis e papel para possíveis desenhos e anotações que viessem a ser feitos pelos licenciandos durante a observação.

No momento da reunião os materiais já estavam dispostos e solicitamos para que os estudantes se dividissem aleatoriamente em grupos, observassem o material exposto na lupa, procurassem discutir e traçar considerações a respeito da sua estrutura bem como identificar o material. Ainda nesse encontro, fomentamos discussões a respeito do próprio material ilustrando-o com o contexto de produção e comercialização da cortiça na Europa e distribuímos para leitura em casa, ainda como motivação, a tradução da observação XVIII da cortiça que realizamos a partir do original de Hooke (1665) (APÊNDICE 1).

Após a observação, iniciamos as discussões que dela se decorreram. Esse encontro, assim como os demais descritos a seguir, foi gravado em vídeo por meio de uma câmera filmadora e transcrito na íntegra. Realizamos a análise apenas dos trechos de episódios cujos sentidos pudessem ser extraídos.

5.2.3 Base Orientadora da Ação - B.O.A.

Por conta da extensão do texto traduzido, fornecido aos estudantes no encontro anterior, alguns não haviam feito a leitura. Desse modo, buscando melhorar a compreensão acerca desse material e promover uma discussão, o texto foi lido em sala e todos colaboraram intercalando a

⁴³ A reprodução no sentido aqui adotado diz respeito à possibilidade de simular ou representar com semelhança o mesmo objeto e instrumento utilizados na descrição original de Hooke (1665). Contudo, é preciso considerar que aspectos temporais como os objetivos, conhecimentos envolvidos, resultados, etc., não condizem e nem pretenderam ser idênticos ao do episódio original.

leitura e realizando comentários ou questionamentos durante a mesma. Logo após, iniciamos as indagações (APÊNDICE 5) referentes ao texto buscando identificar o possível método científico utilizado em cada uma das etapas adotadas por Hooke na sua observação e descrição. As discussões direcionaram-se também ao reconhecimento do problema que teria levado o pesquisador a observar a cortiça.

Na reunião seguinte continuamos com a etapa de reconhecimento do material traduzido, entretanto, mediados por uma análise epistemológica (APÊNDICE 6). Essa análise buscava, por meio de frases afirmativas que contemplavam concepções errôneas sobre a ciência veiculadas no cotidiano, levar os licenciandos a refutá-las a partir de reflexões sobre a relação de Hooke com os objetos de sua pesquisa, conhecimento e contexto. As atividades dessa etapa transcorreram durante duas semanas do mês de março de 2013.

5.2.4 Contato material.

Após as atividades de reconhecimento do fenômeno por meio da discussão do texto original como também da análise epistemológica propusemos a atividade material na qual os licenciandos tinham como objetivo aplicar os conhecimentos apropriados até então.

Essa etapa foi organizada a partir da seleção de trechos de livros didáticos de Biologia que retratavam o histórico da observação da cortiça por Hooke como sendo o marco da descoberta das células (ANEXO 2). A atividade consistiu na análise dos trechos mediante critérios prévios por nós construídos. Esses critérios compunham-se de questões problematizadoras norteadas pela epistemologia e história do episódio em questão. Além disso, visava que o estudante traçasse paralelos condizentes com o contexto original (APÊNDICE 7).

O critério de escolha dos livros que seriam analisados pelos alunos baseou-se na existência de uma contextualização histórica, mesmo que pequena, acerca do episódio da observação da cortiça por Robert Hooke relacionada ao descobrimento da célula. Salientamos que apenas um desses livros não se encontra, até onde sabemos, em uso pelas escolas paranaenses. Tal fato justifica sua escolha, uma vez que este livro foi organizado pelo Estado e recebeu críticas devido às inconsistências presentes quanto ao conteúdo conceitual.

Assim, os livros selecionados foram:

- **Biologia: ecologia, origem da vida e biologia celular, embriologia e histologia**, v. 1, 1. Ed, São Paulo: Nova Geração, 2010. Autores V. Mendonça e J. Laurence (Página 145 – Como é possível observar uma célula que não é visível a “olho nu”?)

- **Biologia das Células**, v.1. 3 ed. São Paulo: Moderna, 2010. Autores: José Mariano Amabis e Gilberto Rodrigues Martho. (Página 94 - Origem do termo “célula”)

- **Ciências naturais: aprendendo com o cotidiano.** 3 ed. São Paulo: Moderna, 2009. Autor: Eduardo Leite do Canto. (Página 43 – Quem descobriu as células?)

- **Biologia: ensino médio.** Curitiba: SEED-PR, 2006. Autores: Professores da Secretaria de Estado da Educação - Paraná. (Página 20 – caixa com texto lateral ao corpo do conteúdo e sem título)

- **Biologia 1: as características da vida, biologia celular, vírus: entre moléculas e células; a origem da vida: histologia animal.** 10 ed. São Paulo: Saraiva, 2010. Autores: César da Silva Júnior, Sezar Sasson e Nelson Caldini Júnior. (Páginas 200 e 201 – A descoberta das células e a Teoria Celular)

Deste modo, por meio dos critérios propostos e do texto original de Hooke, os licenciandos tiveram que realizar uma reprodução do texto do livro didático adequada para a série em questão, de modo a evitar os equívocos epistemológicos, históricos e conceituais identificados. A recontextualização realizada em cada grupo foi, posteriormente, apresentada e discutida com os demais. Os discursos presentes tanto no material escrito como decorrentes das discussões orais foram nossos objetos de análise.

Esta atividade foi desenvolvida no final do mês de março e início do mês de abril do ano corrente.

5.2.5 Compartilhamento verbal.

Essa etapa foi construída com o objetivo de apresentar, por meio de slides, os aspectos teóricos e práticos da História da Ciência para o ensino. Realizamos um recorte histórico da importância deste enfoque desde o Iluminismo até os dias atuais, enfatizando sua contribuição didático-pedagógica por meio das abordagens: integrada e inclusiva, discutidas por Matthews (1994).

Nessa etapa procuramos também possibilitar a compreensão acerca do homem enquanto construtor de sua história e para isso nos fundamentamos nas abordagens da corrente sociointeracionista representada pela Teoria Histórico-cultural e Teoria de Assimilação de Galperin. As discussões voltaram-se principalmente para os conceitos centrais dessa corrente tais como a mediação por meio de instrumentos e signos, internalização, zona de desenvolvimento proximal, e sua importância para um ensino baseado em uma visão prospectiva.

Os discursos decorrentes das interações verbais propiciadas nessa etapa foram transcritos, contudo, não correspondem a nosso objeto de análise.

Ao final desta etapa, fornecemos como suporte didático o texto contido no Capítulo 2 - Desconstruindo a relação observação das células por Hooke e o estabelecimento da Teoria

Celular. Este material tinha como objetivo servir de suporte para a construção de uma unidade didática por parte dos grupos de licenciandos, na qual a História da Ciência deveria estar presente em uma das etapas da Teoria de Galperin, atividade que não compõe nosso foco analítico.

Esta intervenção perdurou todo o mês de abril estendendo-se até a primeira semana de maio.

5.2.6 Possibilitando a internalização.

O último encontro teve início com uma atividade individualizada que tinha por objetivo verificar a apropriação da Teoria de Galperin, utilizada na metodologia de coleta de dados, na proposta de utilização em sequências didáticas que incluíssem a História da Ciência. A atividade consistia de cinco imagens envolvidas com o contexto e histórico da descoberta da estrutura do DNA e foram selecionadas conforme a lógica de enquadramento com cada Etapa de Assimilação de Galperin.

A imagem “A” representava a estrutura da dupla hélice sendo explicada por Francis Crick e atentamente observada por James Watson; na “B” Francis Crick de posse de um modelo tridimensional molecular aparentava fazer explicações sobre a estrutura; já a figura “C” correspondia a imagem de difração do Raio X observada pela equipe de Rosalind Franklin; e por fim, a “D” contemplava a carta escrita por Francis Crick a seu filho Michael em 1953, que na época contava com 12 anos de idade, onde explicava os aspectos essenciais da recente descoberta. Paralelamente, encontrava-se o artigo publicado na revista Nature no mesmo ano, 1953, em que os pesquisadores James Watson e Francis Crick mostram à comunidade científica as evidências de seus trabalhos. Nesse exercício os licenciandos deveriam preencher em correspondência com a imagem visualizada, a etapa da Teoria de Assimilação a qual se referia.

Esta atividade foi recolhida e, assim como a unidade didática e sequências planejadas pelos grupos de licenciandos, não corresponde a nosso objeto de análise para esta pesquisa. Encerram-se aqui, aos vinte e dois de maio de 2013, as atividades de intervenção de pesquisa no Pibid.

5.2.7 Controle final.

Objetivando identificar os sentidos atribuídos à intervenção, à História da Ciência e a apropriação dessas em sua prática pedagógica, realizamos com parte dos licenciandos uma nova entrevista semiestruturada.

Esse instrumento compôs-se de seis questões que contemplavam as temáticas: sentidos atribuídos à História da Ciência e possibilidade de aplicação em sua prática pedagógica (questões de 1 a 4) e respaldo da intervenção na construção de sentidos sobre o episódio retratado da História da Biologia (questões 5 e 6) (APÊNDICE 8).

A entrevista final foi direcionada a outros cinco licenciandos escolhidos aleatoriamente e que tiveram seus discursos gravados em áudio por meio do software Audacity® (the Free, Cross-Platform Sound Editor) e transcritos na íntegra. A Análise Dialógica do Discurso empregada buscou evidenciar os sentidos atribuídos por esses estudantes às temáticas ao final do curso.

Em síntese, dos diversos dados constituídos, farão parte do corpus analítico deste trabalho, expresso no capítulo a seguir, os seguintes elementos:

- a entrevista inicial;
- os excertos das discussões sobre a observação da cortiça na lupa;
- os excertos das discussões sobre a observação original de Hooke;
- a análise epistemológica da produção e contexto de Hooke;
- a análise do livro didático e
- a entrevista final.

5.2.8 Constituição dos Blocos Analíticos.

Para a apresentação das análises, as questões correspondentes às entrevistas inicial e final foram agrupadas em temáticas cujos sentidos e/ou significados foram compartilhados e evidenciados nos discursos dos estudantes. Tal agrupamento em blocos teve como critérios: o foco temático e os objetivos expressos em cada uma das questões. Por isso, enunciados representativos desses sentidos são destacados como amostra dos demais.

Os discursos representativos da etapa de intervenção, ou seja, as falas contidas nos episódios delimitados para responder o objetivo específico da pesquisa são apresentadas conforme a sequência em que foram produzidas: observação da cortiça na lupa; discussão sobre o experimento; discussão sobre a observação original de Hooke; análise epistemológica da produção e contexto de Hooke; e análise do livro didático.

Dessas atividades, a análise epistemológica e a análise do livro didático, contidas nos subitens 5.2.4 e 5.2.5 respectivamente, são apresentadas e analisadas em temáticas e com excertos de discursos que ilustram os sentidos dos quais tivemos a intenção de destacar, evitando assim a extensão e redundância da análise.

CAPÍTULO VI

ANÁLISES: INTERPRETANDO PALAVRAS OUTRAS.

Neste capítulo, apresentamos a análise das entrevistas iniciais, que compõem o **controle prévio**, com a finalidade de delimitar os sentidos produzidos pelos licenciandos do curso de Ciências Biológicas à História da Ciência em suas práticas pedagógicas. Expomos também, a análise de algumas das atividades realizadas bem como de determinados episódios discursivos ocorridos durante o percurso de **intervenção**. Por fim, analisamos as reflexões finais dos licenciandos obtidas por meio da **entrevista final**. Ambos os dados – atividades realizadas e suas interações discursivas, bem como os discursos finais – tiveram como objetivo identificar como o licenciando se apropria do discurso da História da Ciência e o utiliza em sua prática pedagógica.

6.1 Controle Prévio.

Neste item, apresentamos as análises correspondentes às questões da entrevista inicial (APÊNDICE 3) direcionadas aos cinco estudantes da amostra (L₃, L₁₁, L₁₇, L₂₀ e L₂₁). Os blocos analíticos dizem respeito a três temáticas: Natureza da Ciência, História da Ciência enquanto arcabouço contextual e interface História da Ciência e Ensino. Com esta delimitação, alguns excertos de discursos que representam os pronunciamentos totais correspondentes à temática de cada um desses blocos serão também apresentados e discutidos.

6.1.1 Natureza da Ciência.

No que diz respeito à Ciência, os licenciandos entrevistados demonstraram, por meio de seus discursos, diferentes sentidos. Muitos deles expressaram concepções tidas como incoerentes, indo ao encontro aos recentes debates na literatura sobre Epistemologia e Ensino de Ciências (RIVERO; WAMBA, 2011, TAKAHASHI; BASTOS, 2011; ALMEIDA, 2012).

Desses enunciados pudemos observar quatro ideias gerais: (1) a ciência como aquela que tem o compromisso de resolver os problemas; (2) a ciência enquanto estudo de fenômenos naturais; (3) a ciência como atividade de descoberta e inovação e (4) a ciência como campo que contempla diversas áreas do saber pautando-se em conhecimentos teóricos e empíricos.

Destacaremos alguns dos enunciados que consideramos importantes e que evidenciaram sentidos que nos permitiram extrair os conceitos para uma Análise Dialógica do Discurso.

A ideia da ciência como atividade que tem como objetivo resolver problemas encontra-se expressa nas palavras de L₁₁ a seguir.

[...] ciência, que nem, pras crianças é do laboratório, é do cientista e tudo, mas ciência PRA MIM realmente, é aquela parte do... das respostas mesmo. Então das perguntas, das respostas, que tem que ser esclarecidas que... tem ainda, muito a se aprender, a se esclarecer, a se desenvolver (L₁₁).

L₁₁ apropria-se de discursos alheios para ilustrar a visão de ciência construída por estudantes da Educação Básica. Essa visão seria compatível com uma ciência enquanto conhecimento superior, absoluto, construído por gênios e confiável ao resultar de um saber especulativo e baseado em um critério de verdade, uma vez que provém da observação e da experimentação.

Essa forma de se expressar transita no ambiente escolar, sendo ali seu palco de conflitos, a organização social a qual se reporta (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990). Portanto, o discurso de L₁₁ também refrata as discussões de reuniões anteriores do grupo de estudos frequentado (Pibid/Biologia) ao inferir que a ciência pras crianças é do laboratório, é do cientista. Recorre a este discurso reproduzindo-o para argumentar sua concepção de ciência coerente com a conclusão chegada durante as discussões do grupo, ou seja, de que a ciência não deveria ser vista apenas como um resultado proveniente da experiência de laboratório, nem aquela feita pelo cientista maluco.

Por esse motivo, há uma tensão entre as vozes em seu discurso: a ideia de ciência concebida pelas crianças *versus* a sua. Isso caracteriza sua entonação: “*mas ciência PRA MIM realmente*”. Desse modo, diferente da infantil, compartilha a ideia do epistemólogo Larry Laudan para o qual a ciência é motivada por perguntas ou problemas e respondê-las consiste na busca constante do progresso (PESA; OSTERMANN, 2002).

A ciência enquanto estudo dos fenômenos naturais é caracterizada por L₁₇ que se manifesta em um gênero científico em todo discurso ainda que seja um discurso permeado por seu contexto, a graduação em Ciências Biológicas, que se faz referência na enunciação a seguir.

Bom, quando eu penso em ciência a primeira coisa que vem na mente é o estudo dos fenômenos... naturais. Daí eu já puxo outro lado. Como é estudado isso? Aí já vem metodologia de estudo da ciência e... entender os fenômenos na natureza é entender... nossa vida assim (L₁₇).

Ao refratar o significado da palavra ciência “[...] totalmente determinado por seu contexto.” (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990, p.106), L₁₇ expressou seu acento de valor às ciências naturais. Ressaltou dessa grande área o estudo da vida e, desse modo, posicionou-se sob

as influências de sua formação superior como biólogo, já que este fenômeno tem sido um dos grandes empreendimentos da Biologia e também assunto de acirrados debates ao longo dos últimos cinco séculos (MAYR, 2008). A retomada do fenômeno biológico significa que o sentido dessa palavra também é determinado por um contexto (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990) de onde se retira seus significados mais profundos e valorativos.

Vygotsky (1991) apud Emerson (2010), em paralelo com Bakhtin diz que

O sentido de uma palavra [...] é a soma de todos os eventos psicológicos que a palavra desperta em nossa consciência. O significado é apenas uma das zonas do sentido, a mais estável e precisa. Uma palavra adquire o seu sentido no contexto em que surge; em contextos diferentes, altera seu sentido. O significado permanece estável ao longo de todas as alterações de sentido. O significado dicionarizado de uma palavra nada mais é do que uma pedra no edifício do sentido, não passa de uma potencialidade que se realiza de formas diversas na fala (VYGOTSKY, 1991, p.125 apud EMERSON, 2010, p. 80).

Ao questionar “*como é estudado isso?*”, L₁₇ ocultou-se assumindo a posição de narrador. Também neste enunciado destaca-se uma compreensão sobre a metodologia de estudo da ciência. Com isso entendemos que o estudante tenha feito uma reflexão epistemológica. Isto é, o estudo de como se deu o percurso da ciência por meio do emprego de seus vários métodos de estudos em diferentes épocas e contextos, o que torna possível entender melhor a construção de explicações para os fenômenos, incluindo a própria vida. Desse modo, o discurso de L₁₇ refratou tanto as ideias provenientes das disciplinas de seu curso de graduação quanto às manifestações sobre Epistemologia da Ciência decorrentes do grupo Pibid.

Por outro lado, L₃ adotou uma postura mais holística em seu enunciado. Amparou-se também na epistemologia à medida que considerou a ciência uma construção racional de ideias, não isolada de seus aspectos teóricos e experimentais e relacionada “às condições de uma situação social dada” uma vez que reage “de maneira muito sensível a todas as flutuações da atmosfera social” (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990, p. 42).

É um estudo bem abrangente né, de diversas áreas do conhecimento. Mas, sempre fundamentado em alguma teoria, alguma pesquisa, experimento (L₃).

Observamos que as falas anteriores correspondem a diferentes apropriações do conceito de ciência construídas em distintos contextos ao longo de suas vidas. Essas visões sobre ciência também influenciam no modo como concebem a relação existente entre ela, os cientistas e a sociedade. Os sentidos que emergiram desse enfoque podem ser analisados a partir de Bakhtin como parte dos inúmeros fios ideológicos que compõem toda rede de relações sociais. São elas

também sensíveis às transformações sociais, seja daquelas a manifestarem-se, como das que já constituem sistemas ideológicos bem formados (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990).

Os fios ideológicos dessa relação encontram-se destacados pelos estudantes entrevistados por meio do caráter utilitário dos produtos da ciência para a sociedade; da relação não cooperativa entre seus sujeitos, sobressaindo o interesse econômico e do reconhecimento das implicações da ciência na sociedade.

Como destacamos anteriormente, a ciência é vista, pela maioria dos estudantes da amostra, como pragmática, ou seja, aquela que tem como função trabalhar a serviço da sociedade, produzindo, inventando e descobrindo conhecimentos úteis (CHIAPPIN; LEISTER, 2008). Por meio de seus produtos, a sociedade usufrui de saúde, tecnologia e alimentos por exemplo, sendo dependente da ciência para obtê-los. Essa visão pragmática é bem saliente no discurso de L₁₁.

O cientista éh:: É que a sociedade, de uma forma assim mais... na parte né, do professor assim... Então seria a parte mais leiga disso. Então a ciência, o cientista, ele tem que passar pra comunidade tudo que está sendo estudado. Tudo o que deve ser... que a comunidade tem que saber mesmo. Que pra ela também é útil. Então o cientista, as tecnologias, elas devem ser uteis para todos [...] então tem que tá entrelaçado, porque um acaba dependendo do outro (L₁₁).

A estudante legitima a importância da ciência na sociedade para a produção de conhecimentos e produtos, evidenciando seu status frente a uma comunidade que aparece como desconhecadora de assuntos científicos, a parte mais leiga disso. De modo similar, L₃ ressaltou esse pragmatismo a um papel quase heroico do cientista, ao dizer que ele “faz as coisas, daí a sociedade usa, aproveita do que ele fez na pesquisa. Mas o cientista sempre pensando na sociedade né, no bem. Alguma coisa que pode melhorar pode ajudar a sociedade”.

Já L₂₁ considerou a relação ciência, cientista e sociedade permeada por dicotomia de interesses de modo que o caráter utilitário não aparece em seu enunciado.

Olha, pra mim essa relação ainda não tá clara. Há um paradoxo muito grande com relação à sociedade, ciência e cientista por que... como nós vivemos num sistema capital, de capitalismo, o modo econômico influencia muito nisso. Então são coisas muito separadas, elas não tão juntas. Porque o capital rege pela questão financeira as pessoas hoje. A concepção do conhecimento, até a própria produção de conhecimento, sempre é gerada por algum interesse, seja ele econômico, social... Mais econômico do que social. Então isso é uma pena. Então pra mim não existe. Do meu ponto de vista não existe essa relação. [...] Eu tive a oportunidade de ir pra Cuba pra estudar educação lá, pra pelo menos ir ver a educação, [...] lá sim as coisas são... tem interação de sociedade, cientistas e... afazeres né? Então pra mim essa relação não existe aqui (L₂₁).

O trecho aqui destacado mostra a posição avaliadora e crítica de L₂₁ para o qual o “contexto ideológico preciso” esta repleto de “verdades ou mentiras, coisas boas ou más” (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990, p. 95). A crítica de L₂₁ ao capitalismo sugere que esse sistema causa os antagonismos nas relações da sociedade, causando também a "coisificação" do homem e das suas relações, bem como sua alienação (SOUZA, 1994).

No sentido adotado pelo estudante, a ciência adquiriu um status de poder à medida que se camuflou no isolamento e na neutralidade (RIVERO; WAMBA, 2011), quando na verdade deveria ser compreendida como um empreendimento direcionado por financiamentos às pesquisas, provindos de organizações, empresas e pessoas particulares, tal como descreveu Fourez (1995).

Sua menção aos dois contextos (Brasil *versus* Cuba) fortaleceu a discordância da existência de relação e/ou intercâmbio colaborativa entre a ciência, os cientistas e a sociedade. Essa argumentação delinea as diferenças vivenciadas por L₂₁ entre os dois países quanto à relação entre as diferentes esferas da sociedade e ao sistema político e econômico. O enunciado do licenciando ainda sugere as mesmas reflexões de Souza (1994) para a qual “[...] o homem não se reconhece mais como aquele que cria os bens materiais e culturais do mundo em que se encontra estabelecido [...].”(SOUZA, 1994, p. 37).

Equilibrando os extremos anteriores está L₁₇ que se apropriou de um exemplo discutido nos encontros do Pibid bem como das reflexões sobre ele para construir seu enunciado e argumentar sobre a relação da atividade científica com a sociedade.

Bom os três tão bem relacionados, porque o cientista... ele... o papel dele é fazer a ciência. E a ciência, querendo ou não, ela vai ter impacto. Pode ter impacto na vida social. Por exemplo, a gente estava discutindo os transgênicos, ele... A criação dos transgênicos faz surgir uma discussão, se aquilo é bom, se é ruim. Será que aquilo faz mal pra gente? Então ele tem impacto. Impacto na sociedade mesmo. Então é preciso saber o que que o cientista tá falando, o que que é um transgênico. Então é o papel do cidadão ser crítico diante disso (L₁₇).

L₁₇ avaliou que a ciência pode causar impactos que nem sempre são controlados e que acarretam implicações para a sociedade esbarrando-se nas concepções de ética, moral e meio ambiente, ou seja, na maneira de observarmos o mundo. O exemplo resgatado pelo licenciando referiu-se a um dos debates ainda bastante saliente na Biologia e na própria sociedade: os transgênicos, e sugere a necessária criticidade por parte dos sujeitos, seja para aceitá-los ou não, consumi-los ou não. Para L₁₇ a relação ciência, cientista e sociedade deve permitir um diálogo que forneça as informações e conhecimentos necessários para o posicionamento crítico e avaliativo frente aos produtos científicos.

A criticidade destacada pelo estudante permite considerarmos que a escola seja o principal agente dessa conscientização, uma vez que é neste local que o ensino formal se manifesta (GALPERIN, 2009c). Nesse sentido, ao serem questionados sobre a ciência que está presente no ambiente escolar os entrevistados apresentaram os seguintes argumentos para justificar sua insuficiência: transformações rápidas e contínuas nem sempre são destacadas na escola; recorrentes acréscimos de novos conhecimentos teóricos ao conteúdo; a escola vivencia a ciência, mas desconhece sua funcionalidade; e a escola como manifestações de ideologia. Desse modo, para quatro dos estudantes desta pesquisa a escola não satisfaz as necessidades atuais requeridas em relação à abordagem de assuntos contemporâneos da Ciência ou mesmo da formação crítica frente a ela.

L₂₁ pronuncia-se criticamente destacando uma concepção de escola que pode ser interpretada tal qual a conceituação de Louis Althusser, um “Aparelho Ideológico do Estado”. Como expresso por Althusser (1985), a escola enquanto funciona por meio da ideologia exhibe também a repressão simbólica. O autor acrescenta que “Assim a escola e as Igrejas 'educam' por métodos apropriados de sanções, de exclusões, de seleção, etc. [...]” (ALTHUSSER, 1985, p. 47). Esta seleção expressa nas palavras do autor é exemplificada pelos índices de desenvolvimento estudantil imersos nos comentários do estudante a seguir.

Olha eu vejo a escola hoje como um meio muito complicado, porque assim, eu ainda me remeto como aluno. [...] e eu me desagrado quando eu participo das escolas que eu vejo que a questão política influencia muito mais na questão sociocultural e educacional que o verdadeiro papel que a escola deveria ter. Por que eu digo isso? Porque infelizmente a escola hoje ela é colocada como um índice. Ela é colocada como um índice, um valor. Então a escola é avaliada por um método estatístico, IDEB, INEP, esses “is” da vida que o MEC impõe. E que infelizmente a educação ela é avaliada por números, simplesmente por números [...] mas não se tem um trabalho, um trabalho na base da escola com certos professores, com certos alunos. Qual é o verdadeiro papel da escola hoje, né? (L₂₁).

No sentido atribuído por L₂₁ os números pelos quais as escolas respondem não condizem com a avaliação da qual a educação deveria se preocupar, ou seja, a formação humana, cognitiva e social. Seu enunciado exhibe os “conflitos, relações de dominação e de resistência” (YAGUELLO, 1990, p. 14) presentes no contexto educacional brasileiro. Ainda que o estudante não tenha expressado diretamente sobre a ciência podemos interpretar em seu pronunciamento esboços de discursos alheios os quais assumem que a preocupação atual do ensino na escola é com vistas a dar um retorno, um índice, um valor.

Nesse bloco analítico puderam ser vistas diferentes maneiras de considerar a ciência bem como a atividade científica e suas relações com a sociedade. Isso pode ser interpretado numa

perspectiva bakhtiniana como parte dos diversos fios ideológicos, ou seja, sistemas de ideias socialmente determinadas (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990; EMERSON, 2010). Esses sentidos surgem no terreno interindividual, o que significa que são organizados e compartilhados socialmente, e representam os inúmeros discursos do seu grupo imediato bem como de outros que já os disseram (EMERSON, 2010).

Se por um lado os discursos atribuem grande valor aos bens de produção da ciência (remédios, instrumentos tecnológicos, etc.), acrescentando-se a esses o próprio conhecimento, por outro, alguns comentários ponderaram de maneira mais crítica sobre os impactos que esses produtos causam na sociedade. Salientaram também a necessidade de criticidade frente à atividade científica. Portanto, a ciência enquanto produto ideológico tem significado, pois faz parte de algo “objetivamente tratável” (EMERSON, 2010, p. 68).

Nos comentários de L₂₁ e L₁₇ pudemos notar um posicionamento mais reflexivo em comparação aos demais entrevistados, e que exibem visões mais fundamentadas nas relações existentes entre a ciência e o social. Isso possivelmente se deve ao perfil de ambos os licenciandos. Enquanto L₂₁ apresenta maior maturidade seja devido à sua idade acima da média dos seus colegas, ou, por sua vivência em diferentes contextos (país e universidade), L₁₇ destaca-se pelas reflexões epistemológicas vislumbradas em seus comentários. Essas são produto de seu interesse pela temática, estudos paralelos por ele citados, além do comprometimento com o grupo Pibid desde o início do Projeto que lhe rendeu a formação de uma postura pedagógica reflexiva e de pesquisa.

6.1.2 História da Ciência enquanto arcabouço contextual.

Neste bloco as questões tinham como foco observar a compreensão do papel da História da Ciência enquanto história da construção dos campos científicos. Nele, os comentários dos licenciandos entrevistados apresentaram: (1) valorização à importância da História da Ciência para desmitificar verdades impostas; (2) contestar versões e fatos; (3) conhecer as bases do assunto estudado e (4) resgatar a história dos conteúdos.

L₃ evidenciou a contextualização histórica para possibilitar o exercício do senso crítico, como vemos em seus comentários a seguir.

Sim eu acho ((importante)). A gente teve história da Biologia aqui né, [...] aí tipo, a gente estudava de onde veio, porque é bom assim, contextualizar né? Saber por que que está vendo isso. Quem que viu isso, quem descobriu isso. Como que começou. Porque a gente sempre teve pensamentos né. De perguntas, de dúvidas, mas, outras pessoas também já tiveram antes. E já procuraram

respostas já. Mas não é porque tem respostas que preciso acreditar né? Posso ir atrás também, questionar. Daí eu acho importante saber da história (L₃).

O discurso de L₃ se traduz no pensamento de Matthews (1994), para o qual o contexto da ciência serve para “fazer a sala de aula mais desafiadora, e melhorar as habilidades de pensamento crítico e raciocínio” (MATTHEWS, 1994, p. 7, tradução nossa)⁴⁴. A disciplina ou conteúdo no qual a estudante se referiu: “*A gente teve história da Biologia aqui*”, possivelmente contribuiu e permitiu que se apropriasse de reflexões vivenciadas assumindo que as respostas não são condição para sua veracidade, destacando-se principalmente no trecho: “*a gente sempre teve pensamentos né. De perguntas, de dúvidas, mas, outras pessoas também já tiveram antes. E já procuraram respostas*”.

O enunciado de L₃ também representa os demais discursos ao reproduzir a enunciação presente tanto nas reflexões do grupo Pibid como no contexto escolar de modo geral, ou seja, corresponde às constantes indagações “*de onde veio ((?)), por que que está vendo isso ((?)), Quem que viu isso ((?)), quem descobriu isso ((?)), Como que começou ((?)*”.

Por outro lado, a contextualização histórica da ciência é vista como condição ao exercício da profissão docente em Biologia.

Acho que devo. Eu tenho ((que saber mais)). Acho que por causa de fazer Ciências Biológicas, acho que eu tenho que me aprofundar melhor (L₂₀).

L₂₀ expressa em seu discurso uma tensão existente no contexto do grupo Pibid, ou seja, a importância atribuída ao conhecimento embasado na história da disciplina *versus* a abordagem de tópicos históricos de maneira pontual para completar, ainda que de maneira parcial, as lacunas da formação. Por isso, a necessidade de maior aprofundamento teórico faz parte da postura autônoma, uma vez que a graduação não dá condições de abordar toda a vasta gama de conhecimentos. Conforme demonstrado em pesquisa também com licenciados em Biologia, recaí sobre a formação superior as lacunas encontradas na preparação profissional quanto ao amparo histórico (TAKAHASHI; BASTOS, 2011).

A contextualização da ciência também foi ilustrada por alguns licenciandos que disseram ter se utilizado da História da Ciência em aulas ministradas. Identificamos o uso desses episódios históricos com os seguintes enfoques: anedótico; ilustrativo; contextualizando tecnologias; fomentando hipóteses por parte dos alunos e resgatando a base de um conteúdo.

⁴⁴ “[...] can make classrooms more challenging, and enhance reasoning and critical thinking skills (MATTHEWS, 1994, p. 7).

Apresentamos a seguir alguns excertos que se tornaram significativos para compreender o sentido dado à História da Ciência pelos licenciandos entrevistados.

L₁₁ citou a utilização de um episódio histórico para promover interesse dos estudantes quanto ao conceito físico que buscava ensinar.

Já dei aula pra nono ano e... nós estávamos vendo a... densidade. Então, aí eu falei pra eles da história do... da eureka lá né? E aí eles adoraram e me pediram pra eu contar mais histórias. Apareceu o tema lá, densidade, nós contamos a história. Aí no decorrer da disciplina, aí nós fomos contando outras histórias (L₁₁).

Ao utilizar dessa anedota para ilustrar o conceito de densidade os comentários de L₁₁ indicam que a história tenha promovido interesse nos alunos: *eles adoraram e me pediram pra eu contar mais histórias*. Contudo, a ilustração do conceito em si tornou-se incoerente já que tal anedota não passa de uma lenda. Martins (2000) argumentaria o discurso desse estudante destacando que a utilização de tal descrição para explicar o princípio de Arquimedes ocasiona visões errôneas sobre o pesquisador e a própria ciência, pois faz parecer que os conhecimentos avançam por acidentes e ao acaso. Nessa perspectiva, a licencianda apropriou-se da “história” da *eureka*, bastante empregada no ensino, considerando-a adequada para explicar como o episódio teria dado origem a um conceito físico. Não fazendo nada além do que replicar um discurso há tempos presente no contexto escolar.

Com um objetivo diferente, L₁₇ fez uso da contextualização histórica considerando seu potencial para promover o exercício crítico dos alunos.

Nós trabalhamos com slides. Só que eu fui mostrando cada período histórico, qual a dúvida que aquele pesquisador naquele momento tinha. E eu perguntava pros alunos o que eles achavam dessa dúvida. Se era plausível, se não. O que que ele deveria fazer pra tentar sanar essa dúvida. Então a partir mesmo da... do pensamento do pesquisador, do naturalista pesquisador, naquele momento (L₁₇).

