

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

IVÃ GURGEL

**ELEMENTOS DE UMA POÉTICA DA CIÊNCIA:  
FUNDAMENTOS TEÓRICOS E IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE  
CIÊNCIAS.**

SÃO PAULO

2010



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

FACULDADE DE EDUCAÇÃO

IVÃ GURGEL

**ELEMENTOS DE UMA POÉTICA DA CIÊNCIA:  
FUNDAMENTOS TEÓRICOS E IMPLICAÇÕES PARA O ENSINO DE  
CIÊNCIAS.**

TESE APRESENTADA À FACULDADE DE EDUCAÇÃO DA  
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO PARA A OBTENÇÃO DO  
TÍTULO DE DOUTOR EM EDUCAÇÃO.

ÁREA DE CONCENTRAÇÃO: ENSINO DE CIÊNCIAS E  
MATEMÁTICA

ORIENTADOR: MAURÍCIO PIETROCOLA.

SÃO PAULO

2010

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

Catálogo na Publicação  
Serviço de Biblioteca e Documentação  
Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo

---

375.2 Gurgel, Ivã  
G979e Elementos de uma poética da ciência : fundamentos teóricos e implicações ao ensino de ciências / Ivã Gurgel ; orientação Maurício Pietrocola. São Paulo : s.n., 2010.  
301 p. : il. + anexos

Tese (Doutorado – Programa de Pós-Graduação em Educação. Área de Concentração : Ensino de Ciências e Matemática ) - Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

1. Ciências – Estudo e ensino 2. História da ciência - Filosofia 3. Narrativa - Produção 4. Imaginação 5. Epistemologia I. Pietrocola, Maurício, orient.

---

Ivã Gurgel

*Elementos de uma Poética da Ciência:*

*Fundamentos Teóricos e Implicações ao Ensino de Ciências.*

Tese de Doutorado apresentada à Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo para banca examinadora para obtenção do título de Doutor em Educação.  
Área de Concentração: Ensino de Ciências e Matemática.

Aprovada em \_\_\_\_/\_\_\_\_/\_\_\_\_

### Banca Examinadora

---

Prof. Dr. Maurício Pietrocola (FEUSP)  
Orientador – Membro Titular

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Maria Regina Dubeux Kawamura  
(IFUSP) Membro Titular

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Silvia Luiza Frateschi Trivelato  
(FEUSP) – Membro Titular

---

Prof. Dr. Alberto Villani (IFUSP)  
Membro Titular

---

Prof. Dr. Henrique César da Silva (UNICAMP)  
Membro Titular

---

Prof. Dr. João Zanetic (IFUSP)  
Membro Suplente

---

Prof. Dr. Elio Carlos Ricardo (FEUSP)  
Membro Suplente

---

Prof. Dr. Cristiano Mattos (IFUSP)  
Membro Suplente

---

Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Isabel Martins (UFRJ)  
Membro Suplente

---

Prof. Dr. Arden Zyrlbenstejn (UFSC)  
Membro Suplente



*Para Graciella.  
Quem dá Sentido a Tudo.*

## AGRADECIMENTOS

Traduzir em palavras o quanto as pessoas são importantes em nossos trabalhos e em nossas vidas talvez seja a tarefa mais difícil a ser cumprida, mas que nunca pode ser esquecida.

Agradeço ao orientador Maurício Pietrocola, por compartilhar idéias e apoiar o desenvolvimento do trabalho nos momentos mais difíceis. Agradeço mais ainda ao amigo Maurício Pietrocola, por ter tornado possível minha vida na Universidade, por ser cúmplice de minhas idéias mais malucas, por me tirar das maiores frias e por entender minhas decisões sem sentido. Sua paciência já resiste há oito anos.

Sou profundamente grato ao Professor Michel Paty, que há muitos anos vem acreditando em meu trabalho. Agradeço por me acolher em Paris e por tornar minha estadia muito rica. Seus ensinamentos em Epistemologia e História das Ciências permitiram não apenas o desenvolvimento deste trabalho, mas o estabelecimento de um caminho de reflexão. Dedico parte deste trabalho à Profa Christine Blondel, que disponibilizou amigavelmente seus materiais e arquivos e me orientou no desenvolvimento das pesquisas em História da Eletrodinâmica.

Agradeço aos professores Henrique César da Silva e Silvia Trivellato que participaram do exame de qualificação e deram importantes contribuições à pesquisa.

Graças aos membros do colégio Viverde este trabalho foi possível. Serei eternamente grato por me acolherem e aceitarem a realização das atividades que compõem esta tese.

Aos colegas do LaPEF, obrigado pela eterna amizade. Em especial agradeço ao Rogério por mesmo estando longe ter apoiado diretamente o desenvolvimento deste trabalho. Agradeço ao Elio pelas conversas filosóficas e não tão filosóficas neste período. À Thaís pela amizade e apoio nas mais diversas situações. Ao meu irmão Guilherme pelos desafios compartilhados. Ao Maxwell e Estevam pelas rizadas descontraídas.

Obrigado aos amigos do Instituto de Física. Renata por seu sorriso acolhedor. Cristina pelo carinho e por me incentivar constantemente. Regina por me acolher como



um dos seus. Soninha por estar sempre ao meu lado. Lígia pelos dez anos que já completamos juntos. Marcília e Fred por sempre estarem presentes. Cristiano por estar com a porta aberta e me receber com grande amizade.

Agradeço especialmente à minha família. Ao meu pai, por ser o exemplo vivo do que eu posso me tornar. À minha mãe, por seu carinho imenso e sua força interminável. À minha Tia Lúcia, por nunca deixar de cuidar de mim. Aos meus irmãos pelo amor e apoio cada vez mais presentes.

Obrigado à minha nova família, Giselle, Daniel, Sheyla, Dona Ceuza e Sr. Shiroaki por me acolherem em suas vidas.

Graciella, obrigado. Pelo seu amor, por acreditar em mim, por me fazer feliz todos os dias. Sem você este trabalho não existiria.



## SUMÁRIO

RESUMO.....	14
ABSTRACT.....	15
APRESENTAÇÃO.....	16
1 – INTRODUÇÃO.....	22
1.1 – A Busca da Tese.....	22
1.2 – A Vista do Meu Ponto.....	24
1.3 – As Origens da Pesquisa em Ensino de Ciências: Uma Reflexão.....	25
1.4 – A Emergência da Linguagem: As Obras de Foucault e Vigotski.....	34
1.5 – A Noção de Letramento Científico.....	55
1.6 – Estudos em Linguagem e Educação Científica.....	60
1.7 – Os Usos do Argumento.....	72
1.8 – Delimitando um Problema – As questões que ficam.....	82
2 – O PROJETO DE UMA POÉTICA DA CIÊNCIA.....	84
2.1 – Por uma Filosofia da Criação Científica.....	84
2.2 – Constituindo um Caminho de Pesquisa: Ciência e Linguagem.....	97
2.3 – A Poética da Ciência.....	104
2.4 – Um Caminho para Prosseguir.....	109
3 – GALILEU, OERSTED, AMPÈRE E AS ORIGENS DO CONHECIMENTO.....	111
3.1 – Apresentação.....	111
3.2 – Galileu e a Mensagem das Estrelas.....	113
3.3 – O Eletromagnetismo de Oersted e Ampère.....	150

4 – SOBRE AS NARRATIVAS, A ESCRITA E O ENSINO.....	178
4.1 – Retomando Algumas Questões.....	178
4.2 – As Narrativas e a Pesquisa em Ensino de Ciências.....	179
4.3 – As Narrativas no Contexto Educacional.....	186
4.4 – Narrativas da Cultura e Ensino de Ciências.....	192
4.5 – O Papel da Escrita no Desenvolvimento do Pensamento.....	196
5 – ATIVIDADES NARRATIVAS EM SALA DE AULA.....	202
5.1 – Caracterização da Pesquisa.....	202
5.2 – O Contexto de Intervenção.....	210
5.3 – O Contexto das Atividades.....	220
5.4 – Apresentação e Análise dos Dados.....	226
5.5 – Comentário sobre o Desenvolvimento das Atividades.....	262
5.6 – Síntese: Narrativas e Ensino de Física.....	265
6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	269
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	273



GURGEL, I. **Elementos de uma Poética da Ciência: Fundamentos Teóricos e Implicações ao Ensino de Ciências**. 2010, Tese (Doutorado), Faculdade de Educação, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.

O objetivo central desta tese é discutir o papel das narrativas no pensamento científico e no ensino de ciências. Partimos de uma revisão histórica das pesquisas em ensino-aprendizagem para mostrar que a dimensão epistemológica do processo de construção do conhecimento se enfraquece em detrimento à compreensão mais profunda dos aspectos semióticos e discursivos das interações em sala de aula. Em seguida, discutimos as atuais pesquisas em argumentação e questionamos se os modelos adotados são suficientes para apreender todas as formas de pensar legítimas da ciência. Principalmente problematizaremos a possibilidade de novos modos de argumentar aparecerem quando enfrentamos situações que envolvem a presença de uma novidade. Para responder esta questão inserimos nosso estudo em um campo de reflexões que pode ser denominado *poética da ciência*. Na continuidade tomamos textos originais como fonte de investigação para a compreensão da formação discursiva da ciência. Discutimos os textos *O Mensageiro das Estrelas*, de Galileu, *Experiências Relativas ao Efeito do Conflito Elétrico sobre a Agulha Imantada*, de Oersted, e *Sobre as Atrações Mútuas entre Condutores Elétricos*, de Ampère. Com a análise destes textos, verificamos que o padrão de argumentação se caracteriza linguisticamente como uma narrativa. Tomando em conta esse caráter da ciência, questiona-se qual é o papel das narrativas no pensamento humano. Retomamos os trabalhos de Vigotski e Bruner para caracterizar a narrativa como um modo de organização do real. Essas considerações nos levam a pensar em como isso pode afetar o cotidiano escolar. Nossas reflexões nos indicam que as atividades escritas podem ser fundamentais para a elaboração do pensamento em uma atividade que envolva a imaginação. Na última etapa o estudo se volta a uma escola onde foi realizado um conjunto de atividades de ensino-aprendizagem que envolviam a produção escrita. Dois tipos de gênero textual foram trabalhados, narrativas e cartas. Ao final analisamos as condições de produção de *narrativas científicas* pelos alunos e discutimos seu papel na aprendizagem de ciências.

**Palavras Chaves:** Narrativas Científicas, Processos Criativos, Imaginação, História da Ciência, Didática das Ciências.

**GURGEL, I. Elements of a Poetics of Science: Theoretical Foundations and Implications for Science Teaching.** 2010, Thesis (Doctorate), Faculty of Education, University of São Paulo, São Paulo, 2010.

The objective of this thesis is to discuss the role of narrative in scientific thought and science education. We start from a historical review of research on teaching and learning to show that the epistemological dimension of the construction of knowledge rather than weakens the deeper understanding of the semiotic and discursive aspects of the interactions in the classroom. Then we discuss the current research on argumentation and questioning whether the models adopted are sufficient to capture all legitimate ways of thinking of science. Mainly questioning the possibility of new modes of reasoning appear when we face situations that involve the presence of a novelty. To answer this question we insert our study in a field of reflections that can be called poetic science. In contiuidade take original texts as a source of research for understanding the discursive formation of science. We discuss the texts of the Messenger of Stars, Galileo, Experiments on the Effect of conflict on the Electric Needle magnet of Oersted and Attractions On the mutual between conductors Electrical, Ampère. By analyzing these texts, we find that the standard of argumentation is characterized linguistically as a narrative. Taking into account the nature of science, wonders what is the role of narrative in human thought. We resume the work of Vygotsky and Bruner to characterize the narrative as a way of organizing reality. These considerations lead us to think about how this may affect the school routine. Our reflections on the writings indicate that the activities may be critical to the development of thought in an activity that involves the imagination. In the last step the study turns to a school where we performed a set of teaching-learning activities that involved writing production. Two types of genre were worked, narratives and letters. At the end we analyze the conditions of production of scientific narratives by students and discussed its role in learning science.

**Keywords:** Scientific Narratives, Creative Processes, Imagination, History of Science, Science Education.

## APRESENTAÇÃO.

A tese que será apresentada ao longo das próximas páginas tem como principal objetivo discutir os limites e possibilidades de determinadas tendências de análise que vêm se tornando centrais no conjunto de pesquisas que se dedicam ao ensino das ciências. Isso talvez a torne mais uma antítese e, com certeza está ainda longe de ser uma síntese, no sentido de encerrar essa discussão. Portanto, embora durante o texto se esboce explicitamente algumas críticas a trabalhos outros, esta maneira de proceder esconde, necessariamente, o quanto este trabalho foi crítico em relação a ele mesmo. Por isso, optamos nesta apresentação a correr o risco de revelar de antemão esse processo e, com isto, mostrar algumas de suas fragilidades.

Desde trabalhos anteriores, em especial a dissertação de mestrado que antecedeu esta tese (Gurgel, 2006), o tema geral de reflexão estabelecido foi *os processos de criação do conhecimento científico* ou, mais particularmente, *o papel da imaginação na ciência e no ensino de ciências*. Dentro deste vasto universo de possibilidades de pesquisa, optou-se por discutir o tema em um viés majoritariamente epistemológico. Assim, como é comum em filosofia, temas antigos que fundamentam este pensar foram retomados para compreender a função da imaginação dentro das ciências, mais especialmente, na Física. A pergunta colocada no trabalho foi: *É possível manter uma descrição racional e realista da ciência quando consideramos o contexto da descoberta em que a imaginação possa atuar?* Esta questão foi respondida de forma positiva e, para isso, nos apoiamos na chamada *Filosofia do Conceito*, termo estabelecido pelo filósofo da Matemática Jean Cavailles para designar uma corrente filosófica iniciada por Gaston Bachelard e que foi prosseguida pelo próprio Cavailles e autores como Georges Canguilhem, Gilles Gaston Granger e, atualmente, Michel Paty.

Assim trabalhamos dentro de uma filosofia racionalista que, para dar conta do processo de criação, precisou renovar a sua própria noção de racionalismo. Em termos gerais, podemos distingui-la da lógica, na qual as operações sintáticas são preestabelecidas. Assim, nesta filosofia, a racionalidade se caracteriza por sua dinâmica, que ocorre em acordo com as especificidades de cada campo científico. A isto Bachelard chamou de *racionalismos regionais* (Bachelard, 1949).



Complementando o estudo filosófico, pesquisamos os trabalhos de Albert Einstein com o objetivo de compreender como este cientista criou suas idéias. Esta pesquisa foi feita com um relativo sucesso e dela extraímos alguns “momentos” ou “etapas”, que seriam próprios da criação científica e que guiariam a imaginação de acordo com a filosofia que defendemos.

Um elemento que deve ser destacado é a própria maneira que passamos a conceber a epistemologia e que se reflete neste trabalho. As Filosofias da Ciência e Teorias do Conhecimento têm expandido seus horizontes para considerar cada vez mais elementos externos à ciência. Esta tendência tem prevalecido na literatura desde a metade do século XX, a partir das obras de Ludwick Fleck, Thomas Kuhn, Larry Laudan e outros. Atualmente nos congressos em História e Filosofia da Ciência as principais apresentações são destinadas a questões sociais, políticas e econômicas vinculadas ao desenvolvimento da ciência. Embora a corrente francesa à qual nos associamos valorize estes aspectos, ela se caracteriza por tentar manter o próprio saber científico no centro das discussões. Em alguma medida podemos ser acusados de reducionismo, mas preferimos esta escolha à descaracterização completa do que pode ser o diferencial da ciência e sua identidade.

No entanto, nem só de sucessos vive o homem. Embora o trabalho tenha trazido algumas pequenas novidades em relação à criação nas ciências, ele pecava em pouco considerar as especificidades de cada tema singular de ensino. Embora comprometido com a racionalidade e a perspectiva realista da ciência, a dissertação elaborada tornou-se demasiado geral, como uma estrutura de pensamento que prescinde o conteúdo.

Com o objetivo de suprir estas necessidades, a presente tese se iniciou como uma tentativa de estudar a criação dentro de um campo específico do conhecimento físico. Assim, elegeu-se o eletromagnetismo como foco de análise. Para trabalhá-lo, vestiu-se toda a roupagem filosófica, com direto a barba e cachimbo, e um mergulho em um conjunto vasto de textos históricos foi realizado num estágio na equipe RESHEIS da Universidade de Paris 7. A pesquisa ainda contou com o apoio do centro de documentação de História da Eletricidade, ligado ao CNRS. Este trabalho foi feito com deleite, e uma série de condicionantes do processo criativo começaram a ser identificadas.

Estes elementos envolviam compromissos filosóficos e metafísicos, que constituem uma visão de mundo que guia a criação.

No entanto, a certo momento surge a questão: *Mas como estes elementos podem nos ajudar a pensar o trabalho de criação dos alunos em contexto escolar?* Algumas tentativas de resposta foram ensaiadas não somente por mim, mas também pelos amigos que apoiaram este trabalho. No entanto, nenhuma delas era convincente o bastante para que eu pudesse prosseguir com o trabalho de tese.

Após algum tempo de crise e de momentos tortuosos de reflexão, uma solução que se tornou o objeto atual deste trabalho, foi encontrada. Como vínhamos trabalhando com textos originais da ciência, comecei a refletir sobre como estes próprios textos são compostos. Para mim, era perceptível o quando aquele texto devia ter passado por um processo laborioso de produção. Naquele momento, o foco do trabalho muda. Ao invés de trabalharmos sobre o momento inicial de criação, passamos a focalizar os passos iniciais dados na estruturação deste conhecimento, quando o mesmo começa a ganhar forma. Assim, localizamos este trabalho em um ponto intermediário entre a *concepção* e o *nascimento* da uma idéia. Estudaremos sua *gestação*.

Essa mudança não elimina completamente a autocrítica anterior, que consistia em reconhecer uma distância, um *gap*, entre o processo de criação do cientista e sua recriação pelo aluno. No entanto, como justificaremos com mais cuidado ao longo do trabalho, acreditamos ter minimizado este problema. Buscamos um caminho que se aproximasse da encruzilhada entre os compromissos epistêmicos em relação ao conhecimento e as condições didáticas apropriadas para sua reconstrução didática. Assim em nossa análise ao menos podemos verificar se alguns traços desta gestação são mantidos. Afinal, queremos ensinar um conteúdo específico que mantém comprometido com seu processo de elaboração.

Essa mudança ainda trouxe uma segunda vantagem que se tornou muito relevante no processo de construção da tese. A produção textual envolve as dimensões lingüísticas e argumentativas do processo de construção do conhecimento. Isso fez com que esta pesquisa pudesse dialogar com um conjunto grande de reflexões em ensino de ciências que já trabalham estes temas. De certa forma, a abordagem anterior utilizada no mestrado

era muito solitária e, apesar de parecer mais inovadora, acabava por ser inerte frente às pesquisas que vem se constituindo conjuntamente em nossa área.

Esse grupo de fatores fez com que o texto final ganhasse uma estrutura diferenciada. Em alguns momentos, estamos muito próximos de outros trabalhos de ensino e nosso trabalho se superpõe a eles. Em outros, os referências mais conhecidos em argumentação e linguagem são reconsiderados e uma leitura alternativa deles é realizada. Finalmente em outros, recorremos à nossa “filiação” original para constituir um campo de reflexões que permita uma leitura epistemológica de nosso tema.

Feitas todas essas ressalvas, podemos passar à apresentação da tese propriamente dita.

No primeiro capítulo, fazemos uma discussão das pesquisas em ensino-aprendizagem através de um viés histórico. Partimos das pesquisas em linguagem que vêm se tornando as mais centrais em nossa área de pesquisa. Elas se dividem entre as abordagens do chamado *letramento científico*, das pesquisas *socioculturais* e as de filiação à *análise do discurso* francesa. Neste processo reconhecemos o grande potencial destas pesquisas e os avanços trazidos por elas. No entanto, nosso objetivo será mostrar que ao longo da constituição desse campo de pesquisas a dimensão epistemológica do processo de construção do conhecimento se enfraquece em detrimento à compreensão mais profunda dos aspectos semióticos e discursivos das interações em sala de aula. Embora nossa posição seja polêmica, consideramos que a compreensão aprofundada dos atos de significação utilizados na comunicação não supre a necessidade de compreendermos as características do conhecimento que está em jogo na aprendizagem, isto é, seu caráter epistemológico. Ainda neste primeiro capítulo, discutimos as atuais pesquisas em argumentação. Por mais que elas possam caracterizar certo retorno da discussão epistemológica, questionaremos se os modelos de argumentação adotados são suficientes para apreender todas as formas de pensar legítimas da ciência. Principalmente problematizaremos a possibilidade de novos modos de argumentar aparecerem quando enfrentamos situações que envolvem a presença de uma novidade. Assim, este primeiro capítulo fecha com um conjunto de questões interligadas que será parte desta tese. Estas questões podem ser divididas em dois grupos e apresentadas da seguinte maneira:

1 - Quais são as características da linguagem e da argumentação utilizadas nos estágios iniciais de elaboração de idéias científicas? Qual é sua finalidade? O modelo de Toulmin, amplamente adotado na literatura, dá conta de explicar estas características?

2 – Caso elas tenham algum diferencial em relação às formas atualmente adotadas, em que momentos, no contexto de ensino aprendizagem, este tipo de pensamento aparece ou pode aparecer? É possível trabalhar atividades didáticas com esse objetivo?

Como uma primeira aproximação destas questões, no segundo capítulo apresentamos uma justificativa teórica de nosso processo de investigação. A partir da retomada do problema da imaginação na ciência, discutiremos as possibilidades de abordar este tema. Através de considerações sobre a natureza do trabalho teórico de alguns autores, inserimos nosso estudo em um campo de reflexões que pode ser denominado *retórica científica*, ou, como preferimos chamar, *poética da ciência*. Assim buscamos mostrar a possibilidade de um estudo que envolva a descrição lingüística de enunciados originais compromissada com as características específicas do conhecimento científico.

A partir da validação de uma metodologia de estudo teórico, no terceiro capítulo nosso trabalho se volta à História da Ciência. Aqui tomamos textos originais como fonte de investigação para a compreensão da formação discursiva da ciência. Dois episódios são escolhidos por terem envolvido uma anomalia que se configurou como uma grande novidade na ciência. Discutiremos os textos *O Mensageiro das Estrelas*, de Galileu, *Experiências Relativas ao Efeito do Conflito Elétrico sobre a Agulha Imantada*, de Oersted, e *Sobre as Atrações Mútuas entre Condutores Elétricos*, de Ampère. Com a análise destes textos, verificamos que o padrão de argumentação em uma situação de novidade foge completamente do modelo de Toulmin e se caracteriza linguisticamente como uma narrativa histórica.

Tomando em conta esse caráter narrativo da ciência, uma nova porta se abre para, no capítulo quatro, questionarmos mais amplamente qual é o papel das narrativas no pensamento humano. Para responder a essa questão, retomamos os trabalhos de Lev S. Vigotski e Jerome Bruner, que já haviam sido discutidos parcialmente no primeiro

capítulo, para caracterizar a narrativa como um modo de organização do real. Além disso, mostraremos que essa forma lingüística tem compromissos cognitivos mais amplos que o simples exercício comunicativo. Ela pode configurar o processo de internalização do conhecimento. Em seguida, no mesmo capítulo, comentamos como pesquisas em ensino de ciências atuais têm considerado o papel das narrativas no ambiente escolar. Mostraremos que apesar das narrativas não serem uma idéia completamente nova, neste trabalho ela é constituída em um sentido um pouco diferente de outros.

Nesta etapa do trabalho teremos finalizado nossas considerações teóricas sobre nosso tema de análise. No entanto, este ainda não é o fim do trabalho. Todas essas considerações nos levam a pensar em como isso pode afetar o cotidiano escolar. Nossas reflexões nos indicam que as atividades escritas podem ser fundamentais para a elaboração do pensamento em uma atividade que envolva a imaginação. Com isso, nos direcionamos a uma escola onde foi realizado um conjunto de atividades de ensino que envolvia a produção escrita. Nessas atividades, dois tipos de gênero textual foram trabalhados, narrativas e cartas. Em ambos os casos, situações imaginárias eram propostas para os estudantes e eles deviam desenvolver um texto de no mínimo uma página.

No capítulo cinco, então, apresentamos o contexto desta proposta e os dados obtidos a partir dela. Em seguida, analisaremos o material escrito pelos alunos verificando como foi o seu processo de elaboração textual. Nele avaliaremos como foi articulado o conhecimento científico e se suas narrativas podem ser caracterizadas como *narrativas científicas*. Nosso principal objetivo educacional será mostrar quais são as condições de produção destas narrativas em contexto escolar. O fim de nosso trabalho empírico é feito através de um conjunto de entrevistas que foi realizado com os mesmos alunos. Nelas buscamos identificar elementos de seu processo de criação de forma a corroborar os dados obtidos através da análise textual de suas produções.

Finalmente, apresentamos nossas considerações finais e ressaltamos o que julgamos serem os elementos mais importantes desenvolvidos na tese. Como em qualquer trabalho, não esgotaremos o tema, e nossas conclusões serão limitadas. Neste sentido, tentaremos indicar quais são os caminhos que, a partir deste trabalho, poderão ser traçados.

# **1 – INTRODUÇÃO.**

## **1.1 – A BUSCA DA TESE.**

Começar uma tese talvez seja a etapa mais difícil a ser cumprida. Além da redação das primeiras linhas, como acontece aqui, a elaboração de uma trajetória de pensamento que guie a construção de uma idéia a ser defendida, isto é, a tese, não é de nenhuma forma fácil. Isso ocorre, entre outras razões, pela própria característica do objeto de estudo da pesquisa em educação científica, os processos de ensino-aprendizagem e seus condicionantes. O trabalho de construção da pesquisa exige transformar o cotidiano diário do professor e de outros atores (e os problemas do dia-dia dos que vivem esta realidade) em uma entidade de análise. Frente a este problema, mergulhamos em um “pesadelo cartesiano” e enfrentamos o problema de saber como construir uma parcela da “realidade” que seja “cognoscível”. As aspas nas palavras anteriores vêm para demonstrar justamente o quanto este problema é difícil e, ao mesmo tempo, como ele sempre acaba por ser somente parcialmente resolvido. Mesmo não querendo ser reducionista, como normalmente acusam Descartes de ser, é preciso admitir que a análise mais complexa que se possa fazer não nos livrará de escolhas metodológicas.

Abordando a dificuldade de outra forma, significa antes reconhecer que o que buscamos compreender é um objeto complexo que pode ser visto de diferentes perspectivas e, ao mesmo tempo, que guarda em si relações hierárquicas de diversos níveis. Desta mesma forma, isto significa aceitarmos que além da multiplicidade de variáveis a ser consideradas, cada uma delas têm um status que varia de acordo com o problema em questão e com o grupo social envolvido. Assim, o nosso cotidiano de professor, que às vezes pode parecer simples para quem está imerso nele, torna-se um ambiente em que cada demanda feita pode ser vista como:

- Uma relação político-governamental, da qual o professor é a parte mais sensível do processo, pois questões de salário e infra-estrutura afetam diretamente suas condições de trabalho e cidadania.
- Uma construção político-educacional, que determina os objetivos da escola como instituição através das leis e parâmetros curriculares que são materializados

através dos diferentes atores da educação (dirigentes, diretores, coordenadores, professores, pais e alunos).

- Uma questão psicossocial, pois envolve a construção da identidade de cada um dos atores citados anteriormente, identidade esta que não é apenas individual, mas que depende do meio social que cria visões específicas para cada agente que atua nele.

- Uma questão epistemológica, pois ensinar é um verbo transitivo (quem ensina, ensina alguma coisa!) e as características deste conhecimento e seu processo de elaboração precisam ser pensadas, discutidas e problematizadas.

- Um problema interpessoal, afinal ainda não foi inventado um processo de ensino que não envolva a interação entre pessoas (seja direto com duas pessoas presentes, ou indiretos, através de diferentes instrumentos semióticos).

- Uma dinâmica cognitiva, pois o “resultado esperado” é a aprendizagem do aluno que, como sabemos hoje, pode envolver diversos caminhos cognitivos para a apreensão do novo.

Esta lista não tem a menor pretensão de ser exaustiva e nem tampouco se busca um guia que delimite diferentes níveis da análise educacional. Além disso, é fácil perceber que cada uma dessas dimensões se relaciona com as outras, sendo difícil delimitá-las quando tratamos de uma situação de análise real. Esses pontos servem apenas como exemplos para ilustrar a seguinte afirmação: a escola é um objeto complexo e uma pesquisa envolve a escolha consciente de uma perspectiva de análise que é limitada, por definição, mas que estabelece um caminho possível de reflexão.

Dessa forma, é necessário começar por uma auto-análise, no sentido de Pierre Bourdieu (2004), na qual um percurso intelectual é delimitado. Como este autor comenta, muitas vezes o início de uma trajetória desta natureza começa por certas filiações com determinadas formas de pensar e, de forma complementar, por oposição a outras. Contudo essas opções não eliminam a obrigação de constituir uma argumentação consistente para o trabalho. No entanto este é o momento em que inevitavelmente o autor se coloca como sujeito e, mais ou menos consciente, faz escolhas. Tendo isto em conta,

agora nossa obrigação é esclarecer a “vista do meu ponto”, isto é, o lugar escolhido a partir do qual se buscará constituir um problema de pesquisa e do qual se fará as escolhas e leituras do conjunto de referências possíveis para a mesma. Em alguma medida, buscaremos a “filogênese” deste trabalho.

No entanto, um alerta é importante. Neste primeiro capítulo não faremos a exposição de um referencial que será adotado na tese. Também não apresentaremos a “evolução histórica” de uma teoria ou visão adotada nele. Pelo contrário, esta “filogênese” se dará, muitas vezes, por contraposição a certas formas de pensar. Assim, buscaremos mostrar dificuldades e limitações de alguns possíveis caminhos para justificar a visão adotada no desenvolvimento deste trabalho.

## **1.2 - A VISTA DO MEU PONTO.**

Desde trabalhos anteriores, em especial a dissertação que antecedeu a presente pesquisa (Gurgel, 2006), o tema geral de reflexão estabelecido foi *os processos de criação do conhecimento científico* ou, mais particularmente, *o papel da imaginação na ciência e no ensino de ciências*. De forma ampla, este tema continua a “impregnar” nosso caminho de reflexão. Contudo, a delimitação desta tese será um pouco diferente. O objetivo das pesquisas desenvolvidas durante os últimos anos sempre envolveu pensar os processos de construção do conhecimento, tomando principalmente a epistemologia como referência. A partir dessas reflexões teóricas, tentou-se constantemente pensar em como determinadas dimensões destes processos se materializam em sala de aula.

Dessa forma, a questão geral à qual este trabalho se filia é a de *como determinados procedimentos, habilidades ou atitudes se configuram como meios possíveis de se construir determinada forma de conhecimento científico (que sabemos hoje não se limita à sua apresentação formal ou mesmo conceitual)*. Com isso, trabalhamos dentro do que Jean Pierre Astolfi chama de sistema didático (Astolfi, 1997, Astolfi e Develay, 1989), no qual as questões de ensino-aprendizagem são tratadas a partir da interação de três elementos principais: *professor, aluno e conhecimento*. Como afirmamos anteriormente, diversas dimensões outras perpassam este sistema. No entanto, as componentes dos problemas de ensino que muitas vezes afetam a sala de aula, mas que são produzidas por agentes externos a ela, somente são consideradas ocasionalmente



neste tipo de delimitação (isto é, caso sua interferência deixe de ter um papel relativo e possa ser claramente identificada).

Este preâmbulo ainda é muito vago e se pode notar que não houve o anúncio do tema ou problema específico desta tese. Um pouco de paciência do leitor será necessária, pois antes disto será importante tecer breves comentários sobre algumas pesquisas realizadas nos últimos anos, trabalhos os quais esta pesquisa é tributária. Julgamos isso importante, pois para este trabalho a delimitação se torna mais clara quando percebemos com cuidado suas origens. Contudo, por serem os processos de construção do conhecimento científico o tema geral de reflexão desta tese, os trabalhos preocupados com este aspecto da pesquisa em educação científica serão àqueles revistos. Como guia desta análise verificaremos como as questões e os referenciais estritamente epistemológicos têm sido tratados pelas pesquisas, sobretudo em sua relação com outros tipos de estudos, como os feitos com base em autores de psicologia e lingüística. A hipótese que se materializará nas próximas páginas é que a relação entre as áreas citadas anteriormente tem cada vez mais se configurado como uma tensão ou um dilema. Aparentemente, uma grande dificuldade da área de ensino de ciências é conseguir articular a compreensão dos processos de aprendizagem dos indivíduos, seja considerando-os isoladamente seja coletivamente, com os elementos próprios do pensar científico.

Por este ser um tema amplo, este capítulo se configurará como um sobrevôo ao mesmo, talvez um pouco generalizante. É importante esclarecer que embora sejam retomadas pesquisas anteriores, isto será feito com o objetivo de esclarecer as questões que nos interessam e não há a pretensão de constituirmos uma revisão histórica que mostre o desenvolvimento da área de pesquisa em ensino de ciências como um todo. Com isso, adianto minhas desculpas às pesquisas ou pesquisadores que eventualmente estejam ausentes neste restrito esboço histórico.

### **1.3 – AS ORIGENS DA PESQUISA EM ENSINO DE CIÊNCIAS: UMA REFLEXÃO.**

Embora a pedagogia tenha uma história de longa duração, que nos remete mesmo à Antiguidade, a constituição específica de um campo de reflexões sobre ensino de ciências é relativamente recente. As motivações iniciais podem ser localizadas no período

pós-guerra, isto é, a partir dos anos cinquenta. O que parece ser o diferencial desta época é a tomada de consciência coletiva da necessidade de renovações no ensino. Isto significa afirmar que a preocupação em relação à melhoria deixa de ser um problema local (por exemplo, a preocupação pessoal de um professor com seu trabalho ou a constituição de um projeto pedagógico de uma escola) e passa a ser uma questão institucionalmente reconhecida em níveis políticos maiores, tornando-se projetos nacionais. Esta mudança de mentalidade irá culminar no que Alves Filho (2000) denominou de “a era dos projetos”, período histórico que compreende o terceiro quarto do século XX. Desta forma, inicia-se um período em que diversas propostas didáticas que trouxeram inovações ao ensino foram elaboradas. Como exemplos do contexto da Física, temos no contexto internacional o PSSC, o Projeto Harvard e Nuffield, e no contexto brasileiro o PEF e FAI. Estes trabalhos buscaram renovar, de diferentes maneiras (de um ensino auto-instrutivo a um ensino baseado em história da ciência), as metodologias de ensino.

Muitos dos projetos elaborados a partir dos anos sessenta são materiais que ainda hoje podem ser considerados como bons instrumentos de ensino. No entanto, pouco tempo foi necessário para que se percebessem suas limitações. Foi preciso reconhecer que a aprendizagem envolve processos mais complexos do que se considerava até então. Com isso, a busca de um método de ensino que tivesse um “certificado de garantia” cessou. Neste momento, começa-se a efetivamente a pensar o ensino como um objeto passível de pesquisa. Podemos notar esta transição analisando as primeiras teses e dissertações defendidas no Brasil. No início dos anos 70 temos as pesquisas que avaliavam os projetos de ensino citados anteriormente. Este foi o objeto das primeiras dissertações de mestrado em nossa área, em meados da década de 1970. Em pouco tempo, muitos destes pesquisadores pioneiros começam a questionar a natureza do processo de aprendizagem e os fatores que possibilitam sua realização, como a formação de professores inicial e continuada. Isso provoca uma mudança muito grande na forma de olhar a dinâmica da sala de aula. Agora as atenções são voltadas para o aluno e suas formas de pensar são os elementos primordiais de análise.

Os trabalhos em concepções alternativas (também chamadas de concepções prévias, ingênuas ou espontâneas) foram o primeiro movimento forte dentro da área de pesquisa em ensino. Isso é reconhecido nas principais revisões da área (Aguiar Jr, 1998; Duit e Treagust, 2003). As pesquisas com os alunos mostraram que estes constituem um

vasto repertório de noções que se referem a fenômenos científicos. Isso ocorre mesmo com as crianças em idade pré-escolar. No entanto, talvez o dado mais relevante tenha sido perceber que estas concepções muitas vezes se mantêm após o processo de escolarização (Osborne e Wittrock, 1985). Isso deixou claro que as idéias dos alunos têm raízes mais profundas do que se imaginava.

Atualmente, não somente nas pesquisas, mas mesmo na fala de muitos professores, se tornou lugar comum afirmar que o aluno não é uma “tabula rasa” e que devemos considerar suas idéias prévias no planejamento escolar. É importante destacar que este movimento se estabeleceu mundialmente, tendo como referências no exterior Laurance Viennot e Rosalin Driver e no Brasil Jesuína Lopes Pacca. No final dos anos 70 um grande levantamento dessas concepções já havia se constituído. Em Duit (2002) podemos encontrar uma revisão bibliográfica ampla sobre estes trabalhos. Como esse autor mostra, este repertório pode constituir a base para diferentes estudos.

Contudo, o que é interessante notar ao nos referirmos a estas primeiras pesquisas é que elas tinham uma essência epistemológica. Mesmo que estes trabalhos não tenham como metodologia de base um estudo filosófico, em que se privilegia o estudo histórico aprofundado das idéias de um autor, ao questionarem a natureza das concepções dos alunos e, em paralelo, verificarem seus contrastes em relação à forma científica de pensar, estes estudos se constituem em um campo de reflexão próprio da epistemologia trata, isto é, *busca caracterizar o conhecimento*. Assim, por exemplo, o estudo que trata das diferentes formas de conceituarmos a entidade força, seja ela na forma do aluno, do cientista antigo ou do cientista atual pensar, verificando sua manifestação frente a diferentes tipos de situação, tem como foco não o sujeito em sua individualidade ou em sua constituição como eu dentro de um coletivo. O olhar é voltado ao sujeito, mas o elemento de análise é produto do seu pensamento.

Embora as pesquisas em concepções alternativas tenham um valor inegável mesmo para estudos atuais, elas por si só não suprem uma das necessidades primordiais do ensino que é o de saber como constituir um ambiente em sala de aula que leve o aluno à aprendizagem. Desta forma, os pesquisadores que neste período estudam as concepções espontâneas começam a se questionar sobre quais as estratégias de ensino permitem a mudança conceitual, isto é, como fazer o aluno abandonar suas idéias intuitivas e adquirir

conceitos científicos. Com objetivo de responder a essa questão, o movimento chamado de *construtivismo* ganha ascensão máxima. A idéia básica em sua origem considera que se os alunos por si só constroem conhecimentos dentro e fora da sala de aula através de seus mecanismos cognitivos, o ambiente escolar deve se configurar como um local no qual essa construção possa ser realizada pelo sujeito com a ajuda do professor que o guia no aprendizado de um determinado conteúdo (no nosso caso, o aprendizado das ciências). Em um artigo de revisão crítica dos pressupostos construtivistas, Jon Ogborn sumariza quatro pontos essenciais como fundamentos “corretos” do construtivismo:

*“- Para o conhecimento ser alcançado é importante o envolvimento ativo dos alunos;*

*- A importância do respeito pelas crianças e pelas suas próprias idéias;*

*- A ciência consiste de idéias criadas por seres humanos;*

*- O planejamento das aulas deveria dar maior prioridade para as maneiras que os alunos produzem sentido, considerando e usando o que eles sabem e dirigindo-se às suas dificuldades que podem vir à tona a partir de como eles imaginam como as coisas são” (Ogborn, 1997, p.131)*

Este mesmo autor aponta que o cuidado que devemos tomar com os “fundamentos” construtivistas é que estes podem ser interpretados como um processo no qual os alunos descobrem seu conhecimento. Sua crítica é direcionada à idéia de que o conhecimento está pronto e o aluno o descobre. Para ele esta visão pode esconder o fato de o conhecimento ser um processo de elaboração, no qual concorrem diversos elementos. Desta forma, temos a indicação de um redirecionamento epistemológico. Não basta pensar nas características do produto do conhecimento, isto é, sua base conceitual e teórica. É preciso pensar na epistemologia dos processos de construção do conhecimento.

Apesar de certas críticas à maneira como determinadas formas de construtivismo tem se estabelecido, principalmente em relação às correntes mais relativistas (Mathews, 2000), não deixa de ser importante a principal mudança constituída por este movimento. Ela consiste em afirmar que o aluno precisa participar de seu processo de construção do conhecimento de diferentes maneiras, através, por exemplo, da resolução de problemas

abertos ou realização de atividades que envolvam investigação (Azevedo, 2004; Gil Pérez et. al. 1999). A idéia de investigação é interessante, pois ela mostra que a questão não está no “método de instrução”, mas na participação dos alunos. O pesquisador Orlando Aguiar Jr sintetiza bem esta mudança:

*“Talvez o principal impacto das orientações construtivistas esteja na atenção antes dirigida aos métodos de ensino, entendidos como técnicas capazes de ensinar com eficiência, para os processos de aprendizagem. O olhar do educador dirige-se assim para as potencialidades e as dificuldades dos estudantes em suas interações com os conteúdos escolares”* (Aguiar Jr, 1998).

Toda essa mudança faz com que não apenas as práticas educacionais mudem, mas também os procedimentos de pesquisa que buscam olhar diretamente a sala de aula. Podemos notar na citação anterior que a partir desse momento, a principal “variável” a ser considerada nas análises educacionais é o desenvolvimento cognitivo do aluno. O modo de fazer pesquisa é modificado em diferentes níveis. O primeiro deles é o de tornar o processo de ensino (e não apenas o produto dele) um objeto de análise, na qual o agente principal é o estudante. Além desta mudança de perspectiva em relação à forma empírica de se conduzir a pesquisa ou, de maneira mais geral, de agir nas intervenções em sala de aula, uma reforma nos referenciais teóricos ocorre. Dentro desta nova visão, um duplo casamento é “arranjado”. Por um lado, elege-se a Filosofia da Ciência como referencial teórico e, por outro, a Psicologia Cognitiva.

Como parte complementar destas pesquisas, temos os trabalhos que buscam elaborar modelos de ensino. Contudo, é importante ter cuidado em como conceitualizar tais modelos. Eles se constituem como instrumentos de ensino e, desta forma, propõem formas de intervenção na sala de aula. No entanto, eles se diferenciam em muito dos métodos de ensino. Enquanto estes últimos são meios que descrevem um tipo de prática, o modelo é visto como uma construção teórica que tem como objetivo dar sentido a uma prática (Bazan, 1993). Desta forma, os referenciais teóricos como Piaget, Bruner e Auzubel, em Psicologia Cognitiva, e Bachelard, Kuhn e Lakatos, em Epistemologia, servem de “princípios” balizadores para determinadas metodologias de ensino. Em outras palavras:

*“[o modelo] estabelece alguns parâmetros que permitem identificar problemas, refletir sobre o que está sendo feito e proposto, qualificar as intervenções didáticas, orientar a produção de instrumentos de avaliação condizentes, em um ciclo constante de reflexões e ações”* (Aguiar Jr. e Filocre, 2002, p.315)

Uma série de modelos começa a ser produzida, principalmente, a partir dos anos oitenta. A maior parte deles se baseia nos autores apresentados anteriormente. Seria tarefa árdua analisar todos os casos, visto que temos produções bastante diversificadas. Neste momento nos restringiremos à apresentação do modelo de mudança conceitual tal como apresentado por Posner e colaboradores. Esta escolha tem razões muito simples. Este modelo foi certamente o mais influente em outros trabalhos e também o mais criticado. Isso o faz uma peça fundamental nesta já não tão breve revisão.

As idéias destes autores foram apresentadas no artigo *“Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change”*, de 1982. É curioso verificar a primeira frase do artigo:

*“Já é corrente pensar que a aprendizagem é o resultado da interação entre o que se ensina ao aluno e suas próprias idéias”* (Posner et. al. 1982, p.221)

Ao fazerem esta afirmação, os autores fazem explicitamente referência às idéias de Ausubel referentes à aprendizagem significativa. Logo em seguida traçam considerações sobre a importância da obra de Piaget acerca do processo de desenvolvimento infantil. Além destes, ainda na introdução, citam os trabalhos de Viennot e Driver sobre as concepções espontâneas ou, como eles dizem, “esquemas alternativos”.

Na segunda seção do artigo, apresentam as “bases epistemológicas” do modelo pontuando algumas idéias de Lakatos e, na maior parte, apresentando a visão de Kuhn. A partir disto eles colocam a seguinte afirmação:

*“Cremos que existem pautas análogas de mudança conceitual na aprendizagem. Às vezes os estudantes utilizam conceitos já existentes para trabalhar com novos fenômenos. À esta variante da primeira fase da mudança conceitual denominamos assimilação. No entanto, se considerarmos detalhadamente, os conceitos*

*preexistentes nos estudantes são inadequados para permitir captar os fenômenos adequadamente. Então o estudante deve substituir e reorganizar seus conceitos centrais. A esta forma radical de mudança conceitual chamamos acomodação. (...) Nosso trabalho tem se centrado nas mudanças conceituais radicais que denominamos como acomodação” (Posner et. al. 1982, p.223-224).*

Neste momento de desenvolvimento teórico do artigo temos uma intersecção das idéias vindas da Psicologia Cognitiva com as da Filosofia da Ciência. Percebemos no parágrafo anterior uma referência clara às idéias de Piaget. Resumidamente, o que os autores afirmam é que tem se verificado que as mudanças conceituais na ciência se fazem de forma radical. Então o processo de acomodação, de acordo com a leitura feita pelos autores do trabalho de Piaget, deve reproduzir uma condição de mudança dos conceitos centrais de uma explicação por outros que sejam mais adequados a uma forma determinada de ver o mundo, isto é, a científica. De certa forma, o que está em jogo é a analogia com as condições de uma “revolução científica”. Com base nesta analogia, os autores elaboram um modelo de ensino por mudança conceitual, que pode ser resumido em quatro etapas:

- 1 – Deve existir insatisfação dos conceitos existentes;
- 2 – Uma nova concepção deve ser inteligível;
- 3 – Uma nova concepção deve se apresentar como verossímil inicialmente;
- 4 – Um novo conceito deve sugerir a possibilidade de um programa de investigação frutífero.