L₁₇ demonstrou ter assumido em suas aulas interações permeadas de tensões em busca de respostas e contrapalavras ao utilizar do contexto histórico como forma de apresentar as dúvidas que ocuparam o pensamento de homens e mulheres ao longo da humanidade. O licenciando legitimou uma conduta que preconiza a investigação e o posicionamento crítico dos alunos sem o uso de respostas prontas, mas problematizando o ensino. O sentido atribuído à História da Ciência condiz com a defesa de Núñez (2009), para o qual se deve permitir que os alunos trabalhem com a flexibilidade do pensamento, orientando-se para a formação da capacidade de explicação, compreensão e, até mesmo, a realização de novas leituras de uma determinada

realidade. Ao mencionar esse uso, o estudante parece ter considerado a mesma posição dos autores Castro e Carvalho (1992): “quando o aluno chega ao ponto de interrogar o objeto de estudo em sua gênese, buscando as razões ou os motivos que o engendraram, tentando acompanhar as modificações que lhe foram feitas” (CASTRO; CARVALHO, 1992, p. 232) as características da ciência não sendo compreendidas com maior clareza pelos alunos.

De modo igualmente satisfatório, L₂₁ lembrou uma aula ministrada na qual abordou o mesmo contexto histórico que utilizamos posteriormente na intervenção desta pesquisa, a observação microscópica de Robert Hooke.

eu tinha um livro [...] do Amabis [...] que trazia esse contexto histórico celular, por exemplo. E explicava a célula lá desde seu histórico, descobrimento. Que na verdade não era um microscópio, e sim era um instrumento que facilitava uma visualização maior do que o olho humano. Então, eu trouxe esse contexto histórico antes de entrar com a constituição celular né. Então eu trouxe que existia, então, o instrumento, uma pessoa, um cientista que descobriu o instrumento. Produziu, nem descobriu, ele produziu o instrumento que facilitava, tinha uma amplitude maior e que enfim, em função disso houve uma concepção maior de conhecimento em relação a estrutura celular. E aí, a medida que eu vinha trabalhando esse conteúdo historicamente, quando cheguei nos momentos mais difíceis de célula que seriam os nomes, a estrutura, os meus alunos já estavam sabendo mais. [...] quando você tá num conteúdo que é base como a questão celular, os outros órgãos, os outros organismos ficam mais fácil pra que eles compreendam, porque tiveram essa questão histórica né, bem desenvolvida. E nossos professores de hoje em dia infelizmente não tem esse contexto histórico, e aí fica difícil pro meu aluno entender. [...] o contexto histórico facilitaria pra esse aluno a compreensão geral do conteúdo (L₂₁).

Encontra-se neste enunciado a compreensão que pretendíamos evidenciar quando questionamos sobre um exemplo de utilização da contextualização histórica em aulas de Biologia. Esse enunciado permitiu observarmos vários sentidos da prática quando se considera o contexto histórico. Ao apropriar-se do conhecimento do livro didático apontado, o estudante nos sugere que o livro utilizado era bem contextualizado e seu discurso contrapõe às críticas atuais sobre a contextualização histórica existente nesse material didático.

A apropriação e compreensão do contexto trazido neste material didático sugerem ter contribuído para retenção de sentidos por L₂₁ sobre o aspecto social da atividade científica e seu caráter de produção. Produção esta que deu origem a um instrumento importante para o desenvolvimento da pesquisa citológica e é valorizado pelo biólogo, uma vez que enquanto imerso nesse contexto científico, utiliza-se do instrumento. Dessa forma, esse licenciando parece reconhecer que o instrumento dirigiu às pesquisas microscópicas, como também fazem alguns autores, e o acento de valor que atribuiu à História da Ciência está estreitamente ligado à experiência vivida, seu contexto imediato, já que constatou uma melhora na qualidade do

entendimento de seus alunos. Isso implicou considerar que conhecimentos contextualizados em sua base permitem melhores resultados na compreensão geral do assunto estudado.

A efetiva aprendizagem do conteúdo estudado quando amparado por contextos históricos também foi questionada por dois licenciandos em uma das questões que compõe esse bloco analítico. Eles alegaram uma relativa contribuição da História da Ciência no ensino, pautados numa mesma perspectiva: “*por que tenho que ver isso aqui?*” (L₃). Ponzio (2010) diz que, ao pensar as próprias coisas, o sujeito trava um diálogo entre o que ouviu e/ou leu e si mesmo. Nesse sentido, esses licenciandos assumiram uma postura pedagógica refletindo acerca da própria prática e também questionando seus limites. Em L₁₇ essa apropriação fica mais saliente no trecho “[...] *eles ((os alunos)) também podem indagar a gente ((professores)) [...]*”. Menegassi (2011) nos explica que o interlocutor, ou seja, aquele para o qual dirigimos nossas palavras ou intencionamos dirigi-las, também interfere na construção do sentido em um enunciado. No caso que exemplificamos a seguir, o estudante constrói seu enunciado em resposta à temática da questão da entrevista, mas dirige seu discurso aos professores supervisores do grupo Pibid, expondo a tensão existente entre o necessário uso da História da Ciência explicitado pelos primeiros e seus contrapontos visualizados por ele, o licenciando.

Acho que tem muitos alunos que tem aversão um pouco a história. [...] e... eles também podem indagar a gente, por que aprender História em Biologia? [...] até onde vai o limite ali do professor pegar a parte histórica e trabalhar na sala de aula? E a gente tá ali pra dar aula de Biologia na verdade né? Então eu acho que o professor tem que ter... Tomar esse cuidado também. Mas claro não deixando de lado essa parte histórica (L₁₇).

O argumento de L₁₇ sugere uma compreensão sobre o que se trata a contextualização histórica e a abrangência de sua utilização no ensino. Entretanto, não é possível confirmar empiricamente nesse momento a profundidade dessa compreensão. O que alguns indícios presentes no comentário destacado, bem como no de L₃, que expressiu o mesmo sentido, nos permitem conjecturar, é que há uma decodificação, portanto, o reconhecimento do significado e sentido da palavra História da Ciência como uma abordagem que permite visualizar a História e a Ciência aparentemente desconexas. Isso pode ser visto na contrapalavra de L₁₇ ao expor justamente essa dicotomia: “*por que aprender História em Biologia?[...] E a gente tá ali pra dar aula de Biologia na verdade né?*”.

A autora Alfonso-Goldfarb (1994) esclarece a distinção feita por muitos com a seguinte frase: “não basta juntar História e Ciência para que o resultado final provavelmente seja História da Ciência” (ALFONSO-GOLDFARB, 1994, p. 8). Desse modo, a decodificação parece iniciar-

se na própria fragmentação dos termos (História e Ciência) enquanto campos distintos do enfoque que se propõe a tratar.

Ao fim, em pertinência a última questão deste bloco, notamos as constantes apropriações de discursos alheios e o apagamento desses sujeitos licenciandos.

As limitações em usar contextualizações históricas, presentes em vários discursos, correspondem à falta ou desconhecimento de materiais históricos. Ambos os aspectos imersos nos comentários de L₃, L₁₁ e L₂₁. Além disso, esses comentários dizem respeito a um comprometimento com uma determinada situação social, o que vem a afetar sua significação (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990).

Então os limites é essa falta de material né. Essa falta de material que hoje em dia é escasso. Você tem que... Hoje como a gente está no contato acadêmico meio acadêmico fica mais fácil. Porque você conversa com o professor, orientador. Você conversa com professor de algum programa, você consegue essas fontes mais fáceis. Mas e o professor que tá na rede pública, por exemplo, e que tem interesse em trabalhar essa história? Como é que ele vai conseguir? Ele trabalha quarenta horas, ele tem quase... duzentos, trezentos alunos. Eu tô sendo ainda muito modesto. Tem professor que tem novecentos alunos né, trabalhando em regime de quarenta horas. Ele não tem outro suporte além do livro didático. Então esses são os limites que a gente tem né (L₂₁).

Os discursos condizentes ao anterior abordaram uma limitação explícita que se refere ao livro didático e aos materiais de suporte ao docente, bem como uma limitação mais oprimida, porém permeada em todos os discursos: a escassez de tempo.

Essas limitações encontram respaldo nas bases sociais vivenciadas: o sistema escolar. Mas os comentários apresentados pelos estudantes são principalmente apropriações da experiência alheia, o que faz com que reproduzam integralmente discursos emitidos por professores em diferentes ocasiões, visto que além de vivenciarem a realidade acadêmica também já presenciam parte do cotidiano da escola pública por meio de seus estágios e projetos. Portanto, falas como as características nos trechos: “*a gente está no contato acadêmico meio acadêmico fica mais fácil*”, corresponde à ideia de que o uso da História da Ciência nos conteúdos escolares depende do acesso a materiais que somente a academia possui, o que não é uma realidade.

Essa polifonia permite a seguinte réplica: “você ((estudantes)) que estão no contato acadêmico têm mais facilidade de acesso aos materiais históricos”. Encontra-se embutida no enunciado anterior, em destaque, a ideologia docente de “dar conta do conteúdo”, também observada em outros discursos e, por isso, a tensão entre as vozes desse trecho: “*não tem outro suporte além do livro didático*”. Frisamos que o problema não é a inexistência desse suporte, mas o desconhecimento da existência e das formas de sua abordagem.

Com a recorrência das queixas e dificuldades alheias “[...] a consciência torna-se uma força real, capaz mesmo de exercer em retorno uma ação sobre as bases econômicas da vida social. Certo, essa força materializa-se em organizações sociais determinadas, reforça-se por uma expressão ideológica sólida [...]” (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990, p. 118), ou seja, ao ser replicado, esse tipo de concepção se fortalece nos demais grupos sociais, inclusive na formação inicial.

Neste bloco visualizamos um acento de valor atribuído à História da Ciência que pode ser produto de encontros anteriores do grupo de estudos vivenciado (Pibid), uma vez que, no início do ano corrente, o grupo vinha trabalhando com a leitura e discussão de diferentes textos sobre Epistemologia e Filosofia da Ciência. Estes comentários indicam uma apropriação pictórica do discurso alheio, no caso, dos autores dos textos utilizados.

Os estudantes se posicionaram expressando suas palavras e apreciações a respeito da necessidade desta abordagem em sua formação inicial para tornar as aulas mais significativas; contestar verdades; aprender mais a respeito da própria área de estudo; entre outros motivos. De modo semelhante, atribuíram esses mesmos destaques com vistas ao ensino básico ao vislumbrarem que quando se possibilita o conhecimento acerca da História da Ciência fomenta-se também o interesse dos estudantes. Além disso, permite avançar em níveis de compreensão sobre a relação da ciência com a tecnologia e suas inovações e sobre a própria construção da ciência enquanto repleta de influências. Esses argumentos foram justificados pelos licenciandos que já tiveram experiências docentes no ensino e utilizaram-se da História da Biologia para contextualizar os conteúdos, possibilitar interações e formulações de hipóteses entre os estudantes, além de motivar para o assunto proposto.

Por outro lado, as tensões nas vozes dos professores efetivos, provavelmente da vivência no contexto de estágio e até mesmo da graduação, suas ansias e dificuldades permeiam os enunciados dos licenciandos que os reproduziram em amparo e respeito a essas experiências.

6.1.3 Interface História da Ciência e Ensino.

Neste último bloco analítico, a interface História da Ciência e ensino deveria ser percebida e avaliada pelos estudantes.

Entre aqueles que não ministraram aulas sobre o conteúdo de citologia, tópico abordado na primeira questão deste bloco, observamos uma responsividade para com o uso da história desse conteúdo de modo que os licenciandos imaginaram como seriam planejadas suas aulas. Destacaram o respaldo à (1) produção de materiais didáticos, ou seja, a própria célula; (2) a história desde seu primeiro registro recorrendo-se a Hooke; e ainda a (3) associação com a

realidade do estudante. Nota-se que esses estudantes possuem o sentido da “descoberta da célula” diretamente relacionado à figura de Hooke, como também nós antes da pesquisa histórica contida no capítulo 2. Isso demonstra os sentidos e significados replicados e reproduzidos no contexto escolar, os quais carregamos e reforçamos sem questionar, permanecem até de fato sermos expostos a aspectos que os contestem.

Apresentamos a seguir exemplos desses discursos.

Bom eu não cheguei... que eu me recorde, eu não cheguei a dar aula sobre célula. Mas se eu fosse dar uma aula sobre célula, a primeira coisa que eu ia fazer, que eu gosto bastante de história também, seria procurar como esse conceito atual foi construído durante os períodos históricos. Porque hoje... éh:: o que a gente tem hoje é fruto dos... de várias pessoas que pensaram sobre esse tema anteriormente. E o aluno às vezes, em sala de aula, tem uma visão de que aquilo é feito, surgiu do nada assim. É pronto. O professor impôs aquilo e é pronto. Então tem todo um personagem. Que daí envolve a questão social também depende do... da época. Éh:: entra em conflito alguns conceitos, por exemplo, anatomia humana. Teve época que não se podia estudar, então tem um conflito cultural e social aí no meio, e o aluno tem que perceber isso na sala de aula (L₁₇).

Os comentários de L₁₇ dizem respeito a um diálogo com um contexto imaginado, ou seja, reflexões de como organizaria suas aulas destacando primeiramente sua preparação teórica no assunto, o que demonstra o desconhecimento sobre “*como esse conceito atual ((célula)) foi construído durante os períodos históricos*”. Torna-se possível perceber em seu discurso uma reflexão epistemológica de que os conhecimentos atuais são construídos em meio a tensões, como o exemplo que nos apresenta acerca da anatomia e a discussão em torno do uso de cadáveres humanos para este estudo.

L₁₇, assim como L₁₁, defende a necessidade de mostrar que um determinado conceito não nasce pronto, mas é resultado de um pensamento conjunto que foi reformulado por inúmeras pessoas. Demonstrou também compreender o papel de *um personagem* imerso em *conflito cultural e social*, ou seja, o estudante esboça seus conhecimentos sobre o papel do meio externo na formação do homem, de suas ideias e atividades.

Foi possível perceber, por meio do discurso de L₁₇, que os aspectos discutidos em encontros anteriores do grupo de estudos Pibid são refratados uma vez que a apropriação feita em seu enunciado estende as fronteiras dos discursos alheios, apresentando argumento e exemplos.

Por outro lado, em outro discurso, observamos a estratégia de condução do conhecimento sobre células na sala de aula vinculada à realidade do aluno, paralelamente ao que L₃ fez referência quando mencionou a importância que fazer correlação do objeto estudado com outros do cotidiano. Dessa mesma forma, L₂₀ valorizou os instrumentos para uma maior aproximação

com o real. Planejamentos como estes, vão de encontro com o discurso anteriormente destacado por um licenciando que alegou ter utilizado a História da Ciência para ensinar o conteúdo celular. Relembramos que, no trecho em que esse aspecto foi destacado, L₂₁ afirmou resgatar o contexto histórico da construção do conceito possibilitando a aprendizagem das estruturas celulares por seus alunos.

No enunciado do mesmo estudante, apresentado a seguir, observamos as tensões de “valores sociais de orientação contraditória” (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990, p. 66), pois diferentemente do defendido em outra questão, L₂₁ salientou o uso de objetos concretos e cotidianos para a aprendizagem do conceito de célula, mas não menciona o amparo na história da construção desse conhecimento.

eu trago a realidade do meu aluno pra realidade do estudo celular, da sua constituição. A questão de um ovo, por exemplo, né? A estrutura de um ovo, me lembra muito uma célula pra mim. Tanto que ela é considerada uma macro célula. Então assim, por que que eu vou trazer a relação de um livro didático, que meu aluno nunca viu, nunca presenciou, pra que ele estude aquele determinado conteúdo numa questão celular, se eu posso trazer exemplos do seu cotidiano seu dia-a-dia para que facilite essa compreensão do conhecimento né? [...] Então, dessa forma, trazer a realidade dele pro contexto mais científico (L₂₁).

Na perspectiva de L₂₁ o conceito de célula é abstrato para ser caracterizado pelos exemplos trazidos pelo livro. Assim, um contato mais próximo da realidade auxiliaria os alunos a partirem de seus conhecimentos prévios para outros mais complexos e cientificamente compartilhados. Contudo, analogias como a expressa pelo estudante, podem levar a ideias alternativas já que, por exemplo, o conceito de ovo, na Biologia, corresponde ao zigoto gerado após a fecundação e ali temos uma célula diploide, ou seja, composta por pares de cromossomos paterno e materno.

Apresentamos na sequência os discursos que avaliaram o contexto trazido por esse material didático utilizado na prática docente diária. Aspectos que envolvem a contextualização histórica nos livros didáticos foram avaliados como superficiais, lineares, cronológicos ou nominais; inexistentes e, quando muito, relacionados a alguns conteúdos específicos. O enunciado a seguir, representa os discursos que expressaram esses aspectos.

Que eu notei assim, alguns livros didáticos são aqueles mesmos conteúdos históricos sobre um determinado conceito. Por exemplo, célula. Só que é um conteúdo histórico meio superficial. Só fala o nome de quem descobriu, a data da... da descoberta. Então fica meio superficial [...] a célula, fala da questão, da... fabricação do microscópio né? Da visualização das... das células de

Robert Hooke. [...] não amplia muito essa área. [...]É tudo muito esporádico assim. (L₁₇).

L₁₇ apresenta seu acento valorativo e avaliação sobre o livro didático destacando a fragmentação de conhecimentos e valorização da tecnologia, em detrimento da construção da ideia. Sendo assim, da maneira como é apresentado o conteúdo pode acarretar uma interpretação que concebe o conhecimento pronto e imutável.

Por fim, as últimas questões referentes a esse bloco analítico dizem respeito ao enfoque histórico em sua formação e significados construídos de experiências nas quais estavam presentes. Se por um lado alguns licenciandos confirmaram a existência do respaldo teórico em alguma disciplina da sua formação superior, outros alegaram sua inexistência. Apresentamos a seguir exemplos representativos desses extremos.

A maioria dos professores nunca utilizou a História da Ciência na sala de aula. Se utilizou, foi bem esporádico, superficial, daquele jeito que eu comentei anteriormente, mas não com o objetivo de mostrar que a ciência é sempre construída, não é uma verdade absoluta. Isso... realmente nunca aconteceu. Eu sinto falta disso pra falar a verdade. Poderia ter até uma matéria assim específica falando sobre isso. Seria bem interessante (L₁₇).

A professora sempre falava desde o começo lá de todos os filósofos. Daí dizia qual era o pensamento de cada um. [...] Ela sempre falava, enfatizava que, por exemplo, tem os erros também. Aquele negócio do pescoço da girafa, uma coisa assim que não tava certa, mas os livros didáticos trazem isso como uma verdade. Mas também não é bem assim né? Trazem como ele errou tal, mas ele também fez bastante esforço, contribuiu. Coisa que não falam, fala só disso. É uma coisa básica que tem no livro, assim né, rapidinho (L₃).

Para L₁₇ a abordagem da História da Ciência não consiste em episódios isolados, dogmáticos, e sem a devida referência ao percurso de sua construção. Ao contrário, deveria ser o momento de tensões entre a ciência mostrada e a ciência real. Para L₃, o desenvolvimento das ideias na ciência foi abordado não apenas iniciando pelas primeiras concepções “*desde o começo lá de todos os filósofos*”, mas também destacando que os erros na ciência são parte das construções das ideias. Ao citar o exemplo do pescoço da girafa, apropriou-se das reflexões construídas na disciplina ou aula vivenciada e trouxe para seu contexto imediato o argumento de que existem fatos mais pronunciados do que a verdadeira contribuição dada por um pesquisador. O pensamento de L₃ é coerente com as palavras de Martins (1998), para a qual a hipótese da herança de caracteres adquiridos atribuída a Lamarck “*ocupa um lugar secundário*” (MARTINS, 1998, p.19) em sua teoria.

Tal dicotomia presente nos discursos anteriores referente à História da Ciência em sua formação inicial deve-se ao perfil dos estudantes participantes da pesquisa que, por terem sido escolhidos de modo aleatório, correspondem a diferentes anos da licenciatura, entre o segundo e quinto ano do curso. Além disso, a contradição observada nos enunciados refrata seu próprio contexto já que a disciplina que dá respaldo a esse enfoque passou a vigorar no ano de 2011. Com isso, cursos em andamento não contemplaram alterações, o que indica que a alegação da inexistência da disciplina faça parte do contexto de estudantes já em fase de conclusão de curso.

Já L₃ e L₁₁ que confirmam a existência da disciplina destacam-se pela contradição de apreciações. Enquanto L₃ alega ter sido preparado para os debates em torno da História da Biologia e reflexões sobre os erros da ciência, fundamentais para seu desenvolvimento, L₁₁ diz necessitar de maior enfoque, para que assim possa ensinar para os alunos dos quais um dia será docente. Também é difícil constatar essa preparação no momento em questão, dado que a pequena amostragem permite subjetividades de apreciação, como por exemplo, afinidades com o conteúdo, didática adotada para o ensino da História da Ciência bem como enfoque do aspecto histórico por parte do professor ou professora que tenha lecionado a disciplina, além da própria formação deste profissional.

O significado atribuído à didática e ao próprio conteúdo utilizado em algum momento da formação foi destacado em outros discursos, ao retomar na memória fatos da vida escolar, nos quais houve uma contextualização histórica ou pelo menos esboços dela. L₂₁ nos mostra que seu acento valorativo à Biologia e a própria história da disciplina foram determinantes para a constituição dos sentidos de sua carreira profissional.

[...] elas ((as professoras)) trabalhavam o contexto junto, dessa forma possibilitavam demonstrar, por exemplo, que estudiosos antigos, que na verdade não se denominava botânicos, já estudavam as plantas naquela época. [...]. A história no Ensino Médio pra mim foi muito bem contextualizada. Eu acho que por isso que eu caí nas Ciências Biológicas, por essa atração, por essa curiosidade. Por saber essa história e continuar seguindo a história que eu me apaixonei pela Biologia e principalmente na educação hoje (L₂₁).

Ao reconhecer a importância da didática de seus professores, em algum momento de sua formação estudantil, L₂₁ avaliou que a aprendizagem pode tornar-se significativa quando implica em “alargar os horizontes intelectuais de seus alunos” e “dar-lhes uma sensação de que há muitas grandes questões que merecem reflexão e consideração” (MATTHEWS, 1994, p. 4, tradução nossa)⁴⁵.

⁴⁵ “[...] to widen the intellectual horizons of their students, to give them a sense that there are many big issues that deserve reflection and consideration.” (MATTHEWS, 1994, p. 4).

Como síntese das entrevistas iniciais, apresentamos na sequência as considerações gerais acerca dos principais elementos encontrados e correspondentes a esse momento de coleta de concepções prévias. Dividimos os resultados em dois grupos:

- a) Licenciandos (as) que possuem ideias gerais, superficiais sobre a História da Ciência e suas possibilidades para o ensino:
 - apresentam concepções incoerentes sobre a natureza da ciência e do trabalho científico em consonância com as observadas em diferentes pesquisas a nível nacional e internacional;
 - apropriam-se de considerações do senso comum para avaliar a importância da ciência para a vida social;
 - reconhecem a contextualização histórica para o ensino de disciplinas científicas com o único intuito de promover interesse sobre o assunto, chamar a atenção, utilizando-se para isso anedotas, lendas, etc.
 - reproduzem discursos alheios sobre as limitações da contextualização histórica do ensino de Biologia sem argumentá-los com sua própria vivência;
- b) Licenciandos (as) cuja compreensão se pauta na interpretação de alguns aspectos da História da Ciência e retenção de sua importância para o ensino:
 - demonstram senso crítico frente à atividade científica considerando suas influências e impactos sociais;
 - identificam ideologias que respaldam a relação sociedade, ciência e cientista, bem como as ideologias presentes no próprio sistema de ensino;
 - avaliam os resultados positivos vivenciados por experiências de contextualização histórica em aulas de Biologia;

Apesar dessa separação, alguns discursos transitaram em ambos os grupos, ora apresentando níveis diferentes de compreensão sobre a importância da História da Ciência no ensino, ora exibindo uma carência de conhecimentos a seu respeito. As dificuldades apresentadas por alguns desses estudantes sobre a ciência, a História da Ciência e seu próprio uso no ensino, podem ser justificadas pelo fato que alguns deles não possuem a componente curricular “Epistemologia e História da Ciência” na grade de seu curso, uma vez que a reformulação ocorrida em 2010 vigorou apenas para turmas que iniciaram em 2011. Nesse sentido, é o contexto do Pibid juntamente com a disciplina supracitada que podem ter emergido nos discursos daqueles que consideraram as influências, mutabilidades e demais características da ciência. Tais contextos promovem discussões e reflexões sempre que possível sobre a temática, salientando a unanimidade entre os cinco estudantes entrevistados acerca do interesse em conhecer mais sobre a História da Ciência dedicada.

6.2 Intervenção realizada.

Apresentamos a seguir alguns momentos resultantes do curso sobre a História da Ciência com enfoque na Biologia realizado no grupo de estudos Pibid/Biologia.

A escolha dos recortes aqui destacados buscou permitir ao leitor a compreensão do processo no qual os licenciandos do Pibid passaram para a construção de suas conceituações sobre a História da Ciência. Este percurso teve como foco o estudo do episódio histórico de Robert Hooke sobre a observação da cortiça.

Tal episódio ilustra alguns aspectos da atividade científica e, desse modo, constituiu-se nosso ponto de partida a reprodução do experimento de Hooke por meio da observação sobre finos cortes de cortiça em uma lupa. Entretanto, buscando considerar os motivos e as necessidades para a realização dessa nova atividade, procuramos incluir esses estudantes “na solução dos problemas cognitivos, o que lhes ajudará a conhecer mais acerca do mundo que os rodeia” (TALIZINA, 2000, p. 38, tradução nossa)⁴⁶.

É também a partir dessa consideração que optamos por não informar inicialmente aos licenciandos sobre o material a ser visualizado, nem sobre o episódio histórico a ser tratado. Esse procedimento buscou contemplar os aspectos necessários para uma nova atividade: desenvolvimento sensorial, atenção, memória, pensamento e a linguagem, imaginação (TALIZINA, 2000) e, sobre tudo, o pensamento hipotético analisado no subitem a seguir.

Talizina (2000) complementa que “estabelecer a identidade dos objetos e suas características” e realizar “ações concretas” sobre objetos do mundo permite “generalizações sobre a base das características externas” bem como sobre “características funcionais”. Nesse sentido, o aluno pode manifestar seu “interesse acerca da causa de origem de um ou outro fenômeno e acerca da estrutura dos objetos” (TALIZINA, 2000, p. 40- 43, tradução nossa)⁴⁷.

6.2.1 Observação da cortiça na lupa.

Para que a relação entre os licenciandos e o fenômeno que propomos para sua ação (episódio histórico - Hooke e a cortiça) incidisse de forma dialética, possibilitamos seu contato direto com o material – observação da cortiça na lupa – e simultaneamente o contato social para

⁴⁶ “[...] en la solución de los problemas cognitivos, lo que les ayudará a conocer más acerca del mundo que les rodea.” (TALIZINA, 2000, p. 38)

⁴⁷ “establecer la identidad de los objetos y sus características”. “acciones concretas”. “generalizaciones sobre la base de las características externas” [...] las características funcionales”. “interés hacia las causas del origen de uno u outro fenómeno y hacia la estructura de los objetos”. (TALIZINA, 2000, p. 40-43)

a exposição de sentidos e significados. Esses sentidos e significados passíveis de análise a partir da enunciação decorrem da interação entre dois ou mais sujeitos que, uma vez estabelecidos socialmente, constituem-se locutores e interlocutores que falam a partir de um mesmo contexto (MENEGASSI, 2011).

Desse modo, essa situação-problema deveria criar a motivação (TALIZINA, 2000) ainda que não expressasse os motivos que os levaram a ela (LEONTIEV, 1978). A ação torna-se coerente na medida em que “produz o desejo de encontrar a solução e leva-os a fazê-lo” (TALIZINA, 2000, p.139-140, tradução nossa)⁴⁸.

Nessa perspectiva, destacamos a seguir o episódio no qual se evidenciam as interações discursivas ocorridas entre os integrantes de um grupo de licenciandos durante a observação do objeto na lupa. Vale ressaltar que em nenhum momento das observações na lupa os licenciandos foram informados sobre a identificação do material a ser visualizado, portanto, o episódio da História da Biologia que seria abordado.

Episódio 1

(1) P: [...] a proposta é: na folha de papel alguém que tem dotes de desenho fazer um esboço tá, com ajuda dos demais do grupo, daquilo que tá vendo. No verso, fazer anotações sobre essa visualização. Fazer... definir, ali o que tá vendo, as diferenças, tomar nota de tudo que te achar importante dessa visualização, pra gente discutir depois [...].

(2) L₆: Parece um pedaço de espuma. ((Discussão interna no grupo))

(3) L₁₈: Não parece aquela... cortiça? ((Discussão interna no grupo))

Ao ouvir esse pronunciamento a pesquisadora media questionando:

(4) P: O que você acha que parece?

(5) L₁₈: Cortiça.

(6) P: Anota aí então.

(7) L₁₈: Parece, mas...

(8) L₆: Pra mim isso é espuma. A cor aqui é de cortiça, mas parece espuma.

(9) L₁₇: É uma cortiça! O que representa aquele desenho lá? ((risos))

(10) L₆: Vocês foram rápidos na investigação. ((risos))

⁴⁸ “[...] produce el deseo de encontrar la solución y conduce a que intenten hacerlo” (TALIZINA, 2000, p.139-140).

(11)L₉: *O que ele disse?*

(12)L₁₇: *É cortiça!*

Nesse momento, após a pergunta de L₉, L₆ explica o raciocínio lógico possibilitado na interação com L₁₇:

(13)L₆: *É pra ser cortiça. Mas tava meio branco assim. Parecia espuma. Daí a gente ficou... Será? Daí ele olhou no quadro e disse, o que que parece pelo jeito que foi cortado?* ((Interação entre L₆, L₁₇ e L₉ sobre o corte)).

Nas interações verbais desse grupo observamos três modificações nos discursos: inicialmente (turnos 2 e 3) destaca-se a formulação de hipóteses. L₆ imediatamente após olhar o objeto na lupa recorre a imagens mentais de coisas já reconhecidas e experimentadas no seu cotidiano e lança ao grupo a premissa de que o material poderia ser espuma.

L₁₈, no entanto, provavelmente lembrando-se de outra situação de ensino na qual observou cortes de sùber do sobreiro ou de outra árvore ao microscópio, indaga aos colegas sobre a similaridade do material com a cortiça. Todavia, ao ser questionada pela pesquisadora, recua em dúvida por meio da conjunção adversativa *mas...*, correspondendo ao que Bakhtin/Volochinov (1990) considera como um “ato de compreensão” (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990, p. 61). Ou seja, a continuidade da fala, porém de maneira introspectiva. Vygotsky também avalia que a conversa consigo mesmo é um mecanismo natural que o sujeito recorre para resolver problemas quando defrontado com obstáculos (EMERSON, 2010).

As hipóteses estabelecidas pelos dois primeiros licenciandos (L₆ e L₁₈) conduzem ao segundo momento no qual observamos a busca desses estudantes por evidências e comparações caracterizadas nos turnos 8 e 9. Enquanto L₆ estabeleceu relações entre os fenômenos observados como a cor e a textura, L₁₇ utilizou-se do pensamento lógico para associar o material visualizado à forma de uma rolha. Tais considerações direcionaram o grupo ao terceiro e último momento no qual ocorreu a discussão e conclusão dos eventos plausíveis à observação caracterizados no turno 13.

Essa conclusão perpassa pela negociação de significados construídos pelos diferentes integrantes do grupo como a relação da cor com a textura e com o corte, explicados por L₆.

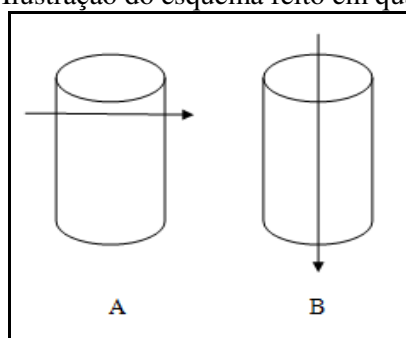
A esse respeito Bakhtin/Volochinov (1990) nos chama atenção para o fato de que toda compreensão de signos, seja interna ou externa, depende da situação em que se forma, o meio, sendo sensível a ele. Essa compreensão está caracterizada pela participação interativa entre os sujeitos do grupo destacado. Até a introspecção representa os fatos vividos no exterior para esclarecer os signos internos, disso depende sempre uma situação social. Na perspectiva de Luria

(1986), os licenciandos não captaram as coisas apenas por sua aparência imediata, mas traçaram possíveis paralelos entre suas relações com outras coisas de modo que ultrapassassem a experiência dos sentidos. Foi assim que formaram conceitos, ainda que abstratos, para o estabelecimento de relações mais profundas com a essência do objeto. A ação realizada pelos licenciandos, ou seja, a observação de um material por meio de um instrumento auxiliar correspondente a seu “[...] *horizonte social*” definiu e estabeleceu “a criação ideológica do grupo [...] e da época a que pertencemos, um horizonte contemporâneo da [...] nossa ciência [...]” (BAKHTIN/ VOLOCHINOV, 1990, p. 112).

É preciso considerar que o esquema realizado no quadro de giz pela pesquisadora, simbolizando um cilindro tridimensional (FIGURA 2), possa ter induzido a percepção e as deduções lógicas do licenciando ao relacionar o esquema com a forma da rolha. Bakhtin/Volochinov (1990) analisa que não há atividade mental sem sua respectiva expressão semiótica. Portanto, a expressão organizou a atividade mental desses sujeitos (FREITAS, 1997). Ponderamos, ainda, que a própria pesquisadora, inconscientemente, tenha utilizado símbolos em consonância com o objeto de corte, refratando a própria pesquisa.

Recorrendo a Bakhtin/Volochinov (1990), “a palavra revela-se, no momento de sua expressão, como o produto da interação viva das forças sociais” (Bakhtin/Volochinov, 1990, p.66). Essa expressão, em nosso caso, foi uma ilustração que representava a rolha, palavra ainda não dita.

Figura 2- Ilustração do esquema feito em quadro de giz.



Fonte: Elaborado pela pesquisadora.

Ocorre que a compreensão dada à referida imagem relaciona-se à situação em que se encontra. Reforçamos que é “a experiência exterior, que acompanha e esclarece todo signo interior. Essa situação é sempre uma *situação social*” (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990, p. 62), aqui representada pela sala de aula.

Além disso, o reconhecimento de um material (cortiça) com base em seus conhecimentos prévios, observação na lupa, esquematização e descrição pode estar representando nestes

discursos a importância que a motivação inicial do curso representou para o interesse e estudo de História da Ciência. Nas palavras de Bakhtin/Volochinov (1990), “a situação social mais imediata e o meio social mais amplo”, no caso o grupo de estudos e reflexões Pibid/Biologia e o contexto compartilhado, a graduação, “determinam completamente e, por assim dizer, a partir do seu próprio interior, a estrutura da enunciação” (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990, p. 113).

Após os grupos já terem visualizado e retomado seus lugares, a pesquisadora iniciou as interações com o grande grupo, isto é, todos os licenciandos, questionando as observações feitas sobre o material, como transcrevemos na continuidade desse encontro:

(14)P: *E aí pessoal, podemos seguir? Vou começar aqui pelo grupo da L₁₄. Que material que vocês acham que é?*

(15)L₁₄: *A gente acha que é cortiça.*

(16)P: *Por quê?*

L₁₇ interfere na fala do outro grupo de modo sarcástico, uma vez que possivelmente construiu seu sentido à pergunta da pesquisadora (turno 14) relacionando as hipóteses dos momentos iniciais à figura representativa no quadro de giz.

(17)L₁₇: *Porque parece cortiça. ((risos))*

(18)L₁₀: *A gente na verdade acha que pode ser também espuma ou tecido vegetal. A gente não conseguiu definir qual que é, mas...*

(19)P: *Espuma ou?*

(20)L₁₀: *Tecido vegetal.*

(21)P: *Vocês anotaram algumas características?*

(22)L₁₀: *A gente fez um desenho do começo de que a gente achava que era.*

(23)P: *Esse desenho, assim, o que você pode definir nele?*

(24)L₁₀: *Ah só uns riscos. ((risos)) Não tem uma forma geral nele.*

(25)P: *Mas parece a estrutura de uma célula vegetal ou não?*

(26)L₁₈: *É, exatamente! Parece célula vegetal.*

(27)P: *Então, parece células?*

(28)L₁₈: *Eu acho que sim.*

(29) Grupo: *Só riscos.*

(30) P: *Só riscos? Mais riscos que células?*

(31) P: *O grupo ali da... L₂ ou da L₂₀, o que vocês acham que é?*

(32) L₁₉: *Ah ele tem... Delimitações né, paredes, não sei se parece parede celular ou uma estrutura mesmo. Mas ela tem estrutu/... Éh.: compartimentos vazios, que poderiam ser... Poderiam ter sido de uma célula ou só fibras também né.*

(33) P: *Vocês acham que é um material de que tipo? Chegaram a uma conclusão?*

(34) L₂: *A gente pensou a princípio que fosse cortiça também.*

(35) L₁₉: *Espuma também né? Você falou espuma. Pode ser algum tecido morto.*

(36) P: *E aqui gente? ((referindo-se ao próximo grupo))*

(37) L₅: *Eu achei que fosse espuma.*

(38) L₉: *Tem diferença entre os dois cortes.*

(39) P: *Você vê diferença?*

Nesse momento, L₉ pertencente ao grupo cujas discussões iniciais apresentamos no primeiro episódio analisado, faz a seguinte análise inferencial:

(40) L₉: *No corte horizontal dá pra ver dois feixes. Não sei, eu interpretei isso. É!, dá pra ver! Por cima é só dispersas, dá pra ver só algumas células dispersas. No corte longitudinal dá pra ver que elas tem um alinhamento, enfileiradinho.*

(41) P: *Mais alguém chegou a essa definição que o L₉ falou? Escutaram a definição do L₉ gente? Ele falou assim, você quer repetir? Que você falou muito bem.*

(42) L₉: *No corte longitudinal, não sei, nesse microscópio segundo aqui deu pra ver bem. Éh.: dá pra ver um enfileiramento assim das células. E no corte, no transversal, dá pra ver só as células... Células? Não sei! Só... Dispersas assim. Sem ordem nenhuma, e no outro corte da pra ver elas enfileiradinhas assim, um padrazinho.*

Esse discurso caracteriza um deslocamento, ou seja, a construção de um discurso novo que mobiliza também novos conhecimentos, novas formas de pensar nas questões de um tempo e contexto diferentes. Também esse discurso dá um significado novo à ideia de Hooke quando se deparou com as mesmas estruturas na lupa. “[...] se você cortar fora um pedaço de uma borda de cortiça transversalmente na horizontal, você irá, por assim dizer, dividir os poros, e eles vão aparecer como estão expressos na figura B do Esquema XI ((compartimentos enfileirados)). Mas se você cortar fora uma parte muito fina deste pedaço, paralela à superfície dele, você irá cortar

todos os poros transversalmente, e eles vão aparecer quase como estão expressos na figura A ((bolhas dispersas)) [...]” (HOOKE, 1665, p. 115, tradução nossa).

Portanto, a habilidade de percepção de L₉ aparece mais pronunciada, em um gênero de discurso científico, e ainda, em responsividade à proposta de tomada de nota das características observadas.

Incentivando a continuidade do diálogo a pesquisadora questiona:

(43)P: *Alguém chegou a essa observação?*

L₆ pertencente ao mesmo grupo de L₉, isto é, grupo considerado no primeiro episódio, se posiciona ativamente:

(44)L₆: *Essa observação que me fez pensar que não é espuma. A princípio eu olhei, falei, parece meio com espuma né, mas... A espuma é formada por... por... Assim, o composto que libera gás, e o gás escapando e fazendo esses espaços aleatoriamente. Mas ela tá enfileirada então... Tá muito com cara de tecido. Não sei se dá pra afirmar que é cortiça. Segundo o L₁₇ falou, o corte aí parece uma rolha. ((risos))*

(45)L₁₇: *É que eu fiquei na dúvida. Eu tava defendendo a teoria artificial, daí eu olhei... Aquilo é uma rolha poxa! ((risos))*

L₂₁ entendendo o artificial como uma espuma sintética, parece querer atuar na ZDP dos colegas refutando:

(46)L₂₁: *Eu já observei no microscópio polietileno, que é uma estrutura que forma espuma, e não tem nada de parecido.*

L₂₁ demonstra sua habilidade de pensamento e linguagem do turno anterior e em decorrência disso, inicia-se, a seguir, a interação diante de uma situação social que moldou e afetou a significação dos demais colegas (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990).

(47)L₁₃: *Ela é uniforme ou não?*

(48)L₂₁: *Não.*

(49)L₁₃: *Ela não é uniforme? É aleatório?*

(50)L₆: *É o que eu falei, o gás é liberado e faz espaços aleatórios. No começo eu falei, muito provavelmente que é cortiça. A gente viu ali macroscopicamente também e, tem cor de cortiça. No microscópio você fala que não, mas olhando por fora assim, tem cor de rolha.*

(51)L₁₃: *Cor de rolha!* ((risos))

(52)L₆: *Senti um aroma de vinho tinto assim.* ((risos))

O auditório social do qual os discursos desses licenciandos emergiram permitiu a construção de “[...] suas deduções interiores, suas motivações, apreciações, etc.” (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990, p. 113) observadas nos enunciados para os interlocutores reais, colegas da interação e a pesquisadora.

Verificamos que a observação do objeto na lupa pelos licenciandos, sem sua identificação prévia, permite verificar a ênfase primeiramente no material, posteriormente, na estrutura propriamente dita. A ação perceptiva possibilitou a formação de imagens sensoriais associadas a objetos. É também assim que Vygotsky concebe o desenvolvimento do sujeito. Fala e comportamento interagindo numa dinamicidade tal que, “primeiramente, a fala acompanha a ação; depois, a precede e, finalmente, a substitui – isto quer dizer que o discurso assume a função de planejamento, tão essencial para os processos mentais mais complexos. (VYGOTSKY, 1978d, p.27-28 apud EMERSON, 2010, p. 81).

Nestes discursos há um tipo de compreensão associativa na qual os participantes procuraram dar sentido ao que viam, associando o objeto a algo mais próximo de sua realidade no nível macroscópico, ou seja, existentes em seu meio social e cultural: “*parece espuma*” (L₆). Isso pode ser observado no discurso de alguns licenciandos (turnos 18, 35 e 37).

Não podemos afirmar que os discursos buscavam, nesse momento inicial, refletir o significado real do objeto a cortiça ou as delimitações de suas células, já que como nos ensina Vygotsky (1987) o significado das palavras encontra-se em uma interface entre pensamento e linguagem que se constituem fenômenos distintos.

Em outras palavras,

[...] o pensamento está presente em sua totalidade e num só momento, mas na fala tem que ser desenvolvido em uma sequência. Um pensamento pode ser comparado a uma nuvem descarregando uma chuva de palavras. Exatamente porque um pensamento não tem um equivalente imediato em palavras, a transição do pensamento para a palavra passa pelo significado. Na nossa fala há sempre o pensamento oculto, o subtexto (VYGOTSKY, 1987, p.128).

No ponto de vista adotado, a palavra espuma pode representar uma forma de pensamento que estabelece uma analogia entre este objeto mais próximo e a cortiça, constituindo enunciados do gênero primário, ou seja, da sua vida cotidiana. Dito de outro modo, os estudantes podem ter tirado conclusões ainda que não tivessem a experiência pessoal que correspondesse a elas (LURIA, 1986). Esta relação tornou-se clara nos discursos posteriores que evidenciam uma

compreensão oscilante em que as palavras transitavam entre as definições de espuma e cortiça: “[...] *pode ser também espuma ou tecido vegetal*” (L₁₀), (turnos 17, 18, 34 e 37), estabelecendo assim o início de uma absorção do gênero primário pelo secundário no qual os discursos dirigem-se a um estilo científico (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990).

Acerca desta compreensão oscilante, Talizina (2000) discorre que a quantidade de características extraídas de um dado objeto depende dos conhecimentos que se tem sobre ele e do arcabouço conceitual dominado. Para ela, o ato de relacionar um objeto a um dado conceito pressupõe a presença de características nesse objeto, que são compartilhadas por outros objetos, os quais também se conhecem.

Relembrando aqui que Hooke também buscou observar objetos com características similares, porosas, como o favo de mel vazio, o pelo de animal, a pedra-pomes, esponja e a cortiça. Essas características não precisam ser suficientes ou necessárias para concluir sobre o objeto em questão, mas são suficientes para relacioná-lo como tal. A forte relação estabelecida entre objeto e conceito pressupõe a presença das características de um dado conceito no objeto (TALIZINA, 2000), o que permitiu que os discursos passassem para uma compreensão definitiva. Diante dela, os discursos de uma compreensão associativa passaram a ser provisórios, possivelmente para estabelecer outras confrontações (GIORDAN; VECCHI, 1996). Os discursos que caracterizam essa transição podem ser apreciados nos turnos 15, 17, 20 e 26: “*Parece célula vegetal*” (L₁₈). Isso demarca outra fase da observação em que o conhecimento e a compreensão estruturam-se rompendo com ideias e concepções para confrontar com conceitos e modelos, generalizações e formulações (GIORDAN; VECCHI, 1996).

Observamos a seguir, discursos ligados especificamente à estrutura do objeto de análise, assim, notamos a compreensão dos licenciandos pela textura, por exemplo, quando se menciona que: “*Pra mim isso é espuma*” (L₆).

A espuma sintética, sólida, se bem considerada realmente apresenta-se com compartimentos aleatórios, vazios, que apresentam similaridades com o corte transversal da camada de cortiça, excetuando-se na constituição de suas limitações. Em outros discursos, notamos também uma compreensão pela cor, que pode ser representada pela frase de L₆ ao considerar que o material tem “*cor de rolha*”. Esta também é uma característica que poderia ser similar à espuma. A compreensão pela estrutura apresentou discursos opostos, L₁₀ que não identificou uma estrutura em si (turno 24) e L₁₉, bem como L₉, que as definiram de forma detalhada (turnos 32, 40 e 42).

Aqui é possível notar um resgate a conceitos como delimitações, compartimentos, estruturas como bem apresentado no discurso do turno 32 e que remetem a definição de célula vegetal, ainda que a imagem visual não corresponda exatamente ao conceito que se espera

(NATADZE, 1991). Isso nos reporta às pesquisas vygotskianas no sentido de que a formação dos conceitos resulta da atenção, abstração, da generalização e da imaginação durante um processo educativo, ou seja, através das experiências com o material (PEDRANCINI; CORAZZA; GALUCH, 2011). Desse modo, os discursos avançaram em complexidade, indicando que a compreensão pelo corte ocorreu em função da comparação e análise de seus detalhes (turnos 40 e 42).

A compreensão do corte pela ilustração parece ser uma busca dos sujeitos em estabelecer conexões a suas impressões, estágio que Vygotsky chama de formação de conceitos (VYGOTSKY, 2001). Nesse momento, ao retomar na lembrança o discurso de L₁₇ do grupo inicial de observação, que comparou o esquema cilíndrico no quadro de giz com a rolha, L₆ realiza uma compreensão, quebrando a analogia inicial – espuma. Esta ruptura foi estabelecida a partir do momento em que a mediação realizada por um companheiro mais experiente, L₂₁ (turno 46) parece ter atuado na Zona de Desenvolvimento Proximal dos colegas.

Dessa forma, notamos discursos de uma prática que, conduzida por uma motivação inicial, desencadeou o desenvolvimento de abstrações, generalizações e formações de conceitos, características de uma situação problema da criação científica. Nela, a atividade exigiu que os alunos trabalhassem dando significados aos conceitos e às características do fenômeno em questão, fato também evidenciado por Pedrancini, Corazza e Galuch (2011). Nesse sentido, também Bakhtin destaca que “nas esferas de criação (principalmente científicas) [...] só é possível um grau muito relativo de exaustão do sentido; nestas esferas somente se pode falar num mínimo de conclusividade que permita adotar uma postura de resposta” (BAKHTIN, 1998, p. 12, tradução nossa)⁴⁹.

Essas interações discursivas são coerentes com a análise de Talizina (2000) ao nos esclarecer que, quando o estudo de um objeto se dá por meio do descobrimento das suas características essenciais – como no caso a cor, textura e estrutura – presentes em todos os fenômenos ou em qualquer objeto de estudo, o aluno apoiando-se nesta essência, abstrai outros fenômenos particulares – similaridade com um tecido vegetal, padrões de estrutura característicos e conceitos científicos.

Consideramos ainda que a reprodução de um experimento histórico da ciência promove a validação do conhecimento além de permitir ao aluno reviver sua construção de modo que possa reconstruir significados, contrapalavras. Subsidiada por uma teoria, resgatou os aspectos do experimento no momento em que Hooke o realizou, fomentando criatividade e curiosidade

⁴⁹ “[...] em las esferas de creación (sobre todo científica) [...] sólo es posible um grado muy relativo de agotamiento del sentido; en estas esferas tan sólo se puede hablar sobre um certo mínimo de conclusividad que permite adoptar una postura de respuesta” (BAJTÍN, 1998, p. 12).

(PRESTES, 2011). A utilização de um experimento da história consiste em uma ferramenta que possibilita ao aluno identificar os elementos que compõem os diferentes métodos científicos (SILVA; PRESTES, 2011), dá oportunidade de revivenciar na prática a ciência construída anos atrás (ALLCHIN, 2004), porém com as significações e conhecimentos atuais, e ainda, quando aliada à motivação, permite construir atitudes mais adequadas frente ao trabalho científico, evidenciando que experimentos também são, e fazem, parte das pesquisas (POZO; CRESPO, 2009).

Em síntese, a intervenção realizada correspondente à observação na lupa possibilitou visualizar nos enunciados algumas das funções psicológicas básicas e essenciais a uma nova atividade escolar, identificadas na formação dos sentidos, função importante dos motivos construídos pelos estudantes com seus pares, conforme preconizada por Talizina (2000). Essas funções encontram-se sintetizadas no quadro a seguir:

Quadro 4- Funções Básicas caracterizadas na atividade Motivacional realizada.

FUNÇÕES PSICOLÓGICAS BÁSICAS	DISCURSOS QUE AS EVIDENCIAM
Percepção sensorial	<p>L₆: <i>Parece um pedaço de espuma.</i> L₁₈: <i>Não parece aquela... cortiça?</i> L₁₈: <i>Parece, mas...</i> L₁₄: <i>A gente acha que é cortiça.</i> L₁₇: <i>Porque parece cortiça.</i> L₂: <i>A gente pensou a princípio que fosse cortiça também.</i> L₁₉: <i>Espuma também né? Você falou espuma. Pode ser algum tecido morto.</i> L₅: <i>Eu achei que fosse espuma.</i></p>
Atenção	<p>L₆: <i>Pra mim isso é espuma. A cor aqui é de cortiça, mas parece espuma.</i> L₁₀: <i>A gente na verdade acha que pode ser também espuma ou tecido vegetal. A gente não conseguiu definir qual que é, mas...</i> L₉: <i>Tem diferença entre os dois cortes.</i> L₉: <i>No corte horizontal dá pra ver dois feixes. Não sei, eu interpretei isso. É!, dá pra ver! Por cima é só dispersas, dá pra ver só algumas células dispersas. No corte longitudinal dá pra ver que elas tem um alinhamento, enfileiradinho.</i></p>
Memória	<p>L₁₀: <i>A gente na verdade acha que pode ser também espuma ou tecido vegetal. A gente não conseguiu definir qual que é, mas...</i> L₁₈: <i>É, exatamente! Parece célula vegetal.</i> L₂₁: <i>Eu já observei no microscópio polietileno, que é uma estrutura que forma espuma, e não tem nada de parecido.</i></p>
Pensamento e	<p>L₁₇: <i>É uma cortiça! O que representa aquele desenho lá?</i> L₁₉: <i>Ah ele tem... Delimitações né, paredes, não sei se parece parede celular ou uma estrutura mesmo. Mas ela tem estrutu/... Éh:: compartimentos vazios, que poderiam ser... Poderiam ter sido de uma célula ou só fibras também né.</i> L₉: <i>No corte horizontal dá pra ver dois feixes. Não sei, eu interpretei isso. É!, dá pra ver! Por cima é só dispersas, dá pra ver só algumas células dispersas. No corte longitudinal dá pra ver que elas tem um alinhamento,</i></p>

Linguagem	<p><i>enfileiradinho.</i></p> <p><i>L₆: Essa observação que me fez pensar que não é espuma. A princípio eu olhei, falei, parece meio com espuma né, mas... A espuma é formada por... por... Assim, o composto que libera gás, e o gás escapando e fazendo esses espaços aleatoriamente. Mas ela tá enfileirada então... Tá muito com cara de tecido. Não sei se dá pra afirmar que é cortiça. Segundo o L₁₇ falou, o corte aí parece uma rolha.</i></p> <p><i>L₂₁: Eu já observei no microscópio polietileno, que é uma estrutura que forma espuma, e não tem nada de parecido.</i></p>
Imaginação	<p><i>L₁₇: É uma cortiça! O que representa aquele desenho lá?</i></p> <p><i>L₁₀: A gente fez um desenho do começo de que a gente achava que era.</i></p> <p><i>L₁₀: Ah só uns riscos. Não tem uma forma geral nele</i></p>

Fonte: Elaborado pela Pesquisadora.

O sentido atribuído por esses licenciandos pode estar relacionado à obtenção de novos conhecimentos, uma vez que a ação estava relacionada com um objeto da realidade, o que os tornou ativos. Nesse sentido, as funções psicológicas destacadas correspondem a sujeitos que dominam habilidades de pensamento lógico como capacidade de comparar, deduzir, classificar, observar, memorizar, etc., cada qual com suas particularidades individuais, uns destacando-se na memória visual, outros com pensamento lógico-abstrato (TALIZINA, 2000).

A seguir, como continuidade da intervenção de reconhecimento da cortiça, outras discussões enriqueceram o contexto, principalmente após a confirmação do objeto observado e sua relação com o personagem Robert Hooke.

6.2.2 Discussão sobre o experimento.

Daremos destaque neste subitem a um trecho no qual a indagação realizada pela professora da instituição contribuiu para aumentar a curiosidade e o levantamento de problematizações.

Episódio 2

(53)PI₃: *Qual vocês acham que é o problema que levou ele a observar? Quê que vocês acham? Qual era o problema dele ao fazer o corte na cortiça?*

(54)PI₁: *O próprio cultivo da cortiça é uma referência econômica da Europa? Por quê que ele usou cortiça? Porque era mais fácil?*

(55)L₆: *Eu acho que era o material biológico que ele tinha mais fácil em mãos.*

(56)PI₃: *Então, mas...*

(57)L₁₃: *Não, mais eu acho que ele queria descobrir qual era a unidade básica daquela plantação... Planta. Entendeu? Era descobrir qual era a unidade básica. Aí ele foi vendo que vários cortes era um padrão dessas várias caixas né, que ele chamava de caixas na época. Então praticamente... Já que era um complexo de caixas, a unidade fundamental era caixas.*

L₁₃, possivelmente influenciada pelo conhecimento repassado pelo ensino, ou por fontes bibliográficas como livros didáticos, concebeu que o que levou Hooke a observar a cortiça foi seu interesse em descobrir a estrutura básica dos tecidos vegetais, ou seja, as células. L₆, porém, imediatamente contesta:

(58)L₆: *Eu não sei nem se ele tava buscando ver unidade básica.*

(59)L₁₃: *Será?*

(60)L₁₈: *Eu acho que ele não queria descobrir intuitivamente tecidos biológicos. Mas eu acho que tinha algo maior por trás.*

(61)P: *Tipo o quê?*

(62)PI₁: *Por que cortiça?*

(63)L₁₈: *Eu acho que... uma problemática econômica da época.*

(64)L₆: *A cortiça tava na mão entendeu? Ele sabia que era um material...*

(65)L₁₉: *Eu acho que...*

(66)PI₃: *Qual era o problema? Vocês concordam com a L₁₃? Só um pouquinho ((referindo-se a L₁₉)) Olha!, a L₁₃ fala assim: ah! eu acho que ele queria saber qual era a unidade básica do vegetal. Outros falaram que acha que não.*

(67)L₁₈: *Eu acho que não, eu acho que tinha outros objetivos.*

(68)L₂: *Eu também.*

(69)L₉: *Financeiro.*

(70)L₁₉: *Ah!, eu acho que o problema dele era, quando a cortiça fechava alguma coisa e, ou vazava ar, ou vazava algum líquido, e ele queria saber se era um meio sólido ou cheio de buracos mesmo.*

O discurso de L₁₉ nos surpreendeu, uma vez que até o momento nenhuma abordagem havia sido feita sobre a formação em matemática com interesse pela física de Hooke, nem ao menos seu trabalho com o químico Boyle na Royal Society sobre o aprisionamento de ar nos

corpos. Considerando a plausividade do discurso desta licencianda, a professora da instituição disse:

(71)PI₃: *Uma outra hipótese do trabalho dele.*

L₆ de modo responsivo, mas tardiamente, a ideia que tentava expressar no turno 64 constrói sua compreensão a respeito:

(72)L₆: *É igual eu tava falando. Eu acho que ele pegou a cortiça porque ele sabia que era um material biológico. Com certeza ele conhecia como era produzida a cortiça. Então era o que ele tinha em mãos ali, mais fácil né. Saiu da casa dele, pegou um pedaço de galho pra saber o quê que tinha no ser biológico visto de perto. Ele sabia que a cortiça tava ali, era mais fácil cortar a cortiça que o pé da mesa.*

(73)PI₁: *Era um recurso econômico da Europa?*

O interesse despertado pelo discurso de L₁₉ (turno 70) e pelo questionamento inicial da professora (turno 53) direcionou as demais contrapalavras sobre a relação entre a cortiça e o ar:

(74)L₁₃: *A cortiça, ela até hoje é utilizada no vedamento de garrafas de vinho. Tá! Por que que ela é utilizada? Porque ela tem a propriedade de quando ela tá encharcada pelo vinho na posição na horizontal, ela tem essa propriedade de dilatar e não permitir esse contato do meio atmosférico entrar na garrafa. Não sei. É isso? Talvez seria?!*

(75)L₂₁: *Não!*

(76)L₁₃: *Oi?*

Novamente, L₂₁ atua mediando na explicação:

(77)L₂₁: *A cortiça, ela diminui a porosidade do contato com o ar. Mas ela não veda.*

(78)L₆: *É, ela não pode vedar ela tem que permitir.*

(79)L₂₁: *Ela diminui o controle de entrada de ar.*

(80)L₁₃: *Então talvez seria por causa disso? De estudar porque que ela... ela...*

(81)L₆: *A cortiça é tipo uma moringa.*

(82)L₂₁: *É.*

(83)L₆: *Ela permite passar certas...*

Observamos que os alunos tiveram dificuldade de concluir suas premissas do porque Hooke teria observado a cortiça ao microscópio e retomam a hipótese iniciada por L₁₃:

(84)L₂₀: *Ele queria comprovar a existência dessas... das células?*

(85)P: *Mas ele que cunhou digamos assim as células, será que ele sabia que existia célula?*

(86)L₁₃: *Na verdade descobrir foi consequência da pesquisa dele.*

(87)L₆: *É. Ele não tinha noção de que era unidade fundamental.*

Nesse momento podemos observar como as interações podem ter mediado na ZDP de L₁₃, uma vez reconhecendo a plausibilidade dos argumentos de seus colegas, reconsiderou e discordou da sua hipótese inicial:

(88)L₁₃: *Não, mais na verdade... agora eu acho que foi uma consequência. ((risos)) Eu acho também que ele poderia tentar explicar umas outras peculiaridades da cortiça.*

(89)L₆: *Entender o jeito que ela tinha aquela propriedade.*

(90)L₁₃: *Isso. É... Por que ela é principalmente utilizada pra...*

(91)L₆: *Porque ele é um bom material pra fazer...*

(92)L₁₇: *É, por que não usar outra né?*

(93)L₅: *Ela ((apontando para pesquisadora)) fez uma comparação com o coração... por a planta ser um ser vivo, talvez ele quisesse saber se a mesma unidade que formava o animal, o ser humano, era a mesma que formava a planta. Sei lá, se era parecida, se não era, se tinha muitas diferenças. Enfim, se os mecanismos eram os mesmos das plantas.*

É importante ressaltar que L₅, no enunciado anterior, referia-se a um momento da intervenção realizada, no qual se explicou algumas correntes de pensamento como o mecanicismo, período em que a fisiologia dos seres vivos era muitas vezes comparada com o funcionamento de máquinas. No entanto, ao fazer tal analogia, a licencianda retorna à hipótese de que o interesse de Hooke consistia em identificar a existência de uma unidade básica para os seres vivos.

Observamos neste episódio que a formulação de hipóteses, típica e necessária à resolução de problemas na ciência, fez parte dos discursos bem como o interesse pelas causas que originaram o fenômeno (TALIZINA, 2000). Aqui, o pano de fundo ainda se instaura na observação da cortiça, porém, direcionadas a um interlocutor, época, grupo social e horizonte temporal não pertencido, como é possível ocorrer (BAKHTIN/ VOLOCHINOV, 1990), ou seja,

voltam-se ao contexto e autor da ação original: Robert Hooke. As linguagens construídas nesse contexto da sala de aula transbordam as possibilidades que teriam levado Hooke a observar a cortiça, questionando essencialmente o material. Esse deslocamento novamente mobiliza conhecimentos e discursos novos.

Os discursos que compõem esse episódio transitam sobre hipóteses do uso da cortiça para a resolução de problemas. Problemas estes que são destacados pelos seguintes motivos: a economia e política, contexto social da época (turnos 60, 63, 67 e 69); o material enquanto objeto de fácil acesso (turnos 64 e 72); a curiosidade em evidenciar os aspectos biológicos do material (turnos 55, 57, 84 e 93), e a funcionalidade da cortiça, conseqüentemente suas propriedades como vedamento, dilatação, porosidade, isto é, características físicas (turnos 70, 74, 80, 88, 89, 90, 91 e 92).

Destacamos que os licenciandos não conheciam o contexto original da observação. O que sabiam era apenas aquilo que durante anos foi aprendido por meio dos livros, que Hooke teria descoberto as células.

As respostas são para si e para o outro, uma vez que os problemas levantados fizeram com que os discursos interagissem procurando interpretar o contexto do século XVII, contudo a partir de seus conhecimentos: “[...] *era o material biológico que ele tinha mais fácil em mãos[...]*” (L₆), ou, “[...] *ele foi vendo que vários cortes era um padrão dessas várias caixas né, que ele chamava de caixas na época*” (L₁₃). Ainda é possível vislumbrar esse fato no discurso que destaca a própria “*problemática econômica da época*” (L₁₈), a funcionalidade do material nesse contexto: “[...] *a cortiça fechava alguma coisa [...]*” (L₁₉), ou ainda a busca de conhecimento: “*talvez ele quisesse saber se a mesma unidade que formava o animal, o ser humano, era a mesma que formava a planta*” (L₅). É preciso ressaltar que tal deslocamento de tempo, espaço e personagem, promovido pela abordagem histórica e interações discursivas não seria possível por meio de uma aula explicitamente teórica.

Implica considerarmos que os discursos evidenciados de L₆, L₁₃, L₁₈, L₁₉ e ainda L₅ baseiam-se numa concepção da observação dirigida por um conhecimento anterior (MOREIRA; OSTERMANN, 1993), seja de conceitos ou teorias que de alguma forma preocupam o pesquisador e seu grupo em dado momento. Isso porque a fala dos licenciandos deixa perceber que Hooke não foi observar a cortiça por uma simples e pura ação ingênua. Sendo assim, houve a consideração por parte desses estudantes de que

A observação não pode ser o ponto de partida para o novo conhecimento, pois observar implica dirigir a atenção para alguns aspectos da realidade. Desta forma, a observação pressupõe um sistema e expectativas, algo teórico que se

antecipa e decide, a priori, em quais aspectos da realidade focar a atenção (MOREIRA; OSTERMANN, 1993, p.114, grifos do original).

A importância desta observação, amparada pelas expectativas do reconhecimento da realidade, levou os licenciandos de Biologia a transitar pelos aspectos históricos, epistemológicos e contextuais da observação, ainda que não os conhecessem. Esse episódio caracterizou enunciados científicos em um gênero secundário que se transformaram continuamente, ora relacionando-se com outros enunciados dos colegas, ora perdendo essa relação imediata (FIORIN, 2006).

Nesse aspecto, a motivação a partir de situações problemas que os pesquisadores vivenciaram em suas épocas constitui-se de uma oportunidade para estimular a capacidade de pensamento, de relacionar a teoria e a prática (FERNANDES; SILVA, 2004) e possibilitar o exame do objeto observado, além da reflexão e formulação de significados, conseqüentemente, fomentando seu próprio desenvolvimento intelectual (MITRE et al., 2008).

A intervenção realizada correspondente à etapa motivacional possibilitou visualizar nos enunciados as motivações internas ou cognitivas desencadeadas pela reprodução do experimento de Hooke:

- interesse e necessidade em estabelecer relações sensoriais acerca do material não identificado com seus conhecimentos prévios sobre microscopia, possivelmente recorrendo a experiências anteriores fomentadas pela graduação em Ciências Biológicas;

- necessidade de atenção que resultou na formulação de hipóteses e responsividade com relação ao outro, de modo a concordar, refutar ou complementar seu discurso;

- pensamento lógico, memória e decodificação de símbolo, observado em L₁₇ ao estabelecer relação da ilustração com a rolha;

- imaginação e interesse em identificar os motivos que teriam levado Hooke a observar a cortiça, desse modo, interesse em conhecer a observação original contida em *Micrographia*.

De maneira geral, assim como apresentada em recente pesquisa (ARAÚJO et al., 2013), a observação de Hooke sobre a cortiça constitui-se de um recurso motivacional para o ensino de Biologia. Contudo, na perspectiva da corrente teórica da qual se ampara essa etapa de coleta de dados, a reprodução da observação de Hooke traduziu-se em algo para além de um recurso didático. Isso corresponde a “relação ativa do sujeito com o objeto, a atividade se concretiza por meio das ações, operações e tarefas” (LIBÂNEO; FREITAS, 2006, p. 4).

Uma vez motivado internamente (cognitivamente) desencadeia-se a aprendizagem, conseqüentemente, o desenvolvimento do sujeito. Nessa perspectiva, apresentamos a seguir trechos de outro momento da intervenção. Nele, os licenciandos tiveram contato com a

observação traduzida do original de Hooke e discutiram alguns aspectos da atividade realizada por esse pesquisador.

6.2.3 Discussão sobre a observação original de Hooke.

Galperin (2009b) nos explica que uma ação se forma quando realizamos análises de suas relações com determinado contexto. Isso permite extrairmos informações precisas acerca das transformações ocasionadas seja na situação imediata, no material estudado e até mesmo na percepção do próprio indivíduo.

Este subitem apresenta a leitura e análise da atividade científica a partir dos aspectos do fenômeno, ou seja, da observação número XVIII de Robert Hooke. Para tal, buscamos investigar nos recortes aqui apresentados o sentido captado pelos licenciandos sobre o processo de construção da ciência, os métodos utilizados neste processo e a aplicação desses sentidos em sua prática docente.

Destacamos a seguir, excertos de um episódio que foi direcionado à identificação do problema de pesquisa de Hooke ao observar a cortiça e os licenciandos demonstraram discursos mais elaborados do que as hipóteses apresentadas no subitem anterior, visto que partiram de um contexto específico: a leitura da observação original. Por fazer parte de outro enfoque e momento da intervenção, não daremos continuidade ao turno do subitem anterior.