Estes quatro elementos são inspirados basicamente em idéias epistemológicas (os três primeiros mais tributários a Kuhn e o último a Lakatos). Subjacente a este processo de mudança conceitual, está a visão de que a elaboração do conhecimento e, em paralelo, sua aprendizagem é uma atividade racional (no sentido bastante estrito do termo). Esta que parecia ser a chave do sucesso do modelo de Posner e colaboradores, isto é, estabelecer um modelo racional de mudança conceitual baseado em “como a ciência se desenvolve” foi o que se tornou seu “calcanhar de Aquiles”. O que diversas pesquisas mostraram é que, para esse caso, a analogia do “aluno-cientista” é fraca. Utilizo o termo

fraco aqui para designar uma analogia que é, em princípio, válida, mas que a relação entre “objeto e análogo” guarda poucas semelhanças entre si. O que se constata é que a posição do aluno frente às situações apresentadas é diferente dos cientistas (Duit, 2003). Por exemplo, dificilmente o estudante avalia se o programa de investigação é frutífero. Este tipo de avaliação envolve um conhecimento do campo de estudos em questão que somente uma pessoa experiente no assunto pode avaliar. Além disto, trabalhos mais detalhados apontam que fatores não-rationais (subjetivos), como questões afetivas, influenciam o processo de mudança (Duit, 2003; ver outros). Piaget (1970) já apontava que, na presença de uma anomalia, pode-se em muitos casos simplesmente ignorá-la, isto é, descartá-la como dado, e o conflito cognitivo que se esperava não ocorre. Este que parecia ser um problema periférico é hoje visto como uma das principais causas da resistência de certas concepções. O mesmo elemento pode ser entendido quando verificamos que, de acordo com pesquisas em neurociências, a atenção é seletiva e a mente se configura inconscientemente para evitar as anomalias. Face ao mar de informação, buscamos o conhecido!

Ainda nos referindo ao Modelo de Mudança Conceitual, uma limitação fundamental do mesmo foi demonstrada por Eduardo F. Mortimer. Em seus estudos, ele demonstrou que apesar da construção de uma concepção científica através de um trabalho de investigação pelo aluno, suas concepções prévias continuam a existir (Mortimer, 1995, 1994). Isto deixa claro que o que temos é um aumento da ecologia conceitual, termo elaborado por Stephen Toulmin (1980), em que novos e velhos conceitos convivem. Assim, estritamente falando, não temos uma mudança conceitual.

A partir desta constatação, Mortimer (2000) elabora um programa de pesquisa bastante inovador por meio da elaboração da idéia de perfil conceitual. Inspirando-se em Bachelard, que elabora a noção de perfil epistemológico, o autor mostra que os indivíduos podem manifestar diferentes perfis conceituais, do mais “ingênuo” ou realista ao mais “científico” ou racional. Aqui temos que a concepção de aprendizagem muda. Agora o aluno deve saber reconhecer que, em determinadas situações delimitadas pela ciência, a utilização de determinada forma de se conceber uma idéia deve prevalecer. Assim, o que parece ser interessante entender, é como se dá esta dinâmica de construção de diferentes perfis conceituais.



Como uma breve síntese do que foi exposto anteriormente, podemos apontar três elementos principais relacionados às primeiras pesquisas em ensino:

- a) Mesmo recebendo profundas e bem articuladas críticas, os modelos de ensino trouxeram boas inovações à prática pedagógica. Como exemplo, tivemos pesquisas sobre a mudança conceitual em relação aos mecanismos da visão que apresentaram bons resultados (Kaminski, 1992; Giorcoreano e Pacca, 2001). No entanto, aparentemente os modelos de mudança conceitual são limitados para uma diversidade grande de casos, nos quais o conflito não é suficiente para a construção de uma nova concepção;
- b) Apesar de fundamentais, as teorias psicológicas são insuficientes para pensarmos em modelos de ensino. Isso pode ser evidente, afinal, como aponta Moreira (1999), teorias de aprendizagem se referem a processos cognitivos e não a práticas pedagógicas. Embora exista uma relação entre ambas, pois atualmente pensamos no binômio ensino-aprendizagem, estes são dois domínios diferentes (um se processa coletivamente ou individualmente). Assim, há uma distância entre processos de aprendizagem e modelos de ensino. Um segundo aspecto que limita as teorias de aprendizagem frente às questões educacionais se refere à qualidade teórica desta. Devemos notar que estes trabalhos buscam ser teorias gerais, que independem das características específicas de cada tema científico. Assim, somente elas não dão conta da caracterização do conhecimento desenvolvido. Mesmo um autor com Piaget, que busca fazer uma epistemologia, peca ao limitar o processo explicativo da ciência ao estabelecimento de causalidades. Embora estas sejam importantes à ciência, não podemos afirmar que a elaboração do conhecimento se limite a elas. Um terceiro aspecto se refere à utilização das teorias psicológicas como ferramentas de análise para a pesquisa em sala de aula. Estas teorias fazem referência a processos intramentais, isto é, que ocorrem na mente do aluno. Mesmo com a utilização de recursos metacognitivos pelo aluno, é muito difícil para o pesquisador verificar, por exemplo, o quanto realmente um processo de acomodação ocorre ou se determinados subsunçores participaram na aprendizagem, tornando-a significativa. Este recorte parece-nos insuficiente para caracterizar a complexidade da aprendizagem em ciências;

- c) Por último, como apontamos anteriormente, a forma como se estabelece a dimensão epistemológica do modelo de Posner (que seria a dimensão faltante) é distante do procedimento “científico” que os alunos têm condições de trabalhar. Embora este trabalho defenda a caracterização epistemológica da aprendizagem em ciências, em relação ao modelo de Posner é necessário repensar sua epistemologia de base e ver o quando ela é válida para caracterizar um processo escolar.

Estes comentários se referem a um grupo de pesquisas que teve destaque na época tratada. Como apontamos na primeira de nossas afirmações, há trabalhos que conseguiram lidar de diferentes maneiras com estes limites. No entanto, estes não chegam a formar, utilizando uma denominação lakatosiana, um programa de pesquisas com um “núcleo duro”. Na próxima seção iremos argumentar que destes limites irá emergir um novo grupo de pesquisas que buscarão lidar com parte destes problemas apresentados até aqui. Adiantando algumas conclusões, veremos que os problemas apresentados no item b anterior foram muito mais tratados que o problema exposto no item c.

## **1.4 – A EMERGÊNCIA DA LINGUAGEM: AS OBRAS DE FOUCAULT E VIGOTSKI.**

### **1.4.1 – Primeiros apontamentos.**

Quando decidimos realizar uma revisão da natureza feita nesta e nas seções anteriores, diversas delimitações devem ser feitas. Além disto, por uma tentativa de clareza na exposição do texto, acabamos por encadear fatos como uma seqüência lógica que difere dos acontecimentos (Lakatos chama isto de reconstrução racional). O importante a perceber é que todos os movimentos, tendências e formas de pesquisas têm variantes que aos poucos constituem novas áreas. Podemos, então, verificar que em cada época há um conjunto de projetos de pesquisas que convivem lado a lado. Assim, certas formas de pesquisas não nascem exatamente como conseqüências de um projeto que se esgota, mas, ao contrário, podem ter suas raízes em diversas fontes de inspiração. O que podemos identificar é a mudança de seu status. Trabalhos que inicialmente se apresentam como coadjuvantes, quando ainda são embrionários, podem se tornar um movimento principal quando neste se reconhece potencialidades que, de alguma forma, suprem necessidades que começam a ser reconhecidas ao longo do tempo.

Acreditamos que isso ocorre com a história que descrevemos e que, em especial, este processo pode caracterizar bem a mudança que apresentamos em seguida. Por isso, denominamos o subtítulo desta seção de *a emergência da linguagem*, pois nos parece que diversas “forças” atuaram nesta tendência de pesquisa que se tornou predominante nos últimos anos. Primeiramente, discutiremos as filiações teóricas às quais estas pesquisas se vinculam e, em seguida, apresentaremos algumas interpretações feitas destas teorias pelos pesquisadores e discutiremos o que esta mudança implica em relação aos trabalhos na nossa área. Como bases teóricas deste movimento, apresentaremos a obra de Lev S. Vigotski e Michel Foucault como, respectivamente, fundadores da *Abordagem Sociocultural* e a *Análise do Discurso*.

#### **1.4.2 – Os Trabalhos de Vigotski.**

##### 1.4.2.1 – Apresentação de um autor e sua obra.

Lev Semenovich Vigotski é um autor da primeira metade do século XX que publica suas primeiras obras no mesmo período em que isto também é feito por Piaget, na Suíça, e Bachelard, na França (isto é, no final dos anos de 1920). No entanto, a circulação e, conseqüentemente, a recepção de suas obras passam por um processo muito mais complicado em relação a outros autores que atuam no mundo ocidental. Nascido na Bielo-Rússia em 1896, inicia sua carreira justamente no período pós revolução russa (curiosamente ele se forma em direito em 1917, ano desta revolução). Devido às restrições à União Soviética e a falta de intercâmbio cultural com a mesma, seus trabalhos acabam ficando completamente desconhecidos tanto no mundo europeu como nas Américas. Mesmo autores que influenciaram a obra de Vigotski demoram décadas para tomar conhecimento da mesma. Podemos verificar isso em uma fala de Piaget, quando já nos anos sessenta comenta:

*“Não é sem tristeza que um autor descobre, 25 anos depois de sua publicação, a obra de um colega, morto nesse ínterim, sobretudo se levado em consideração o fato de que ela contém tantos pontos de interesse imediato para ele, que poderiam ter sido discutidos pessoalmente e em detalhe”* (Piaget, 1962 *apud* Kohl, 1998)

O período aproximado a que Piaget se refere foi o tempo que demorou a ocorrer a primeira tradução da mais importante obra de Vigotski. O livro *Pensamento e Linguagem*,

publicado pela primeira vez na Rússia em 1934, mesmo ano da morte de Vigotski, somente é traduzido e publicado nos Estados Unidos em 1962. Anteriormente a este período, apenas poucas idéias foram divulgadas através de Alexander Romanivich Luria, neurologista que foi colaborador de Vigotski. No entanto, devido à natureza dos estudos de Luria, uma parcela muito limitada da obra de Vigotski foi adequadamente explorada por ele.

Mesmo com o início tardio do estudo de suas obras, os problemas de acesso a ela não acabam. Harry Daniels, especialista no autor, aponta que houve muitos problemas na recepção estadunidense da obra deste russo. O problema mais marcante é que ela recebeu uma tradução parcial que resultava em algumas distorções e dificultavam uma compreensão mais precisa da mesma. Como exemplo deste problema, temos que praticamente todas as referências feitas pelo autor a Karl Marx foram tiradas do livro (Valsiner, 1988). Isso fez com que a natureza do processo social fosse interpretada, sobretudo, em seu aspecto cultural, sendo este último reduzido aos atos de mediação entre indivíduos. As teses do materialismo histórico às quais Vigotski se vincula têm uma visão diferente, pois envolvem a atuação do ser sobre a natureza. Esta distorção da obra acabou sendo absorvida pelos interpretes em diversos campos. Do ponto de vista da educação, ela levou a uma hiper-valorização dos aspectos comunicacionais em detrimento à relação que o homem estabelece com a natureza através de sua cultura material.

Os problemas em relação à má interpretação do contexto ao qual a obra se vincula, também se refletem na tradução de determinados conceitos que são fundamentais à mesma. Paulo Bezerra, tradutor de obras do russo para o português, inclusive da nova edição da obra *Pensamento e Linguagem*, mostra como termos centrais do pensamento vigotskiano apresentam problemas sérios. Por exemplo, as palavras *obutchênie* e *riétch*, que mais estritamente constituem o sentido de *aprendizagem* e *discurso* dentro do sistema de pensamento de Vigotski, foram respectivamente traduzidas como *ensino* e *linguagem*. Embora exista correlações fortes entre *ensino-aprendizagem* e *linguagem-discurso*, a redução de um termo a outro acaba por esconder variantes do processo de constituição do pensamento na obra de Vigotski que nos levam a uma simplificação de suas idéias. Outro termo importante, “Proximal” utilizado na definição de “Zona de Desenvolvimento Proximal”, poderia ser traduzido como “Imediato” o que pode influenciar na interpretação deste conceito, como veremos mais em detalhe em seguida.

Assim, temos que os estudos que se iniciam nos anos 1970 em torno deste autor ainda precisaram (ou precisam!) passar por etapas de revisão que pudessem torná-lo inteligível a pessoas como nós, que distam histórico e culturalmente deste autor. Um de seus principais comentadores atuais apresenta bem esta questão:

*“O Vigotski dos anos 1970 no Ocidente certamente não era o Vigotski dos anos 1920 e 1930 na União Soviética (...) Os Vigotskis que estão sendo criados nos anos 1990 no Ocidente bem como na Rússia pós-soviética são diferentes e têm de ser vistos dentro de seu próprio contexto cultural”* (Daniels, 1996, p.4)

As duas principais obras de Vigotski são *Pensamento e Linguagem* e *A Formação Social da Mente*<sup>1</sup>. Embora outras sejam de igual interesse, estas se tornaram as mais lidas e veiculadas no mundo ocidental. Em um levantamento da década de 1980, verificou-se que de 1373 citações ao autor, 1129 se referiam a estas obras (Valsiner, 1988).

As primeiras perguntas que podemos fazer quando nos deparamos com um autor podem ser: quais temas ele trata e com quais abordagens. Podemos afirmar que o autor está preocupado com a constituição da mente e desenvolve uma abordagem genética, no sentido de estar profundamente preocupado em como se desenvolve o pensamento de seus estados iniciais aos estágios superiores (Kohl, 1998). Neste sentido, ele se aproxima muito de Piaget ao compartilhar com ele o mesmo tipo de projeto de pesquisa. Devemos notar que, analisando a história da psicologia, somente a constituição de um projeto de pesquisa deste tipo já é uma inovação e um mérito de ambos os autores que o desenvolveram separadamente. Nesta época, as correntes mais preponderantes se dividiam em dois extremos. De um lado temos as escolas comportamentalistas, que trabalhavam em uma psicologia como ciência natural, analisando basicamente estímulos sensoriais e reflexos. Em sentido oposto, temos as ciências mentais, que se preocupavam com a natureza da mente e seus estados superiores, mas que vinham de uma filiação filosófica vinculadas, por exemplo, aos trabalhos de Henri Bergson. A idéia de um estudo sistemático do desenvolvimento do pensamento na criança constitui um novo campo de

---

<sup>1</sup> A primeira foi organizada pelo autor em 1934, quando já estava muito doente de tuberculose, sendo que partes dela foram ditadas a seus alunos. A segunda consiste em uma organização bastante coerente de textos feitas por Michael Cole e colaboradores, publicada no Brasil em 1984.

pesquisas que, como já consideramos anteriormente, demora um período razoavelmente grande para se estabelecer (Kohl, 1998).

Apesar das semelhanças em relação ao tipo de estudo feito por Piaget, as conclusões de Vigotski diferem bastante. Analisando os títulos de suas obras citadas anteriormente podemos intuir algumas diferenças. A primeira delas é o vínculo social como principal fator de desenvolvimento. Para Vigotski o funcionamento psicológico fundamenta-se nas relações sociais entre indivíduos e entre indivíduos e natureza. Um segundo ponto será em como a linguagem atua neste desenvolvimento, particularmente na relação homem-mundo que, como veremos em mais detalhe, se dá por mediação de sistemas simbólicos.

#### 1.4.2.2 – O Social na Aprendizagem: A Zona de Desenvolvimento Proximal (Imediato).

Fazendo uma inversão, talvez, em como o autor elaborou suas idéias, começaremos pela exposição da noção de zona de desenvolvimento proximal (imediato). A questão de fundo que guia a elaboração desta noção por Vigotski é saber a diferença entre desenvolvimento e aprendizagem. Tomando um pouco de liberdade de interpretação, parece-nos que quando falamos em desenvolvimento, embora seja um processo, isso acaba por se referir preponderantemente a um estado alcançado, enquanto aprendizagem carrega o sentido do processo, isto é, do ensino. No entanto, o primeiro passo do autor é discutir o significado dado à idéia de desenvolvimento.

Se opondo às noções vigentes na época, que justamente tratam o desenvolvimento como um nível alcançado, o autor buscará mostrar que podemos pensar em dois níveis de desenvolvimento:

- a) Desenvolvimento Real: Se refere às capacidades já desenvolvidas pela criança. Elas podem ser verificadas quando constatamos que a criança consegue executar uma atividade plenamente. Por exemplo, se ela é capaz de amarrar os sapatos sem a intervenção de um colega, isso mostra que sua habilidade foi adquirida. Na mesma direção, se ela consegue transcrever uma fala pronunciada isso indica o desenvolvimento da capacidade simbólica de representar certos signos em relação à respectiva fonética.

- b) Desenvolvimento Potencial: Neste caso, a criança pode se deparar com uma situação que ela não consegue, sozinha, desenvolvê-la. No entanto, se a tarefa puder ser executada com a ajuda de alguém mais experiente, isto é, que já sabe realizá-la, isto indica um nível de desenvolvimento adquirido. Esta ajuda exterior pode, por exemplo, ser dada através de instruções de seu contato com outras crianças, com um adulto ou com o seu próprio professor.

Devemos tomar cuidado e reparar que em muitas atividades a criança não consegue realizar a tarefa nem com a ajuda exterior. Um exemplo que pode ser bastante esclarecedor é apresentado por Kohl (1998). Uma criança que ainda não sabe andar, muitas vezes, pode realizar esta atividade com um auxílio externo. Esta ajuda se limita ao estabelecimento do equilíbrio da criança, que passa a firmar suas pernas e a realizar o movimento das mesmas. Assim, podemos afirmar que, mesmo com a ajuda, quem está efetivamente andando é a criança. Por outro lado, um bebê que ainda está na fase de engatinhar não tem condições de realizar esta tarefa mesmo com a ajuda dos pais. Ainda lhe falta uma coordenação dos movimentos das pernas que torne isto possível. O que nos parece sutil nesta definição de desenvolvimento potencial é que o auxílio de um segundo sujeito deve ser bem localizado em obstáculos definidos que, se superados, permitem a realização da atividade. De certa forma o autor insiste pouco sobre isto em seu texto, mas não deixa de indicar esta questão:

*“(...) em resumo, se por pouco a criança não é capaz de resolver o problema sozinha a solução não é vista como um indicativo de seu desenvolvimento mental. Esta ‘verdade’ pertencia ao senso comum e era por ele reforçada. Por mais de uma década, mesmo os pensadores mais sagazes nunca questionaram esse fato, nunca consideraram a noção de que o que a criança consegue fazer com a ajuda dos outros poderia ser, de alguma maneira, muito mais indicativo de seu desenvolvimento mental do que o que consegue fazer sozinha” (Vigotski, 1984, p.96).*

Então podemos verificar que o estado potencial não deixa de representar um estado alcançado pela criança, mas que não é plenamente realizado. Isso é importante, pois pontua bem o limite da intervenção exterior.

Ao apresentar a distinção entre estas duas formas de desenvolvimento, real e potencial, o autor começa a retornar à questão do desenvolvimento e da aprendizagem. É fácil perceber que a intervenção é, de certo modo, um processo realizante, no sentido de possibilitar a passagem de um nível à outro. Em vistas de comparar estes dois níveis, Vigotski irá definir o conceito de zona de desenvolvimento proximal (imediato) da seguinte forma:

*“Ela é a distância entre o nível de desenvolvimento real, que se costuma determinar através da solução independente de problemas, e o nível de desenvolvimento potencial, determinado através da solução de problemas sob a orientação de um adulto ou em colaboração com companheiros mais capazes”*  
(Vigotski, 1984, p.97)

Desta forma a zona de desenvolvimento proximal (imediato) estabelece quais são os conjuntos de processos do desenvolvimento o indivíduo está passando (poderíamos dizer o campo onde a *dinâmica* do desenvolvimento ocorre). Como o autor comenta, ela define os processos mentais que estão em maturação. Em uma analogia um tanto quanto poética, Vigotski afirma que ela representa os “*brotos*’ ou *‘flores*’ do desenvolvimento, em vez dos frutos do desenvolvimento” (Vigotski, 1984, p.98).

É válido notar que este domínio psicológico está em constante transformação (Kohl, 1998). Algo que a criança não pode fazer hoje sozinha, amanhã ela poderá ter adquirido e, da mesma forma, coisas que ela não tinha nenhuma condição de fazer começam a ser possíveis através da mediação.

Os conceitos apresentados até agora nos permitem pensar em como os processos de ensino podem atuar ou, melhor dizendo, em quais pontos ele deve atuar. De maneira geral, os produtos do desenvolvimento que já foram alcançados não precisam ser trabalhados pela escola, afinal, considera-se que eles já foram atingidos. Se pelo contrário, existem atividades que não podem ser realizadas mesmo com a ajuda externa, estes não tem condições de serem trabalhados em sala de aula. Como conclusão, temos que a escolarização deve ser feita atuando justamente na zona de desenvolvimento proximal. É nela que a interferência é mais transformadora. Desta forma, podemos caracterizar o “bom” ensino como aquele que se adianta ao desenvolvimento e o torna possível em um processo organizado.



Isso tudo torna possível a resposta à questão que iniciou nossa exposição nesta seção. Aprendizado e desenvolvimento são a mesma coisa? No final de seu capítulo, sobre as *implicações educacionais* de suas idéias, o autor responde claramente a esta questão:

*“Desse ponto de vista, aprendizado não é desenvolvimento; entretanto, o aprendizado adequadamente organizado resulta em desenvolvimento mental e põe em movimento vários processos de desenvolvimento que, de outra forma, seriam impossíveis de acontecer. Assim, o aprendizado é um aspecto necessário e universal do processo de desenvolvimento das funções psicológicas culturalmente organizadas e especificamente humanas”* (Vigotski, 1984, p.103)

Esta visão do autor muda completamente as tendências vigentes na época. Neste período, pensava-se que o planejamento da aprendizagem deveria seguir *a posteriori* os processos de desenvolvimento, como estabelecido pelas interpretações da obra de Piaget. Por exemplo, o ensino de matemática deveria começar após, aproximadamente, os 11 anos do aluno, quando as estruturas lógico-formais teriam se estabelecido. Vigotski mostra que o processo pode ser o inverso. Determinados componentes das operações matemáticas podem ser ensinados anteriormente, com o objetivo de estabelecer o desenvolvimento das formas mentais relacionadas a este tipo de pensamento.

Embora as idéias de Vigotski sejam bem desenvolvidas em sua obra, isso não as livrou da possibilidade de diferentes interpretações (o próprio autor saberia explicar isso!). Lave e Wenger (1996) distinguem três tipos de interpretação na literatura especializada, a versão andaime, a cultural e a coletivista ou societal.

Na interpretação andaime predomina a visão da necessidade de um “apoio” para o desempenho de determinadas tarefas que deverão constituir a aprendizagem do indivíduo. Assim, a pessoa que dá assistência ao desenvolvimento é vista como o “andaime” que permite à criança “ascender” a uma nova etapa de desenvolvimento.

Já a versão cultural dá menos (ou nenhuma) ênfase à aprendizagem. Nela a zona de desenvolvimento proximal (imediata) é analisada no contexto de fusão dos conceitos científicos e ordinários através da interação cultural não controlada (devemos tomar

cuidado, pois a noção de conceito científico é utilizada pelo autor de forma mais ampla se comparamos com a maneira usual do termo).

Por fim, a interpretação coletivista ou societal, desenvolvida principalmente por Yrjö Engeström, preocupa-se mais com o contexto da ação em seu sentido de mudança social. Temos nesta tendência uma retomada da influência marxista na obra do autor e também a junção com visões de outros autores como Pierre Bourdieu, que considera a teoria como forma de mudança social.

*“Sob essas interpretações sociais do conceito de zona de desenvolvimento proximal, os pesquisadores tendem a concentra-se nos processos de transformação social. Eles compartilham nosso interesse em estender o estudo da aprendizagem para além do contexto da estruturação pedagógica, incluindo a estrutura do mundo social na análise e levando em conta, de modo central, a natureza conflituosa da prática social. Damos mais ênfase em conectar questões de transformação sociocultural com a mudança das relações entre novatos e veteranos no contexto de uma prática compartilhada mutante”* (Lave e Wenger, 1996, p.167)

Estes exemplos buscam principalmente mostrar os diferentes níveis de análise que se podem estabelecer a partir de um conceito ou visão teórica (questão que temos apontado desde o início do trabalho). Neste caso podemos verificar que no primeiro caso toda ênfase é dada ao sujeito que media a ação (por exemplo, o papel do professor na intervenção escolar). Já no segundo, temos um processo de interação não controlada na qual a análise se estabelece sobre a tensão criada na negociação de significados, isto é, pelo culturalmente estabelecido. Por fim, a terceira busca ressaltar a relação do sujeito com a sociedade. Neste caso a aprendizagem é olhada de uma maneira mais “macro”, nas formas de atuação social da pessoa.

Como analisaremos com cuidado adiante, a maior parte das pesquisas em ensino têm se limitado a poucos aspectos da primeira destas dimensões.

#### 1.4.2.3 – A Relação entre o Pensamento e a Linguagem.

Vigotski inicia a exposição de seu projeto de estudo da relação entre o pensamento e a linguagem através da busca das raízes genéticas de ambos. Seu pressuposto de trabalho é que o processo de constituição de ambos no indivíduo, isto é, a ontogênese, pode ser muito próxima de nossa história como espécie. Assim, ele busca inicialmente nossas raízes filogenéticas do pensamento. Para isso, ele analisa cuidadosamente o trabalho de pesquisadores que estudaram a formação do pensamento em primatas e nas sociedades primeiras. Em especial, ele se baseia nas obras do alemão Wolfgang Köhler, fundador da escola de Berlin que iniciou os estudos em gestalt, e nos trabalhos do francês Lucien Lévy-Bruhl, que inspirado no sociólogo Émile Durkheim estuda os costumes de sociedades tribais.

Através da análise destes trabalhos, Vigotski aponta que existe manifestação do pensamento sem a existência de linguagem. Isso é muito bem verificado nas experiências de Köhler com macacos. Estes animais, quando submetidos a tarefas de diferentes naturezas, manifestam uma inteligência ao constituir um modo de resolução das mesmas. Seguindo o mesmo tipo de análise, ainda podemos considerar que, por exemplo, os chimpanzés são seres extremamente sociáveis e suas atividades envolvem interação. Isso pode ser verificado nas descrições dos modos de realização da atividade, que podem envolver cooperação, e mesmo em casos que há expressão comunicativa, quando um deles aponta para algo, ou demonstra raiva ou qualquer outro tipo de reação. No entanto, todas estas manifestações não configuram um sistema de sentidos simbólicos. Como ele aponta:

*“A única coisa que sabemos com certeza objetiva é que não possuem ‘ideação’, mas, em certas condições, são capazes de fazer instrumentos muito simples e de recorrer a ‘artifícios’” (Vigotski, 1934, p.122)*

A questão de fundo que o autor busca responder com a afirmação anterior é se seria possível alguma espécie de antropóide desenvolver pensamentos elaborados, isto é, funções mentais superiores sem o uso da linguagem. E, embora exista manifestação da inteligência, a resposta final parece ser não.

Com estas considerações o autor aponta que podemos verificar o mesmo tipo manifestação nas primeiras fases das crianças. Para ele, diversos comportamentos

adquiridos por nós são independentes da aquisição lingüística nas primeiras etapas do desenvolvimento.

Em seguida ele relata casos de pesquisas suas e de colaboradores que estudaram com cuidado o desenvolvimento da linguagem na criança. Ele aponta que a criança opera com a linguagem inicialmente através da reprodução de palavras que ela aprende com o meio, isto é, que a cultura estabelece. Contudo, nesta primeira fase de aprendizado o sentido da fala da criança não reproduz o conteúdo de seu pensamento. Por exemplo, a criança pode tentar expressar um conteúdo emocional, neste sentido a linguagem já se inicia como meio de contato social, mas realiza isso através de palavras desordenadas ou mesmo através de um simples balbúcio em suas primeiras tentativas.

Assim, Vigotski passa caracterizar todo um estágio de aquisição lingüística que, contrariamente ao que intuímos, não tem a função de reproduzir ou estruturar idéias, mas sim de expressar para o outro manifestações internas como, por exemplo, estados emocionais. Para o autor, essas expressões não deixam de ser, em um sentido mais amplo, uma forma de comunicação. Isso nos faz pensar a possibilidade de olhar, desde seus primeiros estágios de vida, as crianças como seres sociáveis. Com estas considerações, Vigotski anuncia suas primeiras “conclusões”:

*“– O pensamento e a linguagem possuem diferentes raízes genéticas.*

*– O desenvolvimento do pensamento e da linguagem transcorre por linhas diferentes e independentes umas das outras (...)*

*– Na filogênese do pensamento e da linguagem podemos constatar, sem dúvida, uma fase pré-fala no desenvolvimento do intelecto e uma fase pré-intelectual no desenvolvimento da fala” (Vigotski, 1934, p.128).*

Pela citação anterior, percebemos claramente que Vigotski quer ressaltar a independência do desenvolvimento intelectual e da fala. No entanto, isso se refere apenas aos primeiros estágios de amadurecimento. Assim, após aproximadamente os dois anos de idade essas duas funções da mente começam a se conectar. Podemos notar essa mudança quando a criança passa a perguntar o nome das coisas. Em algum momento delimitado esse ato aparece repetidamente. Podemos dizer que ela começa a se manifestar

como uma necessidade para elas. Assim, o conteúdo de seu pensamento precisa de um componente simbólico. Com isso, Vigotski inclui “mais um ponto” em suas conclusões anteriores afirmando:

“- *Em um determinado ponto, ambas as linhas se cruzam, após o que o pensamento se torna verbal e a fala se torna intelectual*” (Vigotski, 1934, p.133)

O maior cuidado que devemos tomar com as considerações anteriores é perceber que, neste ponto de encontro, temos o *início* de um processo de desenvolvimento com correlações entre o pensamento e a linguagem. Mais precisamente, poderíamos afirmar que eles ainda desenvolvem boa parte de suas funções independentemente. No entanto, nesta etapa começam a se influenciar mutuamente. Seguindo esta consideração, podemos dizer que este momento no qual a criança quer saber o nome das coisas difere daquele em que ela entende o significado das mesmas.

Aqui já nos aproximamos de um elemento de discórdia entre Piaget e Vigotski. Neste período, Piaget já havia desenvolvido suas primeiras obras e Vigotski tinha conhecimento delas (na verdade todo o primeiro capítulo da obra *Pensamento e Linguagem* é dedicado à análise dos trabalhos de Piaget). Não somente a visão de Piaget, mas também de outros autores, viam o desenvolvimento da linguagem como parte do desenvolvimento das funções mentais internas. Piaget lança a idéia de linguagem egocêntrica para caracterizar essa etapa do desenvolvimento. O autor descreve em suas obras o momento em que a criança começa a manifestar a linguagem falada. No entanto, ele considera que a criança aparentemente não fala “para o outro”, mas aparentemente fala “para si mesma” (por isso o autor denomina fala egocêntrica). O processo de desenvolvimento da linguagem é, desta forma, de dentro para fora. Assim, caracterizando o desenvolvimento da criança em função da linguagem obteríamos na leitura piagetiana três etapas:

- 1 - Inicialmente o pensamento seria constituído internamente de forma não verbal. Dentro desta etapa ele se desenvolveria até um determinado estágio;
- 2 - Em seguida teríamos as primeiras tentativas de manifestação verbal (a fala egocêntrica). Esta fala interna seria as primeiras tentativas de expressão do conteúdo de pensamento elaborado no período anterior;

3 - Finalmente constituímos a linguagem verbal e o discurso socializado. Agora o indivíduo tem condições de expressar seu pensamento.

Como vimos, para Vigotski a fala já se inicia em um estado pré-intelectual, o que de início já o diferencia de Piaget. Mesmo com a “evolução” do pensamento e da linguagem e o início de sua conexão, Vigotski mostra que a linguagem manifestada pelas crianças, que muitas vezes reproduzem enunciados completos que aparentemente representariam um conjunto de conceitos formados, na verdade fazem referência a um conjunto de idéias pré-conceituais (que o autor denomina de complexos). Assim, a criança pode emitir enunciados que não refletem o conteúdo de seu pensamento. Vigotski ainda esclarece que este conteúdo do pensamento não difere apenas em seu aspecto semântico, mas também sintático:

*“No campo do desenvolvimento da linguagem infantil, esse estágio é notório e se manifesta no fato de a criança assimilar as estruturas e formas gramaticais antes de assimilar as estruturas e operações lógicas correspondentes a tais formas. A criança assimila a oração subordinada, as formas de linguagem como ‘porque’, ‘uma vez que’, ‘se’, ‘quando’, ‘ao contrário’, ‘mas’ muito antes de assimilar as relações causais, temporais, condicionais, de oposições, etc. A criança assimila a sintaxe da linguagem antes de assimilar a sintaxe do pensamento” (Vigotski, 1934, p.138)*

Temos aqui então um estado em que pensamento e palavra se constituem mutuamente, mas que ainda guardam identidades específicas. Assim, o fato delas terem se “encontrado” em um determinado momento não significa que essa relação não possa sofrer modificações ou que ela já esteja completamente concluída.

Neste momento, podemos retomar a questão sobre o que faz, então, que a criança desenvolva uma linguagem se a mesma não reflete um processo de pensamento previamente constituído na mente do sujeito. A resposta, como vimos, está nas trocas sócio-culturais. As crianças aprendem formas verbais ao ouvi-las sendo empregadas pelos outros, isto é, o sujeito pode aprender uma frase através do contato social. No entanto, o emprego “repetido” do mesmo enunciado não implica a constituição do mesmo significado que é socialmente estabilizado. Esse significado será constituído ao longo do processo de utilização da língua. Dessa forma, uma criança pode empregar inicialmente a

palavra carro para *o conjunto de objetos que se movem rapidamente*. Este é o sentido que ela atribui quando o pai aponta e diz ‘carro’, quando um desses veículos passa na sua frente. É este aspecto dinâmico do movimento que mais chama sua atenção. Assim a criança pode utilizar esta palavra quando vê um avião ou mesmo uma bicicleta. Isso representa um *complexo* na terminologia vigotskiana, quando uma palavra representa um conjunto de objetos diversos. Este *complexo* pode se tornar um pseudo-conceito quando, pela interação social, a criança começa a perceber que carro se refere a uma classe mais específica de objetos. O pseudo-conceito é chamado assim pois, nesta etapa, a palavra é aplicada pela criança em um enunciado exatamente da mesma forma que é feito pelo adulto. Assim, a função comunicativa do uso da palavra já está completamente desenvolvida. Finalmente, quando ela puder abstrair as propriedades essenciais do que é um carro, no processo de internalização da linguagem, ela terá formado o conceito do mesmo.

Podemos verificar que, mesmo com certa independência do desenvolvimento do pensamento e da linguagem nas primeiras etapas do amadurecimento mental, o processo de formação de conceitos depende profundamente da função lingüística. Assim terminamos por um processo em que o refinamento do uso comunicativo do discurso se torna necessária à constituição do pensamento.

Através das afirmações anteriores, chegamos à formulação da *lei genética geral do desenvolvimento cultural*. Assim, o processo de internalização, isto é, de construção do conhecimento pelo indivíduo, passa pelas seguintes etapas:

*“Uma operação que inicialmente representa uma atividade externa é reconstruída e começa a ocorrer internamente. É de particular importância para o desenvolvimento dos processos mentais superiores a transformação da atividade que utiliza signos, cuja a história e características são ilustradas pelo desenvolvimento da inteligência prática, da atenção voluntária e da memória.*

*Um processo interpessoal é transformado num processo intrapessoal. Todas as funções no desenvolvimento da criança aparecem duas vezes: primeiro, no nível social, e, depois, no nível individual; primeiro, entre pessoas (interpsicológica), e, depois, no interior da criança (intrapicológica). Isso se aplica igualmente para a*

*atenção voluntária, para a memória lógica e para a formação de conceitos. Todas as funções superiores originam-se das relações reais entre indivíduos humanos.*

*A transformação de um processo interpessoal num processo intrapessoal é o resultado de uma longa série de eventos ocorridos ao longo do desenvolvimento. O processo, sendo transformado, continua a existir e a mudar como uma forma externa de atividade por um longo período de tempo, antes de internalizar-se definitivamente. Para muitas funções, o estágio de signos externos dura para sempre, ou seja, é o estágio final do desenvolvimento. Outras funções vão além no seu desenvolvimento, tornando-se gradualmente funções interiores. Entretanto, elas somente adquirem o caráter de processos internos como resultado de um desenvolvimento prolongado. Sua transferência para dentro está ligada a mudanças nas leis que governam sua atividade; elas são incorporadas em um novo sistema com suas próprias leis” (Vigotski, 1984, p.58)*

Em resumos temos que o desenvolvimento do pensamento e da linguagem é um processo que se dá “de fora para dentro”. O que o autor chama de discurso interior<sup>2</sup> é a última etapa do processo de aquisição lingüística. Primeiramente aprendemos a “falar para os outros”, isto é, a exercer a função comunicativa da linguagem para, em um processo de internalização, constituir a linguagem interior que tem uma função cognitiva.

Um dos elementos do processo de internalização levará a mais um desencontro entre Piaget e Vigotski. Piaget via a fala egocêntrica como uma primeira tentativa de manifestação do pensamento estruturado linguisticamente. Esta seria uma “fala autista” que não teria qualquer vínculo comunicacional. Vigotski reinterpreta a fala egocêntrica como um estágio de internalização da linguagem. Como aponta Emerson (1996) alguns estudos empíricos de Vigotski demonstravam que esta fala das crianças ocorria com mais intensidade em situações-problemas. Isso indica que ela tenta explicar, para si mesma, o que ocorre exteriormente. Contudo, esta etapa ainda tem um vínculo muito forte com a oralidade, como que a criança constrói uma história só que contasse para ela própria.

No processo, digamos, “completo” de internalização, as relações entre pensamento e linguagem se fundiriam completamente. Neste momento ela se torna

---

<sup>2</sup> A formação deste tipo de discurso será analisada mais detalhadamente no capítulo 3.



estruturante de seu pensamento. Um dos pontos mais interessante que Vigotski aponta é que há uma mudança estrutural na própria linguagem nesse processo. Uma a linguagem seja a base do pensamento, quando o indivíduo cria, por exemplo, uma explicação para algo exterior ele não precisa construir frases completas (semântica e sintaticamente). Há uma espécie de economia lingüística no processo. Assim, esse seria o processo mais auto de abstração. Contudo, o próprio autor elabora pouco este aspecto (Emerson, 1996).

O processo de internalização mostra, desta forma, o segundo aspecto importante que Vigotski atribui à linguagem. Além de sua função social, através sobretudo da comunicação, é importante ressaltar que Vigotski atribui à linguagem a função conceitual, isto é, como meio de ordenação do real, agrupando ocorrências de uma mesma classe de objetos, eventos ou situações (Vigotski 1934; Kohl 1998). Este é um dos pontos mais delicados na interpretação da obra de Vigotski. Por diversas razões, algumas expostas a seguir, a interpretação comunicacional da linguagem tem prevalecido e a função conceitual da mesma linguagem sido quase esquecida.

#### 1.4.2.4 – Alguns comentários sobre a recepção dos trabalhos de Vigotski.

Na apresentação que fizemos sobre o autor tratado, apontamos alguns problemas sobre os processos iniciais de sua recepção. Após a exposição de suas idéias, um tanto quanto limitada, mas não mais do que qualquer outra que se propõe trabalhar idéias complexas em poucas linhas, podemos apreciar um pouco como elas tem efetivamente sido tratadas.

O primeiro elemento que acho importante notar é que a obra de Vigotski não constitui um sistema completo e coerente de idéias sobre o desenvolvimento do conhecimento. Isso não implica em uma crítica intrínseca ao autor ou ao caminho adotado por ele. Pelo contrário, como vimos suas idéias rompem em diversos níveis com a tradição de sua época e hoje é lugar comum afirmar que Vigotski estava anos à sua frente. Como considera Valsiner (1991) em tom crítico, nos últimos anos, ele tem se tornando um “herói” das ciências educacionais e sociais de nosso tempo. No entanto, suas idéias foram elaboradas em um período de pouco mais de uma década, devido a sua morte prematura. Desta forma, como apontam alguns autores, muitas de suas idéias não puderam ser desenvolvidas por ele plenamente (Daniels, 1996). Diferentemente de Piaget que explorou o mesmo tema em diferentes níveis de análise teórico e experimental ao

longo de décadas, constituindo um trabalho mais substantivo, as idéias de Vigotski foram elaboradas em seu nível potencial. Isso também é considerado por Marta Kohl, uma das principais especialistas do autor no Brasil:

*“Sua produção escrita não chega a constituir um sistema explicativo completo, articulado, do qual pudéssemos extrair uma ‘teoria vigotskiana’ bem estruturada.(...) Parecem ser, justamente, texto ‘jovens’, escritos com entusiasmo e pressa, repletos de idéias fecundas que precisaram ser canalizadas num programa de trabalho a longo prazo para que pudessem ser explorados em toda sua riqueza”* (Kohl, 1998, p.21)

Acredito que a palavra *fecundidade* utilizada pela autora representa bem a obra do autor. Mostra que os conceitos trazidos por ele não encerram um tema, mas constituem um programa de pesquisa.

Um aspecto que chega a ser até mesmo curioso, é que a leitura das obras de Vigotski e a elaboração de uma psicologia neovigotskiana ocorreu de modo bastante distinto entre o mundo ocidental (pelos americanos e oeste europeu) e oriental (Rússia e países do leste europeu). A psicologia oriental privilegiou uma leitura ‘marxista’ de Vigotski e seguiu, principalmente, o desenvolvimento iniciado por Leontiev através da Teoria da Atividade (Daniels, 1996). Além disso, pouco ou quase nenhum contato houve entre a tradição desenvolvida pelos países da ex União Soviética com os estudos ocidentais (Tulviste, 1988). Em conclusão, uma boa parcela dos desenvolvimentos vigotskianos ficou fora de nosso campo de análise até, pelo menos, a última década.

Por outro lado (literalmente!), no mundo ocidental a leitura de Vigotski foi e ainda é muito marcada pelas preocupações pedagógicas. Esse tipo de recepção não é em si ruim. No entanto, quando uma área se apropria das idéias de um autor que é, originalmente, de outro campo de estudos, as necessidades práticas acabam por se sobrepor às questões presentes no fundamento de uma “teoria”. Bermenskaya (1992), psicóloga do desenvolvimento, afirma que as tentativas ocidentais de interpretar Vigotski foram mais marcadas pelo entusiasmo, devido à suas implicações educacionais, do que pelo cuidado em se entender o alcance dos argumentos.

Embora as críticas pelos psicólogos possam pecar pelo exagero e pela não percepção de que uma pessoa preocupada em educação não precisa se tornar um psicólogo, talvez a mensagem de que certos cuidados devem ser tomadas durante a apropriação dos conceitos de um autor seja válida. O cuidado pode consistir em simplesmente o de entender os conceitos dentro de seus fundamentos teóricos e experimentais. Isto evita o problema da glorificação de Vigotski que vem acontecendo. Analisando justamente este autor, Asmolov alerta:

*“A canonização dos princípios básicos de uma teoria acarreta perigos muito maiores do que qualquer crítica vinda de dentro ou de fora. As teorias nunca são mortas pela crítica; elas morrem nas mãos de discípulos ciumentos que se apressam em canonizá-las para, depois, se sentar de volta em suas espreguiçadeiras”* (Asmolov, 1986, p.100)

O alerta do autor me parece ser muito claro. O problema consiste não em aceitar princípios, mas em torná-los verdades evidentes que não possam ser questionadas.

#### **1.4.3 – Michel Foucault e a Análise do Discurso (AD).**

A área de Análise do Discurso (AD) atualmente tem diversas vertentes e seria um trabalho bastante árduo reuni-las em apenas uma seção deste capítulo. Mesmo se restringindo à escola francesa, autores como Dominique Maingueneau, Oswald Ducrot, Emile Benveniste e outros, têm constituindo visões próprias desta forma de trabalho. Com isso, apenas apresentaremos alguns conceitos que se tornaram fundamentais nesta linha de análise e que foram os mais adotados por diferentes áreas, entre elas, o ensino de ciências. Estes conceitos nos remetem ao precursor nesse campo de estudos, Michel Foucault.