Episódio 3

(1) P: *Vocês disseram pra mim que a primeira coisa que uma pessoa vai fazer antes dela observar é ter um?*

(2) L₁₇: *Problema*

(3) P: *Problema. Então vamos colocar aqui que o primeiro é ter um problema. Qual foi o problema de Hooke?*

Iniciam-se neste momento, interações que procuraram compreender o texto lido, a princípio, apenas de modo literal e inferencial:

(4) L₁₇: *Ah como que os líquidos não passavam né?*

(5) P: *O L₁₇ acha que é porque os líquidos não passavam. Quem me dá outro problema? Quem acha que não é esse problema?*

(6) PC₂: *Porque alguns materiais eram tão leves?*

(7) P: *A PC₂ acha que é os materiais... A questão dos materiais.*

- (8) PC₂: *A constituição deles né. Porque eles eram tão leves e...*
- (9) PI₃: *Flutuavam na água.*
- (10) PC₂: *Flutuavam na água!*
- (11) P: *Alguém não concorda com a PC₂ e tem um contra argumento?*
- (12) L₁₉: *Ele falou também que a luz passava.*
- (13) P: *Então nós temos problemas. Nós temos a passagem de sucos, que ele não chama de seiva. Nós temos o problema que é a luz. Vocês conseguem identificar aí logo no começo um problema? Se vocês conseguem identificar leiam pra mim o pedaço.*
- (14) PC₂: *Pra mim é uma hipótese isso aqui... Meu microscópio poderia em breve me informar que aqui estava a mesma razão óbvia que ali é encontrada para a leveza da espuma, um favo de mel vazio, pelo de animal, uma esponja, uma pedra-pomes, ou algo semelhante. Por isso eu parti pra esse negócio da leveza.*
- (15) L₁₉: *Será que é essa parte? Pensei que fosse um pouco poroso. Mas daí ele falou, mas eu não conseguia distinguir claramente que eles eram poros, muito menos o que eles eram de fato.*
- (16) P: *Exatamente. Não sei se todos vão concordar comigo. Mas eu considero que o problema dele seja esse pensei que fosse um pouco poroso, mas eu não conseguia distinguir claramente que eles eram poros, muito menos o que eles eram de fato. Ele tava preocupado com o que gente? De início qual era o problema dele?*
- (17) L₁₃: *A porosidade da...*
- (18) P: *Com a porosidade... O que que a PC₂ falou no começo?*
- (19) L₁₃: *Leveza... Que ele queria...*
- (20) P: *Com a leveza, com a textura. Bom, então a gente chega, talvez a nossa interpretação agora pra século XXI, 2013.*
- (21) PI₃: *É que parece. Que no começo ele fez um corte grosso assim, antes de enxergar na luz. Fala logo ali nas primeiras páginas, leia de novo ali... Eu peguei...*
- (22) L₁₇: *Peguei um pedaço limpo de cortiça e com um canivete afiado como uma navalha cortei um pedaço fora.*
- (23) PI₃: *Ele pegou a rolha, fez um corte e jogou o resto fora, e viu lá do quê que seria a rolha, certo? Então aí tá o quê?*
- (24) L₁₇: *Então, Assim, deixei a superfície do mesmo excessivamente suave. Em seguida, examinando-o com muito afinco em um microscópio, pensei que fosse um pouco poroso, mas eu não conseguia distinguir claramente que eles eram poros, muito menos o que eles eram de fato.*
- (25) P: *Porque que ele não conseguiu distinguir?*

L₁₇ dá início à interpretação de trechos da observação lida, julgando a natureza da explicação dada por Hooke, e correspondendo ao sentido esperado pela pesquisadora.

(26) L₁₇: *Foi muito grosso o corte?!*

(27) P: *Todo mundo concorda? Então qual será que era o problema dele?*

(28) L₁₇: *Olhar os poros.*

(29) P: *Mas ao fazer a parte grossa que o L₁₇ acabou de ler o quê que é isso? É o problema ou a hipótese? O que ele acabou de falar? É o problema ou a hipótese?*

(30) L₁₃: *Problema.*

(31) L₁₁: *Mas o negócio é, porque que ele pegou a rolha?*

Novamente, L₁₇ interpreta o texto lido relacionando o conteúdo do texto com seus conhecimentos prévios, uma vez que Hooke não mencionou o vinho em sua descrição.

(32) L₁₇: *Não. Eu acho que ele pegou a rolha porque, ele tinha o vinho lá, a rolha tampava aí se ele virasse o vinho não saía coisa né só que se ele colocasse na água flutuava. Ele falou, pô deve ter alguma coisa que permita essa flutuação né, pode ser poros mas se tiver poros como que o vinho não vasa?*

[...]

(33) P: *Então vocês acham que o problema dele não foi aquele que a... Acho que foi a L₁₃. Será que o problema era a cortiça em si ou o que a L₁₃ comentou na outra aula, a unidade básica dos seres vivos?*

(34) PC₂: *Acho que era a unidade básica.*

(35) P: *Será que ele tinha noção das unidades básicas dos seres vivos?*

(36) L₁₁: *Ele pegaria outra coisa pra ver!*

(37) P: *O problema dele já era esse? Ele queria encontrar a unidade básica dos seres vivos?*

(38) PC₂: *Não, não. Ele não sabia que ele ia chegar nisso. Mas ele ia tar partindo, a partir disso.*

(39) PI₃: *Mas ele não foi á toa lá fazer esse experimento.*

(40) PC₂: *Não, mas de outras...*

(41) L₁₉: *Não, mas ele falou aí... Ele falou aí que do mesmo jeito que ele fez, que ele descreveu uma planta junto, que você falou que já tinha uma história nessa Royal Society. Então quer dizer que já estavam estudando as plantas, e ele achou o pedaço de cortiça mais fácil de cortar né, do que um pedaço de árvore.*

(42) PC₂: *O que tava instigando ele eram esses outros estudos lá na...*

(43) L₁₉: *Então como ele sabia que a cortiça vinha de uma árvore então ele tipo assim, já havia o estudo de plantas nessa questão, ele achou que a cortiça como era mais fácil de cortar e vinha de uma planta, ele podia fazer essa observação na cortiça em vez de pegar uma planta.*

(44) P: *Então você acha que ele queria na verdade encontrar o esquema a estrutura?*

(45) L₁₉: *É, ele tava... Eu acho que ele estava estudando a planta. Ele não estava pra estudar a cortiça, só que ele pegou a cortiça por causa que era um modelo fácil.*

(46) L₆: *É o que eu falei na semana passada, é o que tava na mão né? Eu também acho isso. É o que tava na mão.*

(47) L₁₉: *É sabia que vinha do tronco da árvore. Ele queria...*

(48) P: *Mas a estrutura dos seres vivos era objetivo dele então?*

(49) L₁₁: *Não!*

(50) P₃: *Não, mas pelo que... Já estava estudando outras plantas então pegou a cortiça que era mais forte.*

(51) L₁₃: *Ele até faz uma menção dos vasos, das artérias que ele achava que poderia ser uma maneira que a seiva sei lá, transportasse.*

(52) P: *Por isso você acha que pode ser?*

(53) L₁₃: *Não. Eu acho que... Acabou na verdade. Assim, tinha um objetivo inicial que no final ele acabou concluindo outras coisas que futuramente ensaiariam novos estudos.*

A trecho do episódio que observamos anteriormente destaca novos problemas para a experimentação de Hooke, levantados pelos licenciandos que caracterizaram a impossibilidade dos líquidos de passarem (turno 4); a leveza da cortiça, portanto, sua constituição (turnos 6, 8, 9, 10, 14, 15, 17, 19, 26, 28, 32); a luz que transpassava o material (turno 12) e a unidade básica dos seres vivos (turnos 34, 38, 41, 43, 45, 46, 47, 50, 51).

Este episódio denota a atividade cognitiva dos estudantes relacionada a diferentes meios de pensamento lógico, como o uso de comparações, e classificação mediada por conhecimento e material concretos (a cortiça observada e suas propriedades visuais). Essas são consideradas habilidades de raciocínio lógico e relacionam-se também às habilidades de recordação, atenção e observação (TALIZINA, 2000), essenciais para a formulação das hipóteses.

Nesse sentido, as hipóteses contribuem de forma ativa para a construção do conhecimento científico que, uma vez formulada por estudantes de ciências, auxiliam a formação de habilidades importantes como “diferenciar alguns aspectos dos objetos”, “mudança de uma das características”, entre outras correspondentes aos fenômenos nos quais a ciência transita. Desse modo, evita a ocorrência de constatações como a de que “os alunos memorizaram as definições, mas não aprenderam a trabalhar com elas” (TALIZINA, 2000, p.68-71, tradução nossa)⁵⁰.

Observamos nesses enunciados, que todos os problemas levantados referem-se à cortiça e formaram-se a partir da análise da observação traduzida, exceto o problema da unidade básica dos seres vivos que em nenhum momento foi mencionada no texto, mas que emergiu nos

⁵⁰ “diferenciar algunos aspectos de los objetos”, “cambio de una de las características”. “los alumnos memorizaron las definiciones, pero no aprendieron a trabajar con ellas” (TALIZINA, 2000, p.68-71).

discursos, possivelmente devido à forte presença de sua memória social. Ou seja, aos “ecos e lembranças de outros enunciados” (FIORIN, 2006, p. 21) contidos em livros texto ou até mesmo o discurso dos professores ao longo da formação estudantil que sempre destacaram a descoberta, portanto um produto: *Hooke descobriu a unidade básica dos seres vivos, a célula*. Isso pode ter sido bastante ressaltado em sua formação escolar, seja do ensino básico e até mesmo na graduação. Desse modo, o grupo de licenciandos reproduziu esse enunciado, contou com ele, o “confirma, completa, pressupõe e assim por diante. Um enunciado ocupa sempre uma posição numa esfera de comunicação sobre um dado problema” (FIORIN, 2006, p. 21).

A evolução das formulações de hipóteses pode ser acompanhada no episódio que segue, em que os discursos evoluem no sentido mais científico e a superficialidade da constituição da cortiça passa a receber abordagens mais aprofundadas.

(54)L₁₃: *Porque que ele usou outra planta pra comparar? Qual era o...*

(55)L₁₇: *Então, tem um trequinho aqui que ele fala, Em seguida, isto pareceu nada mais difícil do que dar uma razão inteligível porque a cortiça é um corpo tão inapto para absorver e encharcar-se com água. Então, eu acho que ele tinha uma pergunta, por que a cortiça não encharca com a água? E, conseqüentemente, manter-se flutuando sobre a água, apesar de não ficar lá por muito tempo. Então acho que essas duas questões aí.*

Notando o sentido interpretativo de L₁₇, a pesquisadora buscou direcionar suas reflexões às propriedades físicas das quais Hooke se interessava.

(56)P: *Por quê que a cortiça não encharca de água L₁₇?*

(57)L₁₇: *Ã? ((risos)) Hooke me ajuda agora. ((risos))*

(58)L₁₇: *Você tinha falado...? ((risos))*

(59)L₆: *A pergunta?*

(60)P: *Gente porque a cortiça não afunda?*

(61)L₁₇: *Ar.*

(62)P: *Mas qual é a relação do ar com a flutuabilidade da cortiça na água?*

(63)L₁₃: *Por causa da densidade.*

(64)P: *Será que na época de Hooke tinham curiosidade de saber sobre esses assuntos?*

(65)L₁₃: *Não sei, acho que...*

(66)P: *Será que a Royal Society não estava interessada em saber sobre o ar?*

(67)L₁₇: *Acho que sim.*

(68)ALGUÉM: *Não! Acho que não.*

(69)L₁₁: *Acho que na verdade eles estavam fabricando novos vinhos e quais eram as melhores rolhas alguma coisa assim pra colocar nesses vinhos sofisticadíssimos.*

(70)PI₃: *Então seria uma pesquisa que teria uma utilidade na época.*

(71)L₁₁: *É!, pagaram pra Hooke fazer isso.*

Observamos a seguir em L₆ a retenção de conhecimentos históricos proporcionada em outros momentos de sua vida escolar:

(72)L₆: *Também não é improvável, porque as mais importantes primeiras pesquisas com microrganismos eram pra fermentação. Então não era improvável que seja isso mesmo.*

(73)L₁₁: *Não sei...*

(74)L₆: *Pra fermentação de bebidas.*

(75)P: *Vamos pensar numa coisa. Quais são os materiais que Hooke compara nessa observação? Vamos pula um pouquinho aqui, só um pouquinho. Quais são os materiais que ele compara?*

(76)L₁₇: *Espuma, favo de mel, pelo de animal, esponja, pedra-pomes.*

(77)P: *Tirando o pelo de animal... Não! Vamos considerar o pelo de animal. Qual é a característica comum de todos esses materiais?*

(78)L₁₃: *Porosidade?!*

(79)P: *Porosidade, que mais?*

(80)ALGUÉM: *Macia.*

(81)P: *Tem uma certa flexibilidade.*

(82)L₆: *Menos a pedra-pomes.*

(83)P: *É!, menos a pedra-pomes. Eles afundam?*

(84)L₁₃: *Não.*

(85)P: *Agora vejam só, tracem um paralelo entre esses materiais e o que ele pode ter como problema, o quê que tem em tudo isso e que faz relação com a observação dele?*

(86)L₁₃: *Porosidade.*

(87)L₁₇: *Tudo isso tem poro e flutua, então a cortiça deve ter poro porque flutua.*

(88)P: *Tá. Mas isso tudo tem o que? Além de poros, flutuar? Quê que é o objeto comum de tudo isso?*

(89)L₁₇: *Todas vem de animais? De seres vivos?*

(90)L₁₉: *Ele... Esqueci o nome que... Os espaços cheios de ar dentro desses poros.*

(91)P: *Mas o que faz esses corpos não afundarem mesmo eles sendo porosos? O que faz o corpo flutuar? Qual é uma das propriedades dele?*

(92)L₁₃: *O ar?!*

Uma vez que a cortiça possui densidade menor do que a densidade da água faz sentido a associação imediata dela com o ar. De fato, o ar e a cortiça possuem densidades muito menores do que a densidade da água, o que permite que determinados corpos como boias, por exemplo, flutuem. Convém destacar, no entanto, que nosso direcionamento para essas construções se basearam no contexto do século XVII, retratados no capítulo 2, e sugerem a plausibilidade desta hipótese dados os questionamentos sobre o ar e as pesquisas direcionadas por Hooke em corpos que aprisionavam ar (APÊNDICE 2).

(93)P: *O ar! Será que não foi esse um dos problemas? O principal que dirigiu ele? Todos os objetos que ele coloca aí não tem essa...?*

(94)PI₃: *Olha ele não observou só a cortiça, ele observou a pedra-pomes, ele observou a pena de ave, a espuma, o que mais? Então são vários objetos que ele observou não é?*

(95)P: *Que se a gente pensar, todos não afundam, tem buracos, poros, tem uma certa elasticidade, menos a pedra-pomes. São características muito comuns, então a gente tem que pensar também que talvez esse seja o problema dele. Todo mundo concorda? Ou não concorda?*

Aparentemente discordando com a hipótese destacada pela pesquisadora, L₁₉ contesta:

(96)L₁₉: *Você tá dizendo que o ar era o problema dele? Ou que a...*

(97)P: *O quê que você acha?*

(98)L₁₉: *Que a flutuabilidade era o problema dele.*

(99)P: *Seria um problema...*

(100)L₁₇: *Nessa época já sabia que a flutuabilidade era decorrente do ar?*

(101)P: *Eu nem penso que seja a flutuabilidade, eu penso que seja, o problema dele seja o ar.*

(102) L₁₃: *Como que o ar pode estar locado nesses materiais, por exemplo.*

(103) P: *Gravaram a fala da L₁₃?*

(104) PI₃: *Repete então.*

L₁₃ reunindo, fazendo relação e replicando discursos presentes nas interações deste episódio, constrói sua interpretação sobre o problema de Hooke:

(105) L₁₃: *Como que o ar vai estar alocado nessas, na rolha, na pedra, na esponja, e se eles flutuam, por que que o ar fica ali, tipo, não sai?*

Observamos neste episódio que conceitos como densidade (turno 63), fermentação por microrganismos (turnos 72 e 74), fluatuabilidade (turnos 87 e 100) e a própria técnica de fabricação de produtos, no caso o vinho (turno 69), são o foco das interações. Ainda que esta última tenha sido construída num tom sarcástico, recebeu de seu interlocutor uma resposta muito plausível e científica, porém, não condizente com a época de Hooke. Uma vez que a forma de nutrição nos microrganismos ainda era uma questão obscura entre os séculos XVIII e XIX, ressalta Scamardella (1999).

Por outro lado, o enunciado que representa o fechamento das ideias e reúne as propriedades de densidade e fluatuabilidade, é atribuído como uma dúvida por L₁₃ (turno 105). Acreditamos que a reflexão de L₁₃ tenha partido das discussões, principalmente do turno 87, construindo uma lógica que ampara sua pergunta, algo que admite a réplica: se a cortiça tem poros e flutua e não permite a passagem de líquidos, como visto no texto original, mas permite a passagem do ar que ocupa qualquer espaço vazio na matéria, por que esse ar estaria nesses poros, qual seria sua utilização pela matéria, perguntaria Hooke?

Essa construção lógica que possibilitou responder a pergunta inicial, objetivo que direcionou a ação, ou seja, qual seria o problema que levou Hooke a observar a cortiça, foi mediada pelo raciocínio possibilitado pelas interações entre os diferentes licenciandos do grupo de estudos Pibid. Isso caracteriza o pensamento de Talizina (2000) ao considerar que “os conceitos participam frente aos alunos como elementos da experiência social. Nos conceitos se fixam os resultados das generalizações anteriores. Os estudantes devem convertê-la em experiência individual própria, em elementos de seu desenvolvimento intelectual” (TALIZINA, 2000, p. 219, tradução nossa)⁵¹.

⁵¹ “los conceptos participan ante los alumnos como elementos de la experiencia social. Em los conceptos se fijan los logros de las generaciones anteriores. Los escolares deben convertirla em experiência individual propia, em elementos de su desarrollo intelectual” (TALIZINA, 2000, p. 219).

Com o discurso de L₁₃, direcionamos as discussões sobre a experiência do pesquisador e localizamos trechos do texto que correspondiam com o que poderia ser chamado de método usado por ele.

Como resultados, destacamos desse subitem os seguintes pontos:

- o acesso a um contexto histórico em seu original fomenta a imaginação e com ela a formulação de hipóteses correlacionadas à origem do problema muitas vezes não expresso diretamente no relato do pesquisador;

- o original permite reconhecer o método pelo qual a ciência daquela época, naquela atividade, foi desenvolvida;

- a verdadeira ciência realizada em um tempo e época específicos pode ser identificada por meio do material original.

Utilizando da compreensão que o texto possibilitou para o reconhecimento da atividade científica propomos aos licenciandos algumas frases afirmativas que transmitiam ideias incoerentes sobre a ciência, os cientistas e suas relações para com a sociedade. Dessa forma, esperávamos que esses estudantes apropriassem dos conhecimentos construídos pelas interações destacadas no episódio anterior para construir suas contrapalavras. As análises dessas construções podem ser vistas a seguir.

6.2.4 Análise epistemológica da produção e contexto de Hooke.

Especificamente nesta atividade podemos observar os primeiros esboços de construções de sentidos provenientes dos momentos de intervenção anteriores com vistas à compreensão da ciência. Os licenciandos teriam construído concepções errôneas a partir do texto ou assimilado a complexidade da atividade científica em suas interações, comunidades de pesquisa, influências externas refletindo melhor sobre a construção da ciência?

Diante disso, apresentamos as construções dos grupos mediados por quatro orações afirmativas que empregavam concepções errôneas sobre a natureza da ciência (APÊNDICE 6) e suas reflexões fundamentadas no texto original de Hooke e nas discussões fomentadas anteriormente. Para isso agrupamos os temas das afirmações em dois blocos: Atividade Científica Neutra (afirmativas 1 e 3) e Atividade Científica Imutável (afirmativas 2 e 4). Os discursos que contestam essas afirmações foram extraídos e destacados como representantes do todo.

• **Atividade Científica Neutra.**

Identificamos nos discursos que representam esse bloco analítico indícios de compreensões interpretativas presentes nos trechos: “[...] Hooke via na cortiça uma utilidade pessoal e social” (Grupo “a”) e “Uma de suas influências são instrumentos, como o desenvolvimento do microscópio [...]” (Grupo “b”). Enquanto o enunciado do grupo “a” focalizou a não neutralidade da ciência, usando como exemplo o interesse pela cortiça, o grupo “b” deu ênfase no contexto da época: o interesse pelas lentes.

Podemos inferir três esferas de análise: a historiográfica, a epistemológica e a contextual, respectivamente (ALFONSO-GOLDFARB, 2008; BELTRAN, 2013). Um excerto que ilustra essa perspectiva é apresentado a seguir.

Uma de suas influências são instrumentos, como o desenvolvimento do microscópio, a fim de testar para o aperfeiçoamento deste. Influências diretas da Royal Society, a sociedade mais ilustre da época, vários membros fizeram varias observações, assim como Hooke, o médico Dr. Clark descreveu alguns tipos de plantas (Grupo B- Integrantes L₁₁, L₁₄, L₁₀, L₃, L₁₆, L₁₅).

O sentido de alguns discursos pode ser considerado historiográfico porque em alguns momentos os licenciandos atribuíram significados ao papel da cortiça para a época, apropriando-se dos exemplos como os citados nos trechos do original de Hooke ao destacar seu uso. Portanto, havia uma representação desse material para a história naquele momento e os estudantes reconheceram não ser somente destinado aos vinhos, tal como popularmente se concebe.

A esfera epistemológica representa “tanto a determinação do objeto de estudo quanto das possibilidades de diálogo entre conceitos elaborados” (BELTRAN, 2013, p. 69). Nesse sentido, o discurso do grupo “b”, em destaque, caracterizou esta preocupação, no que diz respeito ao interesse pelo aperfeiçoamento de microscópios, ou seja, pela tecnologia das lentes utilizadas na observação e na descrição de objetos. Isso também foi comentado em enunciados dos demais grupos assim como na apropriação literal do discurso original feito pelo grupo “c”: “[...] instrumentos apropriados e invenções trarão seus projetos e terminarão de avançar [...]”. Além de referências ao diálogo, entre outros pesquisadores que já estudavam plantas, os estudantes atribuíram a isso o não isolamento dos sujeitos.

Nestes discursos, ao enfatizarem a necessidade do aperfeiçoamento dos instrumentos para o avanço da ciência, reproduziram também as falas da observação de Hooke ao prever as melhorias que viriam ocorrer com o microscópio. Como Mayr (2008), os licenciandos destacaram que avanços na Citologia tornaram-se possíveis graças ao microscópio. Essa constatação relaciona-se ao aperfeiçoamento das lentes, extremamente necessária a uma ciência que busca compreender o mundo microscópico.

Possivelmente esse acento de valor dado ao microscópio se dê justamente pelo contexto em que os licenciandos fazem parte. A formação em nível superior em Ciências Biológicas exige que tecnologias ligadas ao microscópio sejam melhoradas constantemente para que novos conhecimentos sejam passíveis de construção e melhor compreensão. Como eles já conhecem o microscópio de varredura, eletrônico e muitos outros aparelhos atuais, é comum que, para a pesquisa a nível celular, valorizem esse avanço. Em outras palavras, a apreciação envolvida neste aspecto tecnológico está relacionada com o contexto social que vivem e isso afeta o significado atribuído (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990).

A cultura, como sendo o fator que influencia diretamente sobre a ciência, foi considerada em dois dos grupos ao salientarem as questões da época como: “*as dúvidas sobre ar*” (GRUPO B) existentes na sociedade. Destacaram ainda a busca pela melhoria do arcabouço instrumental em consonância com a filosofia de pesquisa como parte desta cultura que influenciou o desenvolvimento da ciência. Para esses licenciandos a ciência reflete as reformas de natureza teórica e prática, instauradas na sociedade em busca de uma nova compreensão do mundo (DEBUS, 2004).

O discurso do grupo “c” também buscou na esfera contextual a articulação às demais esferas quando considerou em seu enunciado uma apropriação que admite a seguinte réplica: a Ciência não é isolada e foi justamente pela falta de material e comunicação entre outros pesquisadores, expressa em alguns trechos da descrição de Hooke, “eram de fato os primeiros poros microscópicos que eu já vi, e talvez, que nunca foram vistos, porque eu ainda não conheci nenhum escritor ou pessoa que tenha mencionado isso antes” (HOOKE, 1665, p 113, tradução nossa), que provavelmente, não houve maiores avanços na pesquisa.

Com as apropriações evidenciadas nesses discursos, acreditamos que seja possível que as mediações feitas pelas discussões do grupo acerca das influências que permeiam a ciência tenham direcionado a uma compreensão, uma vez que “a consciência adquire forma e existência nos signos criados por um grupo organizado no curso de suas relações sociais. Os signos são o alimento da consciência individual, a matéria de seu desenvolvimento, que reflete sua lógica e suas leis” (BAKHTIN/VOLOCHINOV, 1990, p. 37).

- **Atividade Científica Imutável.**

No que se refere à mutabilidade da ciência, os comentários dos grupos foram bem enfáticos os se apropriarem e citarem os exemplos do próprio Hooke quanto ao amparo a outras pesquisas para a construção da observação contida em *Micrographia*. O que sugere que os

licenciandos compreenderam a mutabilidade e o resgate a outros conhecimentos por parte dos cientistas quando em atividade. O enunciado de um dos grupos representa esses sentidos.

Em diversas partes de sua observação Hooke faz menção às pesquisas anteriores ou à inexistência de outras observações. Por exemplo, escreve que não conhece nenhuma pessoa que tenha mencionado poros tão pequenos como o que observara no microscópio. Mais adiante cita os átomos de Epicuro e relata que recorreu às descrições sobre a cortiça para investigá-la. (Grupo A-Integrantes L₈, L₁₉, L₄, PC₁, L₅, L₇, PC₃, PC₄, L₂)

Paralelamente, observamos que os estudantes possuem suas próprias interpretações sobre o desenvolvimento da ciência muitas delas indo ao encontro das discussões epistemológicas realizadas em diferentes momentos do grupo Pibid.

Em alguns momentos os sentidos emitidos aludem o entendimento de que os conhecimentos são complementados. Em outros, uma interpretação paralela à visão do epistemólogo Karl Popper, para o qual o aperfeiçoamento das teorias e o avanço do conhecimento dependem da sua capacidade de refutação de predições e exposições a testes (BORGES, 2007). Isso se caracteriza bem, se interpretado à luz da observação de Hooke. Portanto, quando o grupo utilizou do exemplo no qual o pesquisador se questiona sobre a estrutura do material, acreditou que houve um aperfeiçoamento na maneira de compreender a cortiça, à medida que Hooke permitiu que o material fosse exposto a testes, no caso, por meio de um corte mais fino. Desse modo, o pesquisador chegou a uma observação mais nítida e não a um acúmulo de conhecimentos, mas seu aprimoramento.

Gaston Bachelard consentiria compreender o discurso do grupo “c”: “[...] ao observar a cortiça ele transcende a um campo maior de conhecimento”, como sendo aquele que vislumbra uma ciência que busca correlações entre os fenômenos da natureza. Assim, no caso de Hooke, obstáculos epistemológicos não constituíram as barreiras que impediram a evolução dos seus conhecimentos sobre a cortiça. Para o grupo, Hooke tinha um objetivo para realizar a observação, mas não estava fechado às sistematizações melhores que permitiriam organizar novas reflexões conduzindo também a novos objetivos de pesquisa.

O grupo “a”, por sua vez, corresponde mais a uma perspectiva kuhniana que considera mudanças quando necessárias para o avanço de teorias obsoletas, mas que conserva alguns conjuntos de valores compartilhados (BORGES, 2007). Isso pode ser visto na menção ao fato de que “[...] com o tempo e o avanço da tecnologia poderão ser feitas novas descobertas e até mesmo conclusões serem corrigidas”.

Apesar das inúmeras apropriações diretas de discursos de Hooke, observamos que os licenciandos têm clareza quanto às noções errôneas do cientista gênio ou trabalho isolado. Seja ao

resgataram a busca de Hooke em literaturas que pudessem ajudá-lo nas interpretações de fenômenos não conhecidos, ou mesmo ao citarem o compartilhamento de ideias entre pesquisadores também citados por Hooke em sua observação.

A obra traduzida de Hooke, analisada pelos estudantes, permitiu que eles considerassem o intercâmbio entre equipes e ideias de diferentes autores. Permitiu também perceber que Hooke, assim como os demais pesquisadores, não é um gênio que sabe sobre todas as esferas de conhecimento, e o resgate teórico a outros trabalhos científicos tornou isso evidente (RIVERO; WAMBA, 2011).

Vemos conceitos transitando entre visões epistemológicas da ciência bastante relevantes atualmente. Isso se torna importante, uma vez que a formação inicial deve possibilitar a integração de conhecimentos científicos, epistemológicos e específicos da disciplina na qual se dedica formando em ciência e sobre ciência. Tal abordagem constitui-se o requisito indispensável para a formação de um comportamento coerente do profissional docente frente às concepções sobre a ciência (RIVERO; WAMBA, 2011).

Em síntese, apresentamos a seguir alguns dos resultados que encontrados nesta atividade:

a) Sentidos construídos por apropriações lineares dos discursos de Hooke:

- os licenciandos utilizaram de frases na íntegra do original de Hooke para argumentar as questões propostas;

b) Construções de sentido que emergem dos discursos de Hooke, mas dialogam com o personagem e com a questão:

- os licenciandos agregam a voz de Hooke, mas para dizer o que gostariam de expressar para a pesquisadora;

O comportamento coerente frente à prática foi um dos sentidos que procuramos analisar na atividade seguinte. Mediante uma atividade que deve ser corriqueira ao profissional docente, buscamos evidenciar traços de aplicabilidade dos sentidos construídos pelos licenciandos ao longo da intervenção agora na análise de trechos de livros didáticos que apresentavam contextualizações ou referências ao episódio de Hooke.

6.2.5 Análise do livro didático.

Apresentamos a seguir o resultado da atividade produzida pelos estudantes do curso de Licenciatura em Ciências Biológicas do grupo Pibid orientada à realização de uma das ações vitais do sujeito docente: a análise consciente e crítica do material didático.

Núñez (2009) diz que “a mediação por instrumentos tem um papel importante no desenvolvimento das funções psicológicas superiores, pois constituem um meio para a inclusão

de novas estruturas de pensamento” (NÚÑEZ, 2009, p. 69). Nesse aspecto, a análise dos conteúdos bem como de sua forma de apresentação no instrumento livro didático constitui uma prática essencial ao professor.

Os licenciandos, em seus respectivos grupos, deveriam evidenciar nos recortes de livros didáticos analisados, as inadequações acerca da história, conceitos e epistemologia existentes, além de recontextualizarem os aspectos insuficientes. Dessas ações, destacamos para análise as seguintes características gerais mais proeminentes nos discursos e que afetam diretamente sua prática pedagógica: tipo de contextualização histórica existente; ideologia expressa pelo livro; incoerências identificadas, recontextualização final e paralelo contexto original e transposição.

Apresentaremos na sequência, trechos representativos dos discursos fomentados, importantes para a análise dos sentidos expressos.

- **Tipo de contextualização histórica existente.**

Todos os grupos, com exceção de um, identificaram algum tipo de contextualização referente ao tema “descoberta da célula”. Dos quatro grupos, três destacaram o aspecto superficial e fragmentado que o livro analisado agregou ao conteúdo, admitindo ser necessária uma recontextualização.

Chamou-nos atenção dois sentidos distintos quanto à contextualização presente nos livros didáticos. Enquanto um grupo, por meio de seu locutor, expressou admiração pela contextualização considerada completa realizada pelo livro, o outro destacou as irrelevâncias de uma contextualização reduzida a caixas laterais.

L₂₁, locutor do grupo que analisou o texto do livro de Silva, Sasson e Caldini Jr. (2010) em Anexo 2, disse que o livro “[...] *traz um contexto histórico muito interessante. Ele traz a história da célula no contexto celular*”. O licenciando enfatizou esse discurso acrescentando a partir de sua experiência pessoal que aquele seria um dos únicos livros que já teve acesso e que mostra um pouco mais de História da Ciência.

O livro, no entanto, foi escolhido para esta atividade justamente por não abordar um contexto histórico, mas sim fragmentos de uma história com ênfase em datas e nomes, passando da descoberta de Hooke diretamente às pesquisas de Leeuwenhoek e, posteriormente, ao estabelecimento da Teoria Celular e seus fundamentos básicos. Especificamente sobre Hooke, o livro não apresenta o motivo do pesquisador ter observado a cortiça, ou seja, o que ele queria compreender, tão pouco os aspectos contextuais no que diz respeito à sociedade e interesses da época, como pode ser apreciado com detalhes no Anexo 2.

A superficialidade apresentada pelo livro, especificamente no trecho que explicamos anteriormente, sugere que o grupo não atribuiu o mesmo sentido que nós. Isso pode ser confirmado pelo discurso do porta-voz do grupo ao complementar que o livro “*traz todo um contexto histórico da Royal Society e o contexto histórico de Hooke e qual foi o material que ele utilizou, porque ele utilizou*” (L₂₁, destaque nosso).

Possivelmente esse livro tenha de fato sido um dos melhores que L₂₁ já tivera em mãos, o que o tornou a voz mais ativa no grupo, o único a manifestar-se a respeito, quiçá posicionando-se em correspondência com sua experiência determinando uma hierarquia.

Também é possível sugerir que a interpretação dos licenciandos deste grupo seja coerente com a identificada por Martins (2006) ao dizer que, uma vez que estamos acostumados a visualizar contextos históricos que apresentam aonde a ciência chegou, ou seja, as leis, conceitos e obras produzidas, deixamos de lado os aspectos como a construção e o processo envolvido nessas produções, assim como as discussões e ideias envolvidas.

Por outro lado, um posicionamento distinto do primeiro foi apresentado por outro grupo que analisou o texto do livro Canto (2009), também em Anexo 2.

a primeira crítica assim, que eu pensei agora também, é essa questão de muitas vezes assim a parte histórica, estar restrita a uma curiosidade, num cantinho [...] Então eu acho [...] que deveria dar mais atenção ao livro didático sobre esse assunto. Não ficar ali só ali na margem, e o aluno às vezes nem bate o olho, nem o professor. Às vezes fala, ah! esse aqui nem... Tem pouquinha coisa não vou dar não (L₁₇).

O julgamento de valor de L₁₇ foi bastante adequado e expressou sua leitura interpretativa e ao mesmo tempo sua apreciação individual a respeito, uma vez que em nenhum momento da intervenção discutimos a cerca desse tipo de contextualização em caixinhas isoladas.

Bittencourt e Prestes (2011) destacam que em muitos livros didáticos é possível encontrar contextualizações históricas isoladas em “*boxes*, e que muitas vezes esses se encontram no final do capítulo, após o término do texto científico” (BITTENCOURT; PRESTES, 2011, p.4). Assim, a consideração de L₁₇ adequa-se na análise dos autores ao acrescentarem que tal estratégia não faz mais do que reduzir a visualização do assunto e ao mesmo tempo, “o prestígio da informação ali contida” (BITTENCOURT; PRESTES, 2011, p.4). Esses *boxes*, assim como a falta de articulação do contexto histórico com o conteúdo conceitual, correspondem a um acréscimo de conteúdos muitas vezes desnecessários ao ensino, já que apresentam informações fragmentadas sobre um determinado assunto.

Portanto, ao realizar essa observação, o licenciando agregou valor e importância à História da Ciência no ensino e ressaltou o reducionismo observado nos enfoques históricos

presentes em muitos livros didáticos. Isso demonstra que conhece ou reconhece as falhas existentes neste material didático. Um colega fez uso da linguagem científica e também analisou que erros de interpretação podem ser reduzidos quando se tenta tornar acessíveis os termos utilizados no livro. Por exemplo, “*alguns termos assim a gente optaria por trocar, tipo buraquinhos por poros*” (L₉).

L₁₇ e L₉ interagiram sugerindo uma representação para que os alunos pudessem utilizar da comparação entre algumas imagens para efetuar sua própria como análise:

L₉: Até falando das imagens, tem o microscópio que ele desenhou. Talvez até colocar uma... Tipo, figura b, pra associar o texto parecendo um favo de mel e figura “b” pro aluno.

L₁₇: Na verdade pra ele comparar.

L₉: Há buraquinho aqui!

A sugestão vem ao encontro do entendimento de que a imagem seria o meio de acesso à compreensão quando não houve a possibilidade de visualização numa lupa ou microscópio, ou mesmo quando o texto não possibilitasse tal abstração, servindo assim de mediadora. Isso significa que “o locutor espera uma compreensão responsiva ativa dos outros” (MENEGASSI, 2011, p. 172).

Para o grupo, o livro deveria ser usado e também escrito de maneira mais crítica, possibilitando correlacionar o conhecimento histórico com uma visão adequada da natureza da ciência. Deveria ainda articular as esferas conceitual, histórica e epistemológica dos conteúdos científicos, uma vez que a abordagem adotada por esse instrumento não contempla a história para a compreensão do processo de construção do conteúdo (BITTENCOURT; PRESTES, 2011).

- **Ideologia expressa pelo livro.**

Em determinado momento dos discursos observamos uma interação que não poderia passar despercebida ao analisar os sentidos atribuídos para uma prática pedagógica coerente.

Uma das professoras da rede estadual convidada, antes de seu grupo analisar o trecho do livro de Mendonça e Laurence (2010), se referiu ao livro analisado pelo grupo anterior e emitiu um discurso ideológico. Consideramos o discurso apresentado a seguir ideológico “[...] em função da potencialidade de refração de todo fenômeno social-ideológico, ou seja, é o modo de transpor a realidade objetiva conveniente a consciência humana.” (PAULA, 2013, p. 243).

A gente que trabalha na escola associa o livro a editora. Então, fala a editora, a gente já se assusta um pouco com a qualidade do livro. Por isso que eu fiquei curiosa em saber qual era a editora (PC₃).

Ao dizer que a qualidade do livro depende da editora, PC₃ fez do livro um objeto comercial do qual a procura produz a demanda, típico da realidade capitalista. Ideia esta que está em consonância com algumas linhas de pesquisa que tem tido como foco o livro didático, considerado “produto cultural” que veicula “valores ideológicos e culturais”, além de conhecimentos, tornando-se um “objeto do mercado editorial” (BAGANHA; GONZALEZ; BOAL, 2011, p. 2).

A fala de PC₃ não expressa o real sentido do qual os professores deveriam considerar na escolha do livro didático, ou seja, a existência de deficiências que possam comprometer seu uso na construção de práticas pedagógicas e na própria aprendizagem conceitual, histórica e de assuntos atuais e próximos aos estudantes. Também observamos nesse discurso que o livro torna-se um guia para essa professora, bastando determinada editora produzi-lo para ser considerado confiável. Em correspondência às palavras da colega outra professora se pronuncia.

nós não temos um tempo bom pra escolher o livro entendeu? A gente pega um dia, por exemplo, né PC₂, a gente escolhe. O tempo que a gente tem pra analisar é pouquíssimo né, e já tem que ser assim rápido porque daí já tem que pedir pro ano que vem já chegar né? Então, infelizmente, é:: o tempo que a gente tem é pouco, não da pra você ver tudo, olhar com cuidado, analisar, sentar os professores todos juntos (PC₄).

PC₄ legitima o poder ideológico que a editora assume sobre as escolas e os professores. Uma vez que não se tem tempo de analisar com cuidado, procura-se aquele cuja qualidade já é há tempos conhecida, até por conta das influências sofridas pelos departamentos de maior hierarquia. Mais uma vez destacamos que no sentido aqui concebido, o livro se torna acima do professor, dirige-o, tanto no que diz respeito às suas concepções, quanto às suas negligências. Ao ser amparado por um livro de qualidade o docente não tem motivos de procurar conhecimento para além dele. Nesse aspecto muitos dos equívocos presentes quanto à abordagem histórica são desconsiderados, como o próprio grupo em análise posterior verificou.

O grande problema dos discursos das professoras PC₃ e PC₄ aqui resgatados é a influência que esses enunciados tendem a causar na construção dos sentidos dos licenciandos presentes no grupo Pibid e no contexto escolar de modo geral. Tanto é assim, que em continuidade a esse episódio um dos licenciandos, considerando a posição hierárquica das professoras em consonância com seus anos de profissão também destacados por elas, questiona a professora supervisora do projeto Pibid na escola que estagia: “PC₂, a Saraiva é boa de livro?” (L₉). Desse

modo, o sentido contido nos discursos dessas professoras encontra-se imerso na profissão docente, no contexto pedagógico e é replicado e reproduzido.

“Para Bakhtin, as palavras não podem ser concebidas sem as vozes que as falam; sendo assim, toda palavra levanta a questão da autoridade.” (EMERSON, 2010, p. 69).

- **Incoerências identificadas.**

Em geral, os grupos identificaram incoerências principalmente no que diz respeito aos aspectos cronológicos e inexistência do problema real que levou Hooke a observar a cortiça. Ambas as constatações decorreram das reflexões da intervenção realizada que possibilitou adquirirem novos sentidos frente ao material didático.

O grupo cujo livro analisado corresponde ao produzido pela Secretaria de Educação do Estado do Paraná – SEED (PARANÁ, 2006) será apresentado como destaque dos demais equívocos que vão para além da linearidade e superficialidade. Esses equívocos graves referem-se às pesquisas do século XIX, trecho no qual os próprios licenciandos não tiveram condições de avaliar, dando conta apenas quando o grupo anterior citou a mesma passagem:

Que o pessoal aqui comentou que no livro deles falam do Schleiden e Schwann. Aqui fala assim, Schleiden observou células animais e Theodor Schwann observou células vegetais. É o contrário do que tá aí né? [...] É que assim, o Schleiden em 1838 observou células animais e Schwann em 1839 observou células vegetais. Afinal quem que observou? (L₂).

L₂ apresenta um trecho do recorte histórico que deveria ser a “descoberta da célula” e, como vemos, dá um grande salto associando Hooke erroneamente à Teoria Celular. Mas o fato que também chama atenção nas palavras da estudante é o interesse em saber corretamente quem observou o que, denotando desconhecimento ou esquecimento do fato histórico.

Tal desconhecimento pode ser confirmando se considerarmos as palavras do colega do grupo ao dizer que “*fico imaginando porque, pô, nós estamos aqui há quatro semanas e batendo na mesma tecla, e pra falar do surgimento, conceito de célula, contexto da célula né? Eh:: O que deve estar por trás de todos os conceitos que a gente aprende no ensino de Biologia deve ter muita coisa*” (L₄). O discurso deste licenciando expressa o reconhecimento de que existem muitas outras coisas para serem conhecidas dentro da própria área de conhecimento, de modo que estamos numa contínua busca pelo saber (MARTINS, 2006).

- **Recontextualização final.**

Os grupos que fizeram a recontextualização do trecho do livro referente à temática da “descoberta da célula” mostraram-se preocupados com seu interlocutor, ou seja, os alunos da série a qual o material pedagógico se destinava. De fato, “o interlocutor interfere na construção de sentido do texto” (MENEGASSI, 2011, p. 170), dito de outro modo, os licenciandos procuraram esclarecer aspectos que poderiam ser interpretados de modo diferente pelos alunos, ou ainda, que deixassem lacunas para sentidos diferentes do que realmente o episódio se pautou.

A compreensão dos grupos sobre a necessária recontextualização histórica da ciência condiz com a ideia de Martins (1990) ao dizer que “Ensinar um resultado sem a sua fundamentação é simplesmente doutrinar e não ensinar ciência” (MARTINS, 1990, p.4). Assim, uma das construções com vistas à recontextualização pode ser apreciada a seguir:

Então aqui no texto ele ((o autor do livro)) não falou porque que Hooke usou cortiça. Ele já foi direto, que em outro encontro o Hooke já apareceu com uma fina camada de cortiça já apresentando pra eles né, pros cientistas, ele fala. Cientistas londrinos. Então, nós quisemos falar porque que ele escolheu a cortiça, e falar que ele foi pela Royal Society. Então os membros da Royal Society. Ai então, a cortiça foi analisada devido a sua propriedade de reter o ar em seus poros, já que o objetivo inicial da observação era verificar porque o ar podia ficar retido dentro de alguns corpos e de outros não (L₁₁).

Esse grupo, assim como outros observados, atribuiu importância aos aspectos necessários à contextualização, tal como discutidos em encontros anteriores, principalmente no que diz respeito ao motivo que levou Hooke à cortiça. Destaca-se ainda no enunciado da porta-voz desse grupo o reconhecimento do não isolamento da atividade científica, ao associar Hooke aos membros da Royal Society. Os grupos pareceram perceber que qualquer estudante pode ter as mesmas dúvidas tidas por nós durante as discussões no Pibid e que o livro didático deve contribuir também como fonte de pesquisa, não isolando o acontecimento dos seus aspectos epistêmicos e contextuais.

Avaliamos que, de modo geral, os grupos trabalharam com os aspectos principais das discussões fomentadas ao longo das semanas no grupo de estudos Pibid, ou seja, a importância de apresentar o problema que teria levado Hooke à observação da cortiça não apresentando a descoberta de seus compartimentos como algo proveniente de simples curiosidade. Além disso, enfatizaram alguns pontos do contexto de Hooke como a tecnologia das lentes e o próprio material usado para a pesquisa. Admitimos, portanto, a falta de distanciamento deste episódio para com o conhecimento de célula tal como estabelece o conceito na Biologia.

- **Paralelo: contexto original e transposição.**

Alguns discursos destacaram o quão importante foi conhecer o contexto original para avaliar uma transposição em livro didático. Por isso apresentamos a seguir alguns julgamentos de valor, expressos por licenciandos durante a análise a esse respeito.

Dificuldade em encontrar fontes seguras foi considerada um entrave no uso da História da Ciência em sala de aula. Além disso, a falta da abordagem na própria formação inicial reforça essas dificuldades.

Quando se tem acesso ao material original ele é analisado pelos licenciandos como importante para conhecer os acontecimentos, possibilitando além dos fatos esporádicos apresentados pelo livro didático. Os discursos dos licenciandos salientaram as dificuldades epistêmicas que o acesso ao original pode ocasionar.

é um pouco mais trabalhoso porque [...] nas escolas, pelo que a gente vivência, [...] nós não temos amparo teórico pra isso (L₂₁).

O discurso de L₂₁ pode ser interpretado a partir de duas realidades vivenciadas. A primeira, diz respeito à graduação que não possibilita esse amparo teórico para trabalhar a história, já destacada nos discursos da entrevista inicial, inclusive por esse mesmo estudante. A segunda refere-se às condições das escolas de Educação Básica em que atuam em seus estágios, no sentido de não darem suporte a essa inclusão temática devido a seus currículos abarrotados de conteúdos.

A primeira hipótese, no entanto, é confirmada quando L₂₁ diz que: “*não estamos habituados a estudar isso*”. Partindo da segunda realidade, a escola, esse amparo se traduz nas exigências de conteúdo, limitações de tempo e acesso material. Esta consideração permeia a fala de outro colega do grupo ao dizer que “*a dificuldade tá sendo ter o acesso a essas informações*” (L₆). L₆ explica que, além das dificuldades em se obter referenciais teóricos de boa qualidade sobre História e Epistemologia da Ciência, essa abordagem exige muita abstração para seu entendimento.

Ambos os problemas destacados pelos licenciandos anteriores poderiam ser minimizados se considerado o que discute Martins (2007). O autor diz que quando se trata da formação inicial não basta discutir sobre a inserção da história no currículo, mas como aplicá-la de modo a possibilitar a compreensão de conceitos e fenômenos em todos seus aspectos.

Isso resgata a fala dos autores García e Porlán (2000) que chamam atenção à importância dada aos conhecimentos escolares e profissionais aos quais os graduandos se deparam, pois muitas vezes, os conceitos históricos, por exemplo, são repetidos sem significação, já que

apropriaram superficialmente de suas definições. Deve haver um maior investimento na formação inicial e continuada dos professores, como também na produção de materiais didáticos que auxiliem na utilização da História da Ciência no ensino, conforme destacam Baganha, Gonzalez e Boal (2011).

Por fim, a atividade de análise do livro didático possibilitou aos estudantes aplicarem os sentidos construídos ao longo da intervenção e o olhar crítico à abordagem histórica da Ciência nos livros analisados, suas distorções e falhas. Afinal, Bakhtin/Volochinov (1990) nos explica que é característica do signo, enquanto elemento ideológico e verbal, permitir a internalização de uma palavra e possibilitar depois seu retorno ao exterior, de modo qualitativamente superior, em virtude das ações sofridas pelas contrapalavras alheias.

Essas análises podem contribuir para uma prática docente mais coerente não apenas no que diz respeito à história dos acontecimentos, mas também quando às definições, conceitos e interpretações que podem surgir a partir de uma leitura mesmo que superficial. Ou seja, os licenciandos de Biologia puderam perceber que a História da Ciência, quando presente nos livros didáticos, deve dar condições para que o aluno estabeleça relações significativas entre o conceito estudado e seu processo de produção (BITTENCOURT; PRESTES, 2011), não recorrendo com isso apenas às ilustrações muitas vezes desconexas do texto e do próprio acontecimento histórico (SANTOS, 2006).

Pontuamos de maneira geral, os seguintes resultados:

- a quantidade de abordagem histórica considerada suficiente ou necessária em um material didático é relativa para cada licenciando, uma vez que esta apreciação se relaciona com comparações com outros materiais já utilizados e experiência na prática pedagógica;
- os equívocos conceituais, históricos e epistemológicos podem ser identificados desde que se conheça o contexto original e o conteúdo a que se propõe a análise;
- o contato social no ambiente escolar pode refletir e refratar atribuições de sentido à editora como sendo determinante para a qualidade de um livro didático;
- os licenciandos, uma vez conhecendo o contexto do conteúdo proposto, têm condições de contextualizar e transpor o conhecimento em responsividade ao interlocutor;
- a formação inicial poderia contribuir de maneira mais abrangente se possibilitasse o acesso à leitura e discussão de originais, o que refletiria nos demais aspectos da prática do profissional docente.

Há de considerarmos que provavelmente esta atividade tenha sido a que mais proporcionou assimilações com vistas à prática docente. Nesse sentido, optamos por selecionar o excerto de um dos discursos que não fez parte da análise, justamente para ilustrar essa nossa avaliação.

[...] me chamou atenção foi éh:: a parte que diz respeito aos erros conceituais nos livros. Que a gente acaba não sabendo se o livro tá... é uma coisa correta ou não né. Eu também, eu seguia sempre um livro, eu procuro trazer dois livros de referência até no estágio. Mas eu não tinha essa visão, será que tá certo ou não. Agora eu procuro já saber se aquele conteúdo tá correto ou não [...] Que a gente fez análise do livro né? E a gente discutiu o que taria correto, na análise lá do Hooke, na observação, e o que não taria correto, e quase tudo tava incorreto. ((risos)) Ainda mais o livro que eu uso, que eu gosto bastante [...]. Eu fiquei justamente com ele. Eu falei nossa!, tem muita coisa errada! Esse livro tinha que ser reformulado! ((risos)) (L₁₀).

A fala de L₁₀ expressa entonações e apreciações de valor quanto a um dos livros mais usados em Biologia na cidade de Maringá-Pr e material de uso na própria escola em que estagia enquanto Pibidiano. Isso ressalta em sua preocupação e compromisso para com a formação de sociedade escolar na qual atua. Podemos notar que não apenas o contexto de Hooke foi um critério de análise do livro, mas também os aspectos conceituais, ainda que a proposta de atividade da qual priorizamos não tenha abordado a análise em todas as suas facetas que uma verdadeira análise de livro didático comportaria.

Chinelli, Ferreira e Aguiar (2010) apontam para a evidência de que a prática profissional docente sofre influências pessoais bem como também dos ambientes formais, criando e recriando sentidos acerca do ser professor em ciência e também dos conceitos que envolvem a atividade científica. Dessa forma, julgamos que para dar conta dos valores ideológicos inadequados atribuídos a esse instrumento escolar é preciso que a formação de todos os licenciandos possibilite a compreensão e cumprimento dos objetivos dispostos no Programa Nacional do Livro Didático (PNLD). Pois é a partir desse lugar social que seus olhares e posicionamentos serão contingenciados (MIRANDA; LUCA, 2004). É necessário que o professor participe ativa e democraticamente da análise e escolha dos livros a serem utilizados em sala de aula, não apenas julgue como critério de sua escolha a editora de determinado livro.

Sem dúvida, essa participação depende de determinados saberes, critérios e competências condizentes com uma formação superior adequada e também da conscientização de que o livro é o representante material da comunidade científica no contexto da escola. É por meio desse instrumento que devem ser dialogadas as questões que afetam a realidade e dialogam com o pensamento racional, criativo e crítico. Ele representa, ainda, grande parte da construção humana e suas influências socioculturais, por isso deve ser contextualizado na mesma dinâmica que caracteriza os conceitos ali construídos, não correspondendo a produtos, mas elementos de contradição e mudanças.

Por fim, a importância da utilização da História da Ciência nos livros reforça a possibilidade de refletir acerca deste instrumento no ensino de ciências, criando “uma imagem mais real e positiva sobre a natureza da ciência” e sobre o “trabalho dos cientistas” na concepção das crianças, “tão influenciada pelas representações do senso comum em relação a essa questão” (NÚÑEZ, 2005, p. 6-7).

6.3 Controle Final.

Apresentamos a seguir, as temáticas analisadas provenientes das questões da entrevista final, realizada com outros cinco estudantes do Pibid (L₂, L₈, L₁₀, L₁₆ e L₁₈).

6.3.1 Sentidos atribuídos à História da Ciência e possibilidade de aplicação em sua prática pedagógica.

No tocante à necessidade da abordagem histórica no ensino de Biologia, os licenciandos apresentaram várias apropriações de discursos alheios, inclusive da pesquisadora. Contudo, todos reconhecem a importância da abordagem histórica para a construção da ciência. Isto pode ser exemplificado no discurso do estudante a seguir.

[...] o aluno tem que saber como começou e como que essa história foi sendo construída. Então que de um experimento eles conseguiram chegar a vários outros como você falou assim éh:: não separando assim mas uma ideia foi dando início a outra, entendeu? Cada descoberta foi... sendo necessária pra outras descobertas (L₈).

L₈ destacou um dos pontos principais da Natureza da Ciência, assim como os demais colegas, emitiu nesse enunciado a compreensão de mudança, influências e diferentes personagens e conflitos. Apesar disso, o estudante assume o continuísmo da ciência, a partir do momento que considera a dependência de descobertas para a realização de outras. O destaque do licenciando ao que o aluno tem que saber é também expresso no discurso de L₁₀ como apreciação a desmitificação dos “[...]conceitos distorcidos [...] que a gente acaba acumulando durante o ensino [...]”.

Tais discursos refletem a dificuldade de estabelecer uma única interpretação à maneira em que a ciência foi e é construída, sendo necessária a consideração de um enfoque epistemológico, ou seja, reflexões acerca do se conhece e do como esse conhecimento foi construído (COSTA, 2008).

Quanto à aplicação da História da Ciência em planejamentos de aula de Biologia, foco das demais questões desse bloco analítico, há um consenso de valorização na utilização da temática. Enquanto uma entrevistada destacou até já ter utilizado, outros consideraram a utilização com ressalvas, sendo que estas corresponderam: ao tempo; à dificuldade de utilização do conteúdo (não especificado); ao contexto de trabalho; a escola pública e suas limitações; e a própria formação. Houve também a valorização das abordagens inclusiva e integrada, contudo, com ponderações que salientavam ora sua necessidade, ora os obstáculos para concretização.

Quanto à aplicação permeada pelo limitante *tempo*, observamos que tal discurso condiz a apropriações de discursos alheios, principalmente, daqueles durante a intervenção. Os discursos *dos outros* no contexto do grupo Pibid forneceram a matéria-prima para as construções que analisamos a seguir e por meio das quais ouvimos outras vozes além do licenciando destacado. Isso se torna mais evidente no discurso de L₈ ao dizer a respeito da abordagem integrada apresentada a seguir.

Olha a completa eu não sei se vai dá tempo né. Por que... Experiência dos outros. Mas durante a aula sim, em pequenos momentos (L₈).

Como já destacamos em um momento anterior, as ideologias do profissional docente, sua experiência, valores, posição hierárquica, até quanto ao conhecimento, sugerem a influência na atribuição de valor e sentidos a novas perspectivas pedagógicas. Isso é saliente na apropriação feita por L₈ que considera o discurso alheio sem posicionar-se criticamente a respeito, seja por inexperiência ou por respeito à autoridade dos professores aos quais concorda. De modo similar, L₂ confirma essa influência: *“Sinceramente não ((vejo limitações)). Não sei se é porque eu não tô na realidade assim, igual as professoras falaram, mas por mim na minha cabeça assim tá lindo”*. O diferencial de L₂ foi que separa o discurso alheio, emitindo seu próprio acento valorativo e avaliação.

As dificuldades de utilização do conteúdo, ainda que não especificadas, nos sugere o reconhecimento das lacunas de sua formação acrescidas às limitações de trabalho que engessam a prática pedagógica. Essas ideias encontram-se expressas no olhar crítico de L₁₈ que avalia além do pretendido no tema da questão proposta.

[...] considerando a situação da instituição, principalmente do ensino, da Educação Pública, acho que até privada que segue os mesmos... Acho que deve seguir as mesmas Diretrizes e Bases né?, acho impossível aqui no Brasil ((trabalhar a abordagem integrada)).[...] Que assim eles encham a grade com um monte de matérias, assim os professores eles não entendem que nós temos “n” matérias para desenvolver, pra frequentar e enche né, rechaça de trabalho, atividades, enfim. E a gente não tem a dimensão daquilo. Isso remete a

dimensão do trabalho tecnicista. É tudo compartimentalizado entende? Então eu assim... eu acho isso um absurdo [...]eu fico desanimada. Eu saio assim da Universidade com um monte de lacunas assim, sabe? [...] se a gente tivesse aquela forma integrada, nossa!, a gente teria a visão... realmente uma visão holística da ciência. Principalmente do nosso curso (L₁₈).

Também são vistas no enunciado de L₁₈ as mesmas ideias gerais acerca de qual abordagem se utilizar no ensino: inclusiva *versus* integrada. O licenciando apresenta maturidade ao pontuar alguns problemas que afetam tanto sua preparação enquanto docente, quanto sua prática. Discute sobre a grade curricular extensa, possivelmente considerando tanto o ensino superior quanto o básico, e com isso dá ênfase na superficialidade que esses conteúdos tendem a ser tratados. Para L₁₈ essa prática faz parte de um interesse tecnicista porque ainda concebe o ensino como mão de obra para o trabalho e não se permite a formação de habilidades de pensamento e criticidade.

Em consonância com esse enfoque, a maior parte os discursos se reportaram a sua formação superior. Ao compreenderem o papel da História da Ciência para uma visão mais ampla de mundo e da sua área de atuação, refletiram as limitações do curso frequentado no que se refere ao respaldo histórico.

[...] a graduação que eu tive foi deficiente nesse aspecto né. Talvez se eu não tivesse esse curso que a gente teve, eu não pensaria nisso, na História da Ciência. Eu ate procuraria, mas eu não teria uma visão ampla, como eu tive aqui. Disso né, dessa... de como ocorre estas distorções né, essas imagens. Mas... eu tenho essa limitação pela forma da academia né. Mas agora eu tenho já outra visão. Eu vou procurar buscar fontes, talvez não originais, porque é difícil traduzir uma obra original né. Mas de pesquisas mesmo né, pessoal trabalha já nessa área né, da história das ciências né. Mas a limitação é mais por causa da deficiência nessa formação que a gente teve, na graduação mesmo. [...] as disciplinas trabalharam de forma isolada, ou nem abordaram. Era sempre só o aspecto científico e não histórico né. Acho que dificilmente teve uma disciplina a não ser epistemologia, que aborda de maneira mais clara isso né. Mas mesmo assim não foi tão aprofundado, como deveria ser (L₁₀).

Os comentários de L₁₀ retratam a carência de enfoque histórico no ensino superior e o potencial dos momentos que o faz pensar nessa temática como o grupo Pibid, que fomenta discussões epistemológicas, e até o curso realizado para esta pesquisa, que mesmo de modo pontual contribuiu para a construção de um pensamento sistêmico. O licenciando ainda expressou essa mesma valorização à disciplina de epistemologia, que em sua visão já tinha possibilitado reflexões semelhantes.

Neste bloco de questões observamos que o sentido atribuído à História da Ciência é de uma valorização extremamente ligada à possibilidade de correção das incoerentes apropriações que são feitas ao longo do percurso escolar. Essa valorização refrata para si o interesse e

necessidades em ter um respaldo histórico no ensino, sendo também importante para o planejamento pedagógico ainda que as ideologias da escola, como a falta de tempo, organização curricular, dentre outros motivos, estejam presentes como apropriações de discursos alheios de autoridade, bastante respeitados e por isso reproduzidos.

6.3.2 Respaldo da intervenção na construção de sentidos sobre o episódio retratado da História da Biologia.

Neste bloco analítico, as duas questões propiciadas na entrevista tiveram como tema a intervenção e permitia transitar pelas atividades realizadas conforme a condução de coleta de dados fundamentada em Galperin, bem como as ações realizadas para seu cumprimento.

Podemos observar nos comentários dos licenciandos tons apreciativos referentes ao acesso à observação original traduzida de Hooke, o conhecimento proporcionado sobre o contexto desta experiência, os equívocos do livro didático e a metodologia adotada para a construção de cada coleta de dados, salientada por L₁₈.

Os comentários de L₂ a seguir demonstram a necessidade que o aluno tem de conhecer e poder reconhecer e interpretar por si mesmo os aspectos da atividade científica.

eu gostei muito quando a gente teve contato com o artigo, não sei se fala artigo, mas o que ele escreveu de verdade. Assim nas palavras dele, eu acho que isso pra mim tipo, me enriqueceu muito de verdade. Isso... éh:: Eu particularmente gosto muito de quando a gente relaciona, por exemplo, igual no contexto social que ele tava vivendo, daquela época, eu acho, adoro isso. Sabe de quando a gente consegue localizar a pessoa no social, no cultural, igual ele lá na Inglaterra (L₂).

O licenciando ressaltou que conhecer um contexto histórico por meio de uma obra original significa conhecer os aspectos do contexto social e cultural de uma dada época, aspectos externos da atividade científica, reconhecer o pesquisador como um homem social e não o cientista isolado e elitizado. Desse modo, contextos históricos motivam e geram interesse pelas atividades humanas frente à ciência e sobre os aspectos da disciplina na qual se dedicam.

Esse aspecto é defendido por Kuhn (1998) ao dizer que os estudantes de ciências deveriam ser mais encorajados a ler os clássicos de suas disciplinas científicas, o que talvez pudesse fazê-los olhar de outro modo para o conhecimento ali presente. Esta colocação corresponde à relação feita por L₂ entre Robert Hooke; sua época, contexto social e científico; no momento da pesquisa.

Esses aspectos muitas vezes inexistentes em livros didáticos possivelmente levaram três dos licenciandos a atribuírem, a esse instrumento pedagógico, o acento valorativo. Isto é representado nos comentários a seguir.

O que mais me chamou atenção foi como os livros didáticos trazem coisas que a gente até o curso, dava como certo. E que depois a gente vê que não é bem assim. Que ao decorrer da história essas... esses fatos são mudados né. Talvez no boca a boca ali acabam mudando um pouco (L₁₆).

L₁₆ analisa que muitas vezes os livros correspondem a depósitos de verdades científicas, conhecimentos e acontecimentos, não refletindo nas atuais e essenciais necessidades do ensino-aprendizagem. Equívocos, como conceituais e históricos, avaliados pelos estudantes, refrataram como maneiras de questionar, assim como atribuído por L₁₆. Além disso, permite aprofundar seus próprios conhecimentos cogitando o amparo a outras fontes mais seguras. Observamos também o caráter dialético da ciência expresso no discurso do estudante anterior.

Os comentários dos licenciandos aqui analisados nos permitiram observar que o episódio de Hooke, utilizado como possibilidade de refletir sobre a História da Ciência, permite conhecer sobre um tema pouco abordado quando se refere a este personagem e ainda mostrou contribuir para enriquecer os conhecimentos e a atenção sobre este conteúdo, principalmente quanto ao modo como ele é apresentado nos livros.

Como síntese das entrevistas finais, apresentamos na sequência os resultados gerais acerca dos principais elementos encontrados.

- os aspectos da natureza da atividade científica referentes ao contexto histórico de Hooke ficaram destacados nas atividades e discursos dos licenciandos;

- o acesso ao original reporta a possibilidade de conhecer os diferentes aspectos de um dado assunto e por outro lado revela as lacunas que os estudantes acreditam possuir em seu ensino;

- a consideração do livro didático como material mais acessível e imediato ao professor atuante tornou-se proeminente nos discursos, assim como o reconhecimento de erros presentes nesse material e que podem afetar a prática docente;

- as ideologias docentes, referentes à falta de tempo, a seleção de conteúdos e inserção de novas abordagens, ainda são bastante fortes de modo a tornarem-se obstáculos a determinadas práticas pedagógicas.

Ao reconhecerem a importância do professor ou futuro professor em conhecer a História da Ciência, esses discursos resgataram concepções sobre a construção, mutabilidade, influências, não neutralidade da ciência, etc. Isso denota o retorno qualitativamente superior do signo ao

exterior após as modificações sofridas pelas contrapalavras alheias, como explica Bakhtin/Volochinov (1990).

CONCLUSÃO

Os recorrentes estudos acerca do enfoque História da Ciência no ensino revelam o quanto essa abordagem carece de reflexão.

Nesta pesquisa, compreendemos como os sentidos sobre a História da Ciência são constituídos pelos licenciandos do curso de Ciências Biológicas da Universidade Estadual de Maringá, pertencentes ao grupo Pibid, por meio de apropriações do senso comum, na medida em que avaliaram a ciência na vida em sociedade, e por meio de discursos alheios ao reproduzirem considerações e vivências.

Observamos que esses licenciandos atribuem valor à História da Ciência como forma de fundamentar conceitos e conteúdos e que atividades práticas podem torná-los motivados interna e externamente, conforme se deparam com problemas do mundo que os rodeia, fato constatado na Etapa Motivacional da metodologia aplicada. Além disso, o conhecimento de um contexto histórico, amparado pela obra original, possibilita a formulação de hipóteses. Desse modo, o licenciando posiciona-se criticamente frente à atividade científica, questionando-a e reconhecendo as faces de seu desenvolvimento, nem sempre demonstrada na academia. Além disso, desloca-se assumindo a interpretação do contexto histórico e mobilizando novos sentidos e significados por meio de suas contrapalavras.

Em sua prática pedagógica, o licenciando ainda mediado pela obra original, conseguiu reconhecer em respaldo epistemológico, a atividade do pesquisador e do conhecimento em questão. Em nosso caso, os licenciandos apropriaram-se do discurso de Hooke argumentando concepções errôneas da ciência como a neutralidade, imutabilidade e cumulatividade do conhecimento. Outras vezes reproduziam a voz de Robert Hooke agregando a ela seus pontos de vista e avaliações.

Identificamos que a apropriação do discurso da História da Ciência e sua utilização na análise de um trecho do livro didático, também uma prática pedagógica, possibilitaram aos "pibidianos" avaliar a fragmentação e cronologia do conteúdo em questão, seus erros e limitações. Conseguiram, com isso, construir uma síntese em coerência com o episódio original, defendendo este para os textos analisados, pontuando os aspectos carentes de contextualização e em responsividade com seus interlocutores, os usuários do livro didático. Esse fato corresponde a internalização decorrente das ações propiciadas pelas discussões realizadas durante a intervenção e conclusões que eles mesmos chegaram, a partir da leitura da observação original de Hooke. Isso demonstra que a História da Ciência deve fazer parte do conhecimento do profissional docente. Esse conhecimento, uma vez internalizado, poderá enriquecer sua prática pedagógica. Apesar

dessa consideração, não é possível garantir que os licenciandos utilizarão destas reflexões no seu dia a dia, isso porque, ao lidarmos com dados qualitativos e especificamente com sujeitos, a subjetividade e os valores são sempre impossíveis de serem mensurados.