Embora seja muito conhecido, caracterizar Foucault não deixa de ser tarefa árdua. Ele trabalhou em diferentes temas, como a sexualidade, a loucura, a linguagem e as relações de poder com abordagens que são características de diversas áreas, como a Filosofia, a Lingüística e a História.

Em sua obra *A arqueologia do Saber*, de 1969, Foucault lança os fundamentos da análise do discurso. Contudo, curiosamente, ele inicia a obra com uma questão

essencialmente epistemológica. Se baseando em Bachelard e Canguilhem, o autor concebe a história, em especial a história das idéias, como um processo de rupturas. Se estas rupturas envolvem mudanças nas formas de se conceber uma realidade exterior, como é possível, para o historiador, caracterizar um determinado período sem recair em anacronismos? Por outro lado, como verificar a possibilidade de haver continuidade entre formas de pensar (esta questão o remete mais precisamente a Canguilhem). Assim, é necessário estabelecer critérios para uma história geral que possibilite delimitar regularidades em cada época. Assim, a questão central se torna: quais são esses critérios. Após uma análise cuidadosa o autor mostra que eleger a existência de um conceito ou o aparecimento de uma palavra como forma de delimitação é insuficiente para caracterizar uma corrente de pensamento. Assim, Foucault buscará encontrar critérios para compreender elementos de um período histórico nas formas discursivas de cada época (Foucault, 1969).

Foucault afirma que os discursos não são formados por elementos que seguem um princípio de unidade (ele caracteriza isso como uma dispersão). Assim ele define o trabalho de análise do discurso como a busca do estabelecimento de regras capazes de reger uma formação discursiva. Estas regras, é importante destacar, não se delimitam pelas possibilidades gramaticais de uma língua. Pelo contrário, elas refletem um padrão de pensamento, mais precisamente uma formação ideológica. Assim, uma formação discursiva é constituída pelo que é possível ser dito dentro de uma delimitação sócio-histórica. A partir disto, o autor define discurso, conceito que será central no desenvolvimento da área, como o conjunto de enunciados que remetem à mesma formação discursiva. Em suas palavras:

*“Um enunciado pertence a uma formação discursiva, como uma frase pertence a um texto, e uma proposição a um conjunto dedutivo (...) Pode-se então, agora, dar um sentido pleno à definição do discurso (...) Chamaremos de discurso um conjunto de enunciados na medida em que se apóiem na mesma formação discursiva”* (Foucault, 1969, p.132)

O que é o diferencial do autor é deslocar o conceito de enunciado como frase ou proposição (que são, respectivamente, unidades gramaticais e lógicas) para a uma noção

que é compromissada com um contexto social e histórico. Podemos dizer que este foi o primeiro passo para começarmos a entender o discurso em sua exterioridade.

O autor enumera quatro características constitutivas do enunciado. A primeira se refere à relação do enunciado com seu objeto. Um enunciado tem sua função de existência, isto é, de designação de seu referente. Ele delimita as condições de aparecimento, diferenciação e desaparecimento dos objetos e relações que são designados pela frase (Foucault, 1969). Este ponto toca particularmente uma questão importante das ciências. Se parte da ciência envolve a caracterização de entidades, nesta perspectiva as condições deste trabalho nos remetem à possibilidades de enunciação.

Uma segunda característica, que a pesquisadora Helena Nagamine Brandão (1999) considera como a que mais influenciou as pesquisas em AD, refere-se à relação do enunciado com o sujeito. Para o autor, o sujeito não é um elemento constituído *a priori* ou independente de sua historicidade. Além disso, para Foucault a noção de sujeito é diferente de indivíduo. O sujeito é definido pelo lugar social que ele ocupa, isto é, sua posição. Desta forma, o discurso que um indivíduo emite é condicionado à sua posição de enunciação. Contrariamente a como normalmente pensamos, é o enunciado que define o sujeito e não o contrário. Suas palavras são claramente mais esclarecedoras sobre este ponto.

*“Não é preciso, pois, conceber o sujeito do enunciado como idêntico ao autor da formulação, nem substancialmente, nem funcionalmente. Ele não é, na verdade, causa origem ou ponto de partida do fenômeno da articulação escrita ou oral de uma frase; não é, tampouco, a intenção significativa que, invadindo silenciosamente o terreno das palavras, as ordena como o corpo visível de sua intuição; não é o núcleo constante, imóvel e idêntico a si mesmo de uma série de operações que os enunciados, cada um por sua vez, viriam manifestar na superfície do discurso. É lugar determinado e vazio que pode ser efetivamente ocupado por indivíduos diferentes, mas esse lugar, em vez de ser definido de uma vez por todas e de se manter uniforme ao longo de um texto, de um livro ou de uma obra, varia – ou melhor - é variável o bastante para poder continuar, idêntico a si mesmo, através de várias frases, bem como para se modificar a cada uma. Esse lugar é uma dimensão que caracteriza toda formulação enquanto*

*enunciado (...). Descrever uma formulação enquanto enunciado não consiste em analisar as relações entre o autor e o que ele disse (ou quis dizer, ou disse sem querer), mas em determinar qual é a posição que pode e deve ocupar todo o indivíduo para ser seu sujeito” (Foucault, 1969, 107-108).*

Percebemos, então, que a constituição do sujeito não se dá pela sua individualização, mas se delimita pelas condições exteriores que o colocam em certa posição. Contudo, este posicionamento é suficientemente maleável para que o indivíduo se realize como sujeito de diferentes maneiras. Mesmo que essa opção dê certa liberdade ao sujeito, o seu processo de constituição como um todo é visto, nesta perspectiva, como o resultado da atuação de forças exteriores. Essa visão se tornou central nas pesquisas em AD por levar os autores a pensar em como o discurso, que embora seja emitido e se realize na “voz” de um indivíduo, reflete “muitas vozes” que o constitui.

Um terceiro ponto em relação à produção de enunciados se refere à sua constituição como elemento discursivo. Embora ele seja, como apresentamos anteriormente, a unidade básica da formação discursiva, sua compreensão não pode ser dada isoladamente da mesma. Dito de outra forma, sua significação, diferentemente de uma frase, somente se dá em relação aos outros enunciados que compõem a formação discursiva.

*“O enunciado não é a projeção direta, sobre o plano da linguagem, de uma situação determinada ou de um conjunto de representações. Não é simplesmente a utilização, por um sujeito falante, de um certo número de elementos e de regras lingüísticas. De início, desde sua raiz, ele se delinea em um campo enunciativo onde tem lugar e status, que lhe apresenta relações possíveis com o passado e que lhe abre um futuro eventual. Qualquer enunciado se encontra assim especificado: não há enunciado em geral, enunciado livre, neutro e independente; mas sempre um enunciado fazendo parte de uma série ou conjunto, desempenhando um papel no meio dos outros, neles se apoiando e nele se distinguindo: ele se integra sempre em um jogo enunciativo, onde tem sua participação ligeira e ínfima que seja” (Foucault, 1969, p.111-112)*

Seguindo a mesma tendência anterior, o autor quer se distanciar de uma visão que atribui o significado à própria constituição lingüística da frase para chegar a uma visão de

enunciado que integre suas relações históricas e sociais. Se anteriormente ele já tirava do sujeito a possibilidade de sozinho constituir um enunciado com significado, agora ele tira essa opção da própria língua, mais especificamente de sua gramática.

A quarta característica constitutiva do enunciado está relacionada à sua materialidade, isto é, a como ele se concretiza. O autor distingue enunciado e enunciação. Enquanto o primeiro pode ser repetido, quando um sujeito emite um conjunto de signos, a enunciação é sempre singular. Em dois livros diferentes, por exemplo, podemos encontrar o mesmo enunciado. Contudo, mudando-se o contexto de produção, isto é, sua enunciação, esta ganha características próprias.

Brandão (1999) sintetizou as principais contribuições de Foucault. Resumidamente são as seguintes:

- a) A concepção do discurso considerado como prática que provém da formação dos saberes e a necessidade de sua articulação com as outras práticas não-discursivas;
- b) O conceito de formação discursiva, que inclui suas regras de formação;
- c) A distinção entre enunciado e enunciação;
- d) A concepção de discurso como jogo estratégico e polissêmico;
- e) O discurso é espaço em que saber e poder se articulam, pois quem fala, fala de algum lugar, a partir de um direito reconhecido institucionalmente;

Essas idéias constituíram a base da AD. Contudo, Foucault as lançou no plano filosófico e as mesmas passaram a se materializar como instrumento de análise em trabalhos de autores posteriores.

## **1.5 - A NOÇÃO DE LETRAMENTO CIENTÍFICO.**

A noção de letramento científico nasce e ganha, inicialmente, prestígio fora dos estudos diretamente preocupados com os processos de ensino-aprendizagem, se vinculando a questões maiores como a proposição de currículos. Sua emergência veio da necessidade em se estabelecer um objetivo claro para o ensino das ciências. Assim, com as reformas curriculares ocorridas nos anos noventa em países como Austrália, Canadá,

Nova Zelândia, Inglaterra e Estados Unidos, buscou-se estabelecer um direcionamento único para o ensino de ciências (Yore, 2003). Isso levou a uma definição padrão para letramento científico como:

*“(...) as aptidões e hábitos de pensamento requeridos para construir conhecimentos da ciência, para aplicar estas grandes idéias em problemas reais”* (Yore et. al., 2003, p.690, tradução livre)“.

Embora esta definição seja, atualmente, bastante aceita como diretriz geral, é importante ressaltar sua importância frente a outras formas de pensarmos o ensino. Ela vem para se contrapor a duas outras visões de educação que eram muito fortes em décadas passadas. A primeira, que foca o ensino em conteúdos, sendo assim, em outras palavras, o ensino da ciência pela ciência. Ao mesmo tempo, a noção de letramento se opõe a uma segunda visão que direciona o ensino das ciências para a formação técnica e profissional (Roberts, 2008). Desta forma, a noção de letramento buscou institucionalizar o papel da ciência na formação de cidadãos independente de sua atuação profissional, e, sobretudo nos países de língua inglesa, ela passou a ser quase que um sinônimo para o slogan ‘ciência para todos’.

Contudo, uma controvérsia em torno da noção de letramento científico vem sendo apontada na literatura. Ao mesmo tempo em que este termo vem sendo cada vez mais utilizado pelos pesquisadores para designar os objetivos e formas de ensinar ciências, uma análise nas pesquisas mais recentes mostra que há pouco consenso sobre qual é seu significado, isto é, o que é realmente ser letrado cientificamente (Roberts, 2008; Yore e Treagust, 2006; Norris e Phillips, 2003). Dentro de um espectro de possibilidades, podemos entender esta noção entre dois extremos. Por um lado, ela designa as formas de pensar legitimadas pela ciência como, por exemplo, a habilidade de interpretar gráficos e utilizar formas matemáticas para expressão de conceitos. Dentro deste direcionamento, o objetivo ao se ensinar ciências seria tornar o aluno capaz de utilizar estas “ferramentas” intelectuais para se expressar cientificamente. Ainda neste contexto, se torna fundamental pensar as diferentes formas de comunicação na ciência, isto é, suas linguagens. Em outro extremo, o foco é a utilização da ciência, isto é, seus conceitos e procedimentos, para a resolução de problemas que envolvem a participação dos sujeitos na sociedade (exercício da cidadania). Douglas Roberts (2008) considera, em sua recente revisão sobre o assunto,



que atualmente esta segunda visão, mais focada em ciência e sociedade, vem prevalecendo na literatura. Contudo, autores reconhecidos neste campo, como Stephen Norris e Linda Phillips (2003) apontam problemas nos direcionamentos atuais das pesquisas e tentam mostrar que o sentido mais fundamental de letramento, como a “*capacidade de ler e escrever textos científicos*” (Norris e Phillips, 2003, p.224) é condição necessária para o desenvolvimento de outras habilidades, relacionadas às situações que não são estritamente científicas, isto é, ao exercício crítico do pensamento.

Mesmo existindo esta controvérsia em torno da definição de letramento científico, isto não impediu, como afirmamos anteriormente, que este conceito influenciasse as diversas pesquisas na área, que passaram a fazer o seu uso. Dentre os trabalhos que se dedicam aos processos de ensino-aprendizagem e que, implícita ou explicitamente, seguem este direcionamento geral (analisaremos alguns destes trabalhos na seção seguinte, apresentado as referências adequadas) é quase unânime a eleição de Jay Lemke como um dos autores precursores nas pesquisas sobre linguagem e ensino. Isso ocorre, pois já nos anos oitenta, este autor passa a defender uma visão semiótica do ensino, sendo que aprender ciência significa aprender a se comunicar cientificamente (Lemke, 1990). Assim, seu objetivo é saber como utilizamos a linguagem científica para dar sentido ao mundo. Desta forma, podemos afirmar que Lemke já vinha antecipando muitos dos “preceitos” que se institucionalizariam mais recentemente.

Lemke sintetizou boa parte de suas idéias na obra intitulada *Talking Science: Language, Learning and Values*, de 1990. Neste livro ele defende que aprender é “aprender a falar ciências”. Contudo, ele alerta que saber uma linguagem é muito mais que falar sobre algum assunto. Para o autor isto implica em dominar toda uma cultura presente em uma língua. Em suas palavras:

*“Falar ciência não significa simplesmente falar acerca da ciência. Significa fazer ciência através da linguagem. Falar ciência significa observar, descrever, comparar, classificar, analisar, discutir, fazer hipóteses, teorizar, questionar, desafiar, argumentar, desenhar experimentos, seguir procedimentos, julgar, avaliar, decidir, concluir, generalizar, informar, escrever, ler e ensinar através da linguagem da ciência”* (Lemke, 1990, p.11-12).

Nesta citação vemos claramente que, para o autor, a linguagem não pode ser reduzida a um “vocabulário científico” e, sim, a um conjunto de habilidades que nos permitem “falar” de forma científica. Como consequência disto, podemos afirmar que a ciência tem modos semióticos próprios de construir significados (sua “fala”) e são estes modos que devem ser aprendidos. O autor compara o ensino de ciências ao ensino de um idioma estrangeiro. Quando nós precisamos aprender um novo idioma o desafio sempre vai muito mais além de saber as definições das palavras, os termos técnicos, as regras gramaticais etc. Para saber um idioma é necessário combinar palavras, entendê-las de acordo com o contexto e saber quando cada regra gramatical pode ser utilizada ou, até mesmo, subvertida.

*“Se você já estudou um idioma estrangeiro alguma vez, saberá que ler definições em um dicionário não é suficiente para utilizar essas palavras corretamente em combinações com outras. Além do uso gramaticalmente correto (terminações, tempos de verbos, artigos) é necessário aprender a semântica das palavras: como se acomodam seus significados em diferentes contextos. As definições tentam transmitir o sentido do significado das palavras, mas para falar e entender, para ler e escrever, é necessário encontrar o significado de frases e orações completas, não de palavras isoladas”* (Lemke, 1990, p.28)

Um conceito lingüístico fundamental no pensamento deste autor que podemos verificar pelo extrato anterior é o de semântica, que ele privilegia em toda sua obra. Para o autor, a semântica de uma língua é sua forma de criar significados. Mesmo que determinada forma de se expressar mude, de um livro para outro, ou de um professor para outro, o conteúdo semântico é o que permanece. Seguindo esta consideração, Lemke afirma que a ciência tem sua própria forma de construir significados, isto é, uma semântica própria. Assim, o ensino deve fazer o aluno a elaborar significados através de enunciados que sejam semanticamente coerentes, de acordo com uma temática científica pré-estabelecida.

*“Os alunos devem aprender a combinar significados dos diferentes termos científicos, segundo as formas de ‘falar’ cientificamente”* (Lemke, 1990, p.28)

Podemos considerar, pelas considerações anteriores, que há dois aspectos essenciais do pensamento de Lemke. O primeiro seria o papel central que a linguagem

adquire no processo de significação, isto é, todo processo de pensamento materializa-se na linguagem. Um segundo, que complementa o caráter semântico da língua, é definir sua forma de expressão. Embora o autor coloque isso em termos de semântica, isso também implica uma sintaxe da ciência. Mesmo afirmando que as formas de se expressar possam mudar, para o autor elas devem se consolidar em formas previamente consolidadas.

Após apresentar sua visão de ensino, o autor busca então pensar em quais são os processos que podem levar os alunos, que ainda não conhecem a “linguagem da ciência”, a aprendê-la. Lemke tem uma visão de linguagem como prática social, como considera os autores em estudos socioculturais como Vigotski (Lemke, 1998). Desta forma, quando nos comunicamos recorremos a um conjunto de processos característicos de nossa cultura. Tendo como base de seu pensamento autores da semiótica social, para o autor os significados são aprendidos através do contato com essa cultura, no que atualmente vem sendo chamado de enculturação. O aluno, então, negocia significados em sala de aula, através de seu contato com outros alunos e, principalmente, com o professor. Para Lemke, seria neste ambiente de trocas simbólicas que os padrões semânticos da ciência seriam “absorvidos” pelos alunos. Tudo isso leva o autor a conceber o ensino como diálogo.

*“Espero ter demonstrado que a linguagem da ciência, como cada uma das linguagens dos campos especializados, tem seu próprio e exclusivo modelo semântico, suas próprias formas de construir significados. A maioria das pessoas, se aprendem estas formas, as aprendem no diálogo dentro da sala de aula”* (Lemke, 1990, p.17)

Ao estabelecer que a aprendizagem se dá através das interações em sala de aula, Lemke estabelece um agenda de questões que influenciará muitos pesquisadores. Entre estes problemas podemos assinalar:

- Como comunicamos as idéias?
- Por que às vezes a comunicação funciona muito bem e outras falha terrivelmente?
- Como os professores comunicam o conhecimento científico em sala de aula?

- Que tipo de valores e atitudes se transmitem em sala de aula junto com o conhecimento científico que se aprende?

Todas estas questões direcionam as pesquisas para as interações discursivas em sala de aula. Em seguida apresentaremos algumas pesquisas que se tornaram centrais neste caminho e discutiremos brevemente quais são os resultados apresentados por elas.

## **1.6 – ESTUDOS EM LINGUAGEM E EDUCAÇÃO CIENTÍFICA.**

As dificuldades em se estabelecer modelos de ensino eficazes fizeram com que novos caminhos passassem a ser trilhados nas pesquisas em ensino. Para isso, foi preciso reconhecer que os processos de construção de idéias científicas envolvem uma complexidade maior do que se havia supondo até este momento. As formas como os alunos constroem significados são muito mais dependentes de sua formação anterior, incluindo não apenas as suas idéias (concepções espontâneas, mas toda sua cultura (valores, práticas consolidadas, formas de comunicação etc). Assim, a questão que se tornou central, semelhante ao trabalho de Lemke, é como o discurso e outros mecanismos retóricos são utilizados para construir significados na educação em ciências. O discurso se torna central como elemento de pesquisas pois, de acordo com as perspectivas atuais em linguagem, ele reflete e materializa não somente um pensamento individual, mas toda exterioridade que influencia o pensamento do sujeito. Eduardo Mortimer e Phil Scott sintetizam bem este novo direcionamento das pesquisas da seguinte forma:

*“Essa ‘nova direção’ para a pesquisa em educação em ciências (...) sinaliza um deslocamento dos estudos sobre o entendimento individual dos estudantes sobre fenômenos específicos para a pesquisa sobre a forma como os significados e entendimentos são desenvolvidos no contexto social da sala de aula. Muitas dessas pesquisas têm adotado, como perspectiva teórica, aquela relacionada à corrente sócio-histórica ou sociocultural. Nessa tradição, o processo de conceitualização é equacionado com a construção de significados (...), o que significa que o foco é no processo de significação” (Mortimer e Scott, 2002, p.1)*

Como apontam os autores, o objetivo das pesquisas passa a ser entender como se estabelecem as dinâmicas em sala de aula e como os significados emergem dela. Dentro desta perspectiva, autores como Vigotski e Bakhtin passam a ser centrais nas pesquisas.

Quanto mais se percebe a dificuldade em se negociar significados e se chegar a uma compreensão comum, mais se justifica que os conceitos estabelecidos pelos estudos em linguagem e psicologia sociocultural sejam utilizados. Para justificar essa opção, por exemplo, recorre-se à visão vigotskiana de que a gênese do significado é iniciada no interdiscurso. Esse é um passo fundamental para se perceber porque um conflito cognitivo não é suficiente para a elaboração de uma nova idéia. Falta a base material do pensamento, isto é, a linguagem que dá suporte à mesma, que somente pode ser aprendida com o contato social com o professor e colegas. Além disso, a dificuldade dos processos de negociação de significados entre os indivíduos é bem compreendida quando se considera a noção bakhtiniana de polissemia. Ela envolve admitir que o significado que o professor dá a uma palavra é diferente do aluno, estando aí o conflito entre o que o professor diz e o aluno entende. Além disso, o conceito de polifonia, de Bakhtin ou de repetição de Pêcheux, permite-nos pensar em como o enunciado de um sujeito reflete muitas vozes, que são exteriores a ele, mas que determinam a sua constituição. Além disso, pode-se caracterizar a linguagem da ciência ou da ciência escolar como gêneros do discurso. Seguindo o pensamento de Lemke, a aprendizagem é o domínio deste determinado gênero discursivo.

Dentro desta perspectiva, muitos autores têm se dedicado com profundidade à caracterização dos discursos presentes na sala de aula e, sobretudo, ao entendimento de suas interações. Pesquisadores que atualmente estão entre os mais reconhecidos no Brasil e no exterior fazem parte dos que compartilham estas preocupações.

Um dos principais autores deste campo é Eduardo Fleury Mortimer. Como citando anteriormente, seu trabalho passou a ser amplamente conhecido por mostrar os limites do modelo de mudança conceitual e por ter verificado que diferentes noções (perfis conceituais) convivem no pensamento do aluno e se manifestam em diferentes contextos. Já dentro dos seus estudos atuais, este autor elaborou, em colaboração com Phil Scott, uma ferramenta de análise para as interações discursivas que atualmente é o principal modelo para outras pesquisas (Mortimer et al, 2007; Amaral e Mortimer, 2006; Mortimer e Scott, 2003, 2002)

Mortimer e seus colaboradores descrevem sua ferramenta como *“uma tentativa de desenvolver uma linguagem para descrever o gênero de discurso das salas de aulas de*

*ciências*” (Mortimer e Scott, 2002, p.284). Ao se referir ao gênero, os autores colocam Bakhtin como pensador base de seu modelo teórico, que também se refletirá em algumas de suas categorias de análise, como a dialogicidade. Este modelo é baseado em cinco aspectos inter-relacionados que focalizam o papel do professor nas interações com os alunos. Resumidamente estes pontos podem ser apresentados da seguinte forma:

1 – **Intenções do professor:** Seguindo os princípios de Vigotski os autores consideram que no plano social da sala de aula o professor dirige uma “performance pública”, em que ele desenvolve implicitamente um roteiro que configuraria uma estória científica para a apresentação dos temas a serem estudados. As intenções do professor (autor da estória e produtor do enredo) podem ser divididas nos seguintes pontos: criando um problema (para o engajamento dos estudantes); explorando a visão dos estudantes (concepções destes); introduzindo e desenvolvendo a estória científica (disponibilizar as idéias científicas no plano social da sala de aula); guiando os estudantes do trabalho com as idéias; guiando os estudantes da expansão das idéias científicas; mantendo a narrativa (sustentando o desenvolvimento da estória).

2 – **Conteúdo:** Ao se ensinar a estória científica os conteúdos (temas da ciência) podem ser abordados de três formas: descrição (foco nas características das entidades/conceitos envolvidos na explicação); explicação (relação de causalidades entre os elementos da descrição) e generalização (estabelecimento de propriedades gerais aos constituintes), sendo que cada uma destas três podem ser empíricas (quando baseadas em elementos observáveis dos sistemas) ou teóricas (quando as entidades envolvidas são não observáveis).

3 – **Abordagem Comunicativa:** Esta é dividida em duas partes complementares, os discursos dialógicos (em que há mais de um ponto de vista em jogo) ou autoritários (em que há somente um ponto de vista) e a comunicação interativa (com trocas entre os participantes, principalmente entre professor e alunos) ou não-interativas (somente um, normalmente o professor, fala). Combinando as possibilidades temos quatro padrões de abordagem comunicativa, interativa/dialógica; não-interativa/dialógica, interativa/de autoridade; não-interativa/de autoridade.

4 – **Padrões de Interação:** Este ponto especifica como se estabelecem os diálogos do professor com os alunos. O mais comum são as tríades I-R-A (Iniciação do professor; Resposta do aluno, Avaliação do professor), onde a avaliação encerra um segmento da interação. Contudo, a “discussão” pode se manter para além das tríades e incluir prosseguimentos (P) e feedbacks (F), gerando padrões como IRPRP... ou IRFRF... e assim por diante.

5 – **Intervenções do Professor:** Os professores podem “encaminhar” a discussão de diferentes formas, isto é, através de diferentes ações como introduzindo novos termos (dar forma aos significados; selecionando significados (escolhendo respostas dos alunos); marcando significados chaves, compartilhando significados (repete a idéia de um estudante para turma), checando o entendimento dos alunos; revendo o progresso da estória.

Devemos notar que esse arcabouço analítico não tem a pretensão de prescrever como se deve proceder durante a realização de uma aula, mas, pelo contrário, compreender como a dinâmica de uma sala de aula real se estabelece. Este provavelmente seja o aspecto mais interessante da obra de Mortimer e colaboradores. Acompanhando as pesquisas do autor ao longo do tempo, nos últimos 15 anos aproximadamente, vemos que cada vez mais uma perspectiva etnográfica se estabelece em seu trabalho. Isso implica perceber que sua pesquisa cada vez mais olha para os fenômenos discursivos do ponto de vista dos elementos exteriores ao sujeito que enuncia, mas que o influenciam profundamente.

Contudo, podemos questionar como que a própria caracterização do conhecimento aparece dentre destes trabalhos. Considerando seu modelo atual, temos que dos cinco elementos de análise apresentados anteriormente, o segundo deles é o que se refere a elementos epistemológicos do conhecimento. Justamente na categoria conteúdo, temos que um determinado tema pode se delinear em três níveis, descritivo, explicativo e generalizante. Os autores tomam estas três formas como possibilidades para se expressar sobre um conteúdo, isto é, isso são formas que o conhecimento pode adquirir em um discurso. Contudo, mesmo correndo algum risco, acredito que uma consideração seja necessária. A abordagem do conteúdo na ferramenta analítica aparece como um meio de construção de significados que tem o mesmo status conceitual que os outros elementos de

análise, isto é, uma forma de comunicação. O que pode ser perdido, quando se trata estes níveis epistêmicos desta maneira, é que as próprias descrições, explicações e generalizações parecem não ter um processo de construção. Elas são dadas como um padrão de enunciação característico das aulas de ciências. A questão que fica é: uma explicação, por exemplo, é um processo enunciativo que busca construir um significado que é exterior a ela, ou a explicação é o resultado de um processo de construção, sendo a própria explicação a construção do significado? Caso adotemos a segunda posição, que é mais coerente com os próprios fundamentos dos estudos sobre o discurso, o que precisaria entrar em análise são os processos de construção de explicações científicas. Contudo, isso não entra no trabalho do autor, pois não somente as explicações, mas também as generalizações e descrições aparecem como padrões enunciativos dados a priori à significação.<sup>3</sup>

Em suas pesquisas mais recentes, Mortimer tem buscado ampliar seu modelo anterior de análise de forma e lidar com duas dimensões, a discursiva e a epistemológica (Machado e Mortimer, 2006). Curiosamente, Lemke em sua obra fundadora destes estudos já alertava que a caracterização das interações discursivas da sala de aula, ela por si só, não nos permite entender como os conceitos científicos (que ele chama de temas científicos) são tratados, ou como eles são caracterizados, nos discursos dos professores e alunos (Lemke, 1990). Assim, o modelo anterior é utilizado estritamente para caracterizar as interações discursivas e, para suprir a necessidade de identificação dos aspectos epistemológicos do pensamento dos alunos o autor tem utilizado a noção de *Perfis Conceituais*. Esta noção, que mesmo anteriormente já vinha ganhando destaque na literatura (Mortimer, 2000), se inspira nos *Perfis Epistemológicos* de Bachelard. De modo geral, ela implica considerar que um mesmo conceito científico pode ser concebido de diferentes formas. Assim, a caracterização epistemológica das falas de alunos e

---

<sup>3</sup> Em parte este problema já havia sido tratado por Jon Ogborn e colaboradores, em especial Isabel Martins, que realizaram um grande estudo sobre os processos de construção de explicações por professores durante uma aula. A pergunta geral era, como os professores explicam? Para responder a isso, o trabalho envolveu a colaboração de estudiosos em semiótica social, o que possibilitou o estudo de diferentes modos de comunicação, além do verbal. O principal resultado para o ensino de ciências foi a caracterização de uma explicação como uma narrativa ou uma ‘estória’, como diria Mortimer, na qual diferentes modos de significação, verbais ou não-verbais, são utilizados para a construção de entidades não observáveis, que corresponderiam a personagens da ‘estória’. (Ogborn et. al. 1996). Retomares alguns pontos deste estudo no capítulo 3 desta tese.



professores é avaliada pelas mudanças de perfis conceituais (Machado e Mortimer, 2006). Para isso, previamente à análise de sala de aula, são construídas, com base em estudos em diferentes campos, incluindo a História e Epistemologia das Ciências, as zonas de perfil conceitual de um conceito. Em um estudo envolvendo os conceitos de entropia e espontaneidade, por exemplo, o autor localiza as seguintes possibilidades; zona perceptiva/intuitiva (são conseqüências das sensações e intuições ou percepções mais imediatas), zona empírica (refere-se às idéias relacionadas à espontaneidade dos processos que levam em consideração condições físicas que eles podem ocorrer), zona racionalista (analisa os processos considerando a distribuição de energia em um nível atômico e molecular) e zona formalista (relacionada ao uso de algoritmos e fórmulas matemáticas para análise dos processos, sem que isso se traduza no entendimento das relações conceituais).

Desta forma, o que parece que tem se tornado característico no trabalho mais recente de Mortimer é a tentativa de articulação entre a análise baseada em teorias de linguagem/ estudos socioculturais com dimensões epistêmicas. Contudo, um limite do trabalho do autor é colocar estas dimensões como ortogonais. Mesmo que ele próprio não coloque desta forma, estas dimensões são tratadas separadamente e nenhum vínculo entre elas é demonstrado pelo autor. Mesmo casos que poderiam ser bem articulados, como a relação entre uma zona de perfil conceitual empírica ou racionalista com a produção de enunciados que abordam o conteúdo descritivamente, explicativamente ou de forma generalizante com bases em entidades empíricas ou teóricas não ocorre. Sendo o interesse deste trabalho discutir como a dimensão epistemológica tem sido trabalhada nas pesquisas da área, podemos perceber que embora ela seja reconhecida como uma dimensão importante, ela é pouco articulada aos referenciais que têm tratado de outras dimensões da sala de aula. Desta forma, uma tensão entre linguagem e epistemologia permanece.

Uma segunda linha de pesquisa em linguagem e ensino de ciências que tem se consolidado principalmente no Brasil toma a Análise do Discurso (AD) de linha francesa como base de pesquisa. Este trabalho tem sido desenvolvido pela professora Maria José Almeida e colaboradores, como Suzani Cassiani e Henrique César da Silva. Diferentemente do trabalho de Mortimer, que foca nas interações discursivas em sala de

aula, estas pesquisas são desenvolvidas através dos estudos de atividades didáticas, mas que buscam, principalmente, pensar a leitura e escrita de textos pelos alunos<sup>4</sup>.

Poderíamos colocar como ponto de partida do trabalho destes autores a idéia da ciência como uma instituição social (Almeida, Cassiani e Oliveira, 2008; Almeida, 2004). Seguindo pressupostos coerentes com a AD, pretende-se com isso considerar que o discurso de um cientista, embora tenha características próprias, tem uma historicidade como qualquer outro. Para este tipo de análise, o que se torna fundamental é pensar as condições de produção de um determinado texto. Isso implica entender seu contexto histórico e social, seus interlocutores e as posições que estes autores de situam (Almeida, 2004). Assim, como coloca bem uma das autoras:

*“Perguntas como ‘o que determinado texto significa’? Ou ‘qual é a sua função’ não são compatíveis com essa abordagem”* (Almeida, 2004, p.33)

Desta forma, o foco destes estudos é compreender a linguagem em seu contexto, ou, como normalmente é dito nos estudos da AD, em sua exterioridade (Almeida, Cassiani e Oliveira, 2008; Almeida, 2004). Ao adotar essa posição estes autores poderiam ser colocados como em uma corrente que é oposta à idéia de uma semântica universal. Ao contrário disto, os pressupostos da AD como a não transparência da linguagem, a presença de uma ideologia e memória como repetição se fazem essenciais para compreender como uma palavra pode significar diferentemente dependendo da posição do sujeito em determinada formação discursiva.

Para caracterizar a aprendizagem de ciências o conceito de repetição, inicialmente proposto por Michel Pêcheux, é utilizado como central. Por mais que os estudos utilizem o texto como material empírico, este pode ser a base do entendimento do processo de escolarização, pois o mesmo é, nesta vertente, é encarado como um lugar de relações sócias, isto é, a escrita é o momento em que o aluno re-significa o que está sendo discutido em sala de aula. Os autores se baseiam nos estudos de Eni Orlandi (1998) sobre a AD para definir três tipos de repetição (Almeida, Cassiani e Oliveira, 2008; Almeida, 2004):

---

<sup>4</sup> Neste sentido estes trabalhos se aproximam mais do que este trabalho discutirá a partir do capítulo 4.

- 1 – **Empírica:** que seria meramente o exercício mnemônico.
- 2 – **Formal:** associada a técnicas de produção de frases.
- 3 – **Histórica:** que seria propriamente a memória constitutiva.

Ao utilizar estas categorias o que se busca é verificar se o aluno sai de uma repetição empírica, em que ele apenas reproduz a fala do professor, mas sem dar real significação a ela, para uma repetição histórica, na qual o aluno passa a assumir o discurso, constituído inicialmente no plano social, como seu. Isso implica dizer que há a autoria do aluno perante o texto produzido por ele (Almeida, Cassiani e Oliveira, 2008).

Associado ao conceito de repetição, as autoras utilizam os conceitos de continuidade e ruptura, baseadas nos trabalhos de Gaston Bachelard (Almeida, Cassiani e Oliveira, 2008). Esta análise busca verificar se há algum deslocamento do pensamento do estudante quando ele produz seus enunciados. Assim, durante as possíveis repetições os alunos poderiam romper com representações mais intuitivas que eles trazem inicialmente (ruptura) ou não (continuidade).

Em relação ao trabalho de Mortimer podemos notar uma articulação maior em relação à questão da linguagem e a epistemologia. Novamente Bachelard pode ser utilizado para sustentar esta articulação. Para ele, o conhecimento se desenvolve por rupturas que incluem a base lingüística da ciência. Dito de outra forma, a ciência se refaz, entre outros aspectos, através de novas linguagens, que geram novas semânticas (Bachelard 1953, Almeida, 2004). Neste sentido verificar os deslocamentos das falas dos alunos e sua ruptura é uma forma possível de integração entre epistemologia e linguagem. Contudo, somente a noção de ruptura não permite verificar que tipo de pensamento está sendo constituído. Embora ela caracterize o tipo de mudança que ocorre na ciência, este conceito sozinho não explica porque uma nova idéia é estruturalmente diferente de outra anterior, ou quais são as características dessa mudança lingüística. Neste sentido, a noção de perfis conceituais de Mortimer permite uma aproximação muito maior acerca das características epistêmicas dos conceitos trabalhados. Em alguma medida, esta é uma dimensão que acaba ficando em segundo plano nos trabalhos anteriormente analisados.

Os dois trabalhos discutidos na seção anterior foram tomados como exemplos das pesquisas que relacionam a questão da linguagem com o ensino das ciências. Eles foram escolhidos, dentre os diversos trabalhos nesta área, por serem duas formas bastante distintas de trabalharem esta questão, um dentro da abordagem sociocultural e ou pela análise do discurso de linha francesa, e por estarem entre as pesquisas mais consistentes dentro desta temática.

Um elemento comum que une ambas as perspectivas e que interessa particularmente este trabalho é a relação entre elementos epistemológicos do conhecimento científico e sua constituição lingüística. Mesmo que exista limites nesta aproximação, o que julgamos importante verificar é que ela pode ser considerada como um dos principais problemas teóricos que a área de ensino de ciências e, dentro dela, a área de ensino de Física tem atualmente. Ao apontarmos limitações nos tratamentos dos autores, o que buscamos não é, de nenhuma forma, invalidar seus respectivos programas de pesquisas, mas, pelo contrário, mostrar que existe uma dificuldade intrínseca no tratamento de questões que envolvem análises em mais de uma dimensão. Cada campo do saber se constitui em torno de problemas muito particulares e quando se torna necessário lidar com questões que nascem do cruzamento de duas áreas um dilema acaba se constituindo.

Contudo, podemos lidar com um dilema ao menos de duas maneiras. Seguir o caminho levando em consideração apenas uma parte do problema (um dos “lemas”) ou tentando negociar com ambos os “lados”. Embora os trabalhos anteriores estejam trabalhando nesta unificação de perspectivas, isto é, lidando com este dilema, muitos dos trabalhos mais recentes de outros autores não tem feito o mesmo. Podemos considerar que cada vez mais a dimensão epistêmica tem sido protelada em relação às análises discursivas.

Muitos trabalhos têm apontado que os estudos em linguagem se tornaram o campo principal de estudos em educação científica. Uma rápida inspeção nos principais periódicos nacionais e internacionais nos indica que nos últimos anos em quase todos os números das revistas especializadas em ensino de Física, Química, Biologia ou ciências, de modo geral, há ao menos um artigo que tem como palavras chaves “linguagem”, “discurso”, “interações discursivas” ou “abordagem sociocultural”. Willian Carlsen

(2008), em um artigo de revisão para o *Handbook of Science Education*, fez uma pesquisa sistemática sobre este crescimento de trabalhos sobre linguagem e ensino de ciências. Utilizando o banco de dados ERIC, ele utilizou três descritores de procura de artigos. Dois deles foram sempre os mesmos, “Science Education” e “Langague”. O terceiro, que sempre acompanhava os dois anteriores, era “Concept Formation” ou “Culture”. Assim, ele estabeleceu dois grupos de descritores. O primeiro com o conjunto “Science Education”, “Langague” e “Concept Formation” e o segundo com “Science Education”, “Langague” e “Culture”. Durante o período de 1980 a 1995, ambos os grupos de descritores davam, em média, o mesmo resultado. Isto significa que o número de trabalhos preocupados com a linguagem e formação de conceitos era praticamente igual aos trabalhos que se direcionavam à linguagem e cultura (sempre dentro das pesquisas em educação científica).

A partir de meados dos anos noventa, o número de trabalhos com o descritor “cultura” no final aumenta muito em relação aos anos anteriores e os com o descritor “formação de conceitos” diminui bruscamente. Enquanto o primeiro dobra o número de trabalhos por ano em menos de meia década, isto é, no período de 1995 e 2000, o segundo cai para dois quintos do número original, considerando o mesmo período. Além disso, esta tendência tem permanecido até os tempos atuais, fazendo com que cada vez menos trabalhos se dediquem à formação de conceitos. Este parece ser um indicativo claro que as pesquisas cada vez mais se direcionam para a compreensão da linguagem em relação a seu contexto geral de formação enunciativa e menos em relação às características que esta tem em relação ao que se ensina, isto é, a ciência.

Um elemento que também mostra certa indiferença em relação aos aspectos epistemológicos do conhecimento é que os mesmos referenciais são utilizados para pesquisas em ensino dos mais diferentes temas, sem que exista uma preocupação em relação à caracterização do próprio conhecimento envolvido. Em uma revisão das pesquisas dos últimos dois anos verificamos a utilização de conceitos vindos dos estudos em linguagem na caracterização das interações discursivas em cursos voltados para diferentes níveis e com diferentes temas. Como exemplo, podemos citar:

- A formação inicial de professores de Física (Nascimento et. al. 2008);

- Formação continuada de professores em um fórum eletrônico (Resende e Queiroz, 2009);
- Temas ambientais em sala de aula (Assis e Teixeira, 2009);
- Corrosão em aulas de química (2009);
- Biomecânica em aulas de graduação em Educação Física (Duarte e Resende, 2008)
- Conservação de Alimentos (Pessoa e Alves, 2008)
- Epistemologia para formação de professores (Islas et. al. 2009)
- Interferômetro de Mach-Zender na formação de professores (Pereira, Ostermann e Calvacanti, 2009)

Mesmo não utilizando exatamente os mesmos quadros analíticos, todos eles se baseiam nos trabalhos de Vigotski, Bakhtin, ou autores mais recentes que seguem estas abordagens. Os próprios autores rotulam os estudos como “trabalhos em interações discursivas”. O que fica claro quando analisamos estes artigos é que todos os problemas educacionais, a identidade do professor, as questões de aprendizado, as relações ciência e sociedade e outros, tornaram-se problemas de comunicação que, além de tudo, é apenas uma das funções que podemos atribuir a uma linguagem, como vimos através do trabalho de Vigotski. Toda discussão sobre o processo de internalização da linguagem e sobre como a mesma se configura como elemento estruturante do pensamento vem sendo esquecida nesta perspectiva.

Dentre os diversos motivos que podem explicar o grande aumento deste tipo de trabalho podemos indicar dois, que ainda são hipóteses deste trabalho. Um deles é verificar que ao considerar a premissa que o discurso é a materialidade do pensamento, um grande problema metodológico é resolvido. Uma das maiores dificuldades em lidar com referenciais da psicologia cognitiva, como Piaget, Ausubel e Bruner, é que os conceitos trazidos por estes autores e outros mais atuais se referem à mente, o que os tornam, ao menos, muito difíceis de serem estudados. Como afirmar que uma concepção espontânea serviu como subsunçor para a aprendizagem significativa? Como afirmar que

o aluno passou por um processo de re-equilíbrio. A verificação deste processo é muito delicada e sempre foi um dos principais desafios para os educadores que utilizavam estes conceitos em suas pesquisas. Por outro lado, quando utilizamos o discurso como material empírico, um vasto campo de trabalho se abre. Não somente falas de professores e alunos, mas também livros didáticos, propostas curriculares e diversos elementos que constituem o trabalho escolar são discursos. Desta forma, programas de pesquisas podem se formar para o estudo destas diferentes dimensões do ensino. Cada fala pronunciada por ser uma nova pesquisa!

Um segundo ponto seria a própria revolução teórica que os estudos em linguagem promoveram, principalmente, a partir dos anos setenta. Os autores anteriormente citados passaram a influenciar diferentes campos de estudo em ciências humanas. A necessidade de apropriação deste novo arcabouço teórico é a justificativa dos principais autores que lidam com as questões de linguagem. Contudo, não deixa de ser curioso notar que, do ponto de vista teórico, apenas uma parte muito estrita dos trabalhos foram absorvida. Utilizando Vigotski e a abordagem sociocultural como exemplo, vimos anteriormente que sua apropriação foi bastante complicada mesmo em seu campo de origem. Mais especificamente dentro das pesquisas em ensino de ciências, temos que elementos de sua teoria que seriam fundamentais para a aprendizagem foram esquecidos. Por exemplo, dentro das pesquisas em interações discursivas, muito pouco se fala sobre a passagem do interdiscurso para o intradiscurso, que poderia mais claramente se referir à aprendizagem. Vigotski já apontava que há uma mudança estrutural na linguagem durante este processo (Vigotski, 1934). O estudo deste processo poderia nos remeter à epistemologia, quando buscássemos distinguir esses dois tipos de linguagem. Além disso, como mais um exemplo, toda conceitualização em torno da noção de atividade, que foi dada pelas gerações subsequentes a Vigotski também é muito pouco discutida. Desta forma, o que parece ser determinante na escolha destes referenciais é sua possibilidade de aplicação nas pesquisas escolares e não somente as possibilidades de desenvolvimento teórico. Embora esta apropriação não seja em si um problema, o que parece que tem caracterizado o atual período é o apagamento de questões que fundamentam os debates sobre a sala de aula. Se as pesquisas sobre interações discursivas vieram para trazer uma nova luz para a dinâmica da sala de aula, a alta intensidade pode estar ofuscando o que ela mesma poderia revelar.

## **1.7 – OS USOS DO ARGUMENTO.**

Na última seção, buscamos mostrar que as pesquisas em ensino têm se afastado cada vez mais do problema da linguagem como suporte e estruturador do conhecimento, isto é, a linguagem como problema epistemológico, para uma visão comunicacional da mesma, na qual os estudos em semiótica e discurso ganham destaque ao possibilitarem uma descrição detalhada das formas como diferentes atores se expressam em sala de aula.

Apesar de nossa história estar “perto do fim”, devemos considerar o atual tema emergente nas pesquisas em ensino, que praticamente já definem alguns episódios de uma história futura, visto o aumento de artigos, teses e dissertações neste assunto. Este tema que é a argumentação. Antes de tecermos comentários sobre suas implicações ao ensino, apresentaremos, como feito anteriormente, alguns aspectos das suas obras fundadoras. Neste caso, exploraremos o trabalho de Stephen Toulmin, que se tornou um referencial unânime nas pesquisas sobre argumentação em aulas de ciências.