Fatores que interferem na utilização do discurso da História da Ciência também foram observados. Entre esses, a carência de tempo hábil para a abordagem, a falta de suporte material, a dificuldade de compreensão de uma obra original, as lacunas da formação e, principalmente, considerações provenientes do discurso de autoridade se fazem proeminentes em seus enunciados. Essas dificuldades expressam os mesmos significados compartilhados, existentes e criados pelo grupo social organizado que convivem: a atividade docente. Nesse sentido, o respaldo ao tempo, a falta de material de apoio bem como de formação adequada encontram-se expressos refletindo e refratando os modos com que esses licenciandos interpretam a realidade da sala de aula. Assim, ao mesmo tempo em que buscam mudanças e reorganizações para a melhoria de suas práticas e do ensino oferecido, considerando a superestrutura como transformadora de seu sistema de valores, sofrem influências pelas forças dessa infraestrutura.

A intervenção pedagógica realizada pode ser resgatada nos discursos finais de alguns "pibidianos", atrelada à consideração do necessário cuidado quanto às abordagens históricas incoerentes presentes nos livros e, principalmente, quanto aos aspectos da natureza da ciência. Vimos que a ciência enquanto uma construção humana, repleta de influências do contexto social envolvido e isenta de isolamento nas atividades científicas, estava presente nos sentidos emitidos nos discursos desses estudantes.

Avaliamos que a intervenção realizada nesta pesquisa, utilização de um episódio histórico de maneira inclusiva, trouxe ganhos no que diz respeito à possibilidade de integrar a História da Ciência com a Teoria de Assimilação por Etapas. Essa junção considera tanto a produção humana contida na cultura, a ciência como uma dessas produções, como desenvolvimento do indivíduo a partir da apropriação desse material compartilhado social e culturalmente. Além disso, essa Teoria está voltada para a formação cognitiva, formativa e social, e por meio dela, valoriza-se a atividade do aluno que faz uso constante da fala para explicar suas ações frente ao mundo, ou seja, o que fez e porque o fez.

Salientamos que nesta intervenção o material original foi utilizado sem transformações, e que consideramos importante avaliar as transformações que materiais históricos originais, como esse, deveriam passar à utilização pelo professor em atuação. Esse material original permite que o deslocamento histórico ocorra de modo positivo no ensino, uma vez que possibilita a interpretação fiel e a formulação de hipóteses, bem como a imaginação.

Pontuamos ainda que a articulação da História da Ciência no ensino pode ser feita utilizando-se do amparo teórico e metodológico da Teoria de Assimilação de Galperin em

momentos pontuais nas quais possam ser resgatados aspectos importantes para o ensino de um dado conceito, conteúdo e método científico. Na perspectiva de integração com a teoria de Galperin, as etapas que essa articulação pode ser dada correspondem às etapas de motivação, buscando criar o motivo e as necessidades do estudo em questão, além de possibilitar a formação de contrapalavras a uma perspectiva histórica diferente. A etapa material também permite que com um determinado fenômeno ligado ao estudo possa ser trabalhado de modo concreto, identificando características e conceitos envolvidos.

Para novos encaminhamentos e futuras pesquisas, acreditamos serem necessárias pesquisas e cursos de formação continuada para professores universitários, a fim de apresentar as possibilidades e reflexões pertinentes à História da Ciência, além de continuar as abordagens pontuais que vêm sendo realizadas pelo grupo de estudos Pibid/Biologia.

Quanto à Teoria da Assimilação por Etapas de Galperin, uma vez que se mostrou adequada a inclusão da História da Ciência, carece de estudos pedagógicos que possibilitem identificar se as etapas ocorrem na mesma ordem tais como foram propostas por Galperin, independente do conteúdo e fase de desenvolvimento, bem como em que etapa os diferentes estudantes aprenderiam melhor os aspectos históricos da ciência. Também sugerimos para futuras pesquisas, avaliar essa mesma parceria (História da Ciência e Teoria de Galperin) em contextos diferentes do Pibid, já que neste, em específico, dispõe-se de tempo hábil para reflexões e construções dialógicas mais aprofundadas.

As contribuições que a História da Ciência tem a oferecer enquanto instrumento de reflexão metodológica para o ensino precisam ser discutidas sob o amparo de pressupostos pedagógicos que orientem as intervenções didáticas docentes, já que a abordagem histórica não se constitui de uma estratégia didática em si mesma, e sua implantação de maneira coerente está estreitamente relacionada ao suporte de teorias psicológicas ou pedagógicas, conforme destacam Teixeira, Greca e Freire Jr. (2009).

Finalizamos com a expectativa de que o presente trabalho ofereça subsídios aos professores e futuros professores de modo a contribuir como fonte de resgate histórico sobre os equívocos em torno da descoberta da célula e também de reflexão metodológica para o Ensino de Biologia subsidiada pela perspectiva sociointeracionista.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALFONSO-GOLDFARB, A.M. **O que é história da Ciência**. São Paulo: Brasiliense, 1994.
- ALFONSO-GOLDFARB, A.M. Centenário Simão Mathias: documentos, métodos e identidade da História da Ciência. **Circumscribere International Journal for the History of Science**, São Paulo, v. 4, p.5-9, 2008.
- ALLCHIN, D. **To err is science**. 2000. Disponível em: <<http://www.tc.umn.edu/~allch001/papers/2-err.htm>>. Acesso em: 25 fev.2013.
- ALLCHIN, D. Appreciating Classic Experiments. In: SCHOFIELD, C. (ed.). **Professional Development for AP Biology**. New York: College Entrance Examination Board, 2004-2005. Disponível em: <<http://www.tc.umn.edu/~allch001/papers/classic.pdf>>. Acesso em: 24 set. 2013.
- ALMEIDA, M.J.M. Leituras de história e filosofia da ciência na formação inicial de professores. **Educação: teoria e prática**, v. 22, n. 40, 2012.
- ALTHUSSER, L. **Ideologia e aparelhos ideológicos do Estado**. 3. ed. Editorial Presença, 1985.
- AMABIS, J.M.; MARTHO, G.R. **Biologia das Células**. v.1. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2010.
- ANDERY, M.A.P.A. et al. **Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica**. 11. ed. RJ: Espaço e Tempo; São Paulo: EDUC, 2002.
- ARANHA, M.L.A. **História da educação e da Pedagogia geral e Brasil**. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2006.
- ARAÚJO, R.A.M. et al. A utilização da História a Ciência no ensino: observações de Robert Hooke como recurso motivacional ao estudo a célula. **Caderno de Resumos do Encontro de História e Filosofia da Biologia**, Florianópolis, 2013.
- BAGANHA, D.E.; GONZALEZ, C.E.F.; BOAL, D.G. O livro didático de biologia: a escolha de um recurso adequado à prática pedagógica. In: ENCONTRO REGIONAL SUL DE ENSINO DE BIOLOGIA (EREBIO-SUL), 5, e SIMPÓSIO LATINO AMERICANO E CARIBENHO DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS DO INTERNATIONAL COUNCIL OF ASSOCIATIONS FOR SCIENCE EDUCATION (ICASE), 4, 2011. **Painel**. Disponível em: <<http://www.uel.br/ccb/biologiageral/eventos/erebio/painel/T53.pdf>>. Acesso em: 26 nov.2013.
- BAKHTIN, M.; VOLOCHINOV, V.N. **Marxismo e Filosofia da Linguagem: problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem**. 5. ed. São Paulo: HUCITEC, 1990.
- BAJTÍN, M. El problema de los géneros discursivos. In: BAJTÍN, M. **Estética de la creación verbal**, Tradução Tatiana Bubnova, 1998. Disponível em: <http://www.internet.com.uy/arteydif/GRUPO_INVESTIGA/PDF/BAJTIN%20cap.%20G%C3%A9neros%20Discursivos.pdf>. Acesso em: 27 set. 2013.
- BATISTA, I.L.; NASCIMENTO, E.G. União da História da Ciência com o Vê de Gowin: um estudo na formação de professores das séries iniciais. **Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências**, v. 11, n. 2, p. 41-66, 2011.

BATISTELI, C.B.; ARAÚJO, E.S.N.; CALUZI, J.J. As estruturas celulares: o estudo histórico do núcleo e sua contribuição para o ensino de biologia. **Revista Filosofia e História da Biologia**, v. 4, p. 17-42, 2009.

BBC, The history of Science. “**What Is Out There?**” 27 apr. 2010. Disponível em: <<http://www.bbc.co.uk/programmes/b00s89td>>. Acesso em: 24 set. 2013.

BELTRAN, M.H.R. História da Química e Ensino: estabelecendo interfaces entre campos interdisciplinares. **Abakós**, Belo Horizonte, v.1, n. 2, p. 67-77, 2013.

BIRCH, T. **The History of the Royal Society of London**: for improving of natural knowledge, from its first rise. In which the most considerable of those papers communicated to the society, which have hitherto not been published, are inserted in their proper order, as a supplement to the philosophical transactions. v.1, London: Millar, 1756a.

BIRCH, T. **The History of the Royal Society of London**: for improving of natural knowledge, from its first rise. In which the most considerable of those papers communicated to the society, which have hitherto not been published, are inserted in their proper order, as a supplement to the philosophical transactions. v.2, London: Millar, 1756b.

BITTENCOURT, F.B.; PRESTES, M.E.B. Análise da disposição das informações acerca da história da genética nos livros didáticos aprovados no pnlem-2007. In: ENCONTRO REGIONAL SUL DE ENSINO DE BIOLOGIA (EREBIO-SUL), 5 e SIMPÓSIO LATINO AMERICANO E CARIBENHO DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS DO INTERNATIONAL COUNCIL OF ASSOCIATIONS FOR SCIENCE EDUCATION (ICASE), 4, 2011. **Comunicação**. Disponível em: <<http://www.uel.br/ccb/biologiageral/eventos/erebio/comunicacoes/T220.pdf>>. Acesso em: 26 nov. 2013.

BONAVIDES, P. **Ciência política**. 10. ed. São Paulo: Malheiros Editores, 2000. Disponível em: <[ftp://ftp.unilins.edu.br/leonides/Aulas/Ci_ncia%20Pol_tica%20-%20I/Paulo%20Bonavides-Ci_ncia%20Pol_tica%20\(pdf\)\(rev\).pdf](ftp://ftp.unilins.edu.br/leonides/Aulas/Ci_ncia%20Pol_tica%20-%20I/Paulo%20Bonavides-Ci_ncia%20Pol_tica%20(pdf)(rev).pdf)>. Acesso em: 27 nov. 2013.

BORGES, R.M.R. **Em debate**: cientificidade e educação em ciências. 2. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2007.

BRAIT, B. Uma perspectiva dialógica de teoria, método e análise. **Gragoatá**, Rio de Janeiro, n. 20, p. 47-62, 2006.

BRASIL, Ministério da Educação. **Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio**. Brasília: MEC/Semtec, 2000.

BRASIL, Ministério da Ciência e Tecnologia. **Percepção Pública da Ciência e Tecnologia**, 2007. Disponível em: <<http://www.cnpq.br/documents/10157/c52098dc-9364-4661-a8a9-d99c0b2bb9ef>>. Acesso em 25 fev.2013.

BROWN, R.. **A brief account or microscopical observations**: made in the months of june, july, and august, 1827, on the particles contained in the pollen of plants; and on the general existence of active molecules in organic and inorganic bodies. Disponível em: <<http://sciweb.nybg.org/science2/pdfs/dws/Brownian.pdf>>. Acesso em: 18 mar.2013.

BROWN, R. On the organs and mode of fecundation in Orchideae and Asclepiadeae, 1833. Disponível em: <<http://gallica.bnf.fr/ark:/12148/bpt6k97965k/f26.image.r=langPT>>. Acesso em: 05 set. 2013.

- CANTO, E.L. **Ciências naturais**: aprendendo com o cotidiano. 3. ed. São Paulo: Moderna, 2009.
- CASTRO, R.S.; CARVALHO, A.M.P. História da Ciência: investigando como usá-la num curso de segundo grau. **Caderno Catarinense do Ensino de Física**, Florianópolis, v. 9, n. 3, p. 225-237, 1992.
- CAVALCANTI, L.S. Cotidiano, mediação pedagógica e formação de conceitos: uma contribuição de Vygotsky ao ensino de geografia. **Caderno Cedes**, Campinas, v. 25, n. 66, p. 185-207, 2005.
- CHAPMAN, A. **England's Leonardo**. In: Proceedings of the Royal Institution of Great Britain, 67, p. 239-275, 1996. Disponível em: <<http://www.roberthooke.org.uk/leonardo.htm>>. Acesso em: 10 ago. 2013.
- CHASSOT, A. **A ciência através dos tempos**. 2. ed. São Paulo: Moderna, 2004.
- CHIAPPIN, J.R.N; LEISTER, C. A concepção pragmatista/utilitarista e sua importância na relação entre epistemologia e ciência na emergência da ciência contemporânea. **Cognitio-Estudos: Revista Eletrônica de Filosofia**, v. 5, n. 2, p. 114-118, 2008.
- CHINELLI, M.V.; FERREIRA, M.V.S.; AGUIAR, L.E.V. Epistemologia em sala de aula: a natureza da ciência e da atividade científica na prática profissional de professores de ciência. **Ciência & Educação**, v. 16, n. 1, p. 17-35, 2010.
- CINCINNATI, Museum Center at Union Terminal. **Nehemiah Grew**, 1641-1712. Disponível em: <<http://library.cincymuseum.org/bot/grew.htm>>. Acesso em: 10 ago. 2013.
- CONCORDÂNCIA. **Estudo comparado dos padrões de concordância em variedades africanas, brasileiras e europeias**. Disponível em: <<http://www.concordancia.lettras.ufrj.br>>. Acesso em: 26 nov. 2013.
- COSTA, R.C. Construção do conhecimento científico segundo algumas contribuições da epistemologia de Bachelard. In: MORAES, R.(org.). **Construtivismo e ensino de ciências**: reflexões epistemológicas e metodológicas. 3. ed. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2008. p.69-102.
- CUNHA, A.G. **Dicionário Etimológico Nova Fronteira da Língua Portuguesa**, 1ª ed. Rio de Janeiro: Editora Nova Fronteira, 1982.
- DARAYA, V. **Nasa desvenda mistério da gravidade na Lua**, Revista Abril, 2013. Disponível em: <<http://info.abril.com.br/noticias/ciencia/nasa-desvenda-misterio-da-gravidade-na-lua-03062013-23.shl>>. Acesso em: 28 ago. 2013.
- DEBUS, A.G. Ciência e história: o nascimento de uma nova área. In: ALFONSO-GOLDFARB, A.M.; BELTRAN, M.H.R. (orgs). **Escrevendo a História da Ciência**: tendências, propostas e discussões historiográficas. São Paulo: EDUC/ Livraria Editora da Física/Fapesp, 2004. p.13-40.
- DIAS, M.S.; SAITO, F. Interface entre história da matemática e ensino: uma aproximação entre historiografia e perspectiva lógico-histórica. In: IV SEMINÁRIO INTERNACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO MATEMÁTICA, 2009, Brasília. **Anais do IV Internacional de Pesquisa em Educação Matemática**. Brasília: SBEM, 2009.
- DICKSON, D. **The new politics of science**. Chicago: The University of Chicago Press, 1984.

DUSCHL, R.A.; GRANDY, R. Two Views About Explicitly Teaching Nature of Science. **Science & Education**, published online: 6 October 2012. Disponível em: <<http://link.springer.com/article/10.1007/s11191-012-9539-4?no-access=true>> Acesso em: 21 ago. 2013.

EL-HANI, C.N.; TAVARES, E.J.M.; ROCHA, P.L.B. Concepções epistemológicas de estudantes de biologia e sua transformação por uma proposta explícita de ensino sobre história e filosofia das ciências. **Investigações em Ensino de Ciências**, v.9, n.3, p. 205-313, 2004.

EMERSON, C. Palavra exterior e fala interior: Bakhtin, Vygotsky e a internalização da linguagem. In: RIBEIRO, A.P.G.; SACRAMENTO, I. **Mikhail Bakhtin: linguagem, Cultura e Mídia**. São Carlos: Pedro & João Editores, 2010, p.65-92.

ENGELS, F. **Sobre o papel do trabalho na transformação do macaco em homem**, 1876. Disponível em: <http://forumeja.org.br/sites/forumeja.org.br/files/F_ANGELS.pdf>. Acesso em: 24 set. 2013.

ETYMONLINE, **Online Etymology Dictionary**. Disponível em: <http://www.etymonline.com/index.php?allowed_in_frame=0&search=cell&searchmode=none>. Acesso em: 24 set. 2013.

FARACO, C.A. Bakhtin: a invasão silenciosa e a má-leitura. In: FARACO, C.A.; et al. **Uma introdução a Bakhtin**. Curitiba: Hatier, 1988. p.19-36.

FARACO, C.A. **Linguagem & diálogo: As ideias linguísticas do círculo de BAKHTIN**. São Paulo: Parábola Editorial, 2009. 168 p.

FERNANDES, M.M.; SILVA, M.H.S. **O trabalho experimental de investigação: das expectativas dos alunos às potencialidades no desenvolvimento de competências**. In: II ENCONTRO IBEROAMERICANO SOBRE INVESTIGAÇÃO BÁSICA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS, 2004, Espanha. Disponível em: <http://www.ciencia.iao.usp.br/dados/rab/_otrabalhoexperimentaldei.artigoCompleto.pdf>. Acesso em: 27 nov.2013.

FERREIRA, A.G. **Dicionário de Latim-Português**. Lisboa: Editora Porto, 1983.

FERREIRA, A.M.P.; FERREIRA, M.E.M.P. A História da Ciência na formação de professores. **Revista História da Ciência e Ensino: construindo interfaces**, v. 2, p.1-13, 2010.

FIORIN, J.L. **Introdução ao pensamento de Bakhtin**. São Paulo: Ática, 2006.

FORD, B.J. Brownian movement in clarkia pollen: a reprise of the first observations. **The microscope**, v. 40, n. 4, p. 235-241, 1992. Disponível em: <<http://www.sciences.demon.co.uk/wbbrowna.htm>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

FOUREZ, G. **A construção das ciências: introdução à filosofia e à ética da ciência**. Tradução de Luiz Paulo Rouanet. São Paulo: Editora da Universidade Paulista, 1995.

FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1967.

_____. Esclarecimento, 1965. In: FREIRE, P. **Educação como prática da liberdade**. Rio de Janeiro: Editora Paz e Terra, 1967.

FREITAS, M. T. A. Nos textos de Bakhtin e Vygotsky: um encontro possível. In: BRAIT, B. (org.) **Bakhtin, dialogismo e construção do sentido**. Campinas, SP: Ed. da Unicamp, 1997.

FREITAS, M.T.A. **Vygotsky e Bakhtin- Psicologia e Educação**: um intertexto. São Paulo: Ática, 2003.

FUZA, A.F.; MENEGASSI, R.J. Concepções de linguagem e de leitura na Prova Brasil. **Revista Línguas e Letras**, v.10, n.18, p.13-32, 2009.

GALPERIN, P.Y. Tipos de orientación y tipos de formación de acciones y de los conceptos. In: ROJAS, L. Q. **La formación de las funciones psicológica durante el desarrollo del niño**. Tlaxcala: Editora Universidad Autónoma de Tlaxcala. 2001. p.41-56.

GALPERIN, P. Y. La formación de las imágenes sensoriales y los conceptos. In: ROJAS, L.Q.; SOLOVIEVA, Y. **Las funciones psicológicas en el desarrollo del niño**. Trillas: México, 2009a. p.64-75.

_____. Tipos de orientación y tipos de formación de las acciones y los conceptos. In: ROJAS, L.Q.; SOLOVIEVA, Y. **Las funciones psicológicas en el desarrollo del niño**. Trillas: México, 2009b. p.76-79.

_____. La formación de los conceptos y las acciones mentales. In: ROJAS, L.Q.; SOLOVIEVA, Y. **Las funciones psicológicas en el desarrollo del niño**. Trillas: México, 2009c. p.80-90.

_____. Acerca del lenguaje interno. In: ROJAS, L.Q.; SOLOVIEVA, Y. **Las funciones psicológicas en el desarrollo del niño**. Trillas: México, 2009d. p.91-97.

GALVÃO, R.C.S. Francis Bacon: teoria e método. **Revista Eletrônica de Ciências**, n. 37, 2007.

GARCÍA, J. E.; PORLÁN, R. Ensino de ciências e prática docente: uma teoria do conhecimento profissional. **Caderno Pedagógico**, RS: Univates, p.7-42, 2000.

GATTI, S.R.T.; NARDI, R. História e a Filosofia da Ciência no ensino de física: análise de práticas pedagógicas realizadas em atividades de formação continuada de professores. In: **VII ENPEC- Encontro Nacional de Pesquisas em Educação em Ciências**, 8 nov. Florianópolis-SC, 2009.

GEGe, Grupo de Estudos dos Gêneros do Discurso. **Palavras e contrapalavras**: Glossariando conceitos, categorias e noções de Bakhtin. São Carlos: Pedro & João Editores, 2009.

GEHLEN, S.T.; DELIZOICOV, D. A dimensão epistemológica da noção de problema na obra de Vygotsky: implicações o ensino de ciências. **Investigação em Ensino de Ciências**, v.17, n.1, p. 59-79, 2012.

GERALDO, A.C.H. **Didática de Ciências Naturais na perspectiva histórico-crítica**. Campinas-SP: Autores Associados, 2009.

GEWANDSZNAJDER, F. **Ciências**. 4.ed. São Paulo: Ática, 2009.

GIORDAN, A.; VECCHI, G. **As origens do Saber**: das concepções dos aprendentes aos conceitos científicos. Trad. Bruno Charles Magne. 2. ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996.

GONZALEZ, P.O. El enfoque histórico-cultural como fundamento de una concepción pedagógica. In: **Modelos pedagógicos**. Modulo I Universidad Tecnológica Del Chocó “Diego Luis Córdoba Facultad de Educacion –Programa Ciências Sociais, Quibdó, 2007. Disponível: <<http://200.26.134.109:8091/unichoco/Ceres/ARCHIVOS/Ciencias%20sociales/MODELOS%20PEDAGOGICOS.pdf>>. Acesso em: 22 mar. 2013.

GREW, N. **The anatomy of plants**. With an idea of a philosophical history of plants. And several other lectures, read before the Royal Society. London, 1682.

HANKINS, T.L. **Science and the Enlightenment**. New York, Cambridge University Press, 1985. p. 1-16.

HOOKE, R. **Micrographia**: or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses with observations and inquiries there upon. London, 1665.

HOOKE, R. **Microscopic Observations**; or, Dr. Hooke’s wonderful discoveries by the Microscope, illustrated by Thirty-three Copper-Plates, curiously engraved: whereby the most valuable Particulars in that celebrated Author’s *Micrographia* are brought together in a narrow compass; and intermixed, occasionally, with many entertaining and instructive discoveries and observations in natural history. London, 1780.

HÖTTECKE, D. HIPST - History and Philosophy in Science Teaching: A European Project. **Science & Education**, v. 21, n.9, p. 1229-1232, 2012.

JAPIASSU, H. **Questões epistemológicas**. Rio de Janeiro: Imago, 1981.

_____. **A revolução científica moderna**. Rio de Janeiro: Imago, 1985.

JUSTINA, L.A.D. **Investigação sobre um grupo de pesquisa como espaço coletivo de formação inicial de professores e pesquisadores de biologia**. 2011. 238 f. Tese (Doutorado) Universidade Estadual Paulista, Faculdade de Ciências, Bauru, 2011.

KOSMINSKY, L.; GIORDAN, M. Visões sobre ciências e sobre o cientista entre estudantes do ensino médio. **Química Nova na Escola**, v.15, p.11-18, 2002.

KRAGH, H. **An Introduction to the historiography of science**. Cambridge, Cambridge University Press, 1987.

KUHN, T.S. **A estrutura das revoluções científicas**. 5.ed. São Paulo: Editora Perspectiva, 1998.

LA BERGE, A.F. The quest for the invisible: Microscopia no Iluminismo. **Medical History: An International Journal for the History of Medicine and Related Sciences**, v.55, n.2, p.264-266 2011.

LEITE, C.M.P. et al. Epistemologia e história da ciência em Ecologia: o passo inicial na formação do ecólogo. **RBPG**, Brasília, v.7, n. 14, p. 455-473, 2010.

LEONTIEV, Alexei N. **Atividade, Consciência e Personalidade**. 1978. Tradução Marie J. Salão. Disponível em: <<http://www.marxists.org/archive/leontev/works/1978/index.htm>>. Acesso em: 30 jul. 2013.

LIBÂNEO, J.C.; FREITAS, A.M.M. **Vygotsky, Leontiev, Davydov: três aportes teóricos para a teoria histórico-cultural e suas contribuições para a didática**. 2006. Disponível em:

<http://www.sbhe.org.br/novo/congressos/cbhe4/individuais-coautorais/eixo03/Jose%20Carlos%20Libaneo%20e%20Raquel%20A.%20M.%20da%20M.%20Freitas%20-%20Texto.pdf>>. Acesso em: 26 nov.2013.

LUCAS, L.B.; BATISTA, I.L. Construção e aplicação de uma sequência didática para o ensino de evolução biológica, segundo aportes axiológicos e epistemológicos da biologia. In: V ENCONTRO REGIONAL SUL DE ENSINO DE BIOLOGIA (EREBIO-SUL) IV SIMPÓSIO LATINO AMERICANO E CARIBENHO DE EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS DO INTERNATIONAL COUNCIL OF ASSOCIATIONS FOR SCIENCE EDUCATION (ICASE), **Comunicação**, 2011.

LURIA, A.R. **Pensamento e linguagem**: as últimas conferências de Luria. Tradução: Diana Myriam Lichtenstein e Mário Corso. Porto Alegre: Artes Médicas, 1986. 251 p.

MACEDO, E.F. As ciências no ensino fundamental: perspectivas atuais. In: III ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. Atibaia. **Atas...** Atibaia, 2001.

MACFARLANE, A.; MARTIN, G. Beyond the ivory tower: a Word of glass. **Science**, v.305, p. 1407-1408, 2004.

MARTINS, R.A. Sobre o papel da História da Ciência no ensino. **Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência**, n.9, p.3-5, 1990.

MARTINS, J.C. **Vygotsky e o Papel das Interações Sociais na Sala de Aula**: Reconhecer e Desvendar o Mundo, 1997. Série Ideias. Disponível em: <http://togyn.tripod.com/o_papel_das_interacoes_na_sala.pdf>. Acesso em: 29 set. 2013.

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

MARTINS, R.A. Arquimedes e a coroa do rei: problemas históricos. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v.17, n.2, p. 115-121, 2000.

MARTINS, R.A. Ciência *versus* historiografia: os diferentes níveis discursivos nas obras sobre História da Ciência. In: ALFONSO-GOLDFARB, A.M.; BELTRAN, M.H.R. (orgs). **Escrevendo a História da Ciência**: tendências, propostas e discussões historiográficas. São Paulo: EDUC/ Livraria Editora da Física/ Fapesp, 2004, p. 115-145.

MARTINS, R.A. Introdução: a história das ciências e seus usos na educação. IN: SILVA, C.C. **Estudos de História e Filosofia das Ciências**: subsídios para aplicação no ensino. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2006.

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

MARTINS, L.A.P. **A teoria cromossômica da herança**: proposta, fundamentação, crítica e aceitação. 2007. 720 f. Tese. Universidade Estadual de Campinas, São Paulo, 2007.

MARTINS, R.A. A torre de babel científica. **Scientifican American**, p.6-13, 2008.

MARTINS, R.A. Robert Hooke e a pesquisa microscópica dos seres vivos. **Revista Filosofia e História da Biologia**, v. 6, n.1, p. 105- 142, 2011.

MARX, K. O método da Economia Política. In: GIANNOTTI, J.A (org.). **Marx**. Introdução a crítica da economia política. Tradução Jose Arthur Giannotti e Edgar Malagodi. 2ª Ed., São Paulo: Abril Cultura, 1978. p. 103- 25.

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

_____. História, Filosofia e Ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 12, n. 3, p. 164-214, 1995.

_____. History, philosophy, and science teaching: the new engagement. **Asia-Pacific**, Forum on Science Learning and Teaching, v.10, n.1, 2009.

MATOS, O. **A Escola de Frankfurt**: luzes e sombras do iluminismo. São Paulo: Moderna, 1993.

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

_____. **Isto é biologia**: a ciência do mundo vivo. Tradução Claudio Angelo. São Paulo: Companhia das Letras, 2008.

MEGLHIORATTI, F.A.; BORTOLOZZI, J.; CALDEIRA, A.M.A. Aproximações entre o sentido histórico de “progresso” na evolução biológica e concepções apresentadas por professores de biologia. In: V ENCONTRO NACIONAL DE PESQUISA EM EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS. **Atas** n.5, 2005.

MEIRELLES, A.A. **Genese e evolução do espermatozóide**. Dissertação inaugural apresentada e defendida perante a Escola Medico- Cirúrgica do Porto. Portugal: Porto, Imprensa Commercial , 1882.

MELOSH, H. J. et al. The Origin of Lunar Mascon Basins. **Science**, v. 340, n. 6140, p. 1552-1555, 2013. Disponível em: <<http://www.sciencemag.org/content/340/6140/1552.abstract>>. Acesso em: 28 ago. 2013.

MENDONÇA, V.; LAURENCE, J. **Biologia**: ecologia, origem da vida e biologia celular, embriologia e histologia. v.1, 1.ed. São Paulo: Nova Geração, 2010.

MENEGASSI, R.J. O interlocutor nas propostas de produção textual no livro didático. **Trab. Ling. Aplic.**, Campinas, v.50, n.1, p. 169-187, 2011.

MEYER, D.; EL-HANI, C.N. **Evolução**: o sentido da biologia. São Paulo: UNESP, 2005.

MINAYO, M.C.S. (org). **Pesquisa social**: teoria, método e criatividade. Petrópolis, RJ: Vozes, 1994.

MIRANDA, S.R.; LUCA, T.R. O livro didático de história hoje: um panorama a partir do PNLD. **Revista Brasileira de História**. São Paulo, v. 24, n. 48, p. 123-144, 2004.

MITRE, S.M. et al. Metodologias ativas de ensino-aprendizagem na formação profissional em saúde: debates atuais. **Ciência & Saúde Coletiva**, n.13 (Sup 2) p. 2133- 2144, 2008.

MOORE, J. A. Science as a Way of Knowing Genetics. **Amer. Zool.** v. 26, p. 583-747, 1986.

MOREIRA, M.A.; OSTERMANN, F. Sobre o ensino do método científico. **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, v. 10, n. 2, p. 108-117, 1993.

MOURA, B.A.; SILVA, C.C. **Popularizando Newton: tendências na educação científica do século XVIII**. In: VII ENPEC – Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 8 nov. 2009, Florianópolis-SC, 2009. Disponível em: <<http://posgrad.fae.ufmg.br/posgrad/viiienpec/pdfs/894.pdf>>. Acesso em 27 nov.2013.

NASCIMENTO, E.G. **O uso da História da Ciência e do Vê de Gowin: uma proposta de educação científica para professores das séries iniciais do ensino fundamental**. 2008. 242 f. Dissertação em Educação em Ciências e Matemática. Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2008.

NATADZE, R.G. Aprendizagens dos conceitos científicos na escola. In: LURIA, A.R. et al. (Eds.). **Psicologia e Pedagogia II: investigações experimentais sobre problemas didáticos específicos**. 2. ed. Lisboa: Editora Estampa, 1991, p. 27-34.

NOGUEIRA, C. A análise do discurso. In: ALMEIDA, L. S.; FERNANDES, E. M. **Métodos e técnicas de avaliação: contributos para a prática e investigação psicológicas**. Braga: Centro de Estudos da Criança da Universidade do Minho, 2001.

NÚÑEZ, I.B.; PACHECO, O.G. **La Formación de conceptos científicos: una perspectiva desde la teoría de la actividad**. Natal: EDUFRN, 1997.

NÚÑEZ, I.B. et al. A seleção dos livros didáticos: um saber necessário ao professor. O caso do Ensino de Ciências. **OEI-Revista Iberoamericana de Educación** v. 3, p. 3-15, 2005.

_____. **Vygotsky, Leontiev e Galperin: formação de conceitos e princípios didáticos**. Brasília: Liber Livro, 2009.

OLEQUES, L.C.; BARTHOLOMEI-SANTOS, M.L.; BOER, N. Evolução biológica: percepções de professores de biologia. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, v. 10, n.2, p. 243-263, 2011.

OLIVEIRA, M.K. **Vygotsky: aprendizado e desenvolvimento, um processo sócio-histórico** 4ª Ed. São Paulo: Scipione, 1997.

OLIVEIRA, R.A.; SILVA, A.P.B. História da Ciência e Ensino de Física: uma análise meta-historiográfica. In: PEDUZZI, L.O.Q.; MARTINS, A.F.P.; FERREIRA, J.M.H. (orgs). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Rio Grande do Norte/Natal: EDUFRN, 2012.

PALANGANA, I.C.; GALUCH, M.T.B.; SFORNI, M.S.F. Acerca da relação entre ensino, aprendizagem e desenvolvimento. **Revista Portuguesa de Educação**, v.15, n.1, p.111-128, 2002.

PARANÁ, S.E.E.D. **Biologia: ensino médio**. Curitiba: SEED-PR, 2006.

PARANÁ. **Diretrizes Curriculares da Rede Pública de Educação Básica do Estado do Paraná: Biologia**. Curitiba, 2008.

PAULA, L. Círculo de Bakhtin: uma Análise Dialógica de Discurso. **Rev. Est. Ling.**, Belo Horizonte, v.21, n. 1, p. 239-258, 2013.

PEDRANCINI, V.D.; CORAZZA, M.J.; GALUCH, M.T.B. Mediação pedagógica e a formação de conceitos científicos sobre hereditariedade. **Revista Eletrônica de Enseñanza de las Ciências**, v. 10, n. 1, p. 109-132, 2011.

PEDUZZI, L.O.Q.; MARTINS, A.F.P.; FERRIRA, J.M.H. (orgs). **Temas de História e Filosofia da Ciência no Ensino**. Rio Grande do Norte/Natal: EDUFRN, 2012.

PEREIRA, A.I.; AMADOR, F. A História da Ciência em manuais escolares de ciências da natureza. **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciências**, v. 6, n. 1, p. 191-216, 2007.