### **1.7.1 – A Obra de Toulmin.**

Compreender a relevância e novidade de uma obra implica quase sempre reconhecê-la dentro de um conjunto de trabalhos da qual ela é vinculada (ou até mesmo originária). Nosso autor, Stephen Toulmin, nasceu na Inglaterra em 1922, realizando seu doutorado na Universidade de Cambridge. Como ele mesmo comenta em seu prefácio de 2002 da obra *Os Usos do Argumento*, esse é o contexto de trabalho onde se desenvolve, principalmente, a Filosofia Analítica. Esta corrente de estudos é ainda hoje muito característica dos trabalhos em filosofia realizados tanto na Inglaterra como nos Estados Unidos. Esse campo da nasce das preocupações em lógica, na qual se tem como objetivo básico o estudo da validade das proposições enquanto afirmação verificável, ou o estudo formal de relações entre orações e entre orações e predicados. Dentro desta corrente, nomes como os de Gottlob Frege e Bertrand Russel são reconhecidos como precursores das principais idéias deste campo.

Podemos afirmar que a preocupação atual da Filosofia Analítica é a análise dos significados dos enunciados. Este tipo de estudos, que nos remete também à semântica, tem, contudo, se restringido à descrição formal dos enunciados. Devemos notar que esta



denominação *formal* é utilizada no sentido bem estrito do termo, no qual todo tipo de “rudimento” lingüístico é retirado e o que se espera é a revelação de sua essência lógica.

O trabalho de Toulmin vem para se contrapor a essa visão. No mesmo prefácio citado anteriormente, ele comenta que, dentro deste contexto dos trabalhos em Filosofia Analítica, seu livro é visto como a *anti-lógica de Toulmin*. É claro que esse comentário é jocoso, no entanto, ele é verdadeiro quando vemos que o autor tenta trabalhar a argumentação de uma forma diferente dos estudiosos anteriores.

Para Toulmin, a lógica como campo de pesquisas se desenvolveu como uma área em que as formas comuns ou cotidianas de pensar são desconsideradas. Assim, as formas de argumentarmos na vida prática, quando temos, por exemplo, um problema jurídico, não fazem parte de seu domínio de questões.

*“a ciência da lógica, em toda sua história, tendeu a se desenvolver numa direção que a afasta destas questões, para longe das questões práticas sobre o modo como temos ocasião de tratar e criticar os argumentos em diferentes campos, e na direção a uma condição de completa autonomia, em que a lógica se torna o estudo teórico autônomo, tão livre de preocupações práticas imediatas quanto certos ramos da matemática pura”* (Toulmin, 1959, p.3)

Com isso, o projeto de Toulmin é pensar em que medida é possível estabelecer uma ciência da argumentação que seja compromissada com as formas de pensar que são utilizadas no domínio prático da vida humana. Isso faz com que seu objeto de estudo seja bastante amplo, pois podemos imaginar as mais diversas situações em que se usa a argumentação para algum fim. Assim, para Toulmin, eliminado casos em que se busca fazer uma piada, provocação ou coisas desse tipo, sempre que um homem afirma alguma coisa, isto é, faz uma asserção, ele aspira que sua fala seja levada a sério. Neste caso, se é possível discutir o valor desta asserção, abre-se o campo no qual a argumentação se desenvolve.

A questão central na obra *Os Usos do Argumento* é saber quais são os modos apropriados de criticar e avaliar uma afirmação original. Toulmin alerta que antes de respondermos essa questão é necessário questionar se existe, propriamente dito, uma maneira de realizarmos isso.

*“Podemos produzir argumentos justificatórios de muitos tipos e é aí que imediatamente surge a questão: até que ponto argumentos tão diferentes podem ser avaliados pelo mesmo procedimento, usando-se para todos o mesmo tipo de termos e aplicando-se a todos o mesmo tipo de padrão”* (Toulmin, 1959, p.19)

Com o objetivo de responder a essa questão, ele elabora a noção de *campo de argumento*. Assim, dois argumentos pertencem ao mesmo campo, e podem ser considerados equivalentes, se os dados e as conclusões são do mesmo tipo lógico. Caso não seja assim, eles são considerados de campos diferentes. Seguindo esta direção, podemos afirmar que Toulmin reconhece que existe uma diversidade grande nas formas de argumentar. No entanto, ele pretende verificar se dentro desta variedade existe elementos que são comuns a todos os campos (que ele chama de *campo-invariáveis*) e quais deles dependem do tipo específico de argumentação (que ele chama de *campo-dependentes*).

Em sua investigação, que é bastante longa e aqui não cabe reproduzir todas suas razões, ele verifica, de forma geral, que a estrutura do argumento é basicamente a mesma. Resumidamente, sempre há um jogo em que se verifica a possibilidade ou impossibilidade de algo (um acontecimento, uma constatação, um julgamento etc) ser válido. O que muda é o que ele chama de força ou critérios, que são mais dependentes da situação. Para caracterizar essas mudanças, ele discute a natureza dos verbos modais na produção de enunciados. Assim, uma afirmação pode ser de caráter definitivo, quando temos, por exemplo, a situação *joão foi aprovado em sua defesa de mestrado, quem é aprovado se torna mestre, então necessariamente ele se tornou mestre*. Para um mesmo caso semelhante podemos escrever, *se uma dissertação é bem escrita, é possível que joão seja aprovado em sua defesa e, se isso ocorrer, ele pode ter se tornado mestre*. Em cada um dos casos a força do argumento muda. No primeiro, há uma condição de certeza enquanto que no segundo é uma situação de possibilidade hipotética. No entanto, o autor argumentaria que neste caso a estrutura do argumento não muda, pois em ambos os casos podemos questionar sua validade (*Mas o joão fez mesmo mestrado? Mas ele se qualificou? Ele está no prazo?*). O que muda, primordialmente, são as condições ou modos de realizar isso, isto é, os critérios adotados. No caso de um fenômeno físico, uma lei natural considerada correta pode ser um argumento que valida ou refuta de forma decisiva. Já em um júri, mesmo dentro de uma lei, no sentido de legislação, esta pode agir

como qualificador dentro de algumas condições. O corpo de jurados pode desqualificar o uso de uma lei caso, por exemplo, considerem-se as intenções da pessoa julgada como sendo moralmente justificáveis ou não.

Estabelecendo a possibilidade de um estudo geral dos argumentos, o autor estabelece seu projeto nas seguintes palavras:

*“Em nossa investigação não apareceu, até aqui, nenhum contraste dessa espécie; por tudo que vimos, há um completo paralelismo entre argumentos em todos esses campos diferentes, e ainda não são evidentes quaisquer razões para outorgar prioridade a questões matemáticas e outras semelhantes. Ao considerar, por exemplo, as diferentes razões para quais alguma coisa pode ter que ser excluída no curso de um argumento, encontramos uma abundância de diferenças ao ir de um campo para outro, mas nada que nos levasse a concluir que algum campo especial de argumento fosse intrinsecamente não-racional, ou que o tribunal da razão não fosse, de alguma maneira, competente para se pronunciar sobre seus problemas”* (Toulmin, 1959, p.57)

Então o projeto de Toulmin se concretiza ao considerar que existe uma forma geral de argumentação que independe da natureza do problema. O autor nota que um projeto semelhante ocorreu há muito tempo. O silogismo aristotélico, que liga premissas menores a premissas maiores para gerar conclusões, como no famoso exemplo *Sócrates é mortal, todos os homens são mortais, logo, Sócrates é mortal*, também foi utilizado indiscriminadamente, isto é, como um modo geral de construirmos afirmações sobre o mundo. No entanto, Toulmin considera que este é um padrão muito simples para explicar macro-argumentações, que são os casos em que os dados e as conclusões envolvem um processo mais amplo, que não se reduz ao vínculo entre duas afirmações.

Dentro, então, deste complexo trabalho, Toulmin expõe seu layout dos argumentos, isto é, a forma geral que a estrutura argumentativa dispõe.

Suponhamos, então, que alguém faça uma asserção. Caso ela seja desafiada, é preciso prová-la e mostrar que ela é justificável. Para isso, o primeiro passo é recorrer aos fatos e apresentá-los como os fundamentos para a afirmação anteriormente pronunciada.

Em um caso simples, por exemplo, se dizemos *Galileu observou as estrelas*, ao ser contestado, pode-se apresentar o texto *O Mensageiro das Estrelas*, como alegação.

*“Já temos, portanto, uma distinção a partir da qual podemos começar: entre a alegação ou a conclusão cujos méritos estamos procurando estabelecer (C) e os fatos aos quais recorreremos como fundamentos da alegação – que chamarei de novos dados (D)”* (Toulmin, 1959, p.140)

Contudo, neste processo é possível que os dados sejam questionados. Aqui a questão não é trazer novos fatos para reforçar o argumento. É necessário que se diga *por que* estes dados são válidos para se chegar a tais conclusões. Toulmin considera que esse tipo de processo é normalmente muito restrito à afirmação *se D, então C*, e, de acordo com ele, pode-se expandi-la com lucro e reescrevê-la como *“dados do tipo D nos dão o direito de tirar as conclusões C”* (Toulmin, 1959, p.141).

O autor chama essas proposições de garantias (W), que também poderiam ser chamadas de justificativas. Elas são “adicionadas” aos fatos para validar as conclusões. Assim, até aqui temos uma condição que se resume à seguinte estrutura: A partir de um dado (D) que têm garantias (W), concluímos (C). Esta é uma versão simplificada do modelo. Para chegar a uma versão completa devemos considerar mais três fatores.

À estrutura anterior podemos incluir um qualificador modal (Q). Como vimos anteriormente, ele indica a força do argumento. Assim, pode-se incluir nas conclusões o indicativo “presumidamente”, “provavelmente”, “certamente” etc. Cada um desses qualificadores indica um determinado grau de certeza da assertiva inicial. Além disso, pode-se incluir as condições de refutação (R) que pode ser indicado pela expressão *a menos que*.

Um último elemento que pode ser incluído como apoio às garantias (B). No caso de questionamento, a busca de suas origens ou razões pode atribuir uma maior validade ao corpo do argumento. Locatelli (2006) apresenta um esquema da estrutura de argumentação de Toulmin da seguinte forma:

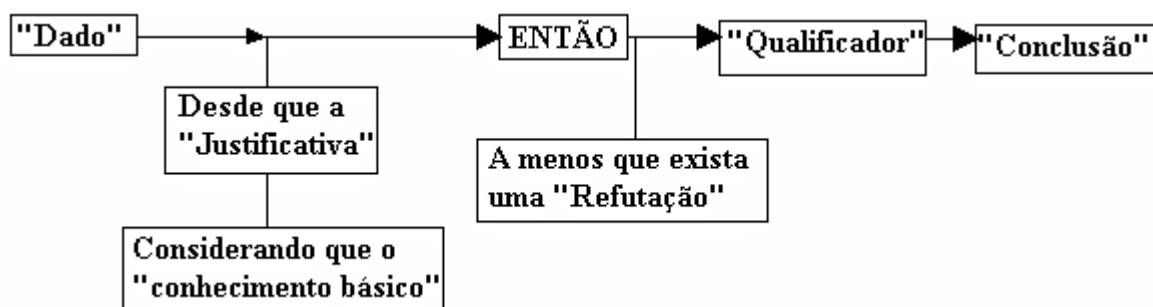


Figura 1 – Estrutura do Argumento segundo Toulmin

Após a apresentação completa de seu modelo de argumentação, Toulmin compara-o ao modelo aristotélico do silogismo para mostrar como, de certa forma, seu modelo é mais amplo e dá conta de uma quantidade maior de situações.

Para finalizar esta seção, apresentamos um exemplo dado pelo autor que ilustra bem sua estrutura argumentativa.

Tomando a afirmação: *Harry, nas Bermudas é um súdito britânico.*

Podemos argumentar da seguinte maneira:

D – Harry nasceu nas Bermudas.

W – *Já que* um homem nascido nas Bermudas será, em geral, súdito britânico.

B – *Por conta de* os seguintes estatutos e outros dispositivos legais.

Q – *Assim*, presumidamente.

C – Harry nas Bermudas é um súdito britânico.

R – *A menos que* seus pais sejam estrangeiros ou ele tenha se tornado americano naturalizado.

Esta estrutura permite, ainda de acordo com o autor, a compreender o processo de argumentação em diferentes campos. Curiosamente, a obra de Toulmin passou a ser mais conhecida fora dos domínios da filosofia. Esta estrutura tem sido muito utilizada em estudos sobre comunicação e em direito. Na próxima seção discutiremos um pouco a sua apropriação no campo de ensino de ciências.

### **1.7.2 – Análise das pesquisas em argumentação.**

As pesquisas sobre o uso da argumentação por professores e alunos é um campo que tem progredido exponencialmente. Ligadas às pesquisas em letramento científico, elas se articulam ao sentido estrito desta noção (Norris e Phillips, 2003) e buscam caracterizar um processo de pensamento que seria característico aos processos de construção de conhecimento nas ciências (Simon et. al., 2006). No entanto, essa suposta articulação com o pensar científico não é a única razão para estas pesquisas se tornarem uma das principais na área.

O conceito de argumentação começa a ganhar força por articular as dimensões discursivas e epistemológicas presentes na sala de aula de ciências. Desta forma, ele tem potencial para resolver a questão que vínhamos trabalhando, que consiste em mostrar uma tensão entre linguagem e epistemologia. Isso ocorre quando se considera que o exercício da argumentação ocorre quando dois pontos de vista são debatidos (Nascimento e Vieira, 2008). Nesta perspectiva, a argumentação é vista como um processo retórico que busca o convencimento do outro (Nascimento e Vieira, 2008; Sampson, Clark, 2008). Assim, dentro desta visão, a argumentação é um fenômeno discursivo que se realiza em interações nas quais um dos participantes quer validar sua afirmação frente a outros. Esse primeiro elemento já nos indica que porque este tipo de estudo nos leva à obra de Toulmin. O ponto de partida do autor é o mesmo, conforme apresentamos anteriormente. Por outro lado, o processo de construção de argumentos pode ser avaliado (Sampson, Clark, 2008) e modelos de argumentação podem ser estabelecidos. Isso implica afirmar que em uma interação discursiva as conclusões obtidas através de um argumento podem ser consideradas como válidas ou não. Além disso, podemos caracterizar os processos de elaboração do tipo de argumentação que levaria a conclusões corretas. Estes estudos então ganham um status epistemológico quando buscam qualificar a argumentação e as conclusões obtidas em uma interação discursiva.

Para definir o papel da argumentação na ciência e, conseqüentemente, no ensino de ciências, os principais autores deste campo têm utilizado como exigência que ela deva ser baseada em dados e evidências (Simon et. al., 2006). Para desenvolver esta visão o trabalho de Toulmin, que propõe um modelo que vai nesta direção, acaba sendo o referencial mais pertinente para este tipo de estudo. Ele tem sido adotado pela ampla

maioria de pesquisadores, nacionais e internacionais, que vêm estudando o processo de argumentação no ensino de ciências (Scarpa 2009, Nascimento e Vieira, 2008; Sampson, Clark, 2008, Paiva 2008, Aufshnaiter, 2008; Berland e Reiser, 2008, Henao e Stipcich, 2008, Sasseron, 2008, Simon et. al. 2006). O único trabalho detectado que não utiliza exatamente o modelo de Toulmin como mostrado anteriormente é o Ramón e Aleixandre (2007). Contudo, os autores partem do modelo de Toulmin, mas propõem uma ampliação ao mesmo. Esse redimensionamento tem com objetivo principal especificar algumas categorias do modelo de Toulmin. Assim, qualitativamente o modelo permanece o mesmo.

Uma questão que foi gerada dentro destes estudos, que é particularmente interessante para esse trabalho, é a de como a habilidade de argumentação se relaciona com outras funções do pensamento na construção de idéias científicas. Berland e Reiser (2008) trataram do problema mais específico sobre qual é a relação entre o ato de argumentar e o ato de explicar. Para os autores, a explicação seria o resultado ou o produto da atividade argumentativa. Assim, o objetivo de um debate seria a construção de explicação por meio da argumentação (Berland e Reiser, 2008).

Henao e Stipcich (2008) respondem à mesma questão anterior de forma mais ousada. Após defenderem a importância central das atividades argumentativas no ensino de ciências, eles propõem uma visão que coloca a argumentação como atividade central do trabalho científico e em sua aprendizagem. Eles defendem que a construção tanto de idéias, como de modelos e explicações, vem do uso da argumentação que abarca todas as habilidades do fazer científico, como raciocinar, discutir, criticar, justificar, avaliar, validar e refutar.

Perante a este quadro, sendo a opção deste trabalho correr riscos, ao menos duas questões podem ser levantadas. A primeira consiste em perguntar se a atividade argumentativa tem realmente esse papel fundamental na atividade de construção do conhecimento científico. Embora boa parte do trabalho do cientista consista em publicações ou debates públicos nos quais o convencimento do outro seja relevante, reduzir o fazer científico a esses momentos nos parece impróprio. Baseando-nos em Thomas Kuhn (1974), já citado neste trabalho, podemos afirmar que a maior parte do trabalho científico ocorre dentro da ciência normal. Se essa ciência se desenvolve por

paradigmas que levam os cientistas a trabalharem dentro de um mesmo quadro teórico e experimental que, conseqüentemente, os fazem compartilhar os mesmos tipos de dados, premissas, procedimentos, práticas, bases teóricas e outros elementos, todo o processo de argumentação fica bastante reduzido perante a própria necessidade de aperfeiçoamento destes elementos que compõem o paradigma. Assim, o que se busca é tornar mais claro pontos que são previamente aceitos. Isabelle Stengers afirma que a ciência dita ‘de ponta’ é aquela que tenta ser a mais operacional possível, levantando o maior número de questões sem se perguntar sobre a pertinência de suas atividades<sup>5</sup>. Por ser a argumentação vista como o processo de debate de pontos de vistas diferentes, seu papel é relativizado quando vemos que, em geral, os cientistas trabalham com os mesmos pontos de vista. Estes pontos nos levam a considerar que a construção de explicações, modelos e teorias envolvem aspectos procedimentais que estão além da atividade argumentativa.

Uma contra-argumentação ao que foi exposto anteriormente pode ser feita. Considerando que o ensino de ciências é diferente da atividade propriamente científica (esse ponto já era a fragilidade do modelo de mudança conceitual) e que o ensino, quase que por definição, envolve diferentes pontos de vista, pois o estudante tem estruturas conceituais diferentes da ciência, a argumentação poderia ganhar novamente um papel central neste processo de negociação de significados. Contudo, neste ponto de vista, a argumentação não deve ser valorizada por ser estruturalmente científica, mas sim por ser heurísticamente um procedimento valioso. Desta forma, ela tem mais valor como estratégia de ensino do que como procedimento epistêmico legitimado. Contudo, isso nos leva à segunda questão que, a nosso ver, é a mais delicada neste contexto.

Com apontamos anteriormente, o modelo de Toulmin tem sido utilizado indiscriminadamente por pesquisadores em ensino de ciências em todo mundo. Visto isso, uma questão que ganha pertinência é: quais são os seus limites? Em outros termos podemos perguntar: o modelo de Toulmin é realmente aplicável a toda situação, como pretendia seu autor? Esta questão é relevante, pois se cada vez mais o desafio das pesquisas em ensino é caracterizar as dinâmicas de sala de aula e entender o *processo* de construção do conhecimento nela, saber qual é o critério utilizado para isso passa a ser um dos fundamentos da área.

---

<sup>5</sup> Extrato de uma entrevista ao jornal Folha de São Paulo de 27/10/1989 apresentado em Almeida (2004).



Mesmo sem a pretensão de resolver a questão algumas considerações podem ser traçadas. Seguindo diferentes autores, como Bruner em psicologia cognitiva e Bachelard, em epistemologia, podemos afirmar que o conhecimento passa por diferentes etapas de elaboração. Além disso, estas etapas são muito pouco lineares e isso significa dizer que seu processo de elaboração tem diferentes níveis de produção. Pensando em termos de perfis epistemológicos, cada um deles reflete uma etapa de maturidade de uma noção científica. Seria quase impensável considerar que uma nova ciência ou campo dela ou mesmo conceito novo, que começa a nascer, possa apresentar-se com níveis de racionalização (no sentido bachelardiano) que definam esse corpo de conhecimentos com precisão. Isso talvez fique muito claro quando olhamos para a história das ciências. Em geral, as primeiras pesquisas sobre um tema novo envolvem um esforço muito grande somente para caracterizar um campo de estudos. Neste nível de elaboração não há conceitos centrais, evidências, procedimentos, dados com alguma validade confirma, qualificadores etc.

Quando Toulmin elaborou seu modelo de argumentação ele queria se diferenciar dos modelos lógicos anteriormente propostos. Mesmo considerando que o autor teve sucesso em seu trabalho, seu modelo não deixa de refletir um procedimento nos quais os elementos envolvidos na argumentação já são suficientemente desenvolvidos para que a mesma possa ocorrer. Assim, para desenvolver uma argumentação em seus moldes, é necessário, previamente, ter um conhecimento razoável do tema em discussão. Isso ocorre, primeiramente, porque os qualificadores somente fazem sentido se a pessoa tem conhecimentos ou informações suficientes para buscá-los como meios de validação de um dado. Além disso, a própria noção de dado é discutível. Em muitos casos da ciência os dados e evidências não construções que passam por um processo longo de elaboração. Esse ponto foi amplamente estudado por Latour e Woolgar em sua obra *A Vida de Laboratório* (1979). Mesmo sem entrar em profundidade na discussão filosófica em torno da realidade, atualmente poucas pessoas considerariam que a realidade se apresenta diretamente a nós. Nosso acesso a ela envolve mecanismos epistêmicos que fazem com que o mundo exterior se apresente para nós como uma representação. Assim, um dado não é dado, é construído. Toda essa digressão é para afirmar novamente que a utilização de dados para o estabelecimento de conclusões somente ocorre quando há um certo

amadurecimento em torno de um tema, no qual os entes envolvidos já são claros para todos os participantes da discussão.

De acordo com as considerações anteriores, nossa hipótese é que o modelo de argumentação de Toulmin é muito pouco propício para explicar os momentos iniciais de elaboração de um determinado corpo de conhecimentos. Julgamos essa questão importante não apenas por se vincular à problemática geral que nos interessa, o processo criativo na ciência e no ensino de ciência, mas, sobretudo, por considerar que uma das maiores dificuldades do processo de ensino-aprendizagem seja o caráter de novidade que o universo científico apresenta para os alunos.

## **1.8 – DELIMITANDO UM PROBLEMA DE PESQUISA: AS QUESTÕES QUE FICAM.**

No sobrevôo anterior buscamos mostrar que existe uma tensão entre características epistemológicas do conhecimento e as necessidades em ser compreender o desenvolvimento dos alunos, seja do ponto de vista individual, seja em sua coletividade. Esta tensão ainda se intensifica quando, com o objetivo de se caracterizar as dinâmicas de sala de aula em relação a contextos mais amplos, referenciais que consideram abordagens socioculturais e discursivas passam a ser utilizados. Embora esses referenciais, em seus fundamentos, abarquem questões epistemológicas em mais alto nível, estas se perdem quando passam a servir apenas como uma ferramenta de análise de dados que apenas se refere à comunicação discursiva. O retorno a textos originais como os de Vigotski e Foucault, mesmo tendo deixado esta introdução longa e até mesmo exaustiva, buscou mostrar que estes mesmos autores abarcam questões maiores como *a caracterização de uma formação discursiva em relação ao pensamento que um sujeito admite com ela* ou *as mudanças estruturais da passagem do interdiscurso para o intradiscurso* ou *como caracterizar um processo argumentativo*. Embora questões como essas pudessem ser a base de uma articulação entre suas respectivas áreas e a epistemologia, elas acabam sendo pouco tratadas pela maior parte das pesquisas. Isso é decorrência da própria dificuldade que o tema encerra e, claramente, seria inapropriado considerar que uma solução fácil possa ser obtida. Contudo, talvez o ponto mais importante que esta tese queira defender é a necessidade de se abrir uma discussão sobre este tema. Dentro deste caminho, duas

questões intrinsecamente vinculadas buscarão ser trabalhadas nos dois próximos capítulos:

1 – A argumentação em momentos iniciais da ciência ocorre de acordo com quais padrões? Eles podem ser reduzidos ao modelo de Toulmin?

2 – É possível descrever o processo de criação, com suas características epistêmicas próprias do fazer das ciências, em termos de análises lingüísticas ou discursivas, de modo a indicar como este processo pode se refletir em produções de alunos do ensino médio?

O próximo capítulo se iniciará com uma discussão epistemológica sobre a criação na ciência. Este recuo é importante para caracterizar como podemos entender esse processo de abstração na ciência e quais são seus compromissos. Em seguida delimitaremos um caminho para o estudo teórico da criação na ciência que possibilite discutir as duas questões levantadas anteriormente. Este caminho nos levará, já no capítulo 3 desta tese, a um estudo histórico em que as obras de Galileu Galilei, Hans Christian Oersted e André Marie Ampère serão tomadas como fonte de análise para nosso trabalho.

Após lidarmos com essas questões, que se delimitarão mais precisamente ao longo dos próximos capítulos e, claramente, serão somente parcialmente tratadas, indicaremos nos capítulos seguintes algumas implicações para o ensino, mais especificamente para atividades que envolvem a escrita pelos alunos.

## **2 – O PROJETO DE UMA POÉTICA DA CIÊNCIA.**

### **2.1 – POR UMA FILOSOFIA DA CRIAÇÃO CIENTÍFICA.**

#### **2.1.1 – O Tema da Criação na Filosofia da Ciência.**

De uma maneira geral, a Filosofia da Ciência questiona a natureza das teorias e idéias científicas e, conseqüentemente, a validade destas proposições. Uma visão de Ciência como uma forma de conhecimento geradora de verdades sobre o mundo fez com que diversos pensadores questionassem os diferentes métodos que a ciência utiliza para criar sua concepção do mundo natural. Durante um longo período, do século XVI até aproximadamente o final do século XIX, o objetivo de muitos filósofos era definir quais procedimentos eram mais adequados para a obtenção do conhecimento e quais eram as possibilidades de estabelecermos um corpo de saberes seguros. Dentro deste contexto, duas correntes filosóficas foram predominantes, o *empirismo* e o *racionalismo*. Não cabe neste trabalho discutir as características destas correntes de pensamento, mas vale notar que em ambos os casos toda subjetividade que pudesse aparecer no processo de construção do conhecimento era rejeitada<sup>6</sup>.

A partir do início do século XX, a visão de que não poderíamos estabelecer um método único, definitivo e objetivo, de se gerar idéias sobre o mundo passou a ser mais aceita. Com o avanço de novas teorias, como a Relatividade e a Mecânica Quântica, que deixavam claro o papel da imaginação e outros aspectos subjetivos durante a elaboração do conhecimento, tornou-se difícil sustentar a visão que negava o papel criativo da mente no fazer científico. Esse problema foi parcialmente resolvido pelo empirista-lógico Hans Reichenbach (1938). Ele procurou distinguir dois momentos da atividade do cientista. O primeiro, denominado contexto da descoberta, seria o momento da criação das idéias e proposições. O segundo, denominado contexto da justificação, seria o momento em que o cientista apresenta suas idéias de forma sistemática. Com isso, ele afirma que somente o segundo momento deveria ser o objeto das análises da Filosofia da Ciência. Na justificação o conhecimento deixa de ter os atributos subjetivos, inclusive os elementos relativos ao processo criativo, e pode ser caracterizado e avaliado através da descrição

---

<sup>6</sup> Para uma discussão sobre o papel da imaginação nas filosofias empiristas e racionalistas ver Paty (2001, 1993). Para um resumo destas concepções ver Gurgel (2006).

lógico-analítica. O primeiro momento, da descoberta, deveria ser relegado aos estudos em Psicologia, Sociologia ou História da Ciência.

A influência de suas idéias, e da escola filosófica à qual pertencia, fez com que a imaginação e o processo criativo, em um sentido mais amplo, fossem pouco considerados como temas de estudo da Filosofia da Ciência. Com isso, como afirma o filósofo Michel Paty, a análise epistemológica explorou muito pouco o contexto da descoberta e se restringiu à análise do contexto da justificação (Paty, 2001).

Muitas importantes obras do século XX, de autores como Ludwick Fleck, Karl Popper, Thomas Kuhn, Gaston Bachelard, Imre Lakatos, buscaram romper com as perspectivas empírico-positivistas e trouxeram novas questões para a discussão epistemológica. Nesta corrente, muitos desses autores passaram a valorizar a História da Ciência como elemento de análise importante, pois o objetivo da Filosofia seria o de compreender como a Ciência se desenvolve efetivamente, ao invés da busca sobre como a Ciência deveria ser. Contudo, os temas da imaginação e dos processos criativos na ciência ainda foram pouco explorados, ou explorados de forma pouco sistemática. Um exemplo curioso disto é a conhecida obra de Karl Popper com título original *Logik der Forschung*. O título em alemão significa *A Lógica da Pesquisa Científica* ou *A Lógica da Investigação Científica*. No entanto, a tradução para o inglês que tornou a obra conhecida foi *The Logic of Scientific Discovery*, que é traduzido como *A Lógica da Descoberta Científica*. O erro de tradução se torna relevante quando notamos que a obra não se dedica aos processos de descoberta ou invenção na ciência. Isto é apontado pelo principal tradutor da obra para o português, que afirma:

“O título inglês dado sempre nos pareceu inadequado como indicação do conteúdo” (Hegemberg, 1973, p.12)

Desta forma, podemos indicar que mesmo a literatura do século XX pouco explorou o problema da criação na ciência (Paty, 2001). Este problema não ocorreu apenas em relação aos estudos em Epistemologia. Mesmo áreas afins, como a Psicologia Cognitiva e a Sociologia das Ciências pouco discutiram, de maneira sistemática, este assunto. Assim, somente muito recentemente, pesquisadores destas diferentes áreas têm buscado questionar o papel da imaginação na construção do conhecimento científico (Nersessian, 2008; Byrne, 2007; Paty 2005; Boden, 1994).

Um dos pontos fundamentais para o início deste debate foi a percepção de que os modelos criados para explicar diversos fenômenos da realidade são representações que vão muito além do que poderíamos esperar de uma percepção sensorial da mesma (Matthews, 2007). Isso implica em admitir que os processos de abstração se desenvolvem por diversos caminhos, muitas vezes com a criação do objeto ou fenômeno a ser explicado, e não como decorrente da aplicação de um raciocínio limitado a uma lógica (indutiva ou dedutiva) clara ou evidente. Esta percepção leva a uma série de questões que olham para a criação em diferentes níveis. A análise da bibliografia recente desta área permite destacar um conjunto de problemas relacionados ao processo criativo da ciência, tais como:

- a) Quais são os principais meios/caminhos intelectuais de criação na ciência? (Nersessian, 2008)
- b) A criação na ciência pode ser considerada um processo completamente desprovido de racionalidade? (Paty, 2005; 2001)
- c) Como os seres humanos criam alternativas à realidade? (Byrne, 2007)
- d) O processo criativo tem as mesmas características em diferentes domínios, tais como as ciências, as artes etc? (Miller 2001, 1996; Gardner, 1993)
- e) Quais são os determinantes sociais para a aceitação e reconhecimento de idéias criativas na ciência? (Brannigan, 1996)

Os resultados desses trabalhos parecem indicar que a atividade criativa, mediada pela imaginação, não é um processo que deve ser resumido a um “momento de inspiração” ou a uma “genialidade individual”. Os autores acima citados parecem considerar que a criação é um processo em que há o desenvolvimento de um pensamento vinculado tanto aos conteúdos conceituais e teóricos (Nersessian, 2008; Paty, 2005), quanto aos objetivos relacionados à construções de explicações e representações alternativas do mundo exterior (Byrne, 2007). Isto significa afirmar que o pensamento passa por etapas que visam tornar inteligível objetos ou fenômenos desconhecidos. No entanto é importante destacar que a existência dessas etapas não implica que elas sejam necessariamente contínuas e/ou puramente lógicas.

Buscou-se com isso, caracterizar o papel da imaginação no pensamento científico, levando-se em conta tanto os atributos psicológicos/individuais, que têm importante participação na criação, quanto os atributos epistemológicos/coletivos que estabelecem a necessidade de um saber coerente e minimamente consensual com o que se busca explicar. Contudo, o debate teórico sobre como considerar o papel da imaginação nesse processo de criação ainda está longe de ser concluído. Ainda há pouco consenso sobre como esta faceta do pensamento participa da atividade científica.

Mesmo considerando este obstáculo, para este trabalho é importante que alguma visão de criação na ciência seja, ao menos, delineada. Desde trabalhos anteriores (Gurgel e Pietrocola, 2010; Gurgel, 2006), temos tratado o problema da imaginação na ciência com um viés epistemológico. Para isso, nos filiamos aos trabalhos de Michel Paty e a corrente filosófica da *Filosofia do Conceito*, para constituir nossa visão. Assim, buscamos caracterizá-la em relação a duas questões fundamentais do ponto de vista da epistemologia. A primeira problematiza as possibilidades de um pensamento racional na construção do pensamento. Este talvez seja um último suspiro cartesiano que busca ser mantido. A segunda se refere às possibilidades de descrição da realidade exterior, pois esta não se apresenta a nós diretamente ou de forma evidente, como já buscamos discutir no final do capítulo 1.

### **2.1.2 – A Criação na Ciência.**

Como apontado anteriormente, a Filosofia da Ciência pouco explorou os momentos de criação na ciência. No entanto, cabe questionar qual o sentido de se falar em imaginação em Ciências. A imaginação, como uma criação individual, distingue-se fundamentalmente de um processo *indutivo*. Neste processo temos uma construção objetiva do conhecimento em relação aos fatos, sendo que certa regularidade nos eventos pode, por indução, gerar uma lei ou princípio científico comum a todos observadores. John Stuart Mill, filósofo do século XIX, é uma das principais referências quando se trata de discutir o papel da indução. Em seu terceiro livro do *Sistema de Lógica Dedutiva e Indutiva* de 1843, quando disserta sobre a indução, ele nega que as inferências geradas a partir desta sejam criações, sendo que estas são dadas pelos eventos. Mesmo admitindo o papel que a mente desempenha na construção das idéias, precisando ter uma estrutura já previamente formada sobre algumas delas, Mill elimina qualquer caráter subjetivo em sua

construção, sendo que quaisquer observadores que se deparassem com os mesmos fatos deveriam inferir as mesmas conclusões. Ao analisar a construção da lei das órbitas elípticas de Kepler, ele faz a seguinte declaração:

*“A concepção de uma elipse deve ter-se apresentado à mente de Kepler antes que pudesse identificar a órbita planetária com ela. De acordo com o Dr. Whewell, a concepção era algo acrescentado aos fatos. Ele expressa como se Kepler tivesse colocado alguma coisa nos fatos pela sua maneira de concebê-los. Mas Kepler não fez tal coisa. A elipse estava nos fatos antes que a reconhecesse (...) Kepler não colocou o que concebera nos fatos, mas viu isso neles”* (Mill, 1843, p.134)

Na citação anterior é clara a posição do autor contra a idéia de criação ao citar o filósofo Willian Whewell, que considerava um papel ativo da mente no processo de elaboração de idéias. Para Mill o papel da mente seria apenas o de ter a construção conceitual prévia da idéia de elipse e isso seria suficiente para o reconhecimento do padrão das órbitas.

Diferentemente da indução, em um processo imaginativo o sujeito tem um papel maior na criação dos conteúdos científicos, pois a percepção de uma regularidade ou a proposição de uma simetria pode ser criada por ele e não demonstrada pela natureza. A principal diferença entre a criação e a indução reside no foco da ação. Neste sentido, a palavra “descoberta”, como normalmente a utilizamos, privilegia o objeto, que está pronto em suas regularidades à espera que alguém construa um caminho de acesso até ele. Já a palavra criação (ou invenção) demonstra uma maior subjetividade, pois envolve uma nova forma do indivíduo olhar uma parcela do mundo atribuindo características à mesma. Isso faz com que o indivíduo tenha uma participação ativa no processo.

As afirmações anteriores somente estabelecem, de maneira geral, como podemos conceber a idéia de criação na Ciência como um contraponto aos pressupostos indutivistas. Para compreender com mais detalhe as características deste processo, faremos um tratamento histórico-epistemológico em duas etapas. Primeiramente buscaremos discutir idéias epistemológicas sobre a racionalidade e a intuição baseados nos trabalhos de Gaston Bachelard, Gilles-Gaston Granger e Michel Paty. Estes autores trabalham dentro de uma tradição francesa da epistemologia que podemos chamar de



*Filosofia do Conceito*<sup>7</sup>, que busca estabelecer uma visão renovada da Filosofia racionalista.

### **2.1.3 – Racionalidade e Imaginação Simbólica na Apreensão do Real.**

Anteriormente vimos que a imaginação goza de pouco prestígio nos principais sistemas de conhecimento elaborados desde o início do período moderno até, ao menos, o final do século XIX. Devemos então, neste momento, nos perguntar se é possível uma definição de imaginação como um processo de pensamento que contemple as exigências de um raciocínio científico. Colocando a questão de outra forma, podemos questionar se é possível que a imaginação cumpra as exigências de um pensamento racional ao buscar tornar inteligíveis fenômenos naturais. Apresentamos a questão desta maneira, pois consideramos que um trabalho epistemológico sobre a criação não pode deixar de considerar os próprios fundamentos (ou possíveis fundamentos) da Ciência.

Uma das possíveis definições para a imaginação é a criação de objetos em um sistema simbólico (Granger, 1998). O pensamento humano se constitui fundamentalmente na capacidade de gerarmos representações mentais para os elementos do mundo, habilitando-nos a nos relacionar com este não somente através dos sentidos, mas também através de construções simbólicas. Isto permite que o ser humano trabalhe sobre estas bases e desenvolva um pensamento conceitual à medida que consegue *operacionalizar* estes elementos, isto é, consegue estabelecer relações entre eles, fazendo com que a partir destas imagens simbólicas, em um sistema mais elaborado, possa estabelecer relações que nos permitem gerar afirmações sobre o mundo.

A imaginação como criação simbólica é geralmente vinculada à imaginação nas artes. Em uma primeira aproximação, estas buscam criar novas representações para o mundo com o objetivo de sensibilizar a pessoa que as apreciam através de composições de elementos significantes, seja através de cores, nas artes plásticas; de palavras, na literatura; ou de sons, na música. No caso das ciências, estes elementos simbólicos criam representações que são fundamentais para a descrição do mundo e servem como apoio ao pensamento. É a partir deste campo simbólico que damos sentido à realidade e este é a base para a construção de idéias conceituais mais elaboradas. Podemos definir a noção de

---

<sup>7</sup> Termo cunhado pelo filósofo Jean Cavailles

imaginário como esse campo que configura as possibilidades de representação e que leva em conta as formas pessoais (subjetivas) de apreender o mundo perceptível. Com isso, a base do entendimento não é relegada a uma representação direta da realidade, mas a uma forma de representação individual desta. Assim podemos afirmar com base na literatura que:

*“O domínio do imaginário é constituído pelo conjunto de representações que exorbitam do limite colocado pelas constatações da experiência e pelos encadeamentos dedutivos que as autorizam”* (Patlagean, 1993, p.291)

O imaginário definido como o campo de representações sobre o qual o pensamento operará determina a primeira forma de descrevermos a imaginação. Ela trabalha construindo um campo simbólico que se enriquece quando novas representações são construídas com base nas pré-existentes. Devemos notar que este processo difere muito de uma abstração indutiva, pois nesta o conhecimento conceitual é uma representação direta da realidade. No caso proposto por este trabalho, a imaginação opera em organizações sucessivas dos sentidos simbólicos, sendo que os novos significados advêm de uma nova *composição*, estabelecida através de *relações* entre as representações que formam o imaginário. Este aspecto é particularmente importante, pois quando consideramos um processo indutivo, o processo de aquisição de conhecimento deve partir de um contato o mais objetivo possível com a realidade, de forma a garantir uma relação entre esta e o pensamento. No entanto, no processo imaginativo, por este depender fundamentalmente da capacidade de compor novos elementos simbólicos, para esta composição é mais importante que o pensamento parta de uma *pluralidade de percepções* subjetivas, em que o indivíduo tem uma representação própria para um determinado setor da realidade. A partir desta, através da criação, ele pode constituir uma unidade entre elas. Com isso, o imaginário se torna importante, pois este permite que o pensamento opere sobre uma diversidade de representações constituídas na mente e não se reduza às percepções imediatas da realidade.

Contudo, a imaginação para ser denominada científica, por mais que seja um ato bastante complexo e de grande subjetividade por estar relacionada à construção simbólica mental do indivíduo, não pode ser uma atividade puramente livre, isto é, desvinculada dos objetivos da Ciência. As novas idéias, quando compostas, devem ser conduzidas a uma

construção racional. Neste sentido, a consideração da imaginação depender das construções simbólicas da mente, isto é, do imaginário, não compromete os compromissos racionais da atividade científica. Visto que:

*“A razão encontra-se no imaginário e no sentido da lógica interna, que não é contrária ao real, mas que, como um caleidoscópio, recria, reconstrói, reordena e reestrutura, criando outra lógica que desafia a lógica formal. Nesse sentido, o imaginário é um processo cognitivo no qual a afetividade está contida, traduzindo uma maneira específica de perceber o mundo, de alterar a ordem da realidade”* (Laplatine e Trindade, 1996, p.79).

O elemento que merece destaque na consideração anterior é a possibilidade de o imaginário buscar ser constituído por um corpo coerente de representações para o real, coerente no sentido de ser uma forma de organizá-lo. No entanto, na mesma afirmação devemos estar atentos ao sentido proposto para a palavra lógica. Na forma utilizada pelos autores, esta é mais bem interpretada como *racionalidade*, pois sua função não é a operação formal de proposições gerais ou abstrações matemáticas, mas sim de sistemas de representações simbólicas que tem como objetivo aproximar nossas representações ao mundo exterior. Desta forma é importante retomarmos o sentido de racionalidade na epistemologia<sup>8</sup>.

A formulação racional envolve uma estrutura que relaciona os elementos conceituais. A evolução da ciência descrita por Gaston Bachelard na forma de evolução de perfis epistemológicos (Bachelard, 1940) considera que a ciência progride ao se estabelecer novos padrões de racionalidade. A cada ruptura epistemológica de uma noção científica, há um processo de reorganização desta em direção a uma maior racionalização, que, no limite, estabelece o ultra-racionalismo. Este último é o momento no qual a descrição de uma entidade chega ao limite “máximo” de relações que este pode ter com outros conceitos. Quando atuamos através da imaginação, as formulações que esta

---

<sup>8</sup> Considerando as diferentes teorias da racionalidade, podemos atribuir quatro dimensões a esta, a conceitual, a dedutiva, a indutiva e a crítica. No entanto, neste trabalho, para a discussão acerca da imaginação, tomamos a racionalidade em sua dimensão conceitual, que consiste na capacidade, necessária ao entendimento nas ciências empíricas, de organização de conceitos pela mente no processo de formação de leis, princípios, modelos etc, com o objetivo de estabelecer relações entre estes e outros conceitos que forem julgados convenientes para a descrição de um fenômeno.

constrói devem ser racionalmente relacionadas com os outros conceitos científicos, isto é, sempre que formulamos novas proposições, os conceitos nela definidos devem ser inseridos na teia de relações que uma estrutura teórica define. Em muitos casos, para a inserção de um novo conceito, é necessário reorganizar essa estrutura, constituindo uma nova racionalidade. Assim Bachelard afirma:

*“(...) o racionalismo é uma filosofia que não tem começo; é da ordem do recomeço. Quando o definimos em uma de suas operações, há muito que ele já recomeçou. Ele é a consciência de uma ciência retificada, de uma ciência que carrega a marca da ação humana, da ação refletida, operosa, normalizante. O racionalismo só tem a considerar o universo como tema de progresso humano, em termos de progresso de conhecimento”* (Bachelard, 1949, p.144).

Bachelard ainda considerará que a racionalidade da ciência não é um corpo de relações absoluto, que se aplica indiscriminadamente da mesma forma a todas as áreas do pensar científico. Para fundamentar essa visão ele apresentará a noção de racionalismos regionais [14]. Para o autor, quando buscamos estabelecer padrões racionais muito amplos, que buscam se aplicar a qualquer setor da realidade de modo indiferente às qualidades da mesma, recaímos a um idealismo. Esta implicação se deve à constatação de que quando o pensamento se aplica a proposições demasiadamente gerais, este deixa necessariamente de considerar características específicas da realidade ao qual ele se aplica. Para evitar isso, o pensamento precisa dispor de uma diversidade de estruturas racionais que se diferem entre si. Isso possibilita a elas se aplicarem a uma “regionalidade”, no sentido de uma forma de pensamento destinada a um setor determinado da realidade. Embora exista nesta visão uma perspectiva de abandono do projeto racionalista de busca de proposições universais, esta é a forma mais adequada de apreender o mundo exterior.