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

PESA, M.A.; OSTERMANN, F. La ciencia como actividad de resolución de problemas: la epistemología de Larry Laudan y algunos aportes para las investigaciones educativas en ciências. **Cad. Bras. Ens. Fís.**, v.19, p. 84-99, 2002.

PINO, A. O Biológico e o Cultural nos Processos Cognitivos. IN: MORTIMER, E. F. & SMOLKA, A. L. (Org.). **Linguagem, Cultura e Cognição: reflexões para o ensino e a sala de aula**. Belo Horizonte: Autêntica, 2001, p. 21 – 50.

POZO, J.I.; CRESPO, M.Á.G. **A aprendizagem e o ensino de Ciências**. Do conhecimento cotidiano ao conhecimento científico. 5.ed. São Paulo: Ed. Artmed, 2009.

PRESTES, M.E.B. **Teoria Celular: de Hooke a Schwann**. São Paulo: Scipione, 1997.

PRESTES, M.E.B.; CALDEIRA, A.M.A. A importância da História da Ciência na educação científica. **Revista Filosofia e História da Biologia**, v.4, p. 1-16, 2009.

PRESTES, M.E.B. Entrevista ao professor Walmir Cardoso na TV ESCOLA: Acervo: **Série No Jardim de Darwin, ideias perigosas**. Apresentado em: 01/04/2011. Disponível em: <http://tvescola.mec.gov.br/index.php?option=com_zoo&view=item&item_id=6342>. Acesso em: 03 jul. 2013.

PRIBERAM, **Dicionário da língua Portuguesa**. Disponível em: <<http://www.priberam.pt/dlpo/>>. Acesso em: 11 mar. 2013.

PRINCIPE, L. The Fabrico of life: Microscopy in the Seventeenth Century (review). **Bulletin of the History of Medice**, v. 72, n.1, p. 115-116, 1998.

RAMALHO, B.L. Prefácio. In: NÚÑEZ, I.B. **Vygotsky, Leontiev e Galperin: formação de conceitos e princípios didáticos**. Brasília: Liber Livro, 2009, p. 13-16.

RAMOS, F.P.; NEVES, M.C.D.; CORAZZA, M.J. **O conceito de gene: paradigmas ou incertezas para o século XXI?** Maringá: Massoni, 2012.

REDYSON, D. Ludwig Feuerbach e o jovem Marx: a religião e o materialismo antropológico dialético. **Argumentos**, v.3, n. 5, p. 7-13, 2011.

RIVERO, A.; WAMBA, A.M. Naturaleza de la ciência y construcción del conocimiento científico. La naturaleza de la ciência como objetivo de enseñanza. In: CAÑAL, P. (org). **Biología y Geología: Complementos de formación disciplinar**, v. 2, Espanha: Graó, 2011, p. 9-29.

SAITO, F. **Instrumentos de magia e de ciência: a observação mediada em *De telescópio segundo a perspectiva de Giambattista della Porta***. 2008. 325 p. Tese. Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, PUC-SP, 2008.

SAITO, F. História da Ciência e ensino: em busca de diálogo entre historiadores e educadores. **Revista História da Ciência e Ensino**: construindo interfaces, v.1, p. 1-6, 2010.

SAITO, F. **Revelando processos naturais por meio de instrumentos e outros aparatos científicos**. Minicurso e Resumo. In: IV JORNADA DE HISTÓRIA DA CIÊNCIA E ENSINO: PROPOSTAS, TENDÊNCIAS E CONSTRUÇÃO DE INTERFACES, 4-6 julho, PUC-SP, v. 7, 2013, Suplemento. Disponível em: <<http://revistas.pucsp.br/index.php/hcensino/article/view/15581/11631>>. Acesso em: 30 jul. 2013.

SANTOS, C. H. V. **História e filosofia da ciência nos livros didáticos de biologia do ensino médio**: análise do conteúdo sobre a origem da vida londrina. Paraná: 2006. Dissertação (Mestrado em Ensino de Ciências e Educação Matemática) - Universidade Estadual de Londrina.

SARAIVA, F.R.S. **Dicionário Latino-Português**. 12. ed. Rio de Janeiro: Garnier, 2006.

SCAMARDELLA, J.M. Not plants or animals: a brief history of the origino f the Kingdoms Protozoa, Protista and Protoctista. **Internatl Microbiol**, v.2, p. 207-216, 1999.

SCHLEIDEN, M.J. **The plant**; a biography. In a series of popular lectures. London,1848.

SCHWANN, T. **Microscopical researches into te accordance in the structure and growth of animals and plants**. Tradução Henry Smith. London, 1847.

SCREMIN, M. A exaltação da razão no iluminismo e a crítica à razão instrumental da escola de frankfurt. **Âmbito Jurídico**, Rio Grande, v. 7, n. 17, 2004. Disponível em: <http://ambitojuridico.com.br/site/?n_link=revista_artigos_leitura&artigo_id=3570&revista_caderno=15>. Acesso em: 26 nov. 2013.

SEROGLOU, F.; ADURIZ-BRAVO, A. Introduction: The Application of the History and Philosophy of Science in Science Teaching. **Science & Education**, v.21, n.6, p. 767-770, 2012.

SEVERINO, A.J. Prefácio, 1982. In: FREIRE, P. **A importância do ato de ler**: em três artigos que se completam. 23.ed. Editora Cortez, 1989. p. 7.

SILVA JÚNIOR, C.; SASSON, S.; JÚNIOR, N.C. **Biologia 1**: as características da vida: biologia celular, vírus: entre moléculas e células: a origem da vida: histologia animal. 10. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

SILVA, T.T.; PRESTES, M.E.B. História da Biologia no ensino: análise das concepções de alunos sobre os métodos científicos, através de episódios históricos de Charles Darwin. (Painel). In: VIII ENPEC - / CIEC, 2011, Campinas - São Paulo. **Anais**. Disponível em: <<http://www.nutes.ufrj.br/abrapec/viiiienpec/resumos/R1192-1.html>>. Acesso em: 20 ago. 2013.

SIQUEIRA, M.; LEITE, L. A História da Ciência no ensino- aprendizagem das ciências. **Revista Portuguesa de Educação**, v. 1, n. 2, p. 29-40, 1988.

SOARES, J.L. **Dicionário etimológico e circunstanciado de Biologia**. São Paulo: Scipione, 1993.

SOUZA, S.J. **Infância e Linguagem**: Bakhtin, Vygotsky e Benjamin. Campinas- SP: Papyrus, 1994.

SOUZA, G.T. **Introdução à teoria do enunciado concreto do círculo de Bakhtin/Volochinov/Medvedev**. 2. ed. São Paulo: Humanitas/FFLCH/USP, 2002. 149 p.

TAKAHASHI, B.T.; BASTOS, F. Quais saberes são mobilizados para suprir as lacunas na formação inicial referentes à história da ciência? **Góndola Revista de Enseñanza y Aprendizaje de las Ciencias**, v. 6, n. 2, p.63-70, 2011.

TALIZINA, N.F. **Manual de Psicología Pedagógica**. Facultad de Psicología. Universidad Autónoma de San Luis Potosí, México, 2000. Disponível em: <http://books.google.com.br/books?id=Tvd5ud_g8RsC&printsec=frontcover&hl=pt-BR&source=gbs_ge_summary_r&cad=0#v=onepage&q&f=false>. Acesso em: 22 mar. 2013.

TAVARES, T.F.; PRESTES, M.E.B. Pseudo-história e ensino de ciências: o caso de Robert Hooke (1635-1703). **Revista da Biologia**, v. 9, n.2, 2012.

TEIXEIRA, E.S.; GRECA, I.M.; FREIRE JR., O. The history and Philosophy of Science in Physics Teaching: A Research Synthesis of Didactic Interventions. **Science & Education**, 2009. Disponível em: <<http://didacticadelascienciasut.files.wordpress.com/2012/03/0035.pdf>>. Acesso em: 28 set. 2013.

VALÉRIO, M.; BAZZO, W.A. O papel da divulgação científica em nossa sociedade de risco: em prol de uma nova ordem de relações entre ciência, tecnologia e sociedade. **Revista Iberoamericana de Ciência, Tecnología, Sociedad e Innovación**, n.7, 2006.

VIGOTSKI, L.S. **A formação social da mente**: o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores. Tradução José Cipolla Neto, et al. 6ª Ed. São Paulo: Martins Fontes, 1998.

VIGOTSKY, L.S. Bases de la pedología. In: ROJAS, L.Q.; SOLOVIEVA, Y. **Las funciones psicológicas en el desarrollo del niño**. México: Trillas, 2009, p. 37- 53

VILLANI, A. et al. Filosofia da Ciência, História da Ciência e psicanálise: analogias para o ensino de ciências. **Caderno Catarinense do Ensino de Física**, v. 14, n. 1, p. 37-55, 1997.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e Linguagem**. Tradução de Jeferson Luiz Camargo. São Paulo: Martins Fontes, 1987.

VYGOTSKY, L.S. **A construção do pensamento e da linguagem**. São Paulo: Martins Fontes, 2001.

VYGOTSKY, L.S. **Pensamento e linguagem**. Tradução Jefferson Luiz Camargo. 3ª Ed. São Paulo: Martins Fontes, 2005.

WHONAMEDIT, **Dictionary of medical eponyms**. Matthias Jakob Scheliden. Disponível em <<http://www.whonamedit.com/doctor.cfm/3543.html>>. Acesso em: 10 ago. 2013.

WIKIPEDIA, **Teoria Celular**. Disponível em: <http://pt.wikipedia.org/wiki/Teoria_celular>. Acesso em 07 dez.2013.

YAGUELLO, M. Introdução. In: BAKHTIN, M.; VOLOCHINOV, V.N. **Marxismo e Filosofia da Linguagem**: problemas fundamentais do método sociológico na ciência da linguagem. 5ª ed, São Paulo: HUCITEC, 1990, p. 11-19.

YORKE, P. et al. **Athenian Letters**, or, the Epistolary correspondence of an Agent of the King of Persia, Residing at Athens during the Peloponnesian War, containing the History of the Times, in dispatches to the ministers of state at the Persian Court; besides letters on various subjects between him and his friends. The New Politics of Science. New York: Pantheon Books, 1792.

APÊNDICES

Apêndice 1 - Tradução da Observação XVIII da Obra *Micrographia* (1665, p.112-121) de Robert Hooke.

Observação XVIII. Do esquema ou textura da cortiça, e das celas e poros de alguns outros órgãos ociosos.

Peguei um pedaço limpo de cortiça e com um canivete afiado como uma navalha cortei um pedaço fora. Assim, deixei a superfície do mesmo excessivamente suave. Em seguida, examinando-o com muito afinco em um microscópio, pensei que fosse um pouco poroso, mas eu não conseguia distinguir claramente que eles eram poros, muito menos o que eles eram de fato.

Mas, a julgar pela leveza e qualidade de produção da cortiça, que certamente a textura não poderia ser tão distinta. Mas que, possivelmente, se eu pudesse fazer mais estudos poderia discerni-la usando um microscópio.

Com o mesmo canivete afiado, cortei da superfície suave de anteriormente uma peça extremamente fina e coloquei sobre uma placa preta da objetiva, porque considerei como um corpo branco. E, lançando luz de fundo sobre ele com uma lente plano-convexa, pude perceber com superior clareza que ele era todo perfurado e poroso, como um favo de mel, mas os poros não eram regulares. Mas mesmo assim, não eram diferentes de um favo de mel nesta particularidade.

Primeiramente, nos poros tinha muito pouca substância sólida em comparação às cavidades vazias que estavam contidas entre eles, como aparece mais claramente nas Figuras A e B do Esquema XI. Os interstícios ou paredes (como assim posso chamá-los) ou partições desses poros eram muito finos em proporção às cavidades de seus poros, assim como as finas películas de cera em um favo de mel (que se fecham e constituem as celas hexangulares).

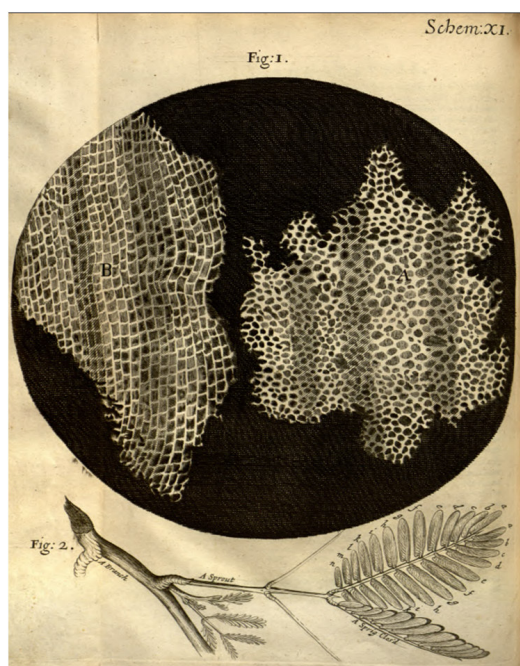
Em seguida, na medida em que estes poros ou celas não eram muito profundos, mas consistiam de um grande número de pequenas caixas separadas de um longo poro por diafragmas determinados. Como é visível através da Figura B, o que representa a luta daqueles poros em se separarem longitudinalmente.

Eu não discerni estes anteriormente (que eram de fato os primeiros poros microscópicos que eu já vi, e talvez, que nunca foram vistos, porque eu ainda não conheci nenhum escritor ou pessoa que tenha mencionado isso antes), mas pensei com esta descoberta me sugeriu a verdadeira e inteligível razão para todo o fenômeno da cortiça já que, de início, tenha questionado o porquê de existir tanta luz atravessando o corpo.

Meu microscópio poderia em breve me informar que aqui estava a mesma razão óbvia que ali é encontrada para a leveza da espuma, um favo de mel vazio, pelo de animal, uma esponja,

uma pedra-pomes, ou algo semelhante. Isto é, uma pequena quantidade de um corpo sólido, estendido em volumosas dimensões. Em seguida, isto pareceu nada mais difícil do que dar uma razão inteligível porque a cortiça é um corpo tão inapto para absorver e encharcar-se com água e, conseqüentemente, manter-se flutuando sobre a água, apesar de não ficar lá por muito tempo. E por que ela é capaz de manter o ar dentro de um frasco. Apesar de ele ser lá na garrafa, muito condensado e conseqüentemente, pressionado muito fortemente para conseguir sair sem liberar a menor bolha para passar através da sua substância.

Em relação ao primeiro, já que o nosso microscópio nos informa que a substância de cortiça é inteiramente preenchida com ar, e que o ar é perfeitamente fechado em pequenas caixas



ou celas distintas umas das outras, isto parece ser muito natural, porque nem a água nem tampouco qualquer outro ar pode facilmente entrar, já que possui interiormente um *intus existens*. E conseqüentemente, porque os pedaços de cortiça tornam-se boas boias para redes e tampas para violinos ou outros recipientes fechados.

E em terceiro lugar, se nos perguntarmos por que a cortiça tem tão grande elasticidade e dilatação natural quando comprimida? E como vem a sofrer pressão tão grande ou aparente penetração de dimensões, de modo a ser feita de uma substância de massa densa que, no entanto, sofreu para voltar tal

como era antes e ainda assim, estende-se novamente para o mesmo espaço?

Nosso microscópio facilmente nos informa que a massa completa consiste de uma infinita associação de pequenas caixas ou bexigas de ar, que são uma substância de natureza elástica, e que vão sofrer uma considerável compressão (como eu tenho várias vezes encontrado em diversas experiências, pelas quais tenho com mais evidência condensado em menos de uma vigésima parte de sua dimensão normal encontrada na Terra, e que sem outras forças que de minhas mãos sem qualquer tipo de força motora, tal como prateleiras, largadores, rodas, polias, ou semelhantes, mas por mim somente pouco a pouco). E, além disso, parece muito provável que essas muitas películas ou lados dos poros têm em si uma qualidade elástica, como quase todas as outras substâncias vegetais possuem de tal modo a ajudá-las a retornarem à sua posição anterior.

E poderíamos tão facilmente e com certeza descobrir o esquematismo e textura até dessas películas, e de vários outros corpos, como pudemos fazer com a cortiça? Isso não parece razão provável para o contrário, mas podemos facilmente apresentar a verdadeira razão de todo esse

fenômeno. Como isto, que foi a causa da elasticidade e resistência de alguns, tanto como para sua flexibilidade e restituição, tanto quanto sobre a friabilidade ou fragilidade de alguns outros e semelhantes.

Mas até que, dessa forma, o tempo, assim como nosso microscópio, ou algum outro recurso, possibilite-nos a descoberta do verdadeiro esquematismo e textura de todos os tipos de corpos, devemos fazer tentativas, por assim dizer, no escuro e somente levantar hipóteses da verdadeira razão das coisas por semelhanças e comparações.

Mas, retornando a nossa observação, eu escrevi várias linhas sobre esses poros e descobri a existência de cerca de sessenta dessas pequenas celas colocadas na décima oitava parte de uma polegada de comprimento. Por isso eu concluí que deve haver perto de 1.100 delas ou um pouco mais de mil no comprimento de uma polegada. E, portanto, em uma polegada quadrada, mais de um milhão ou 1 166 400. E em uma polegada cúbica, cerca de mil e duzentos milhões ou 1.259 712 000. Algo praticamente inacreditável.

Nosso microscópio não nos assegura isso por demonstrações oculares, ou melhor, ele não descobriu para nós os poros de um corpo, o que era a membrana, como aquelas da cortiça iria permitir-nos em uma polegada cúbica mais de dez vezes mais pequenas celas, como é evidente em vários vegetais carbonizados.

As obras da natureza são tão prodigiosamente curiosas que mesmo esses poros visíveis de corpos que dão a impressão de serem os canais ou tubos através dos quais os sucos nutritivos, ou suco natural dos vegetais são transportados e parecem corresponder às veias, artérias e outros vasos em outras criaturas. Esses poros que eu considero serem os vasos de nutrição para o mais vasto corpo no mundo, são, porém exageradamente pequenos. Os átomos que Epicuro imaginou encontrar iriam se revelar também grandes o bastante para serem pesquisados, muito mais para constituir um corpo de fluídos nos mesmos.

E quão infinitamente menores, então, devem ser os vasos de um ácaro, ou os poros de um desses pequenos vegetais que vemos crescer no verso de uma folha de rosa? E nenhum será descrito detalhadamente aqui, mas sua massa é milhões de vezes menor nessa ocasião que a massa do pequeno arbusto que cresce sob outro arbusto; milhões de vezes menores em massa que diversas árvores que tem até agora crescido na Inglaterra, e estão hoje florescendo em outros climas mais quentes, como fomos seguramente informados. Se pelo menos os poros deste pequeno vegetal mantiverem qualquer proporção semelhante para com seu corpo, como os poros que encontramos em outros vegetais para calcular a sua massa, mas falo sobre esse assunto em outra parte.

Para prosseguir então, a cortiça parece ser pela constituição transversal dos poros, um tipo de fungo ou cogumelo, para os poros se encontrarem assim com muitas estrias tomando conta do

centro para fora ou medula de árvore em direção ao exterior. Dessa forma, se você cortar fora um pedaço de uma borda de cortiça transversalmente na horizontal, você irá, por assim dizer, dividir os poros, e eles vão aparecer como estão expressos na figura B do Esquema XI. Mas se você cortar fora uma parte muito fina deste pedaço, paralela à superfície dele, você irá cortar todos os poros transversalmente, e eles vão aparecer quase como estão expressos na figura A, com exceção de um interstício sólido não aparecerá tão expesso como estavam lá representados.

Dessa forma, a cortiça parece sugar seu alimento imediatamente da casca da árvore e ser um tipo de excrescência, ou uma substância distinta das substâncias de toda a árvore, algo análogo ao cogumelo ou mofos em árvores ou até pelos em animais. E tendo investigado na história da cortiça, eu encontrei ela reconhecida como uma excrescência da casca de certa árvore, que é distinta das duas cascas que estão dentro dela, que são comuns também a outras árvores. Que esta, algum tempo antes da cortiça cobre os jovens e frágeis brotos ao surgir e ser perceptíveis. Que as rachaduras, falhas e fendas para dentro são muito grandes. A casca debaixo pode ser separada e removida da árvore inteira, e ainda as duas cascas inferiores (como também são comuns com outras árvores), não são feridos, mas ajudam a prevenir uma lesão externa.

Dessa maneira, fonte de origem na dendrologia, falando da cortiça, descreve-se árvore alta, de madeira forte, cuja casca removida flutua na água. Casca retirada em todo o mundo com ajuda, através de tiras de estrangulamento. Em três anos preenche-se novamente o bloco em que cresce densamente no córtex superior, formando espessura carnuda com cerca de dois centímetros de espessura, textura áspera, rachada, exceto nos pontos fracos. Exibe exuberância interior que subconjunto jovem cora em tão segura árvore vermelha, que pinta os olhos.

História que bem considera a árvore, a substância e forma de crescimento. Se bem examinada iria, eu sou muito apto a acreditar, confirmar muito esta minha hipótese sobre a origem da cortiça. Este tipo de textura peculiar da cortiça não é único. Investigando a respeito em meu microscópio, descobri que na medula de uma árvore velha ou outra um pouco mais jovem, a polpa interior ou medula dos talos doces ocos de vários outros vegetais como erva-doce, cenouras, bardana, carda, samambaia, alguns tipos de cana-de-açúcar, etc., têm muito desse tipo de esquematismo que acabo de apontar na cortiça. Somente que, neste lugar, os poros alcançaram formas longitudinais, seguindo o comprimento da haste, enquanto que na cortiça eles são transversais. Igualmente a medula que preenche a parte da haste de uma pena que está acima do eixo oco e tem muito esse tipo de textura, salvo apenas a exceção que determinei para essa substância leve, os poros pareciam ser cortados transversalmente, de tal modo que julguei que esta medula que preenche a pena não consistia em abundância os longos poros separados com diafragmas como a cortiça tem. Mas ser um tipo de espuma sólida ou endurecida ou um amontoado de bolhas muito pequenas unidas nesta forma numa coisa muito dura bem como num

concreto resistente, e que, cada caverna, bolha, ou cela, é nitidamente separada de qualquer um dos restantes, sem qualquer tipo de abertura nas películas que os cercam, de modo que eu não pude mais soprar a peça através deste tipo de substância, como eu poderia num pedaço de cortiça ou numa medula mais antiga.

Mas, embora eu não possa com meu microscópio, nem com meu fôlego, nem de qualquer outra maneira, eu tenho, porém, tentado descobrir uma passagem para fora de uma dessas cavidades para o interior de outra. Mas não posso por essa razão concluir o que, portanto, algumas dessas sejam nenhum destes, através do qual o suco nutritivo, ou que as seivas próprias dos vegetais possam passar a eles. Como em diversos daqueles vegetais enquanto verdes, eu tenho com meu microscópio descoberto o suficiente dessas celas ou poros claramente preenchidos de sucos, e gradualmente transpiram-nos para fora: como eu tenho também observado em madeira verde todos aqueles longos poros microscópicos que aparecem em carvão perfeitamente vazios de qualquer coisa senão do ar.

Agora, ainda que eu tenha com grande afinco esforçado para encontrar quer haja qualquer coisa semelhante nesses poros microscópicos da madeira ou medula, como as válvulas no coração, veias, e outras passagens de animais que abrem e dão passagem para os sucos fluídos contidos de alguma maneira, e fecham eles mesmos e impedem a passagem de tais líquidos de volta, até o momento não tenho sido capaz de dizer qualquer coisa positiva disso. Embora eu pense que pareça bem provável que a natureza tenha dessas passagens, bem como aquelas de corpos de animais, muitos instrumentos apropriados e invenções trarão seus projetos e terminarão de avançar, o que não é improvável, mas que alguns observadores aplicados utilizando microscópios melhores, poderão detectar com o tempo.

E que isso parece de grande probabilidade assim ser discutido a partir dos fenômenos desconhecidos de plantas sensíveis, naquilo que a natureza parece realizar diferentes comportamentos animais com o mesmo esquematismo ou organização que é comum a todos os vegetais. Como pode aparecer em algumas não menos instrutivas então minuciosas observações que foram feitas por diversos membros eminentes da Royal Society em alguns desses tipos de plantas, da qual uma descrição foi entregue a eles pelo mais habilidoso e excelente médico, Dr. Clark, que tendo essa liberdade permitida por mim que na mais ilustre Sociedade, tenho assinado adjuntamente. [...].

Apêndice 2 - Tradução sobre os inquéritos feitos por Robert Hooke a respeito do ar, contidos em Birch (1756, p.202-204).

Para tornar o histórico suficiente a ponto de dirigir um investigador à possível descoberta da verdadeira natureza do ar, serão necessários: Em primeiro lugar, uma busca esforçada depois de uma coletânea de todas as observações bem como de todas as experiências que foram feitas, sendo entregues a alguns de boa credibilidade. Para que possam ser colocadas mais observações antigas sobre a temperatura ou a natureza do ar em várias épocas e em várias partes da Terra. Em seguida, um processo curioso e aplicado por meio de experiências em que investigações mais severas podem ser feitas em todos os detalhes, tanto da maneira de fazer a experiência e das condições observáveis em qualquer um dos efeitos, quanto em cada um desses ensaios. Sendo repetido pelo menos duas ou três vezes e registrados em todos os lugares que haja testemunhas, para o depoimento da verdade ou mais uma vez, do erro. E um exame mais sério desses testemunhos deve ser feito perante um júri que dará seu veredicto, ou um juiz, que pronunciará a sentença. Marcando a proposição ou hipótese como errônea e absurda ou para o estabelecimento de outras para a verdade ou axioma. As experiências e, portanto, as observações devem ser de vários tipos, de acordo com as diversas particularidades que estão sendo investigadas nesses elementos. Podem, penso eu, ser muito bem reduzidas para três principais, que são estas:

Primeiro, de que substância, ou de que tipo de partículas o ar é composto? É infinitamente fluído ou definitivamente sólido? Se sólido, o interstício entre eles é vazio ou reabastecido com um corpo mais sutil e fluído? Como estas partículas são formadas? Ou, em que formatos são colocados para constituir o corpo do ar? Como é gerado? De quê? Por que meios? Como preserva e continua na forma de ar? Como e por que meios é alterado e mudado? Como ele difere de outros licores?

Em seguida, qual é a sua quantidade ou medida? É infinito para cima, ou encerra-se? Se limitado, como? É com ou sem determinadas superfícies? Se com uma superfície, é ela esférica, elíptica ou irregular? Qual a altura que o ar é estendido acima da superfície da Terra? Seria ele interceptado nas cavidades da terra, na essência da água ou de outros licores? Nos poros dos corpos animados ou inanimados, como plantas, madeiras, pedras, na carne ou no peixe? Os peixes respiram? Seria ele misturado com o sangue ou com os humores no corpo? Ou seria a causa material de espíritos de animais? Seria o ar circundante ou cerca qualquer um dos planetas, ou outros grandes corpos do mundo? Como a lua, que muitos supõem, ou o sol, como Kepler pensa. Qual é a sua rarefação ou condensação? Por quais meios é efetuado? Quais são os efeitos que normalmente não produz, ou para realizar-se o que pode ser feito com seu uso? Como para

óculos de tempo, arma de vento, movimentos perpétuos naturais, elevação da água, fazendo nascentes.

Em terceiro lugar, quais são suas qualidades ou movimentos? Qual a sua elasticidade? Como faz? Seria uma estrutura eficaz interna ou externa? Para que limites irão propagar as partes do ar? Qual a força que tem em vários graus? Quando? Quais os efeitos que produz? Teria ele gravidade? Qual a gravidade que tem, em comparação com outros organismos? Qual é a razão da sua gravidade? Como sua gravidade é aumentada ou diminuída pela rarefação ou condensação? E por que graus? Como vem a subir a partir da terra? Como sustenta as nuvens? E o que as próprias nuvens sustentam em várias alturas? Como faz os vapores subirem? Como ele mantém dois corpos planos juntos? Levanta e sustenta a água e o mercúrio a uma altura determinada, no experimento de Torricelli e em bombas? Como a gravidade do ar mantém alguns vapores sem sair dos corpos em que se encontram? Qual a resistência do ar ao atravessar os corpos? O quanto retarda a descida dos corpos pesados? O quanto ele para o movimento de um pêndulo? E assim mesmo seria a única causa de um pêndulo estar perdendo seu movimento? Como carrega o pó, a fumaça, etc? Como sustenta os pássaros? A força necessária para fazer uma asa ou uma área expandida, sustenta um volume determinado de ar? E aqui, o volume pode ser aumentado pelo mesmo tipo de artifício? Como que por esse artifício as crianças usam o papel para fazer suas pipas? O que pode ser dito para ser considerado levantar um homem? Para levantar luzes a uma altura considerável e para o transporte de inteligência? O artifício pode ser feito para deixar os corpos caírem de certas alturas para saber a rapidez de sua descida? E que outras experiências podem ser julgadas desta maneira? Como ele faz o calor ou o frio? E qual é a temperatura mais natural do ar? Qual é a temperatura do ar em várias partes do mundo? E em várias partes acima da superfície da terra? Em que grau ele é rarefeito para cima, e em que grau ele é condensado para baixo, abaixo da superfície da terra, como em poços profundos, e minas? Ou, quanto está na parte inferior do mar? Etc. Quer seja o médium, que transporte encontra? Por que meios o som é transmitido, e com que rapidez? Irá um vento refratar um som? Isto é, fazê-lo encontrar em outro lugar do que realmente é. Como o som diminui, de acordo com várias distâncias do corpo? Quanto um vento bom ajuda o progresso do som, e quanto um vento contrário dificulta-o, e por que meios? Se o ar transmite luz? E se sim, como? Como refrata os raios, e por que graus? O fenômeno pode ser resolvido pela sua refração? Ele reflete os raios? Quais as causas da sua qualidade reflexiva? De que graus são, em comparação com outros organismos? Que fenômenos da natureza serão resolvidos assim? Qual é a sua conformação ou aplicação a outros corpos? Ou seja, para que corpos ele facilmente se une, e quais não? Qual a razão dessa propriedade? Quais os diversos fenômenos que podem ser resolvidos assim? Qual a utilização do ar nos corpos? Que uso faz dele na respiração, tanto em homens, animais, pássaros, insetos, peixes, vermes, etc? Que

são seus movimentos externos? Estaria o vento em certas correntes do ar ou não? Quais são as causas dessas correntes ou ventos? O que são os redemoinhos de ventos ou vórtices, e quais as suas causas? O que são os vazamentos e sementeiras do ar, e quais as suas causas? Qual a causa da brisa, e de outros ventos constantes? O que é a velocidade de ventos? Isto é, quanto tal e tal vento vai passar em um minuto? Qual a proporção da sua resistência para sua rapidez? Quanto um barco irá tão rápido quanto o vento? Quanto as nuvens são movidas mais lentamente do que o ar ambiente? Não seria o ar movido um caminho abaixo e outro acima? Se ele não se moveu mais rápido acima do que abaixo. Todas são sugestões de consultas, bem como a necessidade, a abundância de experimentos para esclarecê-los. Embora alguns farão ligação deles com a observação zelosa de alguns viajantes (especialmente tal como reservatório para a temperatura do ar e os ventos, em várias partes da terra) e não pode também ser respondidas por qualquer observação ou experimentos aqui na Inglaterra; mas eu inseri-las porque eu acho que um relato de tais observações será muito necessário para a tomada de uma história exata do ar. Por isso, espero que esta sociedade honrada não desejará decidir mais do que eles o podem fazer, para comandar tais observações a serem feitas para o futuro.

Apêndice 3 – Roteiro de Entrevista Inicial.

FOCO: O que o (a) professor (a) e o (a) futuro (a) professor (a) de Biologia pensa sobre a natureza da ciência e a história da ciência em sua prática e saber docentes e quais os limites e possibilidades que ele (a) aponta para o uso de história da ciência em sala de aula?

- 1- Quando você pensa em ciência, o que lhe vem à mente?**
- 2- Comente a relação sociedade, ciência e cientista.**
- 3- Passando dessa relação para a escola: fale-me um pouco sobre a ciência produzida por esse cientista. A escola tem dado conta de acompanhar os avanços na produção do conhecimento científico? Por quê?**
- 4- Você acha importante mostrar o contexto histórico da ciência?**
- 5- Já usou contextualizações históricas em suas aulas? Como faria isso? Comente algo que já tenha usado.**
- 6- Gostaria de saber mais sobre a História da Ciência? Por quê?**
- 7- Os conhecimentos da biologia são permeados por diversas teorias ao longo dos períodos históricos, algumas são substituídas ou então complementadas. Como você tem conduzido o ensino sobre células, por exemplo, levando em conta esses aspectos da construção do conhecimento?**
- 8- Você acha que os alunos participariam mais se conhecessem a História da Ciência na Biologia? Por quê?**
- 9- Existem limites ou possibilidades em usar História da Ciência em suas aulas de Biologia? Quais?**
- 10- Você acha que o contexto histórico é trazido nos livros didáticos? Como você os vê?**
- 11- Fale-me do seu curso de graduação no que refere à História da Ciência.**
- 12- Você se recorda de algum fato em sua vida escolar em que o professor (a) utilizou de um contexto histórico para explicar um dado conteúdo? Conte como foi, como foi a receptividade da turma.**

Apêndice 4 - Atividade Motivacional.

SITUAÇÃO – PROBLEMA

Objetivos:

- Analisar o fenômeno exposto na lupa;
- Identificar o fenômeno com os conhecimentos prévios possuídos;
- Desenhar o fenômeno observado;
- Comparar o desenho feito (tipo, estrutura, forma) com o esquema de Hooke realizado no século XVII.
- Relacionar as condições sócio históricas (realizadas- instrumentos, conhecimentos) do fenômeno com as condições atuais;

MATERIAIS

- cortes de cortiça (transversal e longitudinal), lupa, lápis e papel.

MÉTODOS

Observação do material sob a lupa (sem identificação prévia). Análise e ilustração da observação bem como avaliação das qualidades e características visualizadas.

DESENVOLVIMENTO

- Que material vocês acabaram de ver? Que características possuem?

Após reconhecimento do material, projetar a **imagem do microscópio utilizado** por Hooke e levantar breve discussão:

- Quem na história é identificado como o descobridor da célula? Por que utilizamos uma lupa ao invés de um microscópio?

Contextualizar usando a imagem projetada, dizendo que : ***O que vocês acabaram de ver é um pedaço de cortiça sob um aumento de 30 x, assim como Hooke.***

Retomar o diálogo:

- Que observações vocês tiveram? O que conseguiram visualizar? E seus desenhos?
- O conhecimento que vocês possuem influenciou na observação desta lâmina? Por quê?
- O contexto da construção científica é o mesmo? Isso influenciou o resultado?
- E os instrumentos? As conclusões que vocês chegaram são as mesmas que Hooke chegou? Por quê? Há uma diferença em relação a tecnologia e o conhecimento?
- Vocês acham que Hooke queria conhecer a estrutura vegetal ou estava testando seu microscópio? Convidar o grupo para conhecer a observação feita pela primeira vez na cortiça por Robert Hooke e publicada em 1665 através de leitura individual silenciosa.

Apêndice 5 – Estabelecimento da Base Orientadora da Ação.

Objetivo: estabelecer as ações e condições para execução das atividades

A B.O.A será construída pelos participantes após a leitura do Texto Observação da Cortiça individualmente e releitura silenciosa por todos no grupo. O impulso para a construção será mediante os questionamentos:

- **Todo conhecimento científico provem de um método?**
- **De acordo com o texto, Hooke tinha um método científico?**
- **Em que época ele fez isso? Qual a ideia de conhecimento na época?**
- **Qual seria esse método?**
- **Que passos ele tomou nessa observação? O que ele fez primeiro, e depois e depois, vamos lá vamos construir juntos.**
- **O que ele observou?**
- **Por que ele foi observar a cortiça? Citem um trecho do texto que se remeta a isso.**
- **Qual foi o problema de Hooke? Citem um trecho do texto que se remeta a isso.**
- **Ele levanta hipótese? Localizem no texto.**
- **Qual metodologia ele usou? Ele descreveu? Leiam para nós.**
- **Quais foram os materiais de coleta de Hooke?**
- **Quais dados ele pode coletar dessa observação? Resgatem do texto**
- **Ele fez comparações com outros seres? Todos vivos ou tinham inanimados também?**
- **Quais foram eles?**
- **Ele comparou com celas de prisão?**
- **Hooke concluiu algo? Chega a uma conclusão a cortiça é isso e é certo e verdadeiro?**
- **Ele definiu o que é uma célula?**
- **Como ele descreve? Quem poderia ler?**

-Porque é importante saber a História da Ciência, a história da construção do conhecimento sobre células, conhecer sobre Hooke para nós enquanto professores? E para os alunos na sala de aula qual seria a importância?

- Diante do que pudemos ver com o estudo de caso, vamos traçar uma análise rápida e epistemológica.

Ao fim da análise serão estabelecidos os conceitos necessários e ações para as próximas etapas:

<p style="text-align: center;">CONCEITOS Características necessárias Objeto: ciência/biologia</p>	<p style="text-align: center;">AÇÕES</p>
<ul style="list-style-type: none"> • Produção humana; • Conectada com interesses pessoais, éticos, culturais, políticos, sociais; • Não é neutra; • Não é feita por gênios; • Não é verdade acima de tudo; • Não é imutável; • Não é isolada; 	<ul style="list-style-type: none"> - Conhecer um pouco do contexto social, epistemológico e científico da “descoberta da célula”; - Reconhecer se o texto em questão tem ou não as características da definição; - Analisar contextualizações descoberta da célula em livro-didático versus texto histórico; - Organizar sequencia didática com inclusão de um episódio da História da Ciência; - Apresentar para o grupo a sequência organizada;

Apêndice 6 – Análise Epistemológica.

Vamos fazer uma análise epistemológica?

Não se esqueça de considerar todos os aspectos de um contexto (sujeito, objeto de conhecimento, história, época, ideologia, economia, política e tudo o que mais você puder recolher de informação). Lembre-se do primeiro texto discutido no Pibid, La naturaleza de la ciencia...

- Sua tarefa é: a partir das afirmativas a seguir, construa argumentos – utilizando a observação traduzida de Hooke – que coloquem em conflito estas ideias pré-estabelecidas.

I- Um conhecimento científico é construído sem influências e interesses, seja da sociedade na qual se desenvolve, seja de seu construtor. A essas influências e interesses consideram-se, por exemplo, obras, instrumentos, pessoas, etc.

II- O conhecimento científico é acumulativo e linear, tende-se apenas a agregar novos conhecimentos, portanto é sempre verdadeiro e imutável.

III- A ciência independe do meio em que se desenvolve, por isso não há porque se preocupar com os instrumentos que se dispõe ou as preocupações em determinada época pois elas não afetam o avanço da ciência.

IV- Na ciência não há troca de ideias entre equipes, sujeitos ou mesmo consulta a outras obras produzidas. O conhecimento científico é um trabalho isolado, restrito a um gênio. Suas conclusões serão certas de novas teorias no acervo científico.

Integrantes do grupo:

Apêndice 7 - Análise do Livro Didático.

Critérios a serem considerados na análise do livro didático:

1- **Considerando o que você conheceu por meio da observação original de Hooke na cortiça;**

O livro didático:

- a) Apresenta erros conceituais? Quais?
- b) Evidencia um motivo ou problema que tenha levado Hooke aos seus estudos com a cortiça?
- c) Dá indícios de que Hooke pautou seus experimentos em um legítimo método Baconiano (indutivo)?
- d) Prioriza a noção de aperfeiçoamento do microscópio? De que forma?
- e) Apresenta a ideia de que Hooke cunhou o termo célula? Transcreva do texto.
- f) Qual o significado que Hooke teria dado ao termo segundo o livro didático?
- g) Que significado ele teria empregado ao termo no texto original (observação 1665)?
- h) Essa definição é apresentada como o que nós temos hoje ou o autor do livro procura traçar diferenças?
- i) Discute a noção de tridimensionalidade da célula?
- j) Faz comparações com os mesmos materiais que Hooke comparou? Quais o livro apresenta?
- k) Passa a ideia de que Hooke elaborou um conceito de célula e postulou uma teoria celular? Como o livro traz?

2- **Considerando a História da Ciência;**

O livro didático:

- l) Evidencia uma concepção de ciência? (ex. neutra, isolada, dogmática, etc.) Qual?
- m) Evidencia um método científico? Qual?
- n) Faz referência a uma concepção de cientista? (ex. gênio, maluco, etc.) Qual?
- o) Apresenta o contexto sócio- histórico e político da época? Como isso pode ser notado?
- p) Enfatiza aspectos tecnológicos como o potencial das lentes para a época? Identifique.
- q) Enfatiza o uso do microscópio? De que forma?
- r) Contribui para visões distorcidas a respeito do cientista (gênio) e da ciência (neutra, isolada)? Em que momentos?

3- **Conclusões finais do grupo:**

- a) Qual a contribuição do contexto original de Hooke em comparação ao contexto do livro didático para o aluno?
- b) É possível usar esse contexto histórico no ensino de biologia?
- c) Como o grupo faria uma reconstrução deste contexto, respeitando a série e os tópicos que abordamos anteriormente?

Escreva uma síntese que possa ser proposta para um livro didático. Procure não ultrapassar uma lauda. Fidelidade e respeito à história e aos termos são passos iniciais para o uso da HC no ensino de modo eficaz, evitando os problemas que acabamos de diagnosticar.

Apêndice 8- Roteiro de Entrevista Final.

O curso teve o objetivo de estimular a reflexão sobre a associação do seguinte enfoque para o ensino de Biologia, a inclusão da História da Ciência por meio das Etapas de Assimilação de Galperin. Sobre essa proposta, gostaria que você me respondesse algumas questões de apreciação.

1- Ao término do curso, você considera que é necessário incluir a História da Ciência no ensino de Biologia? Por quê? Cite motivos.

2- Diante dessas considerações, você, como futuro professor (a) de Biologia, incluiria a História da Ciência no ensino? De que forma? Por quê?

3- Considerando a forma inclusiva, em qual ou quais das etapas da Teoria de Galperin você incluiria a História da Ciência? Justifique.

4- Até agora falamos de possibilidades... como futuro (a) professor (a) de Biologia, você vê alguma limitação ou dificuldade para a aplicação desse enfoque no ensino? Comente.

5- Falando agora do curso... o que mais lhe interessou? Que assunto abordado ou metodologia adotada mais te chamou atenção?

6- Faremos agora um jogo de palavras, eu falarei alguns momentos que vivenciamos no curso e você me dirá o que lembra sobre esse momento, os conhecimentos que te foram possibilitados, ok?

- questionário inicial

- leitura do original

- observação na lupa

Anexo 1 – Texto original da Observação XVIII de Robert Hooke (Micrographia, 1665).

112 MICROGRAPHIA.

some other caverns in another, and others in a third, or a fourth, or a fifth place, for so many differing substances have I found in one of these porous Shells, which are commonly found on the Sea shore: And he that shall thoroughly examine several kinds of such curiously form'd Stones, will (I am very apt to think) find reason to suppose their generation or formation to be ascribable to some such accidents as I have mention'd, and not to any *Plastick virtue*: For it seems to me quite contrary to the infinite prudence of Nature, which is observable in all its works and productions, to design every thing to a determinate end, and for the attaining of that end, makes use of such ways as are (as far as the knowledge of man has yet been able to reach) altogether consonant, and most agreeable to man's reason, and of no way or means that does contradict, or is contrary to humane Ratiocination; whence it has a long time been a general observation and *maxime*, that Nature does nothing in vain; It seems, I say, contrary to that great Wisdom of Nature, that these prettily form'd bodies should have all these curious Figures and contrivances (which many of them are adorn'd and contriv'd with) generated or wrought by a *Plastick virtue*, for no higher end then onely to exhibit such a form; which he that shall thoroughly consider all the circumstances of such kind of Figur'd bodies, will, I think, have great reason to believe, though I confess, one cannot presently be able to find out what Nature's designs are. It were therefore very desirable, that a good collection of such kind of figur'd Stones were collected; and as many particulars, circumstances, and informations collected with them as could be obtained, that from such a History of Observations well rang'd, examin'd and digested, the true original or production of all those kinds of Stones might be perfectly and surely known; such as are *Thunderstones, Lapides Stellares, Lapides Judaici*, and multitudes of other, whereof mention is made in *Aldrovandus Wormius*, and other Writers of Minerals.

Observ. XVIII. Of the Schematisme or Texture of Cork, and of the Cells and Pores of some other such frothy Bodies.

I Took a good clear piece of Cork, and with a Pen-knife sharpen'd as keen as a Razor, I cut a piece of it off, and thereby left the surface of it exceeding smooth, then examining it very diligently with my *Microscope*, me thought I could perceive it to appear a little porous; but I could not so plainly distinguish them, as to be sure that they were pores, much less what Figure they were of: But judging from the lightness and yielding quality of the Cork, that certainly the texture could not be so curious,

MICROGRAPHIA. 113

curious, but that possibly, if I could use some further diligence, I might find it to be discernible with a *Microscope*, I with the same sharp Pen-knife, cut off from the former smooth surface an exceeding thin piece of it, and placing it on a black object Plate, because it was so felt to be a body, and casting the light on it with a deep *plano-convex Glass*, I could exceedingly plainly perceive it to be all perforated and porous, much like a Honey-comb, but that the pores of it were not regular; yet it was not unlike a Honey-comb in these particulars.

First, in that it had a very little solid substance, in comparison of the empty cavity that was contain'd therein, as does more manifestly appear by the Figure A. and B. of the *X. Section*, for the *Interstitia*, or walls (as I may so call them) or partitions of those pores were neerer as thin in proportion to their pores, as those thin films of Wax in a Honey-comb (which enclose and constitute the *hexangular cells*) are to theirs.

Next, in that these pores, or cells, were not very deep, but consisted of a great many little Boxes, separated out of one continued long pore, by certain *Diaphragms*, as is visible by the Figure B, which represents a light of those pores (split the long ways).

I no longer discern'd these (which were indeed the first *microscopical* pores I ever saw, and perhaps, that were ever seen, for I had not met with any Writer or Person, that had made any mention of them before this) but me thought I had with the discovery of them, presently hinted to me the true and intelligible reason of all the *Phænomena* of Cork; As, First, if I enquir'd why it was so exceeding light a body? My *Microscope* presently inform me that here was the same reason evident that there is found for the lightness of froth, an empty Honey-comb, Wool, or Sponge, a Puff-bag, &c. or the like; namely, a very small quantity of a solid body, extended into exceeding large dimensions.

Next, it seem'd nothing more difficult to give an intelligible reason, why Cork is a body so very unfit to sink and drink in Water, and consequently prefer to be high, floating on the top of Water, though left on it never so long: and why it is able to stop and hold air in a Bottle, though it be there very much condens'd and consequently presses very strongly to get a passage out, without suffering the least bubble to pass through its substance. For, to the first, since our *Microscope* inform us that the substance of Cork is altogether fill'd with Air, and that that Air is perfectly enclosed in little Boxes or Cells distinct from one another, it seems very plain, why neither the Water, nor any other Air, can easily infiltrate it: For, since there is already within them an *intus existent*, and consequently, why the pieces of Cork become so good floats for Nets, and stopples for Vials, or other close Vessels.

And thirdly, if we enquire why Cork has such a springiness and swelling nature when compress'd? and why it comes to suffer so great a compression, or seeming penetration of dimensions, so as to be made a substance as heavy again and more, bulk for bulk, as it was before compression, and yet suffer'd to return, is found to extend it self again into the same space? Our *Microscope* will easily inform us, that the whole mass consists

114 MICROGRAPHIA.

consists of an infinite company of small Boxes or Bladders of Air, which is a substance of a springy nature, and that will suffer a considerable condensation (as I have several times found by divers trials, by which I have most evidently condens'd it into less than a twentieth part of its usual dimensions near the Earth, and that with no other strength than that of my hands without any kind of forcing Engine, such as Racks, Leavers, Wheels, Pulleys, or the like, but this onely by and by) and besides, it seems very probable that those very films or sides of the pores, have in them a springy quality, as almost all other kind of Vegetable substances have, so as to help to restore themselves to their former position.

And could we so easily and certainly discover the *schematisme* and *Texture* even of these films, and of several other bodies, as we those of Cork, it seems no probable reason to the contrary, but that we might as readily render the true reason of all their *Phænomena*; as namely, what were the cause of the springiness, and toughness of some, both as to their flexibility and restitution. What, of the friability or brittleness of some others, and the like; but till such time as our *Microscope*, or some other means, enable us to discover the true *schematisme* and *Texture* of all kinds of bodies, we must grope, as it were, in the dark, and onely guess at the true reasons of things by similitudes and comparisons.

But, to return to our Observation. I told several lines of these pores, and found that there were usually about threecore of these small Cells placed end-ways in the eighteenth part of an Inch in length, whence I concluded there must be neer eleven hundred of them, or somewhat more then a thousand in the length of an Inch, and therefore in a square Inch above a Million, or 1166400, and in a Cubick Inch, above two hundred Millions, or 225272000, a thing almost incredible, did not our *Microscope* assure us of it by ocular demonstration; nay, did it not discover to us the pores of a body, which were they *diaphragms*, like those of Cork, would afford us in one Cubick Inch, more then ten times as many little Cells, as is evident in several charr'd Vegetables; so prodigiously curious are the works of Nature, that even these conspicuous pores of bodies, which seem to be the channels or pipes through which the *succus nutritivus*, or natural Juices of Vegetables are convey'd, and seem to correspond to the veins, arteries and other Vessels in sensitive creatures, that these pores I say, which seem to be the Vessels of nutrition to the vastest body in the World, are yet so exceeding small, that the *atoms* which *Epicurus* fancy'd would go neer to prove too bigg to enter them, much more to constitute a fluid body in them. And how infinitely smaller then must be the Vessels of a Mine, or the pores of one of those little Vegetables I have discover'd to grow on the back-side of a Rose-leaf, and shall anon more fully describe, whose bulk is many millions of times less then the bulk of the small thread it grows on, and even that thread, many millions of times less in bulk then several trees that have heretofore grown in England, and are this day flourishing in other hotter Climates, as we are very credibly inform'd; yet the pores of this small Vegetable should keep such a proportion to the body of it, as we have found these pores of

MICROGRAPHIA. 115

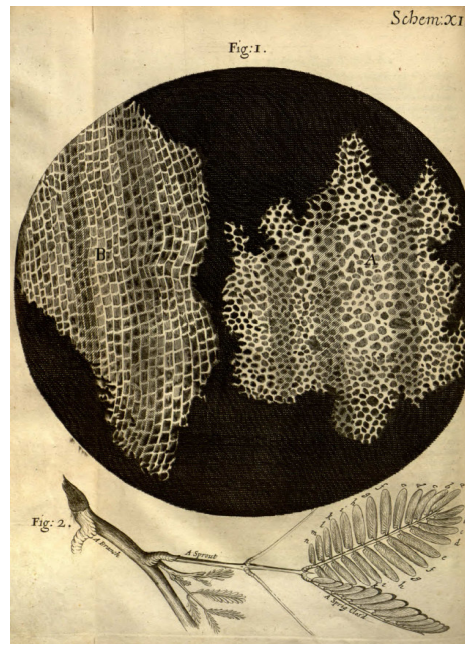
of other Vegetables to do to their bulk. But of these pores I have said more elsewhere.

To proceed then, Cork seems to be by the transverse constitution of the pores, a kind of *Spong* or *Mattre*, for the pores lie like so many Rays tending from the center, or pith of the tree, outwards; so that if you cut off a piece from a board of Cork transversely, to the flat of its grain, as it were, (split the pores, and they will appear just as they are express'd in the Figure B. of the *XI. Scheme*. But if you have off a very thin piece from this board, parallel to the plain of its grain, you will cut all the pores transversely, and they will appear almost as they are express'd in the Figure A, save onely the solid *interstitia* will not appear so thick as they are there represented.

So that Cork seems to find its nutriment from the substance both of the Tree immediately, and to be a kind of excrecence, or a substance distinct from the substances of the entire Tree, something *analogous* to the Mistletoe, or such on other Trees; or to the hairs on Animals. And having enquir'd into the History of Cork, I find it reckon'd as an excrecence of the bark of a certain Tree, which is distinct from the two barks that lie within it, which are common also to other trees; That its substance from the Cork that covers the young and tender sprouts comes to be discernible; That it cracks, flays, and cleaves into many great claps, the bark underneath remaining entire; That it may be separated and remov'd from the Tree, and yet the two underbarks (such as are also common to that with other Trees) not at all injur'd, but rather helped and freed from an external injury. Thus *Josephus in de Architectura*, speaking of cedars, says, *Arbor est proceras, lignum est robustum, scopulis cortice in aquis non fluitat, cortice in orbem derivato juvenior, crispescens enim praeruptis & frangulatis, intra triennium iterum replatur: Cunctisq; aliisq; arboribus, cortice superius densis, carnisq; alioq; digitis, striatis, fulvis, rufisq;, & qui subito detrahatur deliquit, alioque subsistente expellitur, inter quo subit novellus sua robur et arbor parvo pila videtur.* Which things, well consider'd, and the tree's substance, and manner of growing, if well examin'd, would, I am very apt to believe, much confirm this my conjecture about the origination of Cork.

Nor this kind of Texture peculiar to Cork onely; for upon examination with my *Microscope*, I have found that the pith of an Elder, or almost any other Tree, the inner pith or pith of the Canary hollow stalks of several other Vegetables, as of Fennel, Garret, Daucus, Bet-docks, Teacels, Fearn, some kinds of Reeds, &c. have much such a kind of *schematisme*, as I have lately shewn that of Cork, save onely that here the pores are rang'd the long ways, or the same ways with the length of the Case, whereas in Cork they are transversely.

The pith also that fills that part of the stalk of a Feather that is above the Quill, has much such a kind of texture, save onely that which way so ever I see this light substance, the pores seem'd to be cut transversely; so that I guess this pith which fills the Feather, not to consist of abundance of long pores separated with *Diaphragms*, as Cork does, but to be a kind of



116 MICROGRAPHIA.

of solid or harden'd froth, or a congeries of very small bubbles consolidated in that form, into a pretty stiff and as tough concrete, and that each Cavity, Bubble, or Cell, is distinctly separate from any of the rest, without any kind of hole in the encompassing films, so that I could no more blow through a piece of this kind of substance, then I could through a piece of Cork, or the found pith of an Elder.

But though I could not with my *Microscope*, nor with my breath, nor any other way I have yet try'd, discover a passage out of one of those cavities into another, yet I cannot thence conclude, that therefore there are none such, by which the *succus nutritivus*, or appropriate Juices of Vegetables, may pass through them; for, in several of those Vegetables, whilst green, I have with my *Microscope*, plainly enough discover'd these Cells or Pores fill'd with Juices, and by degrees sweating them out: as I have also observ'd in green Wood all these long *Microscopical* pores which appear in Charcoal perfectly empty of any thing but Air.

Now, though I have with great diligence endeavour'd to find whether there be in the such *microscopical* pores of Wood or Pith, as the *Falces* in the heart-veins, and other passages of Animals, that open and give passage to the contain'd fluid Juices one way, and shut themselves and impede the passage of such liquors back again, yet have I not hitherto been able to lay any thing positive in it; though I think, it seems very probable, that Nature has in these passages, as well as in those of Animal bodies, very many appropriated Instruments and contrivances, whereby to bring her designs and end to pass, which 'tis not improbable, but that some diligent Observer, if help'd with better *Microscopes*, may in time detect.

And that this may be so, seems with great probability to be argued from the strange *Phænomena* of sensitive Plants, wherein Nature seems to perform several Animal actions with the same *schematisme* or *Organisation* that is common to all Vegetables, as may appear by some no less instructive then curious Observations that were made by divers eminent Members of the Royal Society on some of these kind of Plants, whereof an account was deliver'd in to them by the most Ingenious and Excellent Physician, Doctor Clark, which, having that liberty granted me by that most Illustrious Society, I have hereunto adjoynd.

Observations on the Humble and Sensitive Plants in M^r. Chiffin's Garden in Saint James's Park, made August the 9th 1665. Present, the Lord Brouncker, Sr. Robert Moray, Dr. Wilkins, Mr. Evelyn, Dr. Henshaw, and Dr. Clark.

There are four Plants, two of which are little shrub Plants, with a little short stock, about an Inch above the ground, from whence are spread several sticky branches, round, straight, and smooth,

ANEXOS

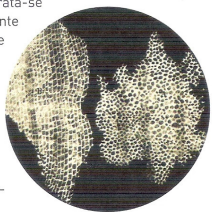
Anexo 2 - Recortes de Livros Didáticos utilizados.

2.2. Como é possível observar uma célula que não é visível a "olho nu"?

Como a maioria das células não é visível a olho nu, elas só puderam ser estudadas com mais detalhes a partir do advento de um aparelho que permitiu "ver as coisas pequenas", o **microscópio**. Ele era inicialmente formado por um sistema de duas lentes de aumento e uma fonte de luz, que iluminava o material a ser observado.

Em 1665, Robert Hooke, um cientista inglês, estava trabalhando com um microscópio rudimentar e observou uma delgada fatia de cortiça; ele conseguiu, pela primeira vez, distinguir os contornos de uma célula. O termo célula é diminutivo de "cela", que significa cavidade. Assim, Hooke descreveu pequenas cavidades no tecido vegetal que observou. A cortiça é retirada do caule de algumas plantas; trata-se de um tecido morto, utilizado principalmente para a fabricação de rolhas. O que Hooke observou foi a parede celular que delimita as células das plantas e que permanece mesmo após a morte da célula.

Embora Hooke já houvesse observado a célula em 1665, somente em 1838 foi comprovada por Schleiden a existência de células em plantas e em 1839 foi comprovada por Schwann a existência de células em animais.



Microscópio utilizado por Robert Hooke no século XVII. No detalhe, visualização de corte de cortiça nesse microscópio (cada célula tem aproximadamente 100 µm de comprimento).

Fonte: MENDONÇA, Vivian Lavander; LAURENCE, J. **Biologia: ecologia, origem da vida e biologia celular, embriologia e histologia**, Vol. 1. 1 ed. São Paulo: Nova Geração, 2010.

2 Origem do termo "célula"

Em 8 de abril de 1665, Robert Hooke **apresentou seu microscópio aos cientistas** londrinos; o material escolhido para observação microscópica foi uma **planta de musgo**. Em novo encontro, na semana seguinte, o físico inglês mostrou aos cientistas finas fatias de cortiça, material cuja baixa densidade deve-se a sua porosidade, no nível microscópico. Ele comparou as cavidades microscópicas da cortiça às celas (pequenos quartos) **de um convento**, denominando-as, em inglês, **cells**. O termo em português, **célula**, deriva do latim *cellula*, diminutivo de *cella*, que significa pequena compartimento.

Hooke continuou seus estudos microscópicos e obteve material suficiente para produzir um alentado livro sobre o assunto, intitulado *Micrographia*, publicado em 1665. Ao observar partes vivas de plantas, ufe e outros pesquisadores notaram a presença de compartimentos semelhantes aos da cortiça, com a diferença de que o espaço interno das células vivas era preenchido por um **material gelatinoso**. Nos anos seguintes, o termo "célula" passou a denominar o conteúdo completo dessas "caixinhas" microscópicas que formam o corpo das plantas. (Fig. 4.2)

As observações microscópicas estenderam-se a todos os seres vivos e mostraram que os animais também eram constituídos por bolsões microscópicos de aspecto gelatinoso, cujo conteúdo parecia corresponder ao das caixinhas microscópicas presentes nas plantas; assim, essas bolsões também foram chamadas de células.

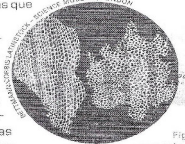
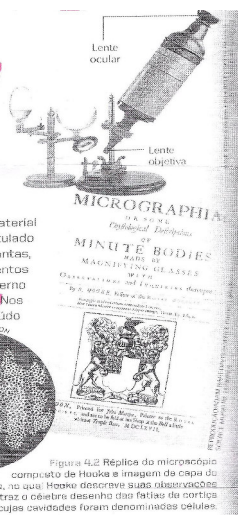


Figura 4.2 Réplica do microscópio composto de Hooke e imagem da capa do livro *Micrographia*, no qual Hooke descreve suas observações microscópicas. Esse livro traz o célebre desenho das fatias da cortiça (em detalhe, no círculo), cujas cavidades foram denominadas células.



Fonte: AMABIS, José Mariano; MARTHO, Gilberto Rodrigues. **Biologia das Células v.1**. 3 ed. São Paulo: Moderna, 2010.

DESENVOLVIMENTO DO TEMA

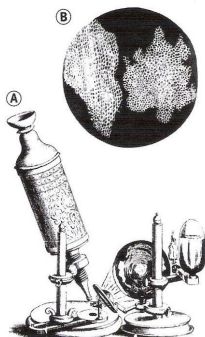
1. Quem descobriu as células?

Estamos bastante acostumados às imagens que vemos ao nosso redor. No entanto, se nossos olhos fossem capazes de ampliar bastante as imagens, ficaríamos espantados ao descobrir a verdadeira constituição das coisas.

Os cientistas que realizaram as primeiras observações ampliadas de materiais e de seres vivos utilizaram lentes de aumento e também instrumentos fabricados com elas.

Um desses cientistas foi Robert Hooke (1635-1703). Ele construiu um dos primeiros microscópios e o utilizou para observar fatias muito finas de cortiça, o material de que são feitas as rolhas. Ao fazer tal observação, Hooke descobriu que a cortiça apresentava vários buracinhos em sua estrutura, parecendo um favo de mel. Ele chamou esses buracinhos de **células**, palavra que significa "pequena cela, pequeno compartimento". A cortiça é um material morto, em que cada buracinho está vazio. Ela apresenta apenas a parte externa de células que um dia foram vivas.

Depois de Hooke publicar suas descobertas em 1665, muitos outros cientistas se ocuparam com o uso do microscópio, até que, por volta de 1840, os pesquisadores já dispunham de evidências suficientes para afirmar que os seres vivos são formados por células.



Desenhos feitos por Hooke, mostrando, em (A), seu microscópio e, em (B), células de cortiça vistas com o auxílio desse aparelho.

Fonte: CANTO, Eduardo Leite. **Ciências naturais: aprendendo com o cotidiano**. 3 ed. São Paulo: Moderna, 2009.



■ Microscópio de Robert Hooke. Afbeelding uit Hooke's Micrographia, London, 1664. Fonte: Deutsches Museum.

No século XVII, o jovem holandês Antony van Leeuwenhoek (1632 - 1723) aprendeu a polir lentes com seu pai, que depois armava em placas de prata e cobre. Essas lentes são precursoras do que conhecemos hoje como lupa. Com este instrumento, ele observava fios de cabelo e pequenos insetos. Para dar continuidade às suas pesquisas, Leeuwenhoek aperfeiçoou o microscópio e visualizou incríveis imagens, como: "diminutos glóbulos de muco" e "animáculos", alguns bem pequenos, outros maiores, lentos ou ziguezagueando em alta velocidade e mudando continuamente de direção, descrevendo-os de maneira magnífica.

Antes de Leeuwenhoek, grandes sábios já haviam construído um microscópio. Alguns livros trazem o físico e astrônomo Robert Hooke (1635 - 1703) como o primeiro a construir um microscópio para observar material biológico. Para examinar a cortiça ou outras partes das plantas, ele fazia cortes finos para a luz poder atravessar e colocava-os entre vidros. Foi assim que Robert Hooke se tornou conhecido como o primeiro cientista a usar o termo célula para descrever os pequenos espaços vazios da cortiça. O conceito de célula, tal como conhecemos hoje, surgirá mais tarde, no início do século XIX, a partir das pesquisas desenvolvidas por Mathias Schleiden (1838), que observou células animais, e Theodor Schwann (1839), que observou células vegetais. Suas observações permitiram concluir que todos os seres vivos são formados por células.

Em 1946, a história da citologia registra uma revolução. Os materiais até então visualizados em microscópios ópticos passam a ser observados em microscópios eletrônicos. Neles, os materiais observados são atravessados por feixes de elétrons e não por feixes de luz - como ocorre nos microscópios ópticos. Desta forma, os materiais observados são aumentados ainda mais.

Com o aperfeiçoamento do microscópio, foi possível observar que os espaços que Hooke descreveu como vazios são preenchidos por importantes estruturas que mantêm os seres vivos em funcionamento.

Fonte: PARANÁ, Secretaria de Estado da Educação. **Biologia: ensino médio.** Curitiba: SEED-PR, 2006.



A célula, unidade fundamental dos seres vivos

capítulo 12

Células vegetais em corte de folha, observadas ao microscópio óptico. (Aumento de 1400 vezes.)

Fonte: SILVA JÚNIOR, César; SASSON, Sezar; CALDINI JÚNIOR, Nelson. **Biologia 1: as características da vida, biologia celular, vírus: entre moléculas e células; a origem da vida: histologia animal.** 10 ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

A descoberta das células e a Teoria Celular

Em 13 de abril de 1663, o inglês Robert Hooke apresentou à recém-fundada Royal Society of London (o equivalente à Academia de Ciências do Reino Unido) o resultado de suas observações, ao microscópio, de finas fatias de cortiça, entre outros materiais. Mais tarde, ao publicar seu livro *Micrographia - or some physiological descriptions of minute bodies made by magnifying glasses* (1665), Hooke afirmou que a cortiça era constituída por pequenos poros ou células, comparáveis aos pequenos compartimentos que compõem os favos das colmeias das abelhas. Foi a primeira vez que alguém utilizou

Desenho feito por Hooke a partir da observação de finas fatias de cortiça.

Fotografia de células de cortiça de sobreiro (*Quercus suber*) ao microscópio eletrônico de varredura.

o termo **célula** para referir-se à unidade básica dos tecidos vivos.

Na verdade, o tecido mais externo da casca de certas árvores - como é o caso do sobreiro, do qual se retira a cortiça - é composto de células **mortas**, que perderam todo o seu conteúdo e apresentam apenas as membranas esqueléticas impregnadas com um material ceroso, a suberina. O que Hooke observou, então, foram as **paredes celulares** das células da cortiça, como se pode comprovar na imagem abaixo, em que esse material foi fotografado ao microscópio eletrônico de varredura:

Um pesquisador do século 17, o holandês Antony van Leeuwenhoek, possivelmente influenciado pelos trabalhos de Hooke, contribuiu bastante para desbravar ao microscópio, o mundo do "muito pequeno". Leeuwenhoek observou e descreveu protozoários, bactérias, glóbulos vermelhos, espermatozoides, entre outras estruturas, tendo mandado seus resultados à Royal Society, da Inglaterra, da qual foi eleito membro.

Nos anos seguintes, um número cada vez maior de observações levou à ideia de que tanto as plantas como os animais - as duas categorias de seres vivos reconhecidas na época - eram constituídos por células. Mas foi apenas em meados do século XIX, graças aos trabalhos de cientistas como os alemães T. Schwann, M. Schleiden (1839) e R. Virchow

(1858), que se generalizou o que hoje é conhecido como **Teoria Celular**. Essa teoria propõe três fundamentos básicos, plenamente aceitos pela Biologia. São eles:

- **Todas as formas de vida são constituídas por uma ou mais células.**
- **Toda célula se origina de uma célula preexistente.**
- **A célula é a menor forma de vida.**

À época em que a teoria foi enunciada, os vírus - descobertos pouco antes de 1900 - ainda não eram conhecidos. Por causa deles, faríamos hoje exceção à primeira e à terceira afirmações: os vírus são a menor forma de vida existente, mas não são constituídos por células, e sim por uma estrutura diversa daquela encontrada nos demais seres vivos.

Aprofundamento

Teoria da geração espontânea

Até a segunda metade do século 19, havia a crença de que os seres vivos, principalmente os de tamanho microscópico, podiam se originar da matéria bruta. Segundo essa crença, um caldo de carne, por exemplo, poderia, com o tempo, originar bactérias. Coube a Pasteur, em 1864, demonstrar a falsidade dessa ideia. Experimentalmente, ele mostrou que os "micróbios" somente surgem a partir de outros micróbios, por reprodução. Essa demonstração reforçava, assim, um dos fundamentos da teoria celular.