Devemos ainda notar que essa perspectiva *bachelardiana* de descrever o pensamento racional não perde de vista o caráter realista da atividade científica. Contudo, a realidade não é um “dado bruto” que se submete à mente. O vetor epistemológico que Bachelard estabelece coloca a representação do real como etapa final da construção do conhecimento, em um processo que se funda em uma dialética entre pensamento e materialidade.

A partir das considerações anteriores podemos afirmar que a racionalidade não é um sistema de regras fechadas que, de uma forma preestabelecida ao entendimento individual, define o significado das idéias presentes em uma teoria. Na criação, ao mesmo tempo em que novos significados simbólicos são criados, novos padrões racionais que os definirão também deverão ser estabelecidos. Devemos estar atentos a essas considerações, pois a racionalidade não deixa de ter regras próprias, que organizam e estabelecem as relações entre conceitos. O elemento fundamental é considerar que essas mesmas possam ser retificadas, o que possibilita o espaço de criação na Ciência. A imaginação na Ciência trabalha assim, em alguma medida, guiada pelas regras da racionalidade no momento de constituição de novos conceitos. Com isso, a fecundidade das idéias simbólicas, isto é, a capacidade de serem relacionáveis na forma de modelos racionalizados, passa a ser a principal característica da imaginação científica.

Neste sentido, o filósofo Gilles-Gaston Granger, em uma importante obra sobre a razão irá considerar:

*“A razão evolui no sentido de que o ideal de ordem e o processo de construção dos novos conceitos variam ao longo da história. Assim progride a razão matemática que, longe de ser um corpo fechado de princípios, é imaginação regulada, mas criadora.”* (Granger, 1955, p.71)

Com isso, devemos deixar clara a presença deste duplo aspecto inerente à imaginação característica da ciência. Se por um lado, a imaginação, de uma forma geral, consiste na criação de elementos simbólicos através da composição de representações presentes no imaginário do indivíduo que cria, quando consideramos a ciência, as regras que regulam esta operação de composição são baseadas na racionalidade. Isso faz com que ela tenha um papel importante, pois a racionalidade é por natureza a forma de pensamento que busca estabelecer regras organizadoras do pensamento conceitual.

Podemos encontrar forte apoio às idéias precedentes na obra do filósofo Michel Paty. Em sua atual pesquisa, ele busca compreender como novas idéias são criadas, sendo o objetivo de seu trabalho elaborar uma *Filosofia da Criação Científica* (Paty, 2006). No entanto, diferentemente de outros filósofos do século XX, ele não abandonará a perspectiva do conhecimento racional para pensar as construções da ciência, e buscará deixar claro que:

*“Tudo mostra, com efeito, que o pensamento criativo de novas idéias não escapa, numa parte bem significativa, do campo do pensamento racional” (Paty, 2005a, p.2]*

Para dar ao ato criativo uma dimensão racional, ele dará uma nova definição a esta, que a distinga claramente da lógica, e que possa dar conta das construções e modificações ocorridas nas formas de pensamento da ciência com o passar do tempo, isto é, que dê conta da historicidade das idéias.

*“A razão é mais complexa do que a lógica, pois ela opera de maneira não tão precisamente definida e sobre objetos que não são definidos de maneira exata e unívoca como os objetos de um raciocínio lógico. A razão é complexa, ela não se reduz à lógica, mas sabemos por experiência (...) que sem ela não teríamos conhecimentos seguros e objetivos (...) e nem poderíamos comunicar os nossos conhecimentos a outros” (Paty, 2005b, p.7)*

A racionalidade, mesmo vista em um sentido mais amplo e aberta a mais possibilidades, não deixa de ser o fundamento que possibilita a compreensão do mundo exterior. Podemos notar que existe uma correspondência nas formas de se conceber a racionalidade nas obras de Paty e Bachelard. Paty ainda considera que a racionalidade que torna o mundo inteligível, pois a inteligibilidade é a apropriação pela razão, nos pensamentos singulares, de tal elemento de conhecimento da realidade, sendo que é o fato do mundo ser inteligível que permite que a ciência exista como forma de sua descrição.

O estabelecimento de uma nova definição de racionalidade, como função do pensamento que integra os conhecimentos (Paty, 2006; Paty, 2005a), esta deverá unir a mesma à intuição para tornar possível a criação na ciência.

*“Esse trabalho de criação se utiliza do raciocínio (que não encerra apenas dedução, mas também é construtivo ao constituir objetos) tanto quanto da intuição, termo pelo qual designamos aqui uma percepção (intelectual) sintética de um complexo de conceitos. Acrescentamos ainda que o raciocínio, mais explícito, e a intuição, concebida neste sentido, não são dois modos de pensamento em oposição, já que na escolha de seus caminhos o raciocínio é freqüentemente guiado pela intuição” (Paty, 2005a, p.9)*

Podemos notar que Paty utiliza o termo intuição de modo diferente do sentido comum. Para ele, a intuição é uma é definida como sendo a capacidade de apreender, através do pensamento, o mundo em suas diferentes partes como um todo integrado. É importante notar que esta forma de compreensão através do pensamento precisa se distinguir da lógica, pois esta somente nos permite um entendimento analítico das questões científicas. No entanto, para compreensão através da imaginação, que busca formar uma representação simbólica clara dos problemas apresentados, é necessário que o pensamento opere sinteticamente, isto é, buscando uma unidade na totalidade dos elementos da percepção.

*“A intuição física, sem a qual não haveria atividade criativa na pesquisa, é essencialmente uma atitude em relação à experiência (mas a experiência já clareada pela razão), e constitui como uma compreensão em profundidade desta (...) por exprimir sinteticamente o conteúdo” (Paty, 1993, p.458)*

Com isso percebemos que o autor unifica a racionalidade à intuição para fundamentar a possibilidade do conhecimento apreender de forma sintética a realidade. Assim, podemos considerar através das idéias de Paty que a construção do conhecimento se dá através de uma *intuição racional*.

No entanto, para “sintetizar” esta discussão, devemos esclarecer a possível relação das idéias de Paty com a discussão feita no início desta seção. A intuição racional, durante o ato criativo, busca formar uma representação sintética do complexo de percepções com o objetivo de integrar e dar significado a uma parcela da realidade. No entanto, essa faculdade da mente seria muito restrita se operasse somente sobre a percepção imediata da realidade. Com isso, no momento da criação, podemos fazer apelo a outras representações que transcendem as constatações determinadas naquele momento pela experiência sensível. Assim, podemos fazer apelo a diversos elementos simbólicos presentes na mente por um contato anterior com a realidade percebida. Estes elementos foram definimos anteriormente como compondo o imaginário, que acaba por ter a principal função de dar subsídios ao pensamento imaginativo quando este opera como uma intuição racional na construção de novas teorias, conceitos etc, que dão significado a uma realidade.

Com isso, temos que a imaginação opera sobre três bases. O imaginário, que se constitui das idéias formadas por uma forma subjetiva de percepção da realidade; a racionalidade, que estabelece regras que organizam estas idéias e a intuição, que aliada à racionalidade, busca uma compreensão sintética das percepções que compõem o imaginário.

Nesta perspectiva, é importante destacar, um realismo de caráter muito particular se configura. A realidade deixa de ser considerada como objetiva e, principalmente, como fundamento único no qual se baseia a construção do conhecimento. A realidade e sua descrição são, digamos, o ponto de chegada da criação. É para atingi-la que a ciência cria. Contudo, esta postura realista não esconde o quando a criação simbólica é de qualidade diferente do que poderíamos chamar de realidade pura, isto é, sua ontologia. Não existe, assim, regras de correspondências entre ambas, pois não se pode comparar coisas de naturezas diferentes. Nossa criação é, como buscamos mostrar, impregnada de elementos subjetivos. No entanto, tudo isso não significa dizer que o conhecimento não seja válido frente à mesma. Em uma analogia, podemos afirmar que o conhecimento é um mapa simbólico que nos permite “caminhar” pela realidade exterior, que permanece obscura para nós. Contudo, se nosso mapa nos leva ao lugar previamente esperado, isto é, às conclusões que, por exemplo, um experimento indica, isso mostra-nos que em alguma medida o mundo simbólico é uma forma legítima de lidarmos com a mesma.

Para terminar esta seção, apresentaremos uma descrição feita por Paty da descoberta do princípio de relatividade por Einstein, que resume bem suas idéias:

*“O fio de uma racionalidade direta já não parece suficiente, aqui, para guiar sozinho o movimento do pensamento: a dificuldade era de fato um obstáculo real, que demandava, para que se seguisse adiante, um verdadeiro salto conceitual (...) O obstáculo que se erguia perante o pensamento pode ser visto como um nó de conceitos imbricados, no qual nada permite à primeira vista a identificação dos fios que possibilitam a resolução do novelo embaraçado. Somente um tipo de apreensão sintética imediata, mais intuitiva do que analítica, deu a ver, de súbito, depois de várias semanas de esforços infrutíferos, uma via de saída, os fios a serem puxados (...) depois do momento de intuição sintética que abriu o caminho,*



*e a reconstrução das grandezas no percurso desse caminho a partir de então balizado” (Paty, 2005a, p.3)*

Nesta seção buscamos mostrar como entidades simbólicas e abstratas podem ser criadas no contexto da ciência. Contudo, este foi um olhar distanciado, em que a própria natureza simbólica e seus caminhos cognitivos de criação não foram devidamente questionados. Dito de outra forma, as dimensões semióticas e, dentro dela, lingüísticas não foram discutidas de forma a entendermos como elas podem atuar como elemento estruturante do pensamento. Para isso, precisaremos primeiramente compor um caminho de investigação que será apresentado nas próximas páginas.

## **2.2 – CONSTITUINDO UM CAMINHO DE PESQUISA: CIÊNCIA E LINGUAGEM.**

### **2.2.1 – A Ciência e o Problema da Linguagem.**

No capítulo anterior, vimos como as questões relacionadas à linguagem ganharam destaque entre as pesquisas educacionais. Buscou-se mostrar que as razões podem ser divididas em duas categorias. De um lado, elementos teóricos nos indicam que a linguagem tem papel central no desenvolvimento do pensamento. Ao mesmo tempo, as interações discursivas têm papel fundamental na elaboração de situações de aprendizagem e estas têm o mérito de poderem ser analisadas como objeto de pesquisa.

Por outro lado, temos que os trabalhos em argumentação se tornam fundamentais quando tentamos articular uma dimensão epistemológica à aprendizagem. Sua centralidade ocorre por ser o momento na elaboração do raciocínio em que significados são negociados constituindo-se em momento privilegiados de análise. Contudo, a articulação entre a dimensão discursiva e argumentativa da ciência nos parece pouco discutida na literatura, o que o torna campo de pesquisas merecedor de atenção.

Como consequência dos limites apontados, ao final do capítulo, tentou-se problematizar a possibilidade de os modelos de argumentação, atualmente adotados, serem insuficientes para descrição do processo criativo da ciência. Neste momento, iremos estabelecer um caminho que possa nos levar a uma possível resposta. Para isso é necessário nos questionar se há sentido em querer trabalhar uma “lingüística

epistemológica”, que teria como objetivo tratar do conhecimento científico através da análise de seus enunciados. Ainda é necessário refletir sobre a possibilidade metodológica deste tipo de estudo se estabelecer como um campo de pesquisas.

Para isso, exploraremos os trabalhos de três autores, Clive Sutton, Fernad Hallyn e Tzvedan Todorov. Inciaremos pelos trabalhos de Sutton na perspectiva de como epistemologia, linguagem e ensino podem ser unir como um conjunto de reflexões integradas. Em seguida exploraremos as obras de Todorov e Hallyn para aprofundar o que temos chamado de uma *Poética da Ciência*, que se configura como um campo de estudo em linguagem interessada na criação de representações na ciência.

### **2.2.2 – A Obra de Sutton: Uma Porta para a Reflexão.**

Clive Sutton é atualmente professor em Leicester, no Reino Unido. Dentre os pesquisadores em Ensino de Ciências, ele é um dos raros (ou até mesmo o único) a realizar um questionamento epistemológico em relação à elaboração da linguagem.

Em sua principal obra, *Words, Science and Learning*, de 1992, buscou mostrar o papel central das palavras na construção do conhecimento científico. O autor comenta que a visão epistemológica que efetivamente se instalou nas salas de aula desconsidera o papel da linguagem como meio de elaboração do pensamento reflexivo. A razão disto estaria na hiper-valorização dada ao trabalho prático que é realizado pelos alunos. De certa forma, significa dizer que caso o aluno se mostre capaz de realizar com sucesso determinada atividade prática envolvendo o conhecimento científico, isto seria suficiente para indicar que o mesmo foi incorporado (construído) pelo mesmo.

*“Eu não gostaria de negar a importância da experiência, mas uma exagerada confiança no valor da manipulação das coisas, contrastada com o ‘jogo de meras palavras’, pode quase configurar uma idolatria. Atividades práticas podem se tornar tão proeminentes que elas deixam pouco espaço para os estudantes refletirem sobre suas idéias”* (Sutton, 1992, p.2-3, tradução nossa)

Podemos verificar que o autor não pretende, em nenhuma medida, negar o papel da experimentação ou de qualquer atividade prática pelos alunos. A sua defesa consiste em questionar o quanto uma experiência fala por si. A análise da prática com os alunos

parece mostrar que uma prática que não é trabalhada em diferentes níveis, incluindo-se o das idéias, dificilmente “dirá” alguma coisa aos alunos. Em poucas palavras, por si só ela é muda!

Mesmo que essas considerações pareçam óbvias, é difícil reconhecê-las quando atuamos na prática e desenvolvemos experimentos ou demonstrações. O professor, já portador de uma cultura científica, reconhece os conceitos presentes em um fenômeno como evidentes. Desta forma, em uma simples colisão de bolinhas ele “vê” a conservação de momento linear. No entanto, os alunos que se deparam com algo novo, em geral, “vêm” algo diferente, definido pelo que seu conhecimento permite. Se tivermos um caso em que, por exemplo, a luz passa por uma fenda, enquanto o professor “vê” um conjunto de ondas interferindo construtivamente ou destrutivamente, o aluno vê a luz “batendo” e sendo desviada e chegando de forma aleatória na “parede”.

Os exemplos dados anteriormente podem ser um pouco caricatos e um professor mais experiente poderia apontar que é preciso problematizar, fazer o aluno investigar, para que ele possa construir significados. Assim, o trabalho dedicado ao estudo de um fenômeno é certamente algo que se constitui como um caminho ou uma busca. Assim, o aluno deve ser orientado pelo professor para chegar à compreensão esperada. Sobre isso Sutton comenta:

*“Certamente é minha responsabilidade guiar os olhos [dos alunos], mas eu realmente posso controlar o que eles vêem como significativo e o que eles entendem o que a [experiência] quer dizer?”* (Sutton, 1992, p.36, tradução nossa)

A indagação feita pelo autor no extrato acima indica que o processo pelo qual passamos a atribuir significados ao mundo é muito mais complicado do que estamos acostumados a admitir. Com isso, para o ele, o ensino tem como objetivo fazer com que os alunos “vejam” o mundo científico que está por trás das aparências. Como exemplos podemos considerar que o aluno deve ver:

- O sal como dissolvendo, ao invés de apenas desaparecendo.
- Um circuito entre o emaranhado de fios, reconhecendo uma continuidade nele.

- A comida como um “combustível” e a respiração como uma forma de combustão.

- Íons migrando na eletrólise.

Estes exemplos são interessantes, pois mostram como os fenômenos mais simples fogem completamente de nossa percepção. No entanto, a questão que ainda nos resta é saber como esta nova forma de ver, que vai além das aparências, se constitui. Sobre isso, Sutton esclarece:

*“Minha visão de como as pessoas podem aprender ciência é baseada na ligação entre um novo caminho para ver algum tópico e um novo caminho para falar sobre ele. Este novo caminho para falar é mais que algumas palavras extras. Consiste em uma rede estendida de estados de significação”* (Sutton, 1992, p45, tradução nossa)

A concepção de Sutton acaba por ser muito semelhante a um dos modos de Vigotski conceber o papel da linguagem, isto é, o seu papel de organização do real. No entanto, devemos notar que o autor faz este percurso sem considerar os pressupostos sócio-culturais. Sua abordagem parte de uma reflexão sobre o modo como o conhecimento é tratado no contexto educacional. Como vimos, há um problema didático-educacional por trás de seu questionamento que é demonstrado quando ele discute sobre como uma experiência, no sentido de atividade científica, produz significado quando realizada pelos alunos.

Podemos resumir a conclusão do autor sobre esta questão da seguinte forma:

*“Quando circunstâncias são corretas, elas [as palavras] podem excitar a mente das pessoas e mover sua imaginação, na ciência como em outras áreas da atividade humana”* (Sutton, 1992, p.1)

Embora a diretriz educacional dada pelo autor seja bastante interessante, somente ela não responde à questão de como a linguagem atua no pensamento durante o ato de criação na ciência ou no ato de re-criação na escola. Sutton não responde exatamente a essa questão. No entanto, ele dá pistas valiosas neste sentido.

Neste ponto constituímos o principal diferencial da obra de Sutton. Com o objetivo mais preciso de pensar como as palavras atuam em nosso pensamento, ele recorre a breves episódios em História das Ciências. Suas análises são, de certa forma, limitadas. No entanto, seu projeto é interessante.

O projeto do autor é chamado de *fósseis de velhos pensamentos*. Ele busca, à maneira de um arqueólogo, as origens de determinadas expressões que, ainda hoje, fazem parte do vocabulário científico. Para ele, podemos encontrar pistas destas antigas formas de pensar através deste vocabulário. Assim, a linguagem é vista como um registro da elaboração de um pensamento criativo. Como exemplo ele questiona por que nos referimos a um tipo de condensador elétrico como *garrafa de Leyden*. Este termo se refere à época em que a eletricidade era pensada como um fluído. Assim, nada mais natural que algo que acumule eletricidade em seu interior seja nomeado como garrafa. Um caso bem atual é a popular idéia de vírus de computador. Aqui repousa uma analogia entre o homem e a máquina. Se continuarmos, perceberemos que há uma infinidade de palavras que seguem o mesmo processo.

Contudo, o que podemos empreender com este trabalho? Isso nos mostra que o padrão de uso da linguagem em momentos de criação difere da maneira formal que utilizamos enunciados científicos estabelecidos. Desta forma, o autor caracteriza duas formas de linguagem na ciência, uma como sistema interpretativo e outra como sistema de etiquetagem. O primeiro destes sistemas caracteriza os momentos de criação na ciência e o segundo a ciência já amadurecida.

No início do pensamento, a linguagem de um cientista é sempre pessoal e, de acordo com Sutton, mostra uma personalidade viva. O emprego dos termos é subjetivo, isto é, as palavras são escolhidas de acordo com uma intencionalidade. Isso faz com que as figuras de linguagem sejam preponderantes. Ao analisar o trabalho de Robert Boyle, o autor mostra como determinados termos como *partículas elásticas*, demonstram um processo em que duas palavras são conectadas com o objetivo de produzir um novo significado. O que está em jogo é uma necessidade de criar uma entidade que seja a base de descrição do comportamento dos gases.

Este tipo de aproximação do real é especulativo. Muitas vezes até mesmo percebemos que no esforço retórico de argumentação a especulação chega a ser

excessiva. No entanto, o autor aponta que a linguagem acaba ganhando um caráter provisório.

Por outro lado, nos estágios já amadurecidos do conhecimento, quando, por exemplo, este é apresentado em livros didáticos, os enunciados passam a ser despersonalizados e todo aspecto subjetivo da linguagem desaparece. Reproduzimos abaixo um quadro no qual o autor resume as características de cada um destes tipos de linguagem (Sutton, 1997, p.14):

<b>Linguagem Como Sistema Interpretativo</b>  (Para dar sentido às novas experiências)	<b>Linguagem como Sistema de Etiquetagem</b>  (Para descrever, dar conta, informar)
<p>- É claramente o produto de uma pessoa que está dizendo “Eu penso que...” ou “Me parece que...”, “Comecei a pensar se não podia existir um movimento, como se foi, em um círculo” Willian Harvey, sobre o sangue, 1628.</p> <p>“Não escapa a nosso conhecimento que o aparecimento que temos postulado sugere imediatamente um possível mecanismo de copia do material genético” James Watson e Francis Crick, sobre o DNA, 1953.</p> <p>- É analógico ou metafórico: “É como um...” ou “É como si...” ou “Podemos pensar sobre ele como...”</p> <p>- É provisório, impreciso ao princípio</p>	<p>- É aparentemente independente da pessoa:</p> <p>“O cobre se envolve de negro quando se esquentam”</p> <p>“Os metais sempre se descarregam no catodo”</p> <p>“O volume de uma determinada massa de gás é inversamente proporcional à pressão”</p> <p>“Sobre a influência de uma força gravitacional, os planetas se movem em órbitas elípticas”</p> <p>“As moléculas de ar estão em constante movimento”</p> <p>- Parece ser direto e literal, em</p>

e flexível para tentar captar a mesma idéia de diferentes maneiras.	lugar de imaginativo “Estes são os fatos...” “Assim é como é”  - É definido e preciso, e necessita utilizar uma palavra exata para cada coisa.
Quando a usamos para comunicar parece que estamos:  Persuadindo a outros sobre o novo ponto de vista, construindo uma nova comunidade de pensamento.	Neste caso parece que temos:  Transmitindo conhecimento e almejando informação.

Tabela 1 – Tipos de Linguagem da Ciência Segundo Sutton.

Estes dois tipos de linguagem situariam dois limites do discurso científico. Desta forma, o autor afirma que o processo de despersonalização caracterizaria a “evolução” lingüística dos enunciados científicos. Apesar de esta afirmação ser passível de discussão, o que parece ser o elemento mais interessante é considerar que a linguagem interpretativa tem papel fundamental no processo de criação da ciência. Se consideramos este pressuposto verdadeiro, ela poderia ser valorizada como estratégia de ensino.

O único ponto que me parece ser delicado é a delimitação do contexto em que cada tipo destes sistemas, interpretativo e de etiquetagem, aparece. Aparentemente, o contexto da descoberta é desprovido de qualquer compromisso epistemológico com enunciados anteriores e a interpretação é livre, enquanto que, após a um processo, os enunciados adquirem um status que o torna livre de interpretação. O que me parece mais razoável é considerar que durante a atividade científica a produção destes dois tipos de linguagem se sobrepõe. Retornando um pouco a Vigoski, significados socialmente estabelecidos influenciam na construção de sentidos individuais e vive-versa. Assim temos que uma delimitação muito extrema entre sentido individual (interpretativo) e significado coletivo (etiquetagem) pode nos tornar inaptos a pensar em como elementos de criação subjetiva se tornam conceitos.

Veremos com o estudo do trabalho de Ampère que toda sua etapa de construção da idéia de corrente envolve interpretações, mas que estas têm compromissos com enunciados estabelecidos em sua época. Por outro lado, Galileu parte de enunciados estabelecidos por ele para dar novas interpretações à realidade.

Mesmo que não compartilhem com todas as conclusões de Sutton, podemos considerar sua obra como fundamental para as reflexões desta tese. Ao mostrar que a linguagem da ciência em seus momentos de criação tem características e funções específicas que são interligadas, ele abre a possibilidade de trabalharmos sobre a questão que consideramos fundamental que é a articulação entre epistemologia e linguagem. Por um lado podemos trabalhar sobre as propriedades lingüísticas dos enunciados próximos ao momento da criação que, embora não seja o seja a atividade criativa em si, trazem marcas que refletem este momento. Além disso, a função que a mesma tem como sistema interpretativo da realidade carrega o compromisso epistemológico que a mesma linguagem tem como o pensamento que a criação na ciência busca estabelecer.

## **2.3 – A POÉTICA DA CIÊNCIA.**

### **2.3.1 - As Obras de Todorov e Hallyn: Um Direcionamento para a Pesquisa.**

#### **2.3.3.1 – O Caminho Metodológico de Tzvedan Todorov.**

A idéia de uma análise poética vem da opção metodológica dos estudos de narrativas literárias feitos por Tzvedan Todorov a partir dos anos sessenta. Este autor, muito conhecido no campo das letras, busca caracterizar seu trabalho, denominado por ele mesmo de poética, como uma oposição aos estudos em crítica literária (Todorov, 2003, 1971). Ele argumenta que a abordagem crítica, ao buscar delimitar o valor ou diferencial de uma obra, desconsidera a possibilidade de nela existir padrões lingüísticos que possam ser identificados em outros tipos de discurso ou em outras produções de mesmo gênero (Todorov, 2003). Se opondo a essa perspectiva, seu objetivo de trabalho é verificar quais padrões lingüísticos emergem quando estudamos uma obra ou um conjunto de obras que caracterizam uma mesma família. Por exemplo, o autor estuda breves contos de intriga, retirados do *Decameron* de Boccaccio, e verifica que os modos verbais utilizados em cada etapa da história obedecem sempre uma mesma seqüência. Desta forma, seu trabalho se diferencia da crítica pois, enquanto esta última busca sempre os elementos pontuais que



diferenciam uma obra ou parte dela em relação a outras, a poética busca os elementos generalizantes da mesma.

Com esta perspectiva, Todorov abre a possibilidade de elaboração de uma Teoria Literária. O autor utiliza o termo teoria em analogia à como esta noção é pensada nas ciências. Quando se elabora uma teoria, busca-se um conjunto de leis, princípios e conceitos que integrados entre si definem e interpretam fenômenos que passam a ser considerados de mesma natureza. Todorov acredita que o estudo dos padrões lingüísticos de diferentes textos pode nos ajudar a responder, por exemplo, o que faz de um texto ser considerado uma narração literária em cada período histórico ou em cada contexto artístico diferente (Todorov, 2003, 1971). Assim, seu projeto permite qualificar diferentes tipos de textos com o objetivo de estabelecer o que faz deles um conjunto comum.

Embora o autor busque trabalhar em um nível teórico, ele alerta que isso não significa desconsiderar o valor individual de uma obra. Pelo contrário, da mesma forma que um fenômeno científico também guarda em si particularidades, cada gênero trabalhado pode também resguardar suas características e cada obra preservar sua originalidade particular. No entanto, o que nos parece fundamental, é que esta particularidade somente faz sentido dentro de um espectro de possibilidades que os mecanismos lingüísticos delimitam. Isso faz com que o trabalho criativo seja identificado dentro de seu contexto, sendo assim historicamente confinado. Ele ainda alerta que não existe um limite de gêneros possíveis, sendo que uma obra individual, que difira completamente de outras, possa ela mesma configurar um gênero. Contudo, neste caso não deixa de ser importante que os padrões internos à própria obra sejam identificados e situados dentro de um corpo teórico maior.

Embora muitas de suas idéias coincidam com autores que o precederam, em especial Bakhtin que o influenciou diretamente<sup>9</sup>, o que nos parece interessante nesta perspectiva é trabalhar em dois níveis de análise que concilia dimensões que aparentemente são contraditórias quando olhamos para o trabalho de elaboração de um texto. Por um lado, temos uma análise macro, isto é, que considera o conjunto lingüístico que compõe o texto como uma unidade coerente que reconhece a obra como individual e,

---

<sup>9</sup> Todorov é considerado um dos precursores no estudo de Bakhtin no ocidente. Foi um dos primeiros a traduzir Bahktin para o francês e se tornou um de seus maiores comentadores.

desta forma, única e possivelmente inovadora. Por outro, não se perde a perspectiva micro, que verifica as regularidades lingüísticas que qualificam o modo de composição do discurso, sendo que nelas identificamos elementos que são próprios da cultura e do período histórico à qual a obra está envolvida. Assim, compõe-se o novo, a obra que se realiza concretamente, a partir do velho, que não é uma regra explícita, mas um limite potencial de padrões lingüísticos abstratos que obedecem certas regularidades.

Em seguida utilizaremos a obra de Hallyn para mostrar que este tipo de estudo pode se realizar com fins próprios à compreensão do funcionamento da ciência.

### 2.3.3.2 – O Caminho Metodológico de Fernand Hallyn.

Fernand Hallyn é belga e atualmente professor na Universidade de Ghent, onde leciona Literatura francesa e universal. Suas preocupações como pesquisador se dirigem principalmente à literatura da renascença, entre elas, a científica. Sendo uma pessoa dedicada às letras, publica principalmente seus trabalhos nesta área e, diferentemente de Sutton, está longe das discussões em ensino. Por isto, acreditamos que se trata de autor pouco conhecido na área de educação científica.

Diferentemente de como fizemos com outros autores, não analisaremos sua obra de modo a apresentar suas principais idéias, métodos e conclusões. Isso decorre do fato de algumas delas divergirem muito em relação aos interesses deste trabalho e acabariam por tornarem sua apresentação apenas um exemplo ilustrativo. Para nós interessa a metodologia de pesquisa por ele concebida, pois a mesma nos dá um bom caminho para nossa própria reflexão.

Em uma coletânea de artigos o autor, inicialmente, caracteriza seu trabalho como uma *Poética Científica*. Embora se refira a uma poética de modo muito semelhante à Todorov, Hallyn não faz referência explícita a ele.

Em sua obra, o problema apresentado inicialmente é muito semelhante ao identificado por Sutton. Nos primeiros parágrafos de sua apresentação, ele relata uma história atribuída a um célebre naturalista suíço, Louis Ágassiz. O episódio começa quando o naturalista pede a um aluno que descreva um peixe. O jovem realiza a tarefa em poucos minutos e apresenta ao professor. Então o professor pede que ele o refaça. A cada

tentativa o aluno detalhava sua descrição, mas o professor pedia sempre que ele a refizesse. Ao final de três semanas o aluno consegue terminar o trabalho, mas a essa altura o peixe já se encontrava em estágio de decomposição.

Esta história é representativa da mentalidade científica constituída no início da ciência moderna e desenvolvida principalmente ao longo do século XIX (época vivida pelo naturalista dessa história). Isto é, ao longo do tempo se estabeleceu um ideal de descrição que deveria ser alcançado por todas as ciências. De forma simples, podemos dizer que o conhecimento deveria ser uma cópia do real. Assim Hallyn comenta:

*“Nós podemos ver na história de Ágassiz uma espécie de parábola que representa o ideal de uma representação científica em que toda mediação entre sujeito e objeto ficava fora. Esta representação vem evidentemente de um mito. Não existe contato puro com um objeto. O olhar é sempre dirigido, limitado por condições precisas, por protocolos admitidos, por fins explícitos e implícitos, por um saber já aceito, por pressuposições e implicações que concernem os fundamentos e os fins, ou ainda os valores colocados em obras”* (Hallyn, 2004, p.11, tradução nossa)

Embora essa tendência positivista do século XIX pareça superada, muitas vezes percebemos que resquícios dela ainda são presentes. Em uma pesquisa atual, neurocientistas submeteram alunos a uma experiência que buscava reproduzir a criação das leis de Kepler (Qin e Simon, 1990). Nela, uma tabela de dados de cinco planetas, apresentando a distância em relação ao sol e o período de revolução era fornecida aos estudantes. Os autores da pesquisa mostram, então, que em pouco tempo, em uma hora, quatro dos alunos chegam à formulação da terceira lei de Kepler e um quinto chega muito próximo. Os alunos que não conseguiram neste intervalo de tempo tinham maiores dificuldades em matemática. Assim, a conclusão apresentada é que em condições idênticas ao contexto da descoberta, pessoas de uma inteligência comum podem redescobrir uma lei científica. A partir do resultado desta pesquisa, Hallyn questiona: Como nas mesmas condições? E afirma que a falta de conhecimento histórico dos autores é surpreendente. Retomando os trabalhos de Kepler, ele mostra como a visão de cosmos do autor foi fundamental na seleção dos dados que ele obteve de Tycho Brahe. Resumindo a descrição dada, foi cosmovisão de harmonia musical de Kepler que

possibilitou seu trabalho e, sobretudo, o ajudou a encontrar uma ordem entre a enorme quantidade de dados que ele dispunha. Além disso, ele precisou elaborar um modelo mecânico para explicar a dependência entre os planetas e o Sol (algo como uma roda de bicicleta) para constituir um corpo coerente de explicações, visto que seu trabalho é anterior à gravitação.

Com o exemplo histórico de Kepler podemos perceber que existe todo um processo de criação prévia que permite a análise matemática dos dados. É justamente nesta etapa prévia que todos os elementos de mediação, citados anteriormente pelo autor, atuam preponderantemente. Os pesquisadores americanos haviam obtido os dados de uma enciclopédia, sendo estes dados atuais e não próprios da época de Kepler.

Todo este exemplo busca demonstrar que o estudo da criação científica precisa de um cuidadoso trabalho histórico, de forma que os condicionantes do processo não sejam apagados. Como afirma Hallyn:

*“Um verdadeiro estudo da descoberta científica não pode fazer economia de uma boa informação histórica. É indispensável seguir os traços mais diversos da história, as falsas descobertas, os impasses, os fracassos etc, para poder produzir resultados aceitáveis”* (Hallyn, 2004, p.31)

Além disso, se os condicionantes da criação são localizados na forma como o sujeito vê o mundo, isto faz com que o ponto principal de análise recaia sobre as maneiras como ele representa esta mesma realidade. Dito de outra forma, seus mecanismos de produção simbólica.

Hallyn considera que uma das possibilidades metodológicas para este fim é o estudo retórico, que analisa o enunciado como discurso. Este tipo de análise considera como determinadas idéias se apresentam e se opõem, como se argumenta, como se defende etc. No entanto, ele propõe um segundo tipo de abordagem lingüística que ele chama de *poética*.

*“A abordagem poética, que pode também ser chamada de retórica profunda, explora a formação de representações. Ela tem por objeto de estudo a ciência enquanto ela é feita. Ela tenta, notadamente, descobrir em um processo de*

*invenção ou de descoberta os traços de uma atividade ou de um imaginário tropológico (produtor de operações semânticas, tais como a metonímia e a metáfora, conduzindo a transformações conceituais) e narrativo (produtor de histórias como experiências de pensamento, valor da argumentação e da exploração) é colocado em obra. A poética ou a retórica profunda aborda o enunciado como texto. Ela o considera como uma estrutura ou uma composição formal e temática mais ou menos coerente, dotada de semelhanças e diferenças com outras composições ou estruturas que não aparecem necessariamente no mesmo campo, mas são os traços de um trabalho heurístico no qual o produto é despido” (Hallyn, 2004, p.12-13, tradução nossa)*

O que parece interessante na abordagem estabelecida por este autor é que ele considera dois níveis de análise, muito semelhante a Todorov. Em um primeiro nível, que ele denomina de tropológico, realiza-se o que chamamos anteriormente uma micro-análise lingüística, que observa como as figuras de linguagem produzem significados. Neste caso, por exemplo, se localiza uma metáfora como elemento de produção de sentido dentro de um enunciado. Em um segundo nível, o conjunto de enunciados é verificado. Olha-se para o corpo do texto como uma narrativa, que tem toda uma estrutura de composição própria e que articula um complexo maior de idéias. Desta forma, elementos de coerência e coesão argumentativos podem aparecer. Assim, os elementos de intencionalidade emergem. Isso somente acontece se observamos a elaboração do conhecimento como uma produção narrativa.

Esse projeto, um pouco mais ambicioso, resolve o problema que apontamos em relação à categorização de linguagem feita por Sutton. Aqui, abre-se espaço para que diferentes gêneros de discurso se relacionem dentro de um espaço maior de criação.

#### **2.4 – UM CAMINHO PARA PROSSEGUIR.**

Na primeira parte deste capítulo buscamos apresentar uma possível visão epistemológica para a criação na ciência. Resumidamente definimos este processo como uma composição simbólica, baseada no imaginário, em que a mesma é guiada por uma intuição racional. O produto desta criação é por nós caracterizado como uma representação sintética que busca se “sobrepôr” ao real. Assim, privilegiamos a um

aspecto da ciência como forma de conhecimento que busca tornar a realidade exterior um elemento inteligível a nós.

Na segunda parte apresentamos uma metodologia em estudos literários que é denominada poética. Buscamos mostrar que ela é pertinente aos estudos que justamente tem como objetivo a compreensão de como representações são criadas do ponto de vista lingüístico. Assim, ela busca ser um meio de compreendermos em mais profundidade o processo criativo apresentado anteriormente.

Esta metodologia trabalha em duas dimensões. Em um nível narrativo, buscamos compreender como a totalidade de um texto é composta. Isso implica verificar como um tema é introduzido, como “fatos” são encadeados e como rupturas e tensões sobre eles são estabelecidas. Em um segundo nível, verificamos como cada parte do texto é composta. Para nossa análise desta dimensão, privilegiaremos o estudo das figuras de linguagem (chamadas de tropos em lingüística, o que faz deste um estudo tropológico nos termos de Hallyn). O papel destas figuras é central, pois, como definem autores da área de análise de discurso, estas são as responsáveis pela produção de sentidos que se referem a uma entidade exterior ou referente (Charaudeau e Maingueneau, 2004). Desta forma acreditamos que elas terão um papel central na composição do texto científico.

No próximo capítulo, analisaremos obras que foram fundadoras em suas respectivas áreas. Nosso objetivo será compreender como o texto científico é composto de modo a criar uma nova forma de conhecimento.

### **3 – GALILEU, OERSTED, AMPÈRE E AS ORIGENS DO CONHECIMENTO.**

#### **3.1 – APRESENTAÇÃO.**

No capítulo anterior, através principalmente dos trabalhos de Sutton, Hallyn e Todorov, buscamos justificar a opção metodológica de se trabalhar as dimensões lingüísticas e epistemológicas da ciência através de um viés histórico. Estes autores, principalmente Sutton e Hallyn, nos mostram a possibilidade de recorrermos aos textos originais para revelar estas dimensões no fazer científico. Ainda nesta direção podemos apontar que por nosso problema consistir em fazer uma discussão epistemológica das características da linguagem nas ciências, como nos ensinam as obras de Kuhn, Bachelard e outros. Desta forma, esta pesquisa se constitui através de um olhar sobre a ciência em processo de produção. Assim, antes de propormos qualquer categorização sobre o pensar científico, devemos verificar como a ciência se constituiu ao longo da história.

Se aceitarmos como claro este ponto, agora devemos justificar os dois episódios escolhidos como elementos de reflexão para nós. O nosso problema de pesquisa consiste ainda em verificar como, nas primeiras tentativas de elaborarmos uma explicação, as mesmas dimensões citadas anteriormente aparecem. Colocando a questão de outra forma, seria como, em um contexto científico, indagar-nos sobre os modos de tratar algo ainda pouco conhecido. Essa delimitação faz com que os episódios históricos mais interessantes para nossa análise sejam àqueles contendo algum elemento de novidade, ou seja que não pode ser incorporado como apenas mais um componente de conjunto de fatos conhecidos. Em termos foucaulnianos, seria identificar uma formação discursiva em seu processo de elaboração. No entanto, esses tipos de caso são raros, pois, como demonstrou Thomas Kuhn (1974), na maior parte do tempo os cientistas trabalham dentro de um paradigma determinado. É importante ressaltar que mesmo na ciência normal é possível encontrar elementos de novidade e podemos até mesmo afirmar que muitos dos cientistas que trabalham nela são extremamente criativos. No entanto, o campo de experiência está em geral bem delimitado e, principalmente, as formas lingüísticas e argumentativas de nos referirmos a eles já estão formatadas. Assim, a atividade criativa na ciência normal ocorre em outros níveis, em geral que aperfeiçoam os métodos em voga.

Interessam-nos, então, os casos em que uma anomalia é identificada e não há como interpretá-la através de um conjunto de estruturas simbólicas previamente constituídas. Isso limita os casos em que este tipo de evento ocorre. Deste modo, dois casos em que claramente uma novidade foi obtida e todo o discurso foi constituído a partir dela foram selecionados.

O primeiro caso por nós tratado se refere à Astronomia como área do conhecimento. Este episódio é de tal modo reconhecido, que ele foi eleito o marco principal desta área.<sup>10</sup>

Quando Galileu apontou sua luneta para o céu, viu coisas que não eram previstas/permitidas pela visão de mundo de sua época, isto é, o aristotelismo. Observou um conjunto de estrelas que antes não eram visíveis, verificou que Júpiter tinha satélites e que a Lua tinha um relevo montanhoso. Entre essas três novidades a última é a mais interessante. Como veremos, para conseguir fazer com que os outros “vissem” o relevo lunar, foi preciso um árduo trabalho de argumentação. Este exemplo é curioso, pois contraria todo nosso espírito objetivista. O que parecia ser tão óbvio e claro por ser “visível” aos nossos olhos, não o era. Utilizando as palavras apresentadas previamente por Sutton, é preciso fazer ver e, para isso, é preciso compor os elementos a serem vistos através da utilização de palavras ou, em um sentido mais amplo, de estruturas simbólicas.

O segundo caso de análise será o início do eletromagnetismo, ocorrido em 1820. Nesta época, os fenômenos elétricos e magnéticos eram bem conhecidos, mas a sua correlação não. Contudo, uma grande mudança se instaura quando Hans Christian Oersted, durante o inverno europeu de 1819-1820, realiza uma experiência em que a relação entre eletricidade e magnetismo ocorre. Mais uma vez, temos a ocasião de um acontecimento que não se reduz ao conhecido. O experimento, que consistia em ligar um fio a uma bateria (fenômeno elétrico), possibilitou verificar uma novidade, que a agulha de uma bússola era desviada quando colocada próxima ao fio (fenômeno magnético). Explicar isso exigiu um esforço de imaginação que, como veremos, precisou definir uma série de conceitos que não existiam.

---

<sup>10</sup> Como a construção da luneta e a conseqüente observação do céu ocorreram em 1609, quatrocentos anos depois, em 2009, comemoramos o ano da Astronomia



Podemos apontar um diferencial deste segundo caso em relação ao primeiro. O eletromagnetismo ainda exige o esforço de “descrever o invisível”. Quando nos referimos a corrente elétrica ou campo eletromagnético, estas são entidades que fogem completamente da nossa percepção. Assim, os “fatos” vinculados a estes fenômenos são apenas indicações indiretas dos mesmos, mediadas por pressupostos frutos de construções científicas coletivas. Isso traz uma dificuldade em associarmos discurso à realidade, tema central neste trabalho.

Neste contexto de criação, do eletromagnetismo, três personagens são importantes, Hans Christian Oersted, André-Marie Ampère e Michael Faraday. No entanto, focaremos os trabalhos destes dois primeiros, pois deles vieram a ser as primeiras tentativas de descrever o fenômeno que ocorre na chamada, mesmo atualmente, experiência de Oersted.

### **3.2 - GALILEU E A “A MENSAGEM DAS ESTRELAS”.**

Para compreendermos a mudança profunda realizada por Galileu, é condição necessária apresentarmos a visão de mundo presente em sua época, pois é só a partir dela que podemos entender seu esforço criativo e, também, como seu discurso é formado em relação aos seus interlocutores. ou seja as pessoas que precisavam “ser convencidas”. Desta forma, primeiramente apresentaremos a visão pré-galileana do cosmos para, logo em seguida, considerar o trabalho de Galileu.

#### **3.2.1 – O Cosmos Aristotélico.**

O céu percebido diurnamente contém algumas coisas que, aparentemente, ocorrem sempre da mesma maneira. O exemplo mais simples disso é o Sol, que se levanta toda manhã, no lado leste do horizonte, e se põe do lado oposto, a oeste, no final da tarde. A regularidade de certos acontecimentos e a presença constante dos mesmos objetos celestes fez com que diferentes pensadores, das mais diversas culturas e épocas, buscassem criar modelos completos em que todos esses fenômenos observados no céu fossem explicados. Isso quer dizer que esses homens buscavam decifrar como o Universo funciona, em toda sua extensão, e como ele é organizado. Poderíamos citar muitos exemplos, que incluem sábios de origem indiana, árabe, chinesa e outras, no entanto,

apresentaremos apenas alguns traços da tradição grega, que foi sem dúvida a mais influente no desenvolvimento da ciência moderna.

Popularmente, talvez, os gregos sejam mais conhecidos pelos seus mitos. Mesmo que alguém não conheça as narrativas mitológicas em detalhes, nomes como Zeus, Apolo, Netuno, Tróia, Aquiles e muitos outros fazem parte de nosso imaginário social. Nessa tradição, o tema da origem do Universo é presente, e hoje temos algum acesso a ela pela obra *Teogonia*, de Hesíodo. Nesta obra, Céu e Terra são personificados como homem e mulher e, a partir de uma relação um tanto quanto conflituosa, nasce o Universo com todos os seus componentes.

Por volta do século VII a.C. uma revolução no pensar ocorre entre os povos que hoje compõem a Grécia. Essa mudança se tornou conhecida como o início da Filosofia. O historiador Jean Pierre Vernant (1973) explica esta mudança em termos sociais. Com a formação da *polis* Grega as pessoas deixam de ficar submetidas a uma estrutura social extremamente hierarquizada e começam a desenvolver a noção de cidadão. Neste caso, a utilização da escrita também é fundamental para o ato de legislar. Esses, e mais um conjunto de fatores ocorridos a partir da formação da cidade-estado grega levam a uma nova forma de mentalidade. Neste contexto, a explicação mítica vai aos poucos sendo abandonada e a busca de causas que independem da vontade dos deuses com o tempo começa a ocorrer. Aqui temos, então, que o ato de questionar as regularidades do Universo e o porquê delas passa a ter sentido.

Tales de Mileto (século VII a.C.) é considerado o primeiro filósofo da história. A sua maior contribuição foi a de lançar a questão: *Do que são feitas todas as coisas?* Dentro de uma concepção substancialista uma séria de respostas é dada. Para o próprio Tales, a resposta seria que a Água é o elemento fundamental. Já seus contemporâneos Anaxímenes, Xenófonos e Heráclito respondiam de forma diferente. Para o primeiro deles, o Ar seria o elemento fundamental, enquanto para Xenófonos seria a Terra e, no caso de Heráclito, o Fogo.

Um século depois, Empédocles de Akragas faz uma síntese dessas filosofias e estabelece que os quatro elementos citados seriam a base do Universo.

Apesar do grande valor de todos estes pensadores antigos, o mais influente de todos foi Aristóteles (384 a 322 a. C.). Sua obra é um recorde absoluto em tempo de permanência como conhecimento aceito, persistindo a críticas durante dezoito séculos. Isso ocorreu, sobretudo, devido a questões extrínsecas ao conhecimento. Ao ser adotada pela igreja, ela sobrevive ilesa a toda Idade Média. No entanto, isso não pode apagar seu valor interno.

Aristóteles atuou nas mais diversas áreas do conhecimento, como a Física, a Astronomia, a Metafísica, a Lógica, a Retórica e as Ciências da Vida. O mais interessante, contudo, é que seu sistema de conhecimento, incluindo todas essas áreas, é coerente entre si. Por exemplo, para entendermos a sua explicação para a queda dos corpos, é necessário recorrer à sua lógica, na qual ele distingue os quatro tipos de causas, para então organizarmos a configuração dos céus para, no fim, darmos uma explicação física para a queda dos corpos (Porto, 2009). Temos, então, que sua obra é um marco do esforço teórico em se estabelecer um conjunto de conhecimentos que explique o cosmos em todas as suas dimensões. Expor toda a sua obra seria tarefa árdua para esta humilde tese. No entanto, ao menos apresentaremos sua representação do Céu, pois ela será o objeto de crítica por Galileu.

Para Aristóteles, o Universo era finito, isto é, existia somente em uma região limitada do espaço. Esse “lugar” onde tudo ocorria deveria ter uma forma esférica, como uma bola. No entanto, diferentemente de uma bola de futebol, que dentro tem somente ar, nosso Universo, para Aristóteles, era formado de uma série de esferas umas dentro das outras, como uma cebola, que é formada de várias camadas (Koestler, 1959; Martins, 1990).



No centro do Universo estava nosso planeta Terra, que sempre permanecia parado. Considerando que a Terra é o núcleo de tudo, a primeira camada que a envolve é a esfera lunar, onde, como o nome indica, estava situada a Lua. Em seguida, vinha a esfera do planeta Mercúrio. Na terceira camada estava Vênus e na quarta o Sol. Somente na quinta, sexta e sétima viriam

respectivamente Marte, Júpiter e Saturno. As últimas esferas seriam o local das estrelas fixas, que tinham esse nome por parecerem estar sempre no mesmo lugar. É importante lembrar que os planetas Urano, Netuno e o falecido Plutão não haviam sido descobertos nesta época, fazendo com que Aristóteles não os incluísse no seu modelo de cosmos.

O movimento do Sol e de cada planeta era explicado através do giro de cada uma das camadas que compõem o céu. Isso é importante, pois é muito diferente do que pensamos atualmente. Hoje consideramos que alguma coisa pode caminhar livremente no espaço. No entanto, para Aristóteles, não era assim. Cada objeto celeste estava preso em um ponto determinado da camada esférica, fazendo com que toda ela tivesse que girar para provocar seu movimento, como ocorre quando uma pessoa brinca em um carrossel. Por isso, cada planeta deveria estar em uma camada diferente, pois já se sabia que cada um deles viaja com uma velocidade determinada e, assim, não poderiam estar girando no mesmo lugar (Koestler, 1959).

Essa é a versão mais simples do cosmo Aristotélico que, para conseguir explicar o movimento de todos os objetos celestes com exatidão, chegou a considerar a existência de 55 camadas esféricas diferentes, cada uma com um movimento próprio.

Poderíamos questionar como era possível explicar o fato de, alguém na Terra, conseguir ver as estrelas, que estão no ponto mais distante do céu, se no meio de tudo isso havia mais de 50 camadas, umas sobre as outras. Isso não era um problema para Aristóteles, pois, para ele, as camadas que formam todo o céu eram constituídas por um elemento muito sutil, que era imperceptível para os homens e que ele chamou de éter ou quintessência. Assim, ninguém poderia perceber a existência de cada camada, mas somente veria os objetos presos nela. O éter/quintessência era uma substância especial, que formava somente as coisas existentes no céu ou, como diria Aristóteles, na esfera supralunar ou celestial. É interessante notar que até hoje as palavras “etério” ou “quintessência” são utilizadas como sinônimo de requinte e perfeição. Na região sublunar, isto é, abaixo da Lua, onde estava a Terra, a matéria era composta por quatro elementos básicos diferentes do céu, fogo, ar, água e terra, sendo que todos os materiais presentes aqui na Terra seriam combinações destes elementos fundamentais.

O que devemos destacar na visão aristotélica é a diferença radical entre o mundo sublunar e supralunar. Neste último, os objetos, incluindo a Lua são perfeitos. A

superfície lunar é considerada como algo perfeitamente esférico em forma e sem qualquer tipo de relevo. As estrelas fixas, como seu nome nos indica, são imutáveis, mas não apenas em termos de posição mas também de constituição. Elas são eternas e qualquer modificação em sua estrutura poderia indicar um início ou um fim.

Além de o céu ser formado por um elemento especial, nele todos os movimentos também deveriam ser especiais. Por isso, as camadas de éter que carregam os astros somente realizavam movimentos perfeitamente circulares, pois, acreditavam os gregos, esses movimentos poderiam ser considerados perfeitos, e não poderia haver movimentos imperfeitos no céu. Na Terra, a coisa era diferente. Aqui os objetos poderiam realizar movimentos em qualquer direção, mas cada elemento básico teria seu "lugar natural". O lugar natural da terra, constituinte básico de quase todos os materiais é o centro do Universo.

Com isso, Aristóteles explicava porque os objetos caíam, pois seu movimento natural estava sempre direcionado para o chão, ponto mais próximo do centro da Terra que o objeto podia chegar. O lugar natural da água era sobre a terra e do ar acima da água. Com isso, Aristóteles explicava porque os lagos e os oceanos estão sobre a parte terrestre e porque o ar está acima de tudo. Por último, o fogo deveria estar sobre todos os elementos, e por isso que toda chama tende a subir. Com isso, o Universo passava a ter uma organização que explicou, durante vários séculos, muitos dos fatos conhecidos.

### **3.2.2 – Galileu e seu Tempo**

O modelo aristotélico-ptolomaico sobreviveu muitos anos e ainda era o mais aceito no início da renascença. No entanto, alguns elementos traziam dificuldades explicativas. Entre eles, podemos citar o movimento retrógrado dos planetas e a constante proximidade de Mercúrio e Vênus em relação ao Sol.

No início do século XVI, Nicolau Copérnico estudava em detalhe a astronomia geocêntrica e trabalhava na elaboração de mapas celestes para a localização no mar. Além disso, era um homem educado na leitura dos filósofos antigos e conhecedor da obra de Ptolomeu. Em 1510 elabora um pequeno tratado em que expõe, pela primeira vez, as conclusões de seus trabalhos. Em seu início o autor afirma que sempre pensou que haveria um meio mais simples para descrever os movimentos dos corpos celestes. Após

refletir sobre este problema “quase insolúvel” (Copernico, 1510, p.113), ele declara que é possível resolvê-lo caso se cumpra sete exigências:

*“Primeira Exigência*

*Não existe um centro único de todos os orbes ou esferas celestes.*

*Segunda Exigência*

*O Centro da Terra não é o centro do mundo, mas apenas o da gravidade e do orbe lunar*

*Terceira Exigência*

*Todos os orbes giram em torno do Sol, como se ele estivesse no meio de todos; portanto; o centro do mundo está perto do Sol.*

*Quarta Exigência*

*A razão entre a distância do Sol à Terra e a altura do firmamento é menor do que a razão entre o raio da Terra e a sua distância ao Sol; e com muito mais razão esta é insensível confrontada com a altura do firmamento*

*Quinta Exigência*

*Qualquer movimento aparente no firmamento, não pertence a ele, mas à Terra. Assim a Terra, com os elementos adjacentes, gira em torno dos seus pólos invariáveis em um movimento diário, ficando permanentemente imóveis o firmamento e o último céu.*

*Sexta Exigência*

*Qualquer movimento aparente do Sol não é causado por ele mas pela Terra e pelo nosso orbe, com o qual giramos em torno do Sol como qualquer outro planeta. Assim, a Terra é transportada por vários movimentos*

*Sétima Exigência.*

*Os movimentos aparentes de retrogressão e progressão dos errantes não pertencem a eles mas à Terra. Apenas o movimento desta é suficiente para explicar muitas irregularidades aparentes no céu.” (Copérnico, 1510, p.114-117)*

Esta passagem representa a primeira manifestação conhecida contra o modelo aristotélico-ptolomaico. A Terra não apenas deixa de ser o centro do Universo, como passa a ser dotada de movimento. Isso que para nós se tornou comum pensar foi um dos maiores problemas encontrados por Copérnico. Como não percebemos o movimento da Terra se ela se move, questionavam os autores da época. Em seguida a esse extrato o autor faz considerações sobre cada um dos orbes dos planetas do sistema solar.

Este primeiro texto de Copérnico ficou quase em anonimato em relação aos homens de saber da época (Martins, 1990). Suas idéias somente foram retomadas na obra publicada em seu leito de morte, *De revolutionibus orbium caelestium*, em 1543. Nela o autor desenvolve suas exigências e apresenta estimativas para as distâncias dos planetas conhecidos.

Esta última obra de Copérnico atualmente é reconhecida como umas das mais importantes da astronomia. Contudo, a sua época, mesmo com uma circulação maior que seu primeiro manuscrito ela foi pouco reconhecida. O historiador da Astronomia Owen Gingerich (2004) fez um amplo estudo sobre a recepção da obra de Copérnico e verificou que ela teve um impacto quase nulo nas discussões da época. Ela foi considerada mais como uma forma curiosa de descrever os movimentos celestes que uma maneira de compreender o Universo.

Quarenta anos após a publicação da obra de Copérnico, Galileu inicia sua vida universitária como aluno de medicina, curso que ele não conclui. Lá ele frequenta cursos de diversas áreas do saber, entre elas a *Filosofia Natural*. Contudo, nessa época o que era ensinado era a obra de Aristóteles e seus predecessores, tanto os antigos quanto os medievais. O trabalho de Copérnico não tem nenhuma influência nesse ambiente. Como comenta o historiador do renascimento Eugenio Garin:

*“Se para entender o caso de Galileu é necessário ter em mente a situação das escolas, seria errado, contudo, limitar a isto os componentes da sua cultura. A*

*Universidade, e especialmente o ensino de filosofia, conservava as características fechadas de uma tradição exaurida” (Garin, 1996, p.146)*

O renascimento, apesar de ser uma época de renovação, não deixa de ser um período conservador em muitas de suas instituições. Isso ocorre, sobretudo, nas Universidades. Como é comum em períodos de mudanças, elas ocorrem fora dos órgãos oficiais (Burke, 2000). Galileu somente consegue uma colocação da Universidade, primeiramente em Pádua e após em Pisa, por desenvolver alguns equipamentos técnicos e, sobretudo, por conhecer a matemática, área que ainda tem alguma independência em relação às questões metafísicas da época.

### **3.2.3 – O Mensageiro das Estrelas.**

#### **3.2.3.1 – Apresentação da Obra.**

O primeiro aspecto que pode ser ressaltado em relação ao discurso produzido por Galileu é sua posição enunciativa. Temos evidências, através de sua correspondência, que por volta dos 33 anos ele já acreditava no modelo heliocêntrico proposto por Copérnico (Drake, 1978). Assim, ao escrever o *Mensageiro das Estrelas*, 13 anos depois, aos 46 anos, este é o ponto de vista teórico adotado pelo autor. Além disso, a Itália moderna em que ele vive passa por um momento de renovação cultural em diversas áreas do saber, em especial nas artes. Esse fundo social permite que Galileu se coloque em uma posição de reformulador dos conhecimentos de seu tempo, isto é, em seu meio social há espaço para que ele adquira esse papel. Isso é intensificado com sua ida a Pádua, que ocorre alguns anos antes da escrita da obra aqui referida. Nesta região, que à época pertencia à República de Veneza, sendo um estado independente de Roma, havia um ambiente intelectual privilegiado. Estando mais distante do Vaticano, ela sofria muito menos com os problemas relativos à inquisição, sendo mais receptiva a novas idéias (Drake, 1978, Geymonat, 1957, Koestler, 1959). Um ponto que ainda coloca Galileu em uma posição discursiva favorável, sobretudo se o comparamos a Copérnico, é seu status frente a outros interlocutores de prestígio. Galileu tem amigos que são, por um lado, intelectualmente “nobres” e, por outro, politicamente influentes. Muitos destes foram seus alunos e dão muito valor às idéias desenvolvidas por Galileu. Todos esses elementos e possivelmente outros fazem com que Galileu disponha de um espaço ideológico que carrega valores como a liberdade de pensamento e a inovação em relação ao conhecimento (Garin, 2004).



Isso torna possível seu trabalho de reformação das idéias aristotélicas-ptolomaicas, que mesmo tendo origens na antiguidade, ainda são defendidas em sua época. Este último ponto ainda nos esclarece quem são os “contra-interlocutores” de Galileu. Muitos dos filósofos e teólogos que trabalhavam na Universidade ensinavam a perspectiva Aristotélica, que também era defendida pela Igreja Católica. Seus argumentos, mais que defender uma nova concepção de Universo devem desconstruir esta visão presente.

Galileu é um defensor do heliocentrismo, algo que ele passa a defender publicamente a partir desta obra. Neste texto, no entanto, ele não aborda diretamente a questão do movimento da Terra ou da posição Sol, mesmo que isso influencie toda sua argumentação e suas conclusões. Os temas que Galileu aborda diretamente são o aspecto irregular da superfície lunar, os aglomerados de estrelas e a descoberta dos satélites de Júpiter. Sabemos que estas descobertas são importantes por, indiretamente, romper com a visão de mundo aristotélico-ptolomaica. Perceber que a superfície da Lua não é perfeita e que há corpos celestes que não giram em torno da Terra, mas sim de Júpiter, é atacar elementos vinculados à visão de cosmos antiga. Todos esse elementos carregam uma ideologia subjacente que envolve considerar todos os elementos do Universo de mesma natureza. O que está em jogo é a divisão entre mundo supralunar e intralunar do cosmos aristotélico. Assim, este será o caminho central da argumentação de Galileu.

Galileu inicia sua obra com uma apresentação que é muito comum em obras científicas inovadoras. Ele busca, justamente, ressaltar a importância de seu trabalho de forma a sensibilizar o leitor sobre o valor do texto. Suas primeiras frases demonstram bem isso:

*“Grandes, sem dúvida, são as coisas que neste breve tratado proponho à contemplação dos estudiosos da Natureza. Grandes, digo, pela sua excelência intrínseca ou por sua inaudita novidade”* (Galileu, 1610, p.4)

Vemos que de nenhuma forma Galileu quer esconder ou minimizar a pretensão de constituir um novo corpo de conhecimentos. Contudo, é curioso como ele atribui aos próprios “fatos”, que ainda não foram anunciados, sua excelência e novidade. Ele pouco reforça seu papel de descobridor. Sua pretensão é mostrar que algo novo e, literalmente, universal está prestes a ser revelado. Analisando este aspecto do ponto de vista narrativo,

como autor ele cria uma tensão, ou até mesmo um suspense, sobre o que será o objeto de sua exposição. Logo em seguida, ele anuncia quais são estes temas tratados em sua obra:

*“Graças a isso, qualquer um pode dar-se conta, com certeza dos sentidos, que a Lua não é coberta por uma superfície lisa e polida, mas áspera e desigual que, do mesmo modo que a Terra, é coberta em todas as partes por enormes proeminências, profundos vales e sinuosidades.*

*(...) ter descoberto quatro estrelas errantes que ninguém antes de nós conheceu nem observou, as quais, à semelhança de Vênus e Mercúrio em torno do Sol, apresentam seus próprios períodos em torno de uma estrela ilustre, que se conta entre as conhecidas, ora precedendo-a ora seguindo-a, não se afastando jamais dela fora de certos limites” (Galileu, 1610, p.4)*

Aqui temos o anúncio de seu trabalho. Olhando-o em termos de *corpus textual*, erraríamos se disséssemos que o autor já adiantou suas conclusões. Como veremos, as mesmas somente aparecerão explicitamente no final da obra, quando o modelo copernicano será explicitamente defendido. Assim, o desfecho da história ainda está por vir. O papel desta citação é apresentar o enredo que guiará toda a história. Com base em estudos em teoria literária, podemos definir enredo justamente como o conjunto de fatos que guia uma história (Gancho, 1997).

A apresentação do enredo envolve a exposição dos fatos e, juntamente a eles, dos objetos envolvidos, neste caso a Lua e as Estrelas. Como neste momento ainda não cabe aprofundar nenhum ponto da argumentação e somente situar o leitor em relação ao que virá, o resultado é um discurso que em sua maior parte é descritivo, que tem como objetivo a definição das entidades que fazem parte de sua análise. Estendendo a analogia com o texto literário, são as personagens que entram em cena e apresentam algumas de suas características principais, isto é, somente aquelas que são relevantes para a composição da “personalidade” da mesma, isto é, dos pontos vinculados ao enredo. Assim, esta Lua não é qualquer objeto celeste, mas um com proeminências e vales. As estrelas também são especiais, elas revolucionam em torno de Júpiter.

No entanto, podemos perceber que, neste momento, essa caracterização não tem fundamentos (não há argumentos para nenhuma das afirmações apresentadas

anteriormente, nem tampouco alguma razão teórica sobre sua validade). É devido a esta característica que consideramos este como um discurso descritivo, pois, do ponto de vista epistemológico, aqui não há, ainda, elementos de explicação ou tentativas de generalização. O texto situa-se em uma etapa anterior, em que se define um contexto. As interpretações teóricas são constituídas no desenrolar do mesmo.

Após esta abertura, Galileu prossegue com a apresentação do instrumento que permitiu seu trabalho, isto é, o *óculo*. Esta palavra é considerada a tradução mais próxima para o termo latino *perspicillum*, utilizado por Galileu. O termo *telescópio*, utilizado atualmente, somente seria criado um ano mais tarde (MacLachlan, 1997, Geymonat, 1957). Galileu afirma que havia ouvido falar deste instrumento, construído por um belga, mas sem entrar em contato com ele. No entanto, de acordo com a versão galileana, muitos duvidavam sobre a existência de tal aparato. Assim, Galileu busca mais informações sobre sua existência, até que um ex-aluno seu, o francês Jacques Badouvert, confirma esta informação (Geymonat, 1957). Após esta notícia, recebida por carta, o autor afirma:

“[a carta] *constituiu um motivo que me levou à dedicação plena na busca das razões, não menos que na procura dos meios pelos quais pudesse chegar à invenção de um instrumento semelhante, o que consegui pouco depois, baseado na doutrina das refrações*” (Galileu, 1610, p.4)

Embora o autor afirme que inventou o instrumento através de razões teóricas, parece ser um consenso entre os historiadores atuais que Galileu não tinha condições de realizar tal feito (Videira, 2009, Drake, 1978, Geymonat, 1957). Nesta época, ele não tinha praticamente nenhum conhecimento em ótica, considerando seu percurso intelectual prévio a este período. Além disso, um colega do autor, Giovanni Tarde, escreveu em seu diário que, em novembro de 1614, isto é, cinco anos depois da suposta invenção, ele havia questionado Galileu se era possível construir um telescópio prevendo anteriormente sua ampliação. A resposta foi que esta ciência, isto é, a ótica não era bem conhecida até aquele momento (Geymonat, 1957). Nesta afirmação é provável que ele se referisse à obra *Diottrica*, de Kepler, pois Galileu considerava-a tão obscura que talvez nem mesmo o autor a tivesse entendido. Com isso, quando ele afirma que construiu a luneta por razões

teóricas, isso não deve ser verdadeiro. Considera-se mais provável que ele tenha conseguido um exemplo do dispositivo de modo a reproduzi-lo e aperfeiçoá-lo.

Estes comentários não têm, de forma alguma, o objetivo de condenar o autor. Como é amplamente reconhecido (Videira, 2009, Drake, 1978, Geymonat, 1957), o mérito principal de Galileu foi o de ser o primeiro a perceber que a luneta é um instrumento científico e, com isso, utilizá-la na Astronomia. No entanto, para fins deste trabalho, é importante perceber o motivo de tal afirmação.

A luneta é um objeto central na composição do texto. Sem ela, não haveria nada a ser contado. O enredo constituído inicialmente perderia sua verossimilhança e assim os fatos expostos inicialmente perderiam o sentido para o leitor. Para que toda sua argumentação posterior seja válida, é necessário que o instrumento funcione como descrito na obra. Para isso, sua funcionalidade precisa ser validada de algum modo. Isso leva o autor a buscar uma referência teórica que, neste caso, vem quase como um discurso de autoridade, pois o autor não explica seus fundamentos. No entanto, quando se interpreta a luneta como um objeto construído através de teorias científicas, e essa é justamente a intenção do autor, este ganha o status necessário na obra.

Ao final desta primeira seção de seu texto, ele discute um procedimento engenhoso para determinar a ampliação do instrumento. Ele recorta dois papéis em forma de quadrado, de modo que um tenha o lado vinte vezes maior que o outro (isto é, com uma área quatrocentas vezes maior). Comparando metodicamente a visão do menor quadrado, quando se utiliza o instrumento, com a visão do quadrado maior sem o uso do mesmo, verifica-se seu grau de ampliação. Assim, o autor tem um instrumento poderoso para sua época em suas mãos.

Como um breve resumo, podemos dizer que nesta etapa do texto o autor apresentou o contexto e os objetos de análise de seu trabalho. Além disso, descreveu seu modo de observação, o que valida os “fatos” a serem narrados. Neste ponto, todos os elementos textuais necessários ao desenvolvimento da “história” foram colocados. Agora veremos como efetivamente ele apresenta seus argumentos, isto é, desenvolve sua narrativa.

### 3.2.3.2 – As Observações da Estrelas Fixas

As observações das estrelas fixas é o elemento mais claro contra as concepções aristotélicas. Afirmamos aqui como mais claro, não pelo seu teor que é pouco decisivo em sua argumentação, mas por ser a observação mais aparente que se pode fazer com o novo instrumento e, com isso, a mais fácil de ser reconhecida. Galileu nota que, mesmo com seu óculo, o tamanho relativo das estrelas parece mudar muito pouco. Para ele é importante ressaltar que isso ocorre não por uma incapacidade do instrumento (que como vimos, deve ser fidedigno), mas ao contrário, porque a olho nu nossas observações nos enganam, pois os “fulgores” da radiação emitida pela estrela nos levam a percebê-la com um tamanho maior do que deveríamos. Quando as observamos com o óculo, esse efeito é eliminado e a ampliação é um aumento real.

No entanto, o dado mais interessante obtido com o instrumento não é a visualização ampliada das estrelas. O que é interesse é a quantidade muito maior de estrelas que pode ser observada. Muitas estrelas que não eram visíveis a olho nu, passam a ser percebidas com o uso do instrumento.

*“Agora, além das estrelas de sexta magnitude se vê com o óculo uma coisa difícil de crer: uma numerosa grei de outras estrelas que escapam à visão natural; mais que, de fato, as que contêm os outros seis graus de magnitude” (Galileu, 1610, p.9)*

O autor identifica uma quantidade muito maior de estrelas nas constelações de Órion, Plêiades, e na nebulosa de Preasepe. Além disso, ele observa a via láctea e conclui que o que imaginávamos ser um objeto de natureza diferente das estrelas, na verdade não é.

*“A Galáxia não é outra coisa senão um conglomerado de inumeráveis estrelas reunidas” (Galileu, 1610, p.9)*

Esse conjunto de observações é novo por mostrar que existem estrelas que antes não eram vistas e que, além disso, objetos que não se conhecia bem eram, no fim das contas, conjuntos de estrelas. Essa observação pode ser um elemento que leva as pessoas a pensar que a visão que elas tinham de cosmos nesta época era limitada. Isso ocorreria, pois é possível reconhecer que há coisas que fogem à nossa percepção. No entanto, Galileu desenvolve muito pouco sua argumentação sobre isso. Apesar de ser, como

apontamos no início desta seção, o dado de observação mais fácil de ser reconhecido, ele em si não constitui um argumento que invalide a visão de mundo aristotélica. Aliás, é muito fácil argumentar que estes novos fatos se encaixam bem a esta doutrina, visto que o Céu antigo não previa elementos que não fossem as estrelas fixas.

Desta forma, a mensagem que fica ao término desta parte do texto do autor é que no Universo pode existir coisas que nós não vínhamos atentando até aquele momento. Do ponto de vista lingüístico não há complicadores que levem o autor a fugir do nível descritivo. Isso pode ser explicado pelas novidades não comportarem entidades ou fenômenos realmente novos. Mesmo que novas estrelas desconhecidas apareçam, é fácil apresentá-las ao leitor, visto que sua natureza já é conhecida. As novas observações são facilmente incorporadas ao corpo de conhecimentos e, conseqüentemente, as estruturas simbólicas existentes na época.

Do ponto de vista narrativo, um elemento novo começa a aparecer. Como a existências destas estrelas não era prevista, mas foi verificada com o uso da luneta, outras novidades podem aparecer. Galileu já adiantou algumas delas, que serão expostas em seguida. Contudo, um complicador passa a existir no enredo. Este elemento antecipa, em alguma medida, o conflito de idéias que ocorrerá mais ao final do texto.

### 3.2.3.3 – As Observações da Lua.

Galileu inicia essa seção, novamente, com uma descrição do objeto de estudo. No entanto, agora não está mais em jogo falar sobre as estrelas, mas sim sobre uma nova personagem, a **Lua**. Esta primeira aproximação é bastante rudimentar, no sentido que ele busca direcionar a atenção do leitor para um elemento que seria bastante perceptível à primeira vista, as diferentes tonalidades presentes na superfície lunar:

*“Comecemos falando da face lunar que está voltada para nós, e que, para facilitar a compreensão, divido em duas partes, a mais clara e a mais escura. (...) Essas manchas, um pouco obscuras e muito extensas são visíveis por todos”*  
(Galileu, 1610, p.5)

Por ser a característica mais evidente à nossa percepção, esta exposição se limita a uma descrição que ressalta as partes escuras e claras do objeto celeste. Contudo, esta

forma narrativa que vinha prevalecendo até este momento começa a mudar a partir deste ponto do texto. Agora ele inicia uma discussão sobre o *porquê* destas diferentes tonalidades. Isso muda a forma como as formas lingüísticas do texto serão trabalhadas. Do ponto de vista narrativo, que olha a totalidade do texto, temos que a possível complicação que havia ficado em aberto no final da seção anterior começa a se estabelecer. O autor inicia o primeiro conflito, sendo este entendido como uma componente da composição textual que envolve oposições entre fatos, idéias ou pontos de vista. A tensão criada por esse conflito passa, ainda do ponto de vista narrativo, a organizar os fatos da história, isto é, o **enredo**. Como elemento epistemológico, gera-se um campo em que elementos descritivos são insuficientes. Se o autor traz elementos novos, isso o obriga a explicar a natureza destes elementos. Diferente das entidades presentes na parte anterior da narrativa, que não apresentavam novidades para o leitor e portanto dispensavam maiores discussões sobre suas características, agora Galileu deveria mostrar que a Lua é uma entidade diferente do que havia se pensado até aquele momento.

*“Certamente ninguém nunca as observou antes de nós, pelo que, após cuidadosas e repetidas inspeções, deduzimos a opinião, que temos por firme, de que a superfície da Lua e dos demais corpos celestes não é, de fato, lisa uniforme e de esfericidade exatíssima como tem ensinado uma numerosa corte de filósofos, mas que, ao contrário, é desigual, rugosa e cheia de cavidades e proeminências, não diferente da própria face da Terra, que apresenta, aqui e ali, as cristas das montanhas e os abismos dos vales.”* (Galileu, 1610, p.5)

Essa passagem é muito rica e nela encontramos diversos elementos que valem ser notados. Primeiramente, Galileu define explicitamente quem são os seus contra-interlocutores que têm um ponto de vista contrário e fazem com que um conflito exista em relação aos fatos narrados. A *numerosa corte de filósofos* à qual o autor se refere é claramente os filósofos ou teólogos que ensinam a obra de Aristóteles. Além de esses serem seus possíveis leitores que devem ser convencidos ou mesmo combatidos, mesmo outros leitores menos ortodoxos esperam que esta visão de mundo, que prevalece na época, seja o guia da narrativa desenvolvida por Galileu. Isso faz com que as estratégias enunciativas do autor sejam totalmente constituídas em relação a esse conjunto de

pessoas. Os argumentos que ele explorará em seguida são guiados pela necessidade de negociar significados com este grupo.

No mesmo parágrafo o autor ainda apresenta qual é, efetivamente, o conflito entre ele e os aristotélicos. Como vimos anteriormente, no sistema antigo, o Universo é dividido em duas partes, supralunar e sublunar. Todos os objetos do Universo celeste, incluindo a própria Lua, são objetos perfeitos. Assim, acredita-se que a Lua devesse ser perfeitamente esférica e lisa. A posição galileana é oposta a isso. A ideologia do autor que, mesmo implicitamente, guia a constituição do texto, isto é, dá uma *unidade semântica* ao mesmo, quer defender que não existe essa separação e que a Terra não tem nenhum diferencial em relação aos outros corpos celestes, muito menos em relação a outros planetas. Esta é uma ideologia é uma condição que permite pensar que a Terra não está no centro do Universo. Se não há diferença de qualidade entre ela e os outros corpos, entre eles a Lua, ela não precisa ser o centro do mundo.

A defesa de seu ponto de vista envolve recursos lingüísticos muito particulares. Como já anunciamos, uma perspectiva descritiva dificilmente se presta à narração de algo novo. Chegamos então a um ponto importante para o tema desta tese. Quais são os recursos utilizados por Galileu para defender seu ponto de vista?

Um dos pontos que ele quer defender, na segunda parte da citação, é a semelhança entre a Terra e a Lua. Contudo devemos verificar que tipo de semelhanças estas tem entre si, pois isso define que tipo de pensamento ele elabora e que tipo de linguagem é apropriada para expressá-lo. No final do parágrafo ele considera que a lua é *rugosa e cheia de cavidades e proeminências, não diferente da própria face da Terra, que apresenta, aqui e ali, as cristas das montanhas e os abismos dos vales*. Quando Galileu se refere à Lua, ele não tenta descrever suas rugosidades, cavidades e proeminências, isto é, ele não tenta defini-la em si. Para dar uma nova definição à mesma, o que ele faz é afirmar que ela é como a Terra. Devemos notar que esta não é uma afirmação metafórica ou analógica. Terra e Lua são semelhantes do ponto de vista de sua constituição. Podemos verificar que a linguagem é bastante objetiva. O tempo verbal utilizado, o presente perfeito, elimina o caráter hipotético e especulativo que ocorre quando utilizamos uma metáfora (que faz um jogo interpretativo entre uma propriedade singular de um objeto que é transferida a outro, mas sem valor ontológico). Assim, embora possa existir



diferenças entre os dois corpos celestes, eles podem ser considerados como objetos de uma mesma classe. Este processo de pensamento envolve se desprender de algumas de suas qualidades e interpretá-lo em relação a certas características que seriam as fundamentais em sua definição. Este processo obriga ao leitor a ver a Lua de modo diferente que ele vinha fazendo. Ela perde sua identidade de objeto perfeito, por ser um representante de uma parte do Universo que lhe atribui essa qualidade, e passa a ser um objeto tem como identidade principal sua semelhança com a Terra.

Do ponto de vista de *tropos* lingüístico, nesta parte temos uma metonímia, isto é, ele elabora uma afirmação que estabelece a correspondência entre dois objetos (Charaudeau e Maingueneau, 2004) em que um acaba servindo como adjetivo a outro. Estruturalmente esse tipo de definição pode ser elaborada com uma frase muito simples, por exemplo, *o elétron é como o fóton*. Embora estas duas entidades tenham diferenças, suas principais qualidades são as mesmas. Assim, a metonímia faz um jogo de inferência, no qual um conjunto de propriedades é transferido de um objeto a outro fazendo com que eles sejam equivalentes em termos de classe. Como afirma Reboul (1991), essa figura de significação busca, sobretudo, denominar um objeto de modo a tornar aparentes seus aspectos ou qualidades mais importantes, de acordo com as intenções do autor.

Na passagem anterior, em que ele afirma *a superfície da Lua e dos demais corpos celestes não é, de fato, lisa uniforme e de esfericidade exatíssima*. Temos um processo de pensamento que é diferente do analisando anteriormente. Nessa afirmação Galileu tem uma pretensão maior, que é a de generalizar as qualidades da Terra para todos os corpos. Esta passagem do singular para o geral é importante para que ele possa, ao final, fazer afirmações que envolvam os planetas sem precisar fazer o estudo de cada um deles. Do ponto de vista epistemológico, toda validade de sua argumentação se dará em função da coerência desta passagem. Se no decorrer do texto ela se tornar clara, o leitor terá sido persuadido.

Para realizar esta tarefa temos outro tipo de figuração. O *tropos* chamado de sinédoque busca tratar a relação de um objeto com sua classe. Diferentemente da metonímia que somente coloca dois objetos em relação, a sinédoque busca nomear esse grupo abstrato de entidades de forma que os objetos possam ser reduzidos a ela. Desta forma, podemos nos referir à Terra ou à Lua como um *Corpo Celeste*, da mesma forma

que nos referimos ao Sol ou outros planetas. Embora essa nomeação pareça simples, ela carrega toda a ideologia do autor. As propriedades rugosidade, superfície montanhosa e outras são transferidas, isto é, generalizadas para todos os corpos presentes no céu.

Embora a citação anterior seja bastante rica e demonstre estes vários elementos presentes no discurso de Galileu, do ponto de vista argumentativo ela é muito pobre. Vemos que ainda não há nenhum elemento explicativo sobre as afirmações que o autor realizou. Isso será feito nas passagens subseqüentes. Galileu irá tratar de diversos aspectos da superfície lunar para mostrar a validade de suas idéias.

O primeiro “caso” que Galileu trata é o formato da curva que divide a região iluminada da escura, quando a lua se encontra no estágio crescente.

*“No quarto ou quinto dia depois da conjunção [da Lua Nova], quando a Lua se mostra com o esplêndido crescente, já o limite que divide a parte escura da iluminada não se estende uniformemente segundo uma linha oval, como deveria ocorrer em um sólido perfeitamente esférico. Ele se mostra traçado por uma linha desigual áspera e sensivelmente sinuosa”* (Galileu, 1610, p.5)

Aqui, o autor utiliza um modo discursivo muito semelhante ao que ele usou quando fez a comparação da Lua com a Terra. No entanto, ele compara a Lua a uma hipotética esfera perfeita. Contudo, neste caso, ele constrói uma metonímia negativa, isto é, ele quer mostrar a não equivalência entre estas duas classes de objetos. Uma das características de uma esfera lisa é que independente da posição da fonte de luz, a linha imaginária que divide a parte iluminada da região aonde não chega luz deveria ser perfeitamente curva. Todavia, isso não é verificado, pois a divisão entre a parte iluminada e escura não forma uma linha deste tipo, mas sim com sinuosidades. Como composição textual, é interessante verificar que primeiro ele busca desconstruir a visão aristotélica para somente depois reforçar sua visão. Neste ponto vemos claramente como estes interlocutores, mesmo ocultos, influenciam toda sua argumentação. Ainda temos que esse ataque à visão antiga de cosmos intensifica o conflito que se estabeleceu no texto. Essa desconstrução abre ampla a possibilidade de suas conclusões estabelecerem um bom desfecho para a narrativa.

Após esta passagem é retomada no texto a comparação entre a superfície lunar e a terrestre. Então Galileu faz uma longa série de comparações para mostrar como o comportamento de certas “manchas”, que tendem a desaparecer quando a Lua vai se tornando mais iluminada, assemelha-se a casos em que a sombra na Terra muda ao longo do dia, devido à modificação da posição do Sol em relação a ela. Basicamente o que ele mostra é que determinadas “manchas” desaparecem conforme a Lua vai passando pelos diferentes estágios da fase crescente. Em uma região em que os raios solares chegavam com certa inclinação, a presença de um relevo montanhoso provoca sombras. Quando esta mesma região chega a uma posição em que os raios incidem em uma direção mais próxima à perpendicular da superfície, as sombras desaparecem. Assim ele comenta:

*“Por acaso não ocorre o mesmo na Terra, onde antes da saída do Sol, os mais altos cumes dos montes se encontram iluminadas pelos raios solares enquanto a sombra ocupa ainda as planícies? Acaso, depois de algum tempo, não se vai dilatando aquela luz à proporção que se iluminam as partes médias e mais amplas desses mesmos montes e, uma vez que o Sol saiu, não terminaram por unir-se às partes iluminadas das planícies e das colinas? A variedade dessas elevações e cavidades da Lua parece superar em todos os sentidos a aspereza da superfície da Terra.”* (Galileu, 1610, p.6)

A metonímia entre Terra e Lua é mais uma vez retomada como forma de reconstruir a visão de tempos da Lua. No entanto, nesta passagem ela é muito reforçada quando o autor demonstra que quando os dois corpos são submetidos às condições muito semelhantes os efeitos provocados sobre os mesmos são de igual natureza. O raciocínio para esta demonstração não tem nada de óbvio. Para elaborá-lo é preciso considerar que, em relação ao Sol, o movimento de rotação da Terra sob seu eixo é muito semelhante ao movimento da Lua em relação à Terra. Mesmo hoje é difícil imaginar como isso é possível. Em um caso temos a rotação em torno de um eixo fixo e, no outro, a translação de um corpo em relação a outro. Contudo, quando verificamos a configuração em relação ao Sol isso se torna claro. O movimento da Lua pode, em relação ao Sol, ser aproximadamente definido como uma rotação sob seu próprio eixo. Isso ocorre, pois um ponto da superfície da Lua que está voltado para o Sol, recebendo seus raios pelo plano perpendicular a sua superfície, após  $\frac{1}{4}$  do seu período de translação em relação à Terra também rotaciona, fazendo com que os raios solares fiquem tangentes à sua superfície.

Após mais  $\frac{1}{4}$  de período, o mesmo ponto se encontra do lado oposto ao Sol. O movimento diário da Terra é exatamente o mesmo. Ao meio-dia temos o Sol a pino, recebendo os raios pelo plano perpendicular à superfície, por volta das 6hs, o por do Sol, em que os raios estão paralelos à mesma e, por fim, à meia-noite este ponto da superfície está oposto à nossa estrela. Essa equivalência de movimentos faz com que exista o mesmo tipo de iluminação solar sobre ambos os corpos celestes. Essas condições permitem verificar se Terra e Lua se comportam da mesma maneira perante os efeitos da luz solar. Assim, Galileu mostra que o padrão de sombras é o mesmo. Isso o permite concluir que as deformações geográficas existentes na Terra e na Lua são equivalentes. No final da citação o autor ainda reforça seu argumento dizendo que, além de tudo, as protuberâncias da Lua devem ser maiores que as da Terra. Esse recurso serve para não deixar dúvidas que os elementos narrados são, de fato, daquela maneira. Logo em seguida o autor complementa:

*“Essa superfície lunar que está coberta de manchas como a cauda de um pavão real de olhos azuis se assemelha àqueles vasos de vidro que, imersos ainda quentes em água fria, adquirem uma superfície rugosa e ondulada, razão pela qual receberam o nome de taças de gelo.”* (Galileu, 1610, p.6)

Este trecho envolve mais uma mudança discursiva importante. Antes o autor queria demonstrar a validade de sua definição dada à Lua (ela ser como a Terra). Agora ele quer enfatizar e ressaltar as qualidades da mesma. Para isso ele utiliza uma dupla metáfora para explicar a natureza da superfície lunar. Há a referência ao pavão, que quer mostrar a densidade das manchas, mas, ao mesmo tempo, há a indicação de que as superfícies são rugosas, como ocorre com o vidro quando submetido a um choque térmico. Como já consideramos, a metáfora se refere a propriedades específicas dos corpos e aqui, para compor sua idéia, Galileu faz referência a dois corpos em que cada um serve como análogo para uma das características da Lua. O que pode ser válido notar é que, diferentemente da metonímia, a metáfora não tem nenhum valor de “verdade”, no sentido que, claramente, para o autor a Lua e um pavão ou taça são de naturezas diferentes. O papel da metáfora é heurístico no pensamento.

Após reforçar essas características da Lua, o autor retoma mais uma vez a relação metonímica com a Terra.

*“Já as manchas grandes da Lua não parecem tão interrompidas e cheias de buracos e proeminências, porém mais iguais e uniformes, emergindo aqui e ali algumas zonas mais claras. Desse modo, se alguém quisesse ressuscitar a antiga opinião dos pitagóricos, segundo a qual a Lua seria algo assim como outra Terra, a parte mais luminosa representaria melhor a superfície sólida, enquanto a mais escura seria a água.”* (Galileu, 1610, p.6)

Nestes últimos extratos percebemos que o autor quer realmente provar que a Lua e a Terra são elementos de mesma classe. A parte final da citação anterior, na qual ele propõe a existência de água na Lua, é marcante. Poderíamos dizer que somente a partir das suas observações essa seria uma hipótese muito pouco provável. Mas a necessidade em se levantar o maior número possível de semelhanças entre, nos termos atuais, o nosso planeta e seu satélite faz com que sua conjectura ganhe valor. É importante notar que essa afirmação, dentro da unidade semântica do texto faz sentido. Embora as evidências sejam poucas, a suposição é um elemento que traz coerência aos argumentos do texto.

Uma última passagem do texto que ainda trabalha as semelhanças entre Terra e Lua merece discussão. Galileu nota que bem ao centro da Lua há uma região arredondada relativamente grande. Nesta área, a parte que fica mais clara é sempre o lado oposto da metade que se apresenta iluminada na Lua (ver figura 2). A conclusão apresentada é que esta região circular deve ser um vale. Nas palavras do autor:

*“Não quero deixar de assinalar outra coisa que notei, não sem admiração: o lugar que se encontra quase no centro da Lua está ocupado por uma cavidade maior que todas as demais, sendo de uma figura perfeitamente redonda. Observei-a próximo de ambas as quadraturas e a reproduzi o melhor possível na segunda das figuras acima. No que diz respeito às luzes e às sombras, ela oferece o mesmo aspecto que, apresentaria sobre a Terra a superfície da Boêmia se estivesse circundada por montes altíssimos, dispostos perfeitamente segundo um círculo.”* (Galileu, 1610, p.6)

Nesta passagem, apesar de comparar a Terra à Lua, como vinha fazendo através do que chamamos de metonímia, agora não está mais em jogo a afirmação que ambas *são iguais*. Podemos notar isso pela própria análise sintática das frases. Os usos do futuro do pretérito do indicativo e do imperfeito do subjuntivo são marcantes no segundo parágrafo

(*apresentaria se estivesse*), pois indicam a falta de certeza. Neste caso a construção é metafórica, até mesmo porque a região citada, a Boêmia, não tem estes montes. O interessante é que neste caso o nível da comparação muda. Não ocorre mais a comparação do “sistema” Terra, isto é, o planeta como um todo, com o “sistema” Lua, também em sua totalidade. A comparação é feita sobre regiões específicas de cada um dos corpos e, devido a isso, a figura de linguagem passa a ser a metáfora.

Após mais alguns detalhes sobre o formato e mudança das sombras presentes na Lua, Galileu realiza uma “quebra” no texto e muda a perspectiva de análise. Esta mudança é anunciada e busca alertar explicitamente o leitor.

*“Sei que certamente, muitos se verão tomados por dúvidas, e aqui grandes dificuldades preocupam, pois se vêem obrigados a objetar uma conclusão já estabelecida e, por tantas aparências, confirmada. De fato, se a parte da superfície lunar que mais brilhantemente reflete os raios solares está cheia de anfractuosidades, isto é, de inumeráveis cavidades e proeminências, por que a circunferência oriental da Lua minguante ou a periferia toda na Lua cheia não se observa desigual, áspera e sinuosa, mas ao contrário, se vê exatamente redonda e traçada a compasso, sem marca alguma de cavidades ou proeminências?”*  
(Galileu, 1610, p.7)

Esta questão, no corpo total do texto, aparece como uma espécie de elemento de intriga, como ocorre em um drama. Esta dúvida leva a um desvio do foco narrativo. Assim, ela tem como objetivo chamar a atenção do leitor para um possível problema presente na interpretação que vinha se fazendo e, ao mesmo tempo, anuncia uma nova situação de análise. Como forma argumentativa vemos que Galileu se adianta a uma possível crítica que poderia invalidar suas conclusões. Do ponto de vista epistemológico esse é um elemento muito característico dos textos científicos. Como suas proposições têm a pretensão de generalidade, que possibilita a construção do que chamamos teoria, elas não podem conter nenhum elemento de refutação. Isso faz com que a capacidade em se adiantar em relação a quaisquer problemas encontrados em relação ao ponto de vista defendido possa não apenas facilitar sua defesa, mas, sobretudo, fazer com que o leitor seja obrigado a entrar na mesma perspectiva do autor. Esse elemento de dialogicidade é

um dos mais importantes quando se busca o convencimento do outro. Quando um discurso é monolítico, o leitor se fecha e acaba por não compartilhar a visão do autor.

Nesta passagem podemos também notar que há, mais uma vez, um emprego metafórico, mas que é bastante sutil. Ele afirma que a Lua *se vê exatamente redonda e traçada a compasso*. Esta frase poderia ser reescrita como *redonda como se fosse traçada por um compasso*. Desta forma é mais fácil verificar a comparação. A Lua se apresenta redonda da mesma forma como é um círculo traçado por um compasso. Este instrumento, também supostamente inventado por Galileu, era, de qualquer maneira, algo novo para época e que representava bem uma construção geométrica perfeita. Posteriormente, o autor ainda reforça o conteúdo do parágrafo anterior, mas de um modo em que um novo enredo começa a se esboçar:

*“Se as proeminências e as cavidades do corpo lunar se estendessem unicamente pela periferia do círculo que limita o hemisfério visível, então a Lua poderia, ou melhor, deveria mostrar-se a nós quase à maneira de uma roda dentada, quero dizer, limitada por uma borda granulada e sinuosa”* (Galileu, 1610, p.7)

De certa forma, Galileu retoma o problema da citação que analisamos anteriormente, só que agora ele faz uma contraposição, descrevendo como deveríamos ver a Lua se ela fosse imperfeita nas bordas. Nesta descrição mais uma metáfora aparece quando ele a compara com a roda dentada. Contudo, é bastante curioso notar com qual intenção, no sentido de finalidade, ele faz esta contraposição. A metáfora é hiperbólica, isto é, a comparação com a roda traz um análogo que tem as características muito acentuadas. Ele ainda reforça essa figura lingüística afirmando que se as proeminências estendessem *unicamente pela periferia*, então elas deveriam mostrar-se a nós *como as rodas dentadas*. Como já vimos, as anfractuosidades deveriam estender-se por toda superfície. Quando Galileu enuncia esta última citação ele guia o leitor para uma conclusão que aparentemente vai contra o conjunto de idéias que o autor estava defendendo, e que provarão que elas são falsas. O exagero da proposição do autor busca garantir o entendimento e atribuir uma certeza ao que foi dito. No entanto, o leitor é enganado por Galileu, pois justamente ele encontrará uma maneira de salvar suas idéias mostrando que, embora existam os montes e vales, devido à sua composição que é *diferente* da roda dentada, eles podem existir na periferia lunar sem serem percebidos.

Galileu constrói uma caricatura de seu contra-argumento, reforçando seus traços mais marcantes pois isso facilita a retomada de seu ponto de vista e a desconstrução do mesmo contra-argumento.

Neste momento o conflito que vem guiado toda a composição narrativa encontra um clímax. Este é considerado o momento de maior tensão, no qual o conflito chega a seu ponto máximo (Gancho, 1991). Logo após esta afirmação que reforça a problemática instaurada, o autor já inicia o processo de re-estabilização de seu ponto de vista que, a princípio, leva ao desfecho do texto.

*“Mas se ao longo da circunferência não estivesse disposta unicamente uma série de proeminências, o olho que observasse de longe não poderia, em absoluto, captar a diferença entre proeminências e cavidades, dado que os vazios entre os montes dispostos no mesmo círculo, isto é, na mesma cordilheira, se ocultam pela interposição de outras elevações dispostas em sucessivas cadeias, sobretudo se o olho do observador se situa na mesma reta que os vértices de ditas elevações.”*  
(Galileu, 1610, p.7)

Nesta passagem Galileu retoma a comparação com a Terra para discutir o que ocorreria se um observador olhasse para uma série de cadeias montanhosas que estivessem uma em seqüência da outra. Caso o observador se encontrasse na superfície da Terra, seu campo de visão estaria definido pela reta tangente a esta superfície. Isso faria com que as regiões vagas entre uma montanha e outra não deixassem aparente esse aspecto, mesmo que eles existam, pois as montanhas da cadeia seguinte se apresentariam para preencher, na visão deste observador, essa região desocupada. Isso acaba sendo muito relevante, pois a grandes distâncias é muito difícil perceber que objetos não estão sobre o mesmo plano. Considerando a distância da Lua, essa constatação se torna ainda mais relevante. Contudo, toda essa argumentação só faz sentido são de mesma natureza em tem as mesmas características. Mais uma vez a equivalência entre os dois corpos é o que dá validade ao que é proposto.

Logo em seguida a esta parte do texto ele tenta esclarecer a explicação precedente:

*“Assim, as cristas das ondas de um mar agitado parecem pertencer ao mesmo plano, sendo que entre uma onda e outra, enorme é a abundância de abismos e*



*vazios, profundos o suficiente para que podem esconder em seu seio não apenas o caso, mas também a ponte, os mastros e as velas de grandes navios” (Galileu, 1610, p.7)*

Nesta passagem o autor faz uma metáfora com as ondas do mar que possibilita ver claramente qual é seu argumento. Para quem está em terra firme, o mar parece apresentar pequenas protuberâncias, sendo quase liso. Contudo, considera Galileu, para alguém que se aventura nele, esse mesmo mar é repleto de ondulações que promovem grandes diferenças de altitude, sendo que este esconde até mesmo *as velas de grandes navios*. Esta metáfora quer mostrar que não é somente no caso tratado que nossa percepção não funciona. Neste exemplo ela falha em um caso que poderia até mesmo ser de mais fácil verificação.

Os pontos anteriores apresentados por Galileu buscam mostrar porque a Lua não se apresenta como a citada “roda dentada”. Pelas razões anteriores suas montanhas e vales são escondidos em sua periferia. Vemos então que o conflito que havia se configurado anteriormente é resolvido e o texto reafirma sua posição inicial.

Todos esses argumentos ainda são reforçados por mais um elemento. Galileu usa a correspondência entre a Terra e a Lua para inferir que deva existir uma espécie de atmosfera lunar. Essa “camada” ao redor da Lua daria mais uma contribuição para a resolução do conflito instaurado anteriormente. Ela dificultaria a percepção do relevo lunar, fazendo que novamente as sinuosidades da Lua fossem “escondidas”.

*“A essas razões pode-se acrescentar outra: é que em torno do corpo lunar existe, como em torno da Terra, uma espécie de esfera de substância mais densa que o éter restante capaz de recolher e refletir a radiação solar ainda que não tão opaca quanto para poder impedir a passagem da visão, especialmente quando não está iluminada” (Galileu, 1610, p.7)*

Atualmente, aceita-se a não existência desta “atmosfera”. No entanto, se o objetivo final do texto é mostrar que a semelhança entre o planeta e seu satélite, esta é mais uma hipótese coerente com a visão de mundo defendida por Galileu. Na falta de elementos para definir a natureza dessa atmosfera, o autor limita-se a dizer que ela é mais densa que o éter (nesta época o éter era considerado uma substância extremamente sutil,

imponderável e transparente). O éter, no mundo aristotélico, é um tipo de matéria que somente existe na lua ou no mundo celeste mais distante que ela. Mesmo sem definir a natureza dessa “atmosfera”, afirmar que ela é algo diferente do éter é, quase de forma subliminar, reafirmar a não perfeição do céu e sua correspondência em termos de qualidade com a Terra.

Ao considerar a existência deste novo elemento ao redor da Lua, um problema aparece. É preciso explicar porque ele não afetava as observações, isto é, se essa “atmosfera” existe, por que ela não impede a visualização da superfície da Lua? Assim, poderíamos questionar por que este “personagem” não atuou até aquele momento. Novamente um conflito se instaura, é o que parecia já estabelecido se torna instável.

No entanto, a questão é respondida no mesmo extrato anterior, quando Galileu afirma que ela não é tão opaca a ponto de dificultar a visão. Mas a “intriga” ainda não acaba. Assim sendo, por que então ela atrapalha quando queremos as regiões montanhosas na periferia da Lua? Galileu responde que, neste último caso, a luz deve atravessar uma camada mais espessa deste material. Neste caso então, uma quantidade maior de luz pode ser absorvida e refletida por esse material (algo semelhante à explicação do vermelho do por do Sol).

Com este argumento ele encerra a discussão sobre as observações da Lua, como sempre, ressaltando a correspondência entre estes dois objetos. Visto que este era o foco central de toda construção textual e o que dava coerência ao mesmo, é importante verificar que a definição metonímica foi sustentada, digamos, “até as últimas conseqüências.

Chegamos ao desfecho desta parte do texto. Como toda boa “história”, ela deve acabar com uma frase final marcante. Vejamos como Galileu faz isso:

*“De nossa parte confirmaremos com demonstrações e ainda com uma infinidade de argumentos naturais que aquela [a Terra] é errante e superior em brilho à Lua, e não o refúgio de imundices e fezes terenas”* (Galileu, 1610, p.8)

Nesta última frase ele anuncia “os próximos capítulos” e, lembrando que na visão Aristotélica o mundo *supralunar* é perfeito em relação à Terra, Galileu acaba firmando

sua visão de homogeneidade do cosmos dizendo que a Terra não é *o refúgio de imundices e fezes*.

### 3.2.3.3 – As Observações dos Satélites de Júpiter.

Galileu faz cuidadosas observações de quatro “estrelas errantes” presentes ao redor de Júpiter. Este termo “estrelas errantes” vem do movimento não usual que elas realizam e equivale à palavra planeta. Estas observações são detalhadas e foram obtidas em dois meses de trabalho praticamente ininterruptos.

Nesta parte do texto Galileu deixa de se referir à Lua e volta a falar de “estrelas”, que embora hoje sejam consideradas satélites, em sua época não havia esta distinção e Galileu também não a faz. Assim, em termos da própria constituição do objeto envolvido, não há esforço de esclarecimento. Isso faz com que o tom descritivo que tínhamos no início do texto se recoloque.

Em sua primeira observação, ocorrida no dia 7 de janeiro de 1610, Galileu verificou que três estrelas estavam próximas a Júpiter. Duas à leste e uma à oeste. O autor afirma que, por uma obra do acaso, ele volta a observar Júpiter e o espaço ao seu redor na noite seguinte. Para sua surpresa ele verifica que as três estrelas estão, agora, a oeste do planeta.

A primeira impressão de Galileu, que seria mais óbvia em sua época, foi a de que o planeta havia se deslocado a leste, deixando as estrelas “para trás”. No entanto, ele aponta que a previsão do movimento de Júpiter para este dia era no sentido contrário<sup>11</sup>. Desta forma, todas as estrelas deveriam passar para o leste do planeta, devendo aumentar sua distância com o tempo. Isso o leva a suspeitar tanto de suas observações como dos cálculos astronômicos que previam este movimento. Para resolver este impasse, ele resolve retornar para mais uma observação no dia seguinte.

Neste dia, Galileu não pôde realizar suas observações devido ao mal tempo. No entanto, em 10 de janeiro do mesmo ano, ele verifica que apenas duas das estrelas eram visíveis e ambas se encontravam agora a Leste do planeta. Assim ele conclui:

---

<sup>11</sup> Júpiter realiza movimentos tanto de leste a oeste (chamado nesta época de movimento direto), quanto de oeste a leste (chamado nesta época que movimento retrógrado)

*“Vendo essas coisas, compreendo que não havia razão alguma para atribuir a Júpiter semelhanças mudanças, e sabendo que as estrelas observadas eram sempre as mesmas (pois não havia outras nem à frente nem atrás em um grande intervalo ao largo do Zodíaco), já transformado minha perplexidade em admiração, reparei que a mudança aparente haveria que atribuir-se não a Júpiter, mas às estrelas”* (Galileu, 1610, p.10)

O pensamento de Galileu foi guiado por diversos fatores. Em suas observações, as posições relativas entre as estrelas variavam. Isso já seria o bastante para romper com o aristotelismo, visto que as posições das estrelas fixas não podem mudar. Assim, ele poderia ter apenas atentado para este movimento e tê-lo descrito independentemente da posição de Júpiter em relação às estrelas. No entanto, o copernicanismo do autor o leva a supor algo a mais, que o movimento destas “estrelas” se organiza em função de Júpiter, isto é, que tem ele como ponto de referência. Esta é uma hipótese que foge completamente do que seria “natural” nesta época. Afinal, além das estrelas fixas não se moverem, elas estariam em uma órbita diferente do planeta Júpiter. De acordo com o modelo aristotélico, todas as estrelas estão na última camada do Universo e, assim, distam da órbita do planeta. No entanto, mesmo com este fator o autor conclui:

*“Dessa forma, pus fora toda dúvida que no céu havia três estrelas errantes em torno de Júpiter à maneira de Vênus e Mercúrio em torno do Sol”* (Galileu, 1610, p.10)

Aqui é importante um alerta. Neste período, devido à influência dos jesuítas que adotaram uma idéia de Tycho Brahe, estava em voga a hipótese de que estes dois planetas citados poderiam girar em torno do Sol. No entanto, neste caso, a Terra continua no centro e os dois planetas girariam em torno dela, mas ao mesmo tempo fazendo suas revoluções ao redor do Sol (esta é uma variação do modelo dos epiciclos de Ptolomeu).

O elemento que é interessante notar no raciocínio de Galileu é como ele apresenta sua conclusão. Verificar um movimento orbital de um planeta ou satélite não é simples, pois não vemos um “giro”. O que vemos efetivamente é ele se deslocando de um lado para outro. No caso de Vênus e Mercúrio, sabia-se que eles nunca se afastam do Sol em mais de que 45° e 28°, respectivamente. É a essa relação estrutural que o autor se refere. Assim, ele descreve sua hipótese de que as “estrelas” estão girando em torno de Júpiter

através de uma metonímia, isto é, através da figura de linguagem que, como definimos, relaciona elementos estruturais de um corpo com outro com o objetivo de dar uma definição do corpo desconhecido em termos de algumas características que se busca colocar em evidência. Podemos destacar que o uso dessa figuração ocorre por ser o tipo de movimento que estas “estrelas” têm a novidade tratada nesta parte do texto. Anteriormente as observações não exigiam nenhum recurso lingüístico além da descrição, pois elas se reduziam, de certa forma, aos elementos já conhecidos.

Em seguida ele descreve longamente cada uma das observações feitas até o dia 2 de março. Neste tempo, ele verifica que na verdade são quatro as “estrelas” que giram ao redor de Júpiter, ao invés das três anteriormente observadas. Após suas cuidadosas observações ele conclui definitivamente:

*“Considerando que, umas vezes seguem, e outras precedem, a Júpiter com intervalos similares, afastando-se dele para o nascente ou o acaso, apenas com desvios pequeníssimos e acompanhando-o não apenas em seu movimento direto, mas também no retrógado, ninguém pode duvidar que realizam suas revoluções em torno dele, enquanto todos cumprem uma revolução de 12 anos em torno do centro do mundo”* (Galileu, 1610, p.15)

É curioso que ao enunciar suas conclusões Galileu não se refere nem à Terra, nem ao Sol como centro de rotação de Júpiter, utilizando o termo neutro “centro do mundo”. Podemos dizer que primeiro ele quer validar suas observações sobre os satélites de Júpiter, que são realmente difícil de contestar, para em seguida inferir a validade do modelo copernicano.

Começamos a chegar a um ponto mais relevante para este trabalho, pois aqui Galileu começa a efetivamente a construir elementos novos para sua época.

Pelas características textuais, até agora vimos que primeiramente Galileu compôs o contexto geral da obra anunciando quais elementos e assuntos fariam parte dela. Assim ele anuncia a observação das estrelas (as “fixas e as “jupiterianas”) e da Lua. Nos primeiros extratos, que se referem às estrelas, vemos que o que predomina é uma descrição detalhada da posição das mesmas. Devemos notar que esta parte do “enredo”, embora envolva anomalias nos movimentos das “estrelas” que acompanham Júpiter, do

ponto de vista enunciativo tem um facilitador que é o de se referir a entidades são bem conhecidas para seus interlocutores (o que é uma estrela já é claro para época) e da observação ser uma prática já usual para época. Descrever posições e movimentos das estrelas, como vimos, nos remete mesmo à antiguidade. Textos anteriores ao de Galileu, como os de Ptolomeu e Copérnico já faziam isso. A maior dificuldade somente foi de caracterizar o estranho limite de distância que as estrelas tinham em relação à Júpiter. Para isso foi preciso fazer uma metonímia.

A riqueza do texto começa a mudar quando Galileu anuncia suas conclusões. Neste momento ele irá se basear na exposição anterior, que carregava uma intriga pela descrição demonstrar uma anomalia, para anunciar suas conclusões.

*“Temos aqui um argumento notável para eliminar as dúvidas daqueles que, aceitando com tranqüilidade o sistema copernicano, se sentem contudo perturbados pelo movimento apenas da Lua em torno da Terra, enquanto ambas descrevem uma órbita anual em torno do Sol, até o ponto de considerar que se deve rechaçar por ser impossível esta ordenação do Universo. De fato, agora temos não mais um planeta girando em torno de outro enquanto ambos percorrem uma órbita em torno do Sol, mas certamente quatro estrelas que, como a Lua ao redor da Terra, se oferecem junto com Júpiter uma grande órbita em torno do Sol” (Galileu, 1610, p.15)*

Podemos notar que o tom neutro do discurso que vinha se mantendo acaba. Aqui não se fala mais em centro do mundo, e sim em movimentos em torno do Sol. Além disso, sua posição é explicitada fazendo referência a Copérnico. Contudo, é muito interessante verificar que o autor não tem nenhuma evidência direta do movimento da Terra para inferir que ela se move ao redor do Sol. Pelas características textuais vemos que não há nenhuma exposição referente aos movimentos da Terra e do Sol. Aliás, não há nenhuma descrição em relação a qualquer aspecto relacionado à Terra e ao Sol. Então, devemos nos perguntar como Galileu chega a essa conclusão.

Ao verificar que as quatro estrelas estão girando em torno de Júpiter, Galileu mostra que objetos podem girar em torno de outro corpo que não seja a Terra. Isso é importante por mais uma vez corroborar a visão do autor de que a Terra não tem um status diferente de outros corpos celestes. Anteriormente Galileu defendia esse ponto de

vista comparando a Terra à Lua. Agora ele faz isso em relação Júpiter. Ao considerar a Terra um objeto de mesma natureza que os outros corpos celestes, isso possibilita conjecturar que ela possa ocupar uma posição qualquer no cosmos. Isso seria impossível em uma visão aristotélica pois o próprio espaço é dividido em duas partes, a região sublunar que é de uma natureza e tem a Terra e os corpos feitos pelos quatro elementos como parte de seu domínio e a região supralunar em que temos os corpos celestes feitos de éter. Quando se concebe Terra, Lua e Júpiter como objetos de mesmas qualidades, essa divisão radical perde o sentido. Agora a Terra é um corpo celeste como os outros e pode ocupar a posição de qualquer um desses corpos. Embora estas considerações não demonstrem o modelo heliocêntrico de Copérnico, elas o tornam factível. Assim, Galileu consegue acabar seu texto com uma defesa do copernicanismo, mesmo sem o ter explorado as posições da Terra e do Sol diretamente. Com sua conclusão o autor dá o desfecho ao texto.

### **3.2.4 – Análise da Obra de Galileu.**

Neste ponto devemos tornar mais explícitos alguns elementos relacionados à elaboração do pensamento por Galileu que são importantes para as questões desta tese.

Primeiramente, nosso trabalho consiste em questionar o quanto a argumentação de Galileu corrobora o modelo de Toulmin, apresentado no capítulo 1. Como vimos, este processo de pensamento envolve os seguintes elementos:

- 1 – Dados (D) – que são os fatos nos quais a argumentação se baseia para fazer uma alegação.
- 2 – Garantias (W) – que são elementos atribuídos aos dados que fazem com que os mesmos sejam validados como base da argumentação.
- 3 – Apoio às Garantias (B) – Sua função é semelhante a das garantias, mas a mesma possibilita um incremento que a justifica.
- 4 – Qualificadores Modais (Q) - Indica a força do argumento. Pode-se incluir nas conclusões o indicativo “presumidamente”, “provavelmente”, “certamente” etc.
- 5 – Conclusão (C) – Que é a própria afirmação defendida.

6 – Refutações (R) – Elementos que possam invalidá-la em certas condições. Geralmente vêm com indicativos como “a menos que”.

É possível reconstruir o texto anterior de modo a “enquadrá-lo” neste modelo. As observações de Galileu, seja das estrelas fixas ou errantes, seja da Lua, configuram os dados no qual o autor baseia sua argumentação. Como estas observações são feitas através de um instrumento novo à época, Galileu discute sua construção de modo a atribuir garantias para as mesmas observações. Como vimos, quase toda primeira etapa do texto é destinada a isso. Além de mostrar a funcionalidade de seu instrumento, Galileu elabora um processo engenhoso para determinar sua ampliação, quando ele compara a observação de uma figura geométrica de tamanho pequeno, que é observada com o uso do instrumento, com a observação a olho nu de uma figura de mesmo tipo, só que cerca de trinta vezes maior. Poderíamos chamar isso de um apoio às garantias, de acordo com Toulmin. Os qualificadores modais que atenuariam suas conclusões são pouco utilizados. Em geral a inclusão de termos como *certamente*, *evidentemente* etc, que buscam não deixar dúvidas sobre a conclusão, são privilegiados. Por fim, se antecipando a possíveis refutações, vimos que muitas vezes o autor retorna a novas observações para invalidar esses elementos de contradição. Para isso há apresentação de diferentes aspectos da Lua e o processo de observações das estrelas, principalmente em relação a Júpiter, foram repetidas inúmeras vezes durante dois meses ininterruptos.

Mesmo que exista alguma imperfeição, a interpretação anterior é uma possível leitura do texto. No entanto, devemos pensar em que medida ele reflete a elaboração do pensamento de Galileu. Esta forma de analisar o processo criativo de Galileu é uma forma distanciada de olhar o mesmo, que acaba por esconder diversos aspectos presentes em sua constituição. Entre todos os pontos da estrutura do argumento, o que deixa isso mais evidente é o uso dos dados. Na leitura toulmiana os dados são encarados como fatos, e estes se apresentam quase como evidentes. O papel das garantias são o de mostrar, sobretudo, que os dados são pertinentes para a argumentação desenvolvida. No entanto, não há espaço para questionar diferentes formas de interpretarmos os mesmos. Para a argumentação ser aceita, os interlocutores já devem atribuir o mesmo significado para os dados utilizados. Assim, eles devem estar em acordo sobre o que os mesmos representam.



Contudo, quando recorremos ao texto de Galileu vemos que uma das maiores dificuldades de seu trabalho é a elaboração de uma maneira muito particular de interpretar o que ele observa, isto é, de olhar para seus “dados”. Como diria Sutton (1992), é o esforço em se conseguir ver além das aparências. Para o caso estudado, isso envolveu mudanças em diversos níveis que merecem ser verificadas com cuidado.

Na mesma época em que Galileu observou a Lua, o mesmo tipo de observação foi feita por Thomas Harriot, um astrônomo inglês (Holton, 1996). O que Harriot viu? Quais foram seus dados? O que ele concluiu? Ele “verificou” que a Lua tem uma superfície lisa, como previa o modelo aristotélico. Somente depois de ler o trabalho de Galileu que o astrônomo passou a estudar efetivamente o relevo lunar, observando suas protuberâncias (Holton, 1996). Este exemplo mostra o quanto um dado não representa muita coisa sem que se construa uma base interpretativa para ele. No caso de Galileu, ele já predispunha de uma visão que considerava a Lua como semelhante à Terra. Isso o coloca em uma posição em que “ver” efetivamente montanhas em sua superfície fosse possível. Contudo, não é apenas isso que define o que o autor observa (senão recairíamos em um relativismo). Galileu é conhecido por historiadores como um autor hábil em experiências de pensamento (Miller, 1996). Neste texto isso se manifesta de maneira sutil, mais determinante. Quando o autor elaborou sua interpretação das manchas lunares como sombras, por exemplo, isso envolveu pensar diferentes movimentos da Terra e da Lua como equivalentes em relação ao Sol. Tirar o referencial do movimento da Terra e colocar no Sol é uma passagem que envolve uma mudança completa de perspectiva de análise que inexistia em sua época. Essa é uma condição necessária para interpretar as manchas lunares. Se o leitor não se colocar nesta posição, dificilmente ele vai aceitar as asserções feitas por Galileu. Um terceiro elemento histórico que mostra o quanto o que Galileu viu era difícil de ser percebido é o tipo de perspectiva visual envolvida nas observações. Historiadores atuais (Padova, 2008; Bredekamp, 2008) apontam que a capacidade de representar um objeto em três dimensões era muito nova à época de Galileu. Esse tipo de perspectiva foi a base da revolução artística deste período. É somente neste contexto que os efeitos de sombras começam a desempenhar um papel relevante em desenhos e pinturas. Como Galileu vivia onde esta mudança era mais acentuada, isto é, a Itália renascentista, e foi instruído com os conhecimentos desta nova arte, ele era capaz de ver nas sombras lunares a projeção de um objeto em três dimensões,

como são as montanhas e outros tipos de relevo (Padova, 2008; Bredekamp, 2008). Todos estes elementos buscam mostrar o quanto um dado deve, ele próprio, passar por um processo de elaboração. Quando verificamos como Galileu elabora seu texto, ainda podemos perceber que a maior parte de seu esforço é direcionada a fazer com que o leitor perceba e entenda as características dos objetos envolvidos. Isso nos leva a considerar que o modelo de Toulmin desconsidera os principais condicionantes da criação na ciência. Podemos considerar que os momentos de maior inovação ocorrem justamente quando não há dados evidentes para sustentar uma asserção.

Através das afirmações anteriores podemos considerar que Galileu criou uma nova forma de vermos e pensarmos a Lua. Embora esta criação seja baseada em uma ideologia do autor, que podemos interpretar como seu imaginário, quando ele compõe sua representação para a Lua, as características atribuídas à mesma são submetidas a uma validação. Este processo avaliativo consiste em imaginar como esta Lua, construída no mundo simbólico, se comporta em diferentes situações. A experiência de pensamento que envolvia a iluminação da Lua e da Terra pelo Sol, citada no parágrafo anterior, é um exemplo disto. Ainda podemos apresentar outros exemplos semelhantes. Quando Galileu trata da aparência da parte periférica da Lua, em que ele discute porque ela não aparece como uma “roda dentada”, é um mesmo tipo de processo imaginativo que ele realiza. Da mesma forma, quando ele analisa a grande mancha central, é necessário que as considerações anteriores possibilitem explicar por que a mesma ocorre. Assim, a Lua é submetida aos mais diferentes tipos de análise, que podem envolver situações bastante adversas.

Este tipo de verificação, feito por experiência de pensamento, não produz dados que corroborariam ou refutariam definitivamente a idéia proposta. Sua validade é, sobretudo, dada pela coerência e coesão internas do que é proposto. Se a forma como concebemos um objeto, um fenômeno ou um conceito não se desfigura quando mudamos a situação à qual ele está envolvido, isso possibilita que este mesmo elemento se torne a base de sustentação para as explicações que aparecem como extensões de sua criação. Aqui devemos esclarecer que entendemos por explicações o momento em que uma destas entidades criadas é utilizada e operacionalizada em uma situação de análise<sup>12</sup>. A

---

<sup>12</sup> Esta definição é baseada na proposição de Mario Bunge par aos modelos teóricos (1974)

explicação busca tornar compreensível para o sujeito a situação tratada, ou, em termos filosóficos, tornar essa parcela da realidade inteligível (Paty, 2005). Por considerarmos necessária a existência de um vínculo entre a criação através da imaginação e seu compromisso explicativo, no capítulo anterior definimos o processo criativo como guiado por uma intuição racional. Um elemento importante deste processo é que as características da entidade envolvida são desenvolvidas juntamente ao processo explicativo. É a própria situação envolvida na explicação que permite destacar e tornar mais “perceptível” as qualidades definidores do objeto envolvido. Assim, não é uma simples relação de dado e conclusão que permite o desenvolvimento dos argumentos de Galileu.

A segunda grande questão desta tese consiste discutir como esse processo de criação pode ser entendido do ponto de vista da produção textual. Como definimos anteriormente, esta análise que denominamos *poética* analisa o texto em dois níveis, um que engloba sua totalidade, que estabelece sua composição narrativa e, em uma micro-análise, como os processos de significação são compostos.

Na exposição do texto de Galileu buscamos identificar algumas de suas características narrativas. Contudo, pouco esclarecemos o que é este tipo de texto. Podemos definir uma narrativa como uma história em que cinco questões básicas são respondidas (Gancho, 1997):

- 1 – O que aconteceu? (Enredo)
- 2 – Quem viveu os fatos? (Personagens)
- 3 – Como eles acontecerem? (Desenvolvimento do enredo)
- 4 – Onde se realizaram? (Espaço)
- 5 – Por que o ocorrido foi desta forma? (Desfecho do enredo)

Inicialmente Galileu define os objetos envolvidos, afirmando existir novas estrelas que apresentam um movimento diferenciado e que a Lua é um objeto diferente do que se considera até então. Interpretamos esses elementos como as personagens, as estrelas e a Lua, e o enredo de uma história, novas formas de movimento e as mudanças de suas

características. Podemos acrescentar o papel de Galileu como narrador e o céu como espaço onde os eventos que serão descritos ocorrem. Este conjunto de elementos forma a base do texto narrativo, que já permite responder as questões 1, 2 e 4 e que estabelece as condições de desenvolvimento da história.

Contudo o aspecto narrativo mais interessante talvez sejam o desenvolvimento e desfecho do enredo. Para que a narrativa tenha algum interesse é necessário que seu enredo se desenvolva para além da apresentação inicial. Caso todos os problemas já fossem resolvidos logo de início, não haveria por que contar a história. Isso faz com que os elementos de complicação sejam necessários. Estes são os pontos de conflito que precisam ser resolvidos no desenvolvimento da narrativa. Contudo, eles somente serão solucionados no desfecho, quando todos os conflitos são eliminados e o final se torna claro. Quando afirmamos anteriormente que as entidades científicas criadas devem se submeter a diferentes situações, que ao mesmo tempo sevem como forma de caracterização da entidade e como explicação para os fatos, este processo de assemelha fortemente ao desenvolvimento do enredo. Em uma história as personagens são submetidas às mais diferentes situações e sua capacidade em resolver um possível problema ao mesmo tempo “explica” os fatos como ressalta o caráter do mesmo personagem. Isso o fará, por exemplo, ser um herói ou um vilão. As experiências de pensamento acabam por seguir o mesmo tipo de encadeamento lógico. Elas buscam verificar como uma entidade se comporta frente a possíveis complicações. Além disso, o desfecho nos permite chegar a alguma conclusão, que representa de forma sintética a mensagem que o texto busca passar ao leitor.

Um ponto que é interessante destacar é que mesmo as histórias de ficção, que podem ir longe no uso da imaginação, precisam ser verossímeis. Isto quer dizer que, mesmo sendo inventados, o leitor deve acreditar no que lê. Esta credibilidade advém da organização lógica dos fatos. Como define uma estudiosa no assunto:

*“Cada fato da história tem uma motivação (causa), nunca é gratuito e sua ocorrência desencadeia inevitavelmente novos fatos (conseqüência)”* (Gancho, 1997, p.10)

Assim, a criação de uma história também é guiada por seus compromissos. Contudo, claramente esses não são comprometimentos de ordem epistemológica. São outros elementos que trazem coerência e coesão ao texto ficcional.

Este último ponto deve ter alguns de seus aspectos ressaltados. Quando defendemos que o texto científico é composto como uma narrativa, queremos notar que elementos básicos que estruturam um texto científico que envolve uma descoberta ou invenção o aproximam de histórias de outra ordem, sobretudo ficcional. No entanto, certamente seria exagero afirmar que o texto do cientista é de mesma natureza ou qualidade que o texto literário. Claramente o desenvolvimento da literatura incorpora muito mais elementos estéticos que são desconsiderados em nossa análise. Da mesma forma, o texto do cientista tem objetivos próprios que o tornam diferente de “uma boa história”. Nossas “personagens” são muito simples e dependentes dos contextos explicativos. Além disso, um desfecho surpreendente em geral não é esperado no desfecho do texto científico. O que nosso trabalho quer mostrar é que para se discutir novos conceitos ou fenômenos um texto é composto através de uma estrutura que não obedece a uma racionalidade puramente lógica. Nesta mudança características semelhantes às de uma composição narrativa, isto é, de uma história, são incorporadas, o que faz deste texto uma composição híbrida.

O estudo de cada passagem do texto envolveu a análise das figuras de linguagem ou *tropos* lingüísticos. Muitas vezes estes tipos de estudo, sobretudo de textos científicos, reduzem-se a discutir o papel da metáfora na construção de significados. Em nosso trabalho buscamos verificar o papel da metonímia e da sinédoque neste desenvolvimento. Pela forma como elas são utilizadas por Galileu, vemos que cada uma acaba por ter uma função epistêmica diferente.

A metáfora é uma forma de construção de significado que compara dois objetos, sendo que supostamente um deles é bem conhecido e serve como base para compreendermos o segundo. Contudo, este é um processo que tem somente valor heurístico. Os objetos em sua totalidade continuam a ser vistos como entidades bastante distintas, de naturezas diferentes. Assim, seu papel como forma de validação de uma representação é muito pequeno. Em geral ela serve como forma de esclarecimento para o interlocutor. Por ser uma relação distanciada, em geral somente uma característica

específica e definida neste processo. Quando lemos o texto de Galileu vemos que a cada novo elemento de análise ele constrói uma metáfora nova, por exemplo comparando a superfície da Lua à superfície do mar, ou à cauda de um pavão, ou mesmo a determinados tipos de vidro. Em cada uma destas metáforas uma das qualidades da Lua é ressaltada. Assim essa figura de linguagem ajuda no processo de caracterização do objeto esclarecendo, sobretudo, *como* ele é.

A metonímia também envolve uma relação entre dois objetos. Contudo esta é uma forma de caracterização muito mais profunda. O objeto que serve como análogo é interpretado como um ser de mesma família. Isto faz com que exista um conjunto de características estruturais que devem ser semelhantes entre os ambos. Assim, um passa a ser a base de interpretação para o objeto desconhecido, passando os dois a serem equivalentes. Desta forma, quando se questiona por que uma entidade nova se comporta de determinada maneira, a base da resposta é saber como seu equivalente se comportaria na mesma situação. É este tipo de pensamento que guia toda argumentação de Galileu. Como vimos, a comparação entre a Terra e a Lua é a base de toda a sua argumentação. Como os objetos têm uma equivalência ontológica, este tipo de comparação faz com que a explicação tenha um valor muito maior.

A sinédoque generaliza a metonímia. Isso faz com que o trabalho de comparação seja eliminado. Com ela, cada entidade é definida por uma construção abstrata que define seu grupo de pertença. Assim, quando se afirma que um objeto é um corpo celeste, automaticamente este ganha uma série de atributos que definirão suas qualidades e comportamentos. Este tipo de generalização permite que qualquer tipo de inferência possa ser feita caso se conheça a família de pertença.

As considerações anteriores mostram como cada uma das figuras tem uma função que têm um status diferente na elaboração do texto. Em seguida passaremos a um segundo caso de estudo, em que estes mesmos pontos serão analisados em um caso em que o conteúdo científico é bastante diferente.

### **3.3. – O ELETROMAGNETISMO DE OERSTED E AMPÈRE.**

#### **3.3.1 – Os Antecedentes à Descoberta de Oersted.**

Os efeitos de atração e repulsão característicos da eletricidade e magnetismo são conhecidos desde a antiguidade. Deste período até a metade do século XVIII, uma grande quantidade de conhecimento foi adquirida sobre estes fenômenos, mas este saber era tratado de forma bastante dispersa e podemos afirmar que, em sua maioria, eram mais motivados pela curiosidade que estes provocavam, como os choques nos corpos humanos e a produção de luz por descargas elétricas (Blondel, 1982).

Um dos principais cientistas que contribuiu para a eletricidade e o magnetismo, já no contexto de publicações características da ciência moderna, foi Benjamin Franklin (Audouze, 2006). Seu trabalho experimental se tornou bastante conhecido, principalmente por ter determinado a natureza dos raios que ocorrem durante as tempestades como fenômenos de descargas elétricas. Mas é, sobretudo, através de suas experiências com descargas elétricas produzidas por garrafas de Leyden que ele elabora um conhecimento experimental sobre os fenômenos elétricos. Em uma carta à Peter Collinson, de 29 de julho de 1750, ele descreve longamente uma série de experiências (Franklin, 1750). Entre elas, ele descreve a imantação de agulhas através de descargas elétricas, o que indicava uma associação entre eletricidade e magnetismo<sup>13</sup>. Em seus experimentos fica claro que a imantação é mais bem produzida quando a agulha está paralela a um meridiano que liga os pólos magnéticos da Terra (Rocha, 2002). Como, nestas condições, os mesmos efeitos poderiam ser produzidos por outros processos, como o aquecimento da agulha ou com uma seqüência de golpes nesta, Franklin é levado a considerar que as descargas elétricas são apenas auxiliares no processo de imantação. Em uma carta datada de 10 de março de 1773, dirigida a Dibourg, ele declara:

*“Em relação ao magnetismo, que parece ser produzido pela eletricidade, minha opinião real é que esses dois poderes da natureza não possuem afinidade mútua, e que a aparente produção do magnetismo é puramente acidental”* (Franklin, 1773 apud Martins, 1980, p.7)

A posição de Franklin pode ser considerada como bastante representativa para seu período histórico e para algumas décadas subseqüentes. Podemos afirmar que nesta época

---

<sup>13</sup> De certa maneira essa associação já era pensada há pelo menos 200 anos antes de Franklin, quando se observava os efeitos dos raios sobre as bússolas, algo que também já havia sido explorado por outros cientistas (Martins, 1980).

muitos cientistas acreditavam em uma relação entre eletricidade e magnetismo, mas a falta de base tanto teórica quanto empírica para a compreensão desta relação fazia com que ela fosse descartada. Esta falta de clareza também fazia com que as experiências fossem realizadas quase que ao acaso, e devido às suas características diversas, um debate centrado em determinados fenômenos não ocorria nos meios científicos. Com isso, podemos afirmar que as formas como se concebiam as relações entre eletricidade e magnetismo acabavam se baseando principalmente nas pressuposições filosóficas ou metafísicas de cada cientista (como veremos mais claramente nos trabalhos de Oersted e Ampère).

Nesta mesma época a ciência francesa, sobretudo a Física, começa a se estabelecer como um corpo de conhecimentos matematizados e a busca da racionalização dos fenômenos pode ser considerada como um dos principais “motores” da pesquisa (Paty, 1998, Diderot e d’Alembert, 1760). Neste contexto os trabalhos de Jean le Rond d’Alembert, Leonard Euler e Joseph-Louis Lagrange são exemplos do fazer científico que busca “despir” a realidade de suas qualidades sensíveis para levá-la ao processo de conceitualização racional (Blay, 2002, 1992, Paty, 1998). Estes cientistas trabalham principalmente sobre os fenômenos do que chamamos hoje de mecânica, abrangendo corpos pontuais, extensos e líquidos (Darrigol, 2005). A eletricidade entra neste padrão de ciência através dos trabalhos de Charles Coulomb (Rocha 2002, Blondel, 1982).

O primeiro passo importante de suas pesquisas é a construção de balanças de torção que lhe permite medidas bastante precisas das forças eletrostáticas (Coulomb, 1789). A partir de seus resultados experimentais, Coulomb estabelece que a força entre duas esferas carregadas é proporcional à quantidade de carga presente em cada uma delas (na forma de acumulação de fluídos elétricos) e inversamente proporcional ao quadrado da distância. Esses resultados são apresentados em *memoires* lidos na academia de ciências entre 1785 e 1789<sup>14</sup>. Nestes mesmos trabalhos, Coulomb busca estabelecer uma lei para as interações magnéticas, mas seus resultados não são tão precisos como os que ele estabelece para a eletricidade. Em seu sétimo e último *memoire* desta série,

---

<sup>14</sup> Apesar da importância dos resultados experimentais no trabalho de Coulomb, podemos considerar que para o estabelecimento dessa lei ele já se baseava teoricamente no formato das interações newtonianas da gravitação.



apresentado em 1789, Coulomb irá fazer considerações importantes sobre a descrição dos fenômenos magnéticos, que irão influenciar os primeiros trabalhos em eletromagnetismo:

*“Os físicos atribuíram durante muito tempo os efeitos do magnetismo a um turbilhão de matéria fluída que fazia sua revolução em torno dos imãs, seja os artificiais, seja os naturais, ao entrar por um pólo e sair pelo outro. Esse fluído, diziam eles, sobre o ferro e o aço aparece devido a configuração de suas partes, mas não exercia nenhuma ação sobre os outros corpos. À medida, neste sistema que se apresentava alguns fenômenos inexplicáveis por um só turbilhão, nós imaginávamos muitos deles ou nós combinávamos muitos imãs entre eles, lhe dando, segunda a necessidade, movimentos particulares (...) Eu acredito ter provado (...) o quanto era difícil de dar razão, por meio dos turbilhões, aos diferentes fenômenos magnéticos, é necessário então ver se, por suposições simples de forças atrativas e repulsivas, esses fenômenos se explicam mais facilmente”* (Coulomb, 1789, p.3, tradução nossa)

Primeiramente, devemos notar que Coulomb rejeita completamente os turbilhões catersianos que eram retomados como meio explicativo para a interação entre imãs (Coulomb, 1789). No entanto, a falta de simetria esférica do problema se apresentava como um grande problema para a compreensão da natureza dos fenômenos magnéticos por meios matemáticos. Por outro lado, vemos um estilo científico que é marcante nesta época e que ainda será durante as primeiras pesquisas sobre o eletromagnetismo. Temos no trabalho de Coulomb uma perspectiva que busca compreender os fenômenos através das leis de atração e repulsão de forças que atuam à distância. Esta característica, comumente chamada de paradigma newtoniano, será de influência muito forte nas pesquisas realizadas no França, neste período e em épocas posteriores.

Os trabalhos de Coulomb serão, anos mais tarde, sistematicamente retomados por Siméon Denis Poisson e Pierre-Simon Laplace, que desenvolverão sua base matemática e buscarão generalizar os resultados de Coulomb para além das interações pontuais (Blondel, 1982). Este trabalho dá uma “perfeição” teórica às leis estabelecidas por Coulomb e faz com que a eletricidade seja considerada como uma teoria de mesmo *status epistemológico* que a gravitação newtoniana. O sucesso destes trabalhos levará Jean Baptiste Biot, em seu *Traite de physique expérimentale et théorique* de 1816, a fazer uma

declaração interessante sobre a própria existência dos fluídos elétricos. Após analisar os trabalhos de Poisson e Laplace ele declara:

*“Agora, se nós consideramos o quanto esta teoria se aplica a vários fenômenos (...) como ela os representa com exatidão (...), nós consideraremos que ele é uma das mais bem estabelecidas da física, e que ela dá à existência real dos dois fluidos elétricos o mais alto grau de probabilidade, para não dizer uma certeza absoluta”* (Biot, 1816, p.57, tradução nossa)

Esta citação demonstra bem o espírito da atividade científica realizada na França nesta época. A criação de entidades inobserváveis não se apresenta como um problema para a maior parte dos cientistas dos séculos XVIII e XIX, o que os distingue claramente de uma postura positivista que viria historicamente logo em seguida. No entanto, estas entidades devem ser passíveis de racionalização, no sentido que através delas é necessário que se possam estabelecer leis claras e gerais para um determinado conjunto de fenômenos, sendo que estas adquirem exatidão (no sentido de medidas empíricas e, sobretudo, definição conceitual) através de seu processo de matematização. Este projeto de pesquisa iniciado por Coulomb (para o caso específico da eletricidade) ganha força com Poisson e Laplace e será, em certa medida, seguido por Biot, Savart e Ampère no desenvolvimento do eletromagnetismo.

No entanto, as diversas pesquisas realizadas durante o século XVIII (e mesmo muitas do início do XIX) não poderiam, por elas mesmas, levar à criação do eletromagnetismo. Para isso foi necessário o desenvolvimento de uma nova classe de fenômenos, chamados inicialmente de galvanismo.

Os primeiros fenômenos galvânicos podem ser atribuídos ao homem que lhe dá o nome, o cientista italiano Luigi Galvani. Ele percebe que através de duas placas metálicas era possível provocar contrações em pernas de rãs, fenômeno que já era conhecido como de natureza elétrica. No entanto, a grande mudança vem com outro italiano, Alessandro Volta, que em 1800 constrói a primeira pilha, através da junção de placas de cobre e zinco e a presença de um meio líquido de características ácidas. Apesar desta descoberta ter sido amplamente divulgada e, rapidamente, diversos cientistas já produziam pilhas em seus laboratórios, sua compreensão foi demorada. Como aponta a historiadora Christine Blondel:

*“As explicações de Volta eram muito sucintas e vagas: somente o contato de duas placas de zinco e de cobre provocaria uma acumulação de fluido positivo no zinco e de fluido negativo no cobre. Neste mecanismo, a água ácida que deixava úmido o cartão apresentava unicamente o papel de condutor”* (Blondel, 1982, p.43, tradução nossa)

Como vemos na citação anterior, a propriedade de acumular cargas era inicialmente interpretada como uma característica dos metais (cobre e zinco) e o meio ativo somente desempenhava um papel de condutor, isto é, de facilitador do processo. Através dos trabalhos sobre a eletrólise da água e da verificação da oxidação das placas metálicas, os britânicos Willian Hyde Wollaston et Humphry Davy mostram o papel do meio ativo na pilha. No entanto, a interpretação de Volta permanece como a mais bem aceita nos meios científicos.

Contudo, o elemento mais importante para este trabalho é verificar como os próprios fenômenos produzidos pelas pilhas eram interpretados. Devemos destacar que neste contexto histórico, quando um gerador de corrente acaba de ser criado, as próprias noções de circuito ou corrente elétricas claramente não existem. O que se considera nesta época são os fenômenos de atração e repulsão (sejam elétricas ou magnéticas) e os fenômenos de descarga elétricas. Estes últimos são caracterizados por sua descontinuidade, violência e rapidez, algo muito diferente da natureza de um circuito elétrico. Haüy, em seu *Traite Élémentaire de Physique* de 1821 apresenta bem essa descrição dos fenômenos elétricos da época:

*“a eletricidade se manifesta aos olhos por jatos de luz, por faíscas estridentes, o magnetismo age passivamente e em silêncio”* (Haüy, 1821, p.125, tradução nossa)

Isso faz com que nas primeiras pesquisas com pilhas os fenômenos que os cientistas buscavam observar fossem da mesma natureza que as descargas elétricas. Nesta perspectiva, esperava-se observar a ocorrência de efeitos elétricos (e eventualmente magnéticos) no momento de ligação dos pólos de uma pilha por um fio, e não após o estabelecimento desta ligação. Uma das primeiras considerações importantes dessa época foi apresentada por Gautherot em 1801 e demonstra bem a falta de clareza entre fenômenos de natureza estática e dinâmica:

*“Eu coloquei sobre a extremidade superior da pilha a ponta de uma corda de ‘claveclin’ bem fina, deixando solto o resto da corda no ar. Eu coloquei da mesma forma na outra extremidade da pilha um fio metálico, e apresentando a ponta livre como do primeiro fio, eu percebi um movimento desse primeiro em direção ao segundo, e logo que os dois fios puderam se tocar, houve uma adesão muito marcada. Eles pareciam únicos como por uma foca magnética”* (Gautherot, 1801, apud Blondel, 1982, p.59)

A descrição feita pelo cientista é claramente, como interpretaríamos hoje, de efeitos eletrostáticos devido ao acúmulo de cargas elétricas nas pontas dos fios. O caráter magnético descrito pelo autor vem do fato de esta interação persistir no tempo, enquanto os fios estão ligados, algo que é diferente de um fenômeno tipicamente eletrostático, pois após o contato (e a troca de cargas pelos corpos carregados) é comum que os corpos passem e se repelir, por passarem a ter cargas de mesmo tipo. Com isso, a pilha passa a ser interpretada como um condensador eletrostático (uma garrafa de Leyden, por exemplo) mas com a característica de após a descarga, instantaneamente, começar a se recarregar, através da ‘força motriz’ gerada por suas placas.

A experiência de Gautherot ainda guarda uma importância histórica, pois quando Ampère faz suas primeiras experiências sobre a atração entre correntes elétricas ela é retomada por seus opositores que buscam explicar os fenômenos apresentados por Ampère através de efeitos estáticos.

Por fim, um fator importante de se notar, pois dificultava a compreensão dos fenômenos eletrodinâmicos, é a ausência da lei de Ohm. As experiências eram feitas com fios de baixa resistência e considerando que a resistência interna da pilha ( $r$ ) é muito superior à resistência do condutor ( $R$ ), mesmo com uma alta força eletromotriz ( $E$ ), a tensão no circuito ( $U$ ) tende à zero, como escreveríamos hoje pela relação:

$$U = E - rI = E - r \frac{E}{r + R} = E \left(1 - \frac{r}{r + R}\right)$$

Assim os efeitos eletrodinâmicos deviam ser constantemente anulados nas primeiras montagens, dificultando sua verificação, que ocorrerá pela primeira vez com Hans C. Oersted, vinte anos após a criação da pilha por Volta.

### 3.3.2 - Oersted e o Início do Electromagnetismo.

#### 3.3.2.1 – Contexto da Obra.

O dinamarquês Hans Christian Oersted teve uma sólida formação em ciências e filosofia. Em 1799 doutorou-se em filosofia com uma tese intitulada *Dissertio de forma metaphysices elementaris naturae externae*, em que fazia uma descrição crítica das idéias de Kant sobre a filosofia natural (Martins, 1986). Após este período ele obtém uma bolsa de estudos no exterior e se torna amigo de expoentes da *Naturphilosophie* germânica como Schelling e Ritter, sendo que este último também se interessa pelos fenômenos naturais, inclusive os relativos à eletricidade. Inserindo-se dentro da *Naturphilosophie*, Oersted irá acreditar em uma unidade natural, em que todas as manifestações físicas (térmicas, elétricas, magnéticas, óticas) deveriam ser explicadas por um mesmo princípio. Ele mesmo declara, em um artigo da Enciclopédia de Edimburgo, que foram razões filosóficas que o guiaram à sua descoberta do eletromagnetismo:

*“Durante toda sua carreira como escritor, ele aderiu à opinião de que os efeitos magnéticos são produzidos pelos mesmos poderes que os elétricos. Ele não foi levado a isso pelas razões comumente alegadas a favor dessa opinião, mas por um princípio filosófico, o de que todos os fenômenos são produzidos pelo mesmo poder original”* (Oersted apud Martins, 1986, p.11)

Nos primeiros anos dos séculos XIX, isto é, logo após a invenção da pilha por Volta, Oersted começa a fazer suas primeiras experiências com pilhas. No entanto é somente no inverno de 1819-1820 que Oersted realiza sua descoberta. Nesta época, ele ministrava um curso na Universidade de Copenhague em que discutia suas idéias sobre a unidade das forças da natureza. De acordo com sua declaração, ele afirma que neste período também realizava pesquisas buscando verificar os efeitos de um circuito fechado sobre uma agulha imantada. No entanto, foi durante uma aula que ministrava na Universidade de Copenhague que ele pôde verificar que, caso a agulha fosse colocada paralelamente ao fio condutor, esta era desviada, formando um ângulo de inclinação em relação ao material condutor. Após esta primeira descoberta, Oersted busca fazer experiências detalhadas nas quais busca compreender a natureza desta interação. Em julho de 1820 ele escreve um artigo intitulado *Experimenta Circa Effectum Conflitus*

*Electrici in acum Magneticam*, em que apresenta suas experiências e busca explicar suas causas.

### 3.3.2.2 – Experiências Relativas ao Efeito do Conflito Elétrico sobre a Agulha Imantada.

Primeiramente o cientista busca esclarecer porque estes efeitos eram novos e desconhecidos para os físicos da época. Como é comum em textos que trazem inovação, o primeiro passo parece ser convencer o leitor que algo novo, instigante e, até mesmo, intrigante, está por vir.

*“Sua consequência principal é que a agulha imantada é desviada de sua posição de equilíbrio pela ação do aparelho voltaico, e esse efeito se produz quando o circuito está fechado e não enquanto ele está aberto, é por ter deixado o circuito aberto que os célebres físicos não puderam ter êxito, há alguns anos, nas tentativas desse gênero”* (Oersted, 1820, p.1, tradução nossa)

O primeiro elemento que pode ser considerado como inovador na obra de Oersted é a própria consideração de que os efeitos tratados são produzidos quando o circuito é fechado, pois, como exploramos anteriormente, as manifestações pesquisadas até então eram semelhantes às das descargas elétricas. Podemos afirmar que este foi um passo fundamental para que a eletrodinâmica se estabelecesse. Assim, o autor monta um novo cenário, no qual a eletricidade comum, que hoje chamamos de estática, não tem mais papel e dá lugar a um conjunto de elementos novos, que atuam no fenômeno descoberto.

Do ponto de vista narrativo, não há claramente o desenvolvimento de argumentos que sustentam a afirmação sobre os novos efeitos. Temos que quando o autor afirma que o êxito vem fato de o circuito deve estar fechado, ele prepara o autor para o enredo que virá logo a seguir. Isso configura a apresentação dos elementos ou “personagens” envolvidos, isto é, o fio, a bateria e a indicação de que novos acontecimentos (o enredo) ocorrerão com a experiência. O próprio autor ressalta que é a configuração destes elementos, isto é, a condição à qual eles estão submetidos que provocam os efeitos novos. Aqui temos mais uma vez a demonstração de que os efeitos dependem de um cenário que possibilita que certa entidade apareça com seu papel destacado.

O segundo passo que Oersted dá em sua busca de compreensão dos efeitos provocados por um circuito elétrico é o de imaginar o que ocorre dentro do fio e o que isso provoca. Devemos recordar que a noção de corrente elétrica ainda não existe e muito menos a noção de elétron ou partícula carregada eletricamente. Assim ele afirma:

*“Nós colocamos em comunicação as extremidades opostas do aparelho galvânico por um fio de metal que, para abreviar, nós chamaremos de fio condutor ou fio conjuntivo, e nós daremos às ações que ocorrem nesse condutor e no espaço que lhe entorna o nome de conflito elétrico”* (Oersted, 1820, p.2, tradução nossa).

Oersted é um adepto da teoria vigente em sua época, que considera a existência de dois tipos de fluídos elétricos, um positivo e outro negativo. O autor irá considerar que quando o fio é ligado à pilha ocorre o movimento de ambos os fluídos internamente ao fio. Devido à carga que cada um porta, eles devem realizar no fio condutor trajetórias em sentidos contrários. Este encontro provoca a interação entre ambos, que Oersted chama de conflito elétrico e dá aos fluídos um movimento de rotação (como um redemoinho). Além disto, já podemos notar que ele postula que este conflito não se limitará à região interna ao fio, mas que se estenderá à região de seu entorno. Como veremos, este será um elemento importante para a explicação dos efeitos provocados sobre a agulha magnetizada.

Nesta etapa o texto é essencialmente descritivo. Mesmo anunciando alguns elementos que serão chave na sua argumentação, como ocorreu com Galileu, no início não há argumentação propriamente dita. Seu objetivo é compor uma unidade semântica, isto é, um cenário e enredo devidamente caracterizado, para posteriormente propor sua argumentação, isto é, os elementos de trama. O enredo se completa quando o autor anuncia a presença de um novo elemento, o fluído elétrico. Este é uma entidade que permanece oculta aos sentidos, não havendo nenhuma indicação direta de como ele é ou quais são suas características. Contudo, ele será a personagem central da narrativa. Anteriormente definimos personagem como o elemento responsável pelos desenvolvimentos dos fatos da história. Como veremos, o fluído elétrico é o principal responsável pelos efeitos provocados na agulha magnética. Ele é o protagonista da história.

Durante toda a abertura do texto o autor pouco que refere aos efeitos provocados pela agulha, isto é, dá alguma indicação sobre *como exatamente* ou *por que* eles ocorrem. Por isso, podemos afirmar com facilidade que houve somente uma exposição na qual são apresentados os agentes envolvidos na experiência (reais ou imaginários) e as condições de sua atuação. Após o estabelecimento do processo provocado pelo fio condutor ligado à pilha, Oersted passa a analisar como a agulha de uma bússola se comporta ao se aproximar do condutor. O autor descreve uma seqüência de verificações que demonstram o cuidado de um bom experimentador ao investigar o fenômeno em detalhes. A agulha que ele utiliza é mantida dentro de uma caixa de modo a evitar que interferências externas a perturbe. Suas verificações são apresentadas da seguinte forma:

*“Ao mover o fio conjuntivo em direção a leste ou em direção a oeste, sempre o deixando paralelo à direção da agulha, nós não mudamos nada além da grandeza da ação, o que resulta que o efeito observado não pode ser atribuído a uma atração, pois, se o desvio da agulha dependesse de atrações ou de repulsões, o mesmo pólo que se aproxima do fio quando ele está a leste deveria também se aproximar quando o fio passa a oeste”* (Oersted, 1820, p.3, tradução nossa)

A constatação de Oersted consiste em afirmar que caso o fio fosse disposto acima de uma agulha e passasse a ser movimentado para qualquer lado de um plano perpendicular à linha que liga a agulha ao fio condutor, a posição desta não se alterava. Talvez uma imagem mais simples de pensarmos fosse a bússola disposta sobre uma mesa com a agulha na direção norte-sul. O fio estaria disposto paralelamente a ela a certa altura em relação à mesma. Mantendo o paralelismo e a altura, podemos movimentá-lo a leste ou a oeste de modo a verificar se a inclinação da agulha com a passagem da corrente será a mesma.

Mas por que esta observação é importante? O que ele gera? Devemos lembrar que os tipos de interação conhecidos nesta época eram os das forças dirigidas na linha que liga os dois corpos que interagem. Neste caso, o que se esperava era que o mesmo pólo fosse atraído e se voltasse em direção ao fio quando o mesmo fosse para leste ou oeste. Se, por exemplo, o pólo sul da agulha fosse atraído quando o fio fosse a oeste, a agulha deveria inverter seu sentido quando o fio fosse passado a leste. No entanto, isso não é verificado e a agulha mantém sempre a mesma direção. É de se notar que o próprio autor



procurava este tipo de interação em suas pesquisas e a configuração que a agulha toma em relação ao fio se torna um fenômeno diferente em relação aos conhecidos até então.

A partir desta discussão vemos que, nesta etapa do texto, aparece a intriga que se esperava desde o início. Como em uma peça grega, que anuncia desde o início que ocorrerá uma “tragédia”, fazendo o leitor aguardar por ela ansiosamente durante sua leitura, aqui, a novidade esperada aparece. O fato de a agulha ser desviada pelo fio condutor não é o problema principal. Quando o autor revela isso no início do texto, ele “conta” apenas uma parte da história. Vimos que em períodos históricos anteriores, embora controverso, este efeito já era pensado. O mais surpreendente da experiência de Oersted é o fato de as interações não serem na direção que liga os dois corpos, como ocorre com a força gravitacional. Todo seu cuidado em “mapear” o efeito e descrevê-lo ao leitor tem como objetivo não deixar dúvidas que os efeitos do fio condutor eram completamente inéditos para época. Após a apresentação das “personagens” e “cenário” ele desenvolve a narrativa em torno do possível conflito apontado inicialmente. Cada pequena variação de sua experiência busca mostrar que uma solução simples não resolverá o problema. Assim, o conflito ganha força narrativa e deixa claro ao leitor que realmente existe um problema a ser tratado. Quando isso ocorre o leitor se prepara para uma “quebra” no texto, pois sua expectativa é que a “normalidade”, mesmo com o custo de uma novidade, se recoloque. Como estratégia retórica, essa forma de composição prepara o espírito do leitor para o novo. É preciso que algum elemento apareça para que a narração se re-estabilize.

Na seqüência de suas verificações, o cientista interpõe entre o fio e a agulha diversos materiais, buscando verificar se isto causaria algum efeito. Após perceber que não, ele irá considerar:

*“É necessário remarcar que esta transmissão de efeitos através dessas diversas substâncias não havia ainda sido observada nem com a eletricidade comum, nem com a eletricidade voltaica. Assim, os efeitos que se manifestam no conflito elétrico são muito diferente desses que se pode produzir com as duas eletricidades”* (Oersted, 1820, p.3, tradução nossa)

A afirmação precedente é importante, pois demonstra claramente que o autor percebe que o tipo de interação verificada por ele difere completamente das conhecidas

até então. Ao expor este fato, ele não quer deixar dúvidas sobre o novo enredo instaurado, como vínhamos apontando. Neste momento o pensamento está “livre” para procurar um caminho que torne este novo fenômeno inteligível. Como narrativa, a afirmação anterior leva a um clímax, em que o conflito gerado anteriormente ganha a força máxima.

Apenas após ter realizado toda exposição dos novos fenômenos, como apresentamos de forma resumida anteriormente, o autor buscará explicá-los em seus termos. Ele faz isso na última página de seu artigo da seguinte maneira:

*“Examinemos brevemente qual é, após todos esses fatos, a idéia que nós podemos fazer do fenômeno.*

*O conflito elétrico só age sobre as partículas magnéticas da matéria. Todos os corpos não magnéticos são permeáveis ao conflito elétrico, mas os corpos magnéticos, ou, para melhor dizer, as partículas magnéticas desses corpos, opõem uma resistência à passagem desse conflito, de maneira a acabarem levadas no choque das ações contrárias.*

*Parece, após os fatos expostos, que o conflito elétrico não é circunscrito ao fio condutor, mas que ele tem ao torno dele uma esfera de atividade que se estende muito.*

*Por outro lado, nós podemos concluir dos fatos observados, que o conflito forma um turbilhão em torno do fio, se não fosse assim, nós não poderíamos compreender como a mesma porção do fio, que é colocada abaixo do pólo magnético, o leva à direção leste, fazendo do o ir a oeste quando ele está sobre o mesmo.*

*É próprio dos turbilhões de agir no sentido contrário nas duas extremidades do um mesmo diâmetro.*

*Um movimento de rotação em torno de um eixo combinado com um movimento de translação seguindo este eixo dá necessariamente um movimento helicoidal. Contudo, se eu não estou exagerando, não me parece que esse movimento helicoidal intervém de maneira necessária em nenhuma das explicações dos fenômenos observados até este presente dia.*

*Todos os efeitos observados relativamente a um pólo norte e que nós acabamos de descrever são explicados facilmente, se nós supomos que a força ou a matéria elétrica negativa descreve uma espiral de esquerda à direita (dextrorsum), e age sobre o pólo norte sem agir sobre o pólo sul. Os efeitos sobre o pólo sul são explicados da mesma maneira, ao admitir que a matéria elétrica positiva possui um movimento de sentido contrário e a propriedade de agir sobre o pólo sul sem agir sobre o pólo norte. Para bem se dar conta dessa lei e ver como ela está de acordo com os fatos, a repetição das experiências vale mais que todas as explicações. É muito vantajoso, para que se possa achar bem os resultados, de marcar que alguma maneira, sobre o fio ele mesmo, o sentido das forças elétricas” (Oersted, 1820, p.3).*

Nesta longa citação vemos que o autor parte do principio estabelecido anteriormente, que considera que as ações do conflito elétrico não ficam restritas ao interior do fio, para considerar que estas ações devem agir sobre as partículas magnéticas dos materiais. Como isso não é o bastante para explicar a posição adquirida pela agulha, ele considera que estas ações ganham forma de turbilhões, isto é, movimentos de rotação ao redor do fio. Estes movimentos ainda seriam dois, um devido ao fluído positivo e outro ao negativo, que rotacionam em sentidos contrários. Isto permite explicar porque um pólo é direcionado sempre para o mesmo lado para um determinado sentido da corrente, pois somente um dos pólos interage com cada um dos fluídos.

Em termos lingüísticos, temos que a sua argumentação se dá através de uma metonímia. Ele parte da noção presente em sua época que via a eletricidade como fluído, e a estende a um ponto em que todas as relações estruturais entre um fluido comum em movimento e o fluido elétrico, supostamente com o mesmo movimento, aparecem. Assim, os dois fluídos em movimentos opostos se tornam um turbilhão. Além disso, para explicar o complicado movimento formado por esse fluido, ele faz apelo a um termo latino, *dextrorsum*, que era mais comumente utilizado em botânica. Temos, então, que uma metáfora ajuda a compor a representação do movimento final formado pelos fluídos.

A composição tropológica de Oersted segue o mesmo padrão de Galileu. Nos momentos em que é preciso se referir a efeitos ou objetos que não são conhecidos ao leitor, as figuras de linguagem aparecem. Explicar tornar mais fácil a apreensão de

características específicas dos efeitos é utilizada uma metáfora, com base em um análogo conhecido. Já a metonímia é a figura que dá validade ontológica ao ente envolvido. Por ele ser um fluído, deve ocorrer o mesmo tipo de efeito que qualquer fluído se submete perante uma situação. Neste caso, há a formação de movimentos circulares devido ao seu encontro em direções contrárias.

Por fim o autor considera que este conjunto de afirmações explica completamente os fenômenos observados, dando conta de sua novidade, sendo que “os fatos” demonstram sua validade. Este claramente é o desfecho da história. O interessante a notar é que o enredo inicial se compõe com elementos conhecidos e o fluído elétrico foi apresentado como personagem central. A princípio o caráter da personagem não é colocado em evidência, ele apenas é apresentado como um fluído. Ao verificar que os efeitos não se reduzem a forças centrais, um grande problema é gerado. O conflito é resolvido quando as características da personagem são colocadas à prova. O fluído tem qualidades que o tornam capaz de explicar um movimento de rotação. Como a agulha parece sempre se direcionar como se estivesse dentro de um redemoinho, o fluído anteriormente postulado é “descoberto” como agente da ação. Isso permite que o conflito textual acabe e a ordem se estabeleça.

Reconhecendo a importância de sua descoberta, Oersted escreve seu artigo em latim e o envia na forma de um folhetim a diversos pesquisadores e editores científicos importantes de sua época (Martins, 1986). Apesar da grande receptividade de seu trabalho nos meios científicos, devido ao reconhecimento da grande novidade trazida por seu trabalho, suas interpretações teóricas não foram seguidas pela maior parte dos cientistas. Entre outros fatores, podemos afirmar que isto ocorreu devido à sua opção de explicar os fenômenos a partir da existência de turbilhões ao redor do fio, idéia que já vinha sendo negada anteriormente, principalmente pela comunidade francesa, como vimos através da consideração feita por Coulomb.

### 3.3.2.3 – Análise da Obra de Oersted.

Como fizemos anteriormente, o primeiro ponto a verificar é o quanto o trabalho de Oersted se enquadra ao modelo de argumentação de Toulmin. Podemos considerar que todo trabalho de Oersted parte de um dado, o desvio da agulha de uma bússola por um fio condutor. Contudo, não há elementos qualificadores para embasar suas conclusões. Como

ressaltamos na análise histórica anterior ao texto, toda base teórica que o autor dispunha na época o levaria a qualificar o fenômeno em uma perspectiva newtoniana. Ele é obrigado a buscar outros elementos para desenvolver suas idéias. Do ponto de vista histórico é também interessante notar alguns aspectos. Quando Oersted publica suas experiências, uma série de cientistas passa a reproduzi-la em seus respectivos laboratórios. Em um primeiro momento o mesmo dado é obtido, o desvio da agulha pelo fio condutor. Contudo, cada cientista qualifica o dado de uma maneira diferente.

Diferentemente de Oersted e Ampère, que estudaremos em seguida, outros autores pensaram em uma explicação, digamos, mais coerente à época. Para eles o fio deveria se tornar magnetizado, isto é, ele passaria a ser um ímã. Esses autores argumentavam que a passagem dos fluidos elétricos provocaria uma reorganização das “partículas magnéticas” do material, fazendo com que nessa nova configuração ele se tornasse um ímã. O desafio para esses autores era determinar onde estariam os pólos desse fio magnetizado, pois isso deveria determinar como a agulha é defletida na experiência de Oersted (Martins, 1990, Blondel, 1982). Assim foram desenvolvidos vários modelos para justificar onde estariam os pólos magnéticos neste fio. Um trabalho importante foi realizado pelo físico e químico sueco Jacob Berzelius (1820). Ele considera que cada parte da lateral do fio pode adquirir a magnetização de um pólo. Se imaginarmos um fio longo, mas que no lugar de uma seção redonda tem uma forma quadrada, é considerado que cada lado do fio tem um pólo. Assim, ele desenvolve um modelo no qual o fio adquire quatro pólos, dois positivos e dois negativos, que explicariam a atração da agulha.

*“A exposição que eu venho de dar explica todos os fenômenos magnéticos da corrente elétrica observados (...) É evidente que os fenômenos magnéticos ordinários diferem desses da corrente, pois envolvem uma polaridade dupla no lugar da simples polaridade dos ímãs”* (Berzelius, 1820, p.47)

Com isso ele reduz o fenômeno à já conhecida atração magnética, afirmando que a corrente, proposta por Ampère, age somente como responsável de tornar o fio magnetizado.

O interesse em retomar este trabalho é a verificação de como a estrutura interpretativa prévia de um autor estabelece uma maneira própria de olhar um dado. Sobre este episódio histórico é válido observar que três interpretações bem diferentes são dadas,

as de Ampère, de Oersted e de Berzelius. Se no caso de Galileu poderíamos ainda esperar que o dado observacional pudesse ter um grande valor quando ele descrevia a superfície da Lua, agora é mais fácil constatar como a explicação transcende o que se observa.

Sobre a explicação elaborada por Oersted é importante ver que, além de tudo, ela se baseia principalmente em uma entidade que a princípio pouco se relaciona com as qualidades do objeto envolvido na experiência. O mais simples seria pensar em propriedades magnéticas dos corpos, como fez Berzelius. No entanto, todo desenvolvimento se dá através dos fluídos elétricos, entidades imponderáveis, que como o nome indica não podem ser percebidas nem pelos sentidos humanos, nem por meios experimentais no sentido científico.

Nos séculos XVIII e XIX não era raro pensar em termos de fluídos. Além dos elétricos, existia o *calórico*, o *éter luminoso* e o *flogístico* (Cantor e Hodge, 1981). O desenvolvimento destes modelos não se resumia à postulação destes fluídos, o desafio científico era saber quais eram as características de cada um deles. Poderiam ser compressíveis, com propriedades de combustão ou diversas outras coisas. Para se compreender como cada um deles era, de modo geral, precisava-se imaginar como cada um se comportava frente a diversas situações (Cantor e Hodge, 1981). Essa é a característica do trabalho de Oersted. Em seu caso foi preciso pensar o que ocorre com dois fluídos que precisam se deslocar em um mesmo espaço. Isso o leva à idéia de conflito e à formação de turbilhões.

Embora este texto explore muito menos as figuras de linguagem, elas ganham destaque quando o autor deixa de descrever suas verificações e passa efetivamente a explicá-las em seus termos. Isso somente ocorre na última página, nas pouco mais de três que compõe todo o artigo. É preciso ressaltar que este é o mesmo momento que, do ponto de vista narrativo, as novidades que foram sendo desenvolvidas nas partes anteriores do texto. Neste contexto, novamente a metonímia ganha um papel importante. Os fluídos no século XIX têm status ontológico para os cientistas que lidam com eles. Assim, ele não aparece no discurso como uma metáfora, mas sim como sua própria essência.

Do ponto de vista narrativo vimos que uma situação inicial é construída pelo autor. Ele apresenta os entes envolvidos, materiais ou conceituais, como a bateria, os fios e o fluído elétrico. Ele aponta que há um complicador quando se forma um circuito

fechado. Após estabelecer esse enredo, ele o desenvolve para mostrar que o problema persiste nas mais diversas situações. Aqui temos que uma personagem que fica “oculta” no texto é colocada em prova. Ele verifica que os modelos de interações gravitacionais ou eletrostáticas não sevem para esta situação. Assim, no final a personagem coadjuvante, o fluído elétrico, aparece como elemento importante na explicação do fenômeno.

### 3.3.3 – Os primeiros trabalhos de Ampère.

André-Marie Ampère adquire desde sua juventude uma sólida formação, mesmo não tendo seguido os meios formais de instrução. Neste período ele tem contato com obras como a *Mecanique*, de Lagrange, e a *Encyclopedie*, de Diderot e d’Alembert, que representam bem o conhecimento adquirido em sua época (Locqueneux, 2008; Hoffman, 1992). Além da formação científica, Ampère se interessa profundamente por diversas áreas, passando pela filosofia e as letras. Em 1797 ele deixa sua pequena cidade natal e parte a Lyon, onde estabelece contato com intelectuais da região e estuda, em particular, a obra de Lavoisier (Locqueneux, 2008; Hoffman, 1992). Neste momento ele inicia mais profundamente suas reflexões filosóficas e funda a sociedade *chrétienne*, com amigos com os quais discute questões metafísicas. Neste momento é influenciado pela corrente germânica que considera a existência de uma unidade na natureza, como ocorreu com Oersted (Blondel, 1982).

Em 1800 é eleito para a academia de ciências de Lyon, assistindo lá, no ano seguinte, uma apresentação feita pelo próprio Volta sobre sua pilha. Nesta mesma sessão Ampère começa a leitura de um *memoire* sobre eletricidade e magnetismo, mas esta leitura nunca acabou. O que nos resta é a introdução escrita por ele, que traz elementos importantes de seu pensamento inicial sobre estes fenômenos.

Inicialmente Ampère relata que grandes descobertas, como as feitas por Newton, têm a característica de explicar uma gama grande de fenômenos, muitos deles que não seriam esperados inicialmente. Após esta breve ressalva, ele irá considerar:

*“Eu pude me lisonjear que o acaso me havia favorecido de uma dessas idéias que abrem aos físicos uma carreira nova, logo após ter reduzido todos os fenômenos do imã e da eletricidade a um princípio único, eu vi nascer desses princípios as*

*explicações as mais simples e as mais naturais de um grande número de fatos cujo as causas ainda eram ignoradas”* (Ampère, 1801, p.1, tradução nossa)

Com isso ele anuncia seu projeto de unificação entre eletricidade e magnetismo, que difere completamente do seu trabalho posterior. No entanto é interessante notar que desde suas primeiras pesquisas o autor era guiado por uma perspectiva que buscava estabelecer essa unificação.

Talvez o elemento mais curioso apresentado neste manuscrito inacabado seja a negação da ação à distância para os efeitos elétricos, concepção vigente na época devido aos trabalhos de Coulomb. Ampère irá considerar que não é por “estarmos habituados”, após Newton, a compreender as interações a partir de forças que atuam à distância que esta consideração deveria ser levada para todos os fenômenos. Para ele deve existir uma interação que seja explicada pelas próprias características dos fluídos, e com isso ela deve ser contígua no espaço. Como conclusão às suas afirmações preliminares ele estabelece:

*“1 – Nós só devemos atribuir aos fluídos elétricos e magnéticos as propriedades observadas em outros fluídos como a elasticidade comum a todos os gases e a propriedade de aderir aos outros corpos, que nós observamos na maior parte dos líquidos.*

*2 – Nós não devemos supor nenhuma ação entre os mesmos e os corpos que eles não tocam ou as porções de fluido homogêneo que não lhe são contiguas, a não ser que seja produzido por uma reação do fluido espalhado no espaço intermediário, de onde se segue que nós devemos nos ocupar unicamente da ação de cada molécula de matéria sobre aquelas que estão imediatamente no mesmo ambiente. E como não há ponto de vazio real em torno de nosso globo, essa ação se propagando de ponto a ponto é suficiente para explicar, assim como nós veremos, todos os fenômenos que fazem parte dessa teoria a qual nós poderemos fazer, no futuro, um ramo da mecânica como nós fizemos com a hidrostática, mesmo que esta última ciência tenha sido durante muito tempo uma teoria experimental.”* (Ampère, 1801, p.1, tradução nossa).

Considerando que os fluídos têm propriedades próprias que nos permitem explicar a interação entre dois corpos, Ampère busca fundar os fenômenos elétricos e magnéticos



na mecânica dos fluídos. Podemos supor que ele não pode realizar seu projeto, pois neste momento o aparato matemático que ele dispunha não era suficientemente desenvolvido para dar conta da dinâmica dos fenômenos. Isso faz com que “seu projeto de juventude” seja descartado. No entanto não deixa de ser interessante considerar que desde sua juventude Ampère já estabelece esta busca. Isso já delimita a posição enunciativa do autor quando ele buscar explicar um novo conjunto de fenômenos que virão a partir da descoberta de Oersted.

Em 1804 Ampère parte a Paris onde se estabelece até o fim de sua vida. Em 1807 ele é eleito membro da academia de ciências, sobretudo por seus trabalhos de matemática, e ocupa a cadeira deixada por Lagrange.

Com o anúncio da descoberta Oersted por Fraçois Arago, que repete as experiências da ação do fio condutor sobre a agulha em 11 de setembro de 1820, Ampère abre uma nova fase de pesquisas e vê claramente a possibilidade de fundar uma nova ciência. Uma carta ao seu filho, datada de 19 de setembro, relata bem seu entusiasmo:

*“Depois que eu ouvi falar pela primeira vez da bela descoberta do Sr. Oersted, professor em Copenhague, sobre a ação das corrente galvânicas sobre a agulha magnetizada, eu pensei nela continuamente e eu não fiz nada além de escrever uma grande teoria sobre esses fenômenos e todos aqueles já conhecidos sobre o imã, e não deixei de tentar realizar experiências indicadas por esta teoria. Todas elas tiveram êxito e elas me fizeram conhecer novos fatos”* (Ampère, 1820a, p.1, tradução nossa)

Ampère inicia uma fase de intensa pesquisa que compreende o período de 18 de setembro de 1820 a 15 de janeiro de 1821. Neste período ele realiza nove leituras na Academia de Ciências. O mais curioso desta história é que Ampère anuncia todas as suas conclusões já na primeira leitura, uma semana após ele ver a demonstração da experiência de Oersted realizada por Arago.

Nesta primeira leitura, ele afirma ter feito experiências que comprovariam suas conclusões. No entanto, suas descrições destas experiências são muito vagas e nenhum dado conclusivo é apresentado. Dois anos depois, quando ele publica uma coletânea das leituras realizadas neste período, ele admite que na primeira delas, do dia 18 de setembro

de 1820 que será nosso objeto do estudo, ele ainda não havia realizado as experiências, mas somente pensado em como elas seriam (Ampère, 1822). Assim, as experiências somente foram realizadas posteriormente, sendo apresentadas paulatinamente nas leituras dos dias 6, 16 e 30 de outubro e 6 e 13 de novembro, onde os resultados efetivamente aparecem.

Aqui temos um ótimo exemplo de quanto o trabalho de criação, apesar de se referir à realidade e nela se basear, vão além do que um dado objetivo ou sistemático permite. Apenas com as indicações dadas pela experiência de Oersted, Ampère constrói um novo corpus explicativo que, *a posteriori*, explica certos dados que são obtidos através de um grupo de experiências por ele realizadas.

Desta forma, o texto trabalhado por nós nesta tese será o primeiro *memoire* lido por Ampère na Academia de Ciências em 18 de setembro de 1820. Nele, como nos casos anteriores, buscaremos verificar como sua argumentação é constituída frente à necessidade de explicar algo novo.

### 3.3.3.1 – *Sobre as Atrações Mútuas entre Condutores Elétricos*

O primeiro *memoire* lido por Ampère é sem dúvida o mais interessante. Como notamos anteriormente, nele o autor já antecipa todas as conclusões que são demonstradas nas leituras seguintes, mesmo que não tenha ainda realizado a maior parte de suas experiências. Assim seu esforço inicial é focado na possibilidade de criarmos novas condições de pensarmos os fenômenos e, durante este processo, o autor já antecipa em sua mente muitos resultados, que comporão sua argumentação. Apesar disso tudo, Ampère anuncia seu projeto da seguinte maneira:

*“As experiências que eu fiz sobre a ação mútua dos condutores que estão em comunicação com as extremidades de uma pilha voltaica me mostraram que todos os fatos relativos a esta ação podem ser reduzidos a dois resultados gerais, que nós devemos considerar de início como unicamente dados pela observação, ao esperar que nós pudéssemos os levar a um princípio único, ao determinar a natureza e, se possível, a expressão analítica da força que os produz. Eu começarei por enunciar-los sob a forma que me parece a mais simples e a mais geral”* (Ampère, 1820, pg.48-49)

Como ocorreu com Galileu em relação à luneta, aqui temos que o autor quer partir de uma validação instrumental para compor seu texto. De certa forma, isto dá uma garantia ao leitor que está à frente do mesmo.

Um primeiro elemento importante em relação ao conteúdo da citação anterior é a consideração que há uma ação mútua entre dois condutores. Aqui ele antecipa sutilmente suas conclusões e reorienta o cenário de investigação das interações entre ímãs e correntes elétricas, para uma relação *entre correntes elétricas*. Em muitas passagens Ampère insiste bastante nesta afirmação. Podemos considerá-la como fundamental para seu projeto de unificação, pois se as ações de diversos fenômenos devem ser reduzidas a uma mesma causa, estas devem ser mútuas, mesmo quando consideramos corpos que, a princípio, parecem ter naturezas diferentes. Este é o ponto que o autor buscará chegar. Do ponto de vista narrativo mais uma vez temos o anúncio prévio do que está por vir, mas sem dar indicações das causas envolvidas. Mesmo os agentes dos fenômenos ainda não são anunciados.

Logo em seguida ele apresenta o primeiro dos dois resultados gerais que suas experiências, que supostamente haviam sido realizadas, puderam mostrar:

*“Ação diretiva. Quando um ímã e um condutor agem um sobre o outro, e no caso em que um deles estando fixo, o outro só pode girar no plano perpendicular à mais curta distância do condutor e do eixo do ímã, aquele que é móvel tende a se mover, de maneira que as direções do condutor e do eixo do ímã formem um ângulo reto, e que o pólo do ímã que aponta habitualmente o norte esteja à direita disso que nós chamamos comumente a corrente galvânica, denominação que eu creio dever mudar para a de corrente elétrica, e o pólo oposto a sua direita, sendo que a linha que mede a mais curta distância do condutor e o eixo do ímã reencontra a direção desse eixo entre os dois pólos”* (Ampère, 1820, pg 49-50, tradução nossa)

Este resultado pode parecer ser, a princípio, apenas uma repetição do que Oersted já havia afirmado anteriormente, quando mostrava o desvio da agulha da bússola pelo fio ligado à bateria. No entanto, Ampère considera que a experiência de Oersted não deixa isso claro por misturar efeitos produzidos pela corrente elétrica com os do próprio campo magnético da Terra. Para superar esta limitação, ele propõe um instrumento no qual a

agulha pode ser disposta em um plano vertical e perpendicular ao meridiano magnético da Terra, podendo assim evitar os efeitos do próprio campo terrestre. Contudo, podemos nos perguntar por que este resultado preciso é tão importante para Ampère. Destacar que o ângulo formado é exatamente reto é relevante, pois, como veremos em seguida, ele usará esse resultado para postular que duas correntes ficam sempre paralelas. Ele concluirá que nos imãs há correntes internas que são perpendiculares aos seus pólos. Assim, uma agulha fica perpendicular ao fio, pois suas correntes internas estão paralelas ao mesmo. Seguindo ainda esta idéia, aqui ele novamente insiste que as ações são mútuas, mesmo se tratando da interação do fio com o imã. Essa também é um elemento que reforçará suas conclusões. Com isso, ele parte de um resultado já aceito, o desvio da agulha, para começar sua argumentação que envolverá várias dimensões deste conjunto de fenômenos.

Ainda neste extrato temos um elemento importante. Como havíamos destacado anteriormente, a idéia de corrente elétrica como um movimento organizado e contínuo da eletricidade não existia. Como o projeto de Ampère é o de reduzir todos os fenômenos magnéticos à interação entre correntes, é somente neste contexto que a própria idéia de corrente se estabelece.

Como composição narrativa novamente um cenário se monta. Esta é a primeira vez que a corrente aparece como um agente das ações relacionadas à eletricidade. Para desenvolver o caráter dessa entidade será necessário, como ocorreu com a Lua no trabalho de Galileu, submetê-la às mais diversas situações. Esta é uma característica de processos em que uma nova “personagem” entra em ação. Ampère ainda precisará mostrar que essa entidade nova não se reduz à já conhecidas. Como já apontamos, neste período seria mais elementar pensar em termos de qualidade magnéticas dos materiais. Assim, é preciso ressaltar como essa entidade pode atuar nos fenômenos conhecidos.

O segundo resultado geral apresentado por Ampère é enunciado da seguinte forma:

*“Ação atrativa ou repulsiva. Esse segundo resultado geral consiste, 1º no que um condutor tem suas pontas juntas às duas extremidades de uma pilha voltaica, e um imã cujo o eixo faz um ângulo reto com a direção da corrente que ocorre neste condutor conformemente às definições precedentes, se atraem quando o pólo austral está à esquerda da corrente que age sobre ele, quer dizer, quando a*

*posição é aquela que o condutor e o imã tendem a tomar em virtude de sua ação mútua, e se repelem quando o pólo austral do imã está à direita da corrente, quer dizer, quando o condutor e o imã são mantidos na posição oposta à aquela que eles tendem a se colocar mutuamente”* (Ampère, 1820, pg. 51-52)

Com isso ele estabelece um novo efeito que não havia ainda sido observado. Anteriormente vimos que Oersted havia negado que haveria qualquer atração ou repulsão entre a agulha e o fio condutor. Podemos afirmar que este segundo princípio será a base de toda formulação matemática feita por Ampère posteriormente. Para fundamentar este princípio ele apresenta uma experiência na qual uma agulha era disposta verticalmente, tendo um de seus pólos localizados na mesma altura de um fio condutor horizontal. Com este instrumento o autor afirma ter produzido atrações e repulsões, de acordo com o sentido da corrente produzida no condutor.

Do ponto de vista narrativo vemos que uma situação nova se coloca. Ampère faz uma montagem em que os fluídos magnéticos, ou qualquer personagem semelhante desaparece. O autor apresenta uma nova classe de efeitos, que hoje chamaríamos de eletrodinâmicos, em que tudo é visto em relação a uma nova personagem, a corrente elétrica. É curioso notar que a própria denominação corrente somente aparece após Ampère conceber em sua mente os efeitos causados por ela. Nesta etapa do texto tivemos a apresentação completa do enredo e constituintes que fazem parte da narrativa. Em seguida é preciso verificar como este enredo é desenvolvido, como fizemos nas análises anteriores.

Logo após o anúncio de seu segundo resultado geral, mais uma vez Ampère afirma a importância de reciprocidade dos efeitos e busca ressaltar o caráter de unidade estabelecidos por eles. Neste mesmo *memoire* ele ainda declarará que os mesmos efeitos produzidos pela corrente elétrica no condutor eram produzidos pela própria pilha. Isto traz mais um caráter inovador na sua obra, pois nesta época não era óbvio imaginar que os *fluídos galvânicos* tinham as mesmas propriedades dos *fluídos elétricos*. Com isso ele estabelece que internamente às pilhas também há a produção de corrente elétrica. Este fato, mesmo sendo uma constatação indireta, ajuda a corroborar seu projeto de busca de uma causa única (neste caso a existência de correntes elétricas) como explicação de todos os fenômenos eletromagnéticos.

Se baseando nos princípios estabelecidos anteriormente, Ampère irá “concluir” que a causa do magnetismo terrestre é a existência de correntes elétricas na Terra.

*“a idéia mais simples, e aquela que se apresenta imediatamente a aquele que gostaria de explicar esta direção constante da agulha, não seria ela de admitir na Terra uma corrente elétrica, em uma direção tal que o norte se acharia à esquerda de um homem que, deitado sobre a superfície para ter a face virada do lado da agulha, receberia essa corrente na direção dos seus pés à sua cabeça, de onde concluimos que ela ocorre de leste a oeste, em uma direção perpendicular ao meridiano magnético?”* (Ampère, 1820, pgs 55-56, tradução nossa)

Neste momento ele define o que hoje chamamos de “observador de Ampère”. A direção estabelecida para corrente é a mesma para a que ele pode verificar em suas experiências. Após esta afirmação ele explorará a possibilidade de um arranjo mais ou menos aleatório de metais poder produzir correntes internamente à Terra. Ele sugere que não é pelo fato que na disposição de uma pilha, com placas de cobre e zinco, esses efeitos sejam intensificados, que deveríamos considerar impossível a formação de correntes por outros metais que, no caso da Terra, têm a vantagem de se acumular por todo o seu perímetro. Em termos lingüísticos temos que a figura de linguagem por trás de seu pensamento é a sinédoque. Aqui, como nos exemplos anteriores, o que ele faz é mostrar que podemos nos referir a um conjunto de fenômenos, que ocorrem com objetos individuais diferentes, através de uma qualidade (adjetivo) abstrata que os caracterize ao colocá-los dentro de uma mesma categoria de fatos. Como componente narrativo vemos que ele tende a desenvolver sua proposta inicial de fundamentar todos os efeitos às correntes. Como o magnetismo da Terra é o efeito mais conhecido desta natureza, ele coloca sua personagem na condição de ser a causa destes fatos.

Ele ainda buscará partir da existência de correntes na Terra para explicar outros fenômenos.

*“A elevação da temperatura que ocorre nos condutores das correntes elétricas deve ocorrer também no globo terrestre. Não seria esta a causa do calor interno constatado recentemente pelas experiências relatadas, em uma das últimas sessões da Academia, por um de seus membros cujos trabalhos sobre o calor fizeram esta parte da Física entra no domínio das matemáticas? E quando nós*

*verificamos que esta elevação de temperatura produz, no caso de uma corrente muito energética, uma incandescência permanente, acompanhada da mais viva luz, sem combustão nem perda de substância, nós não poderíamos concluir que os globos opacos só são assim por causa da pouca energia das correntes elétricas que se estabelecem nele, e achar nas corrente mais ativas a causa do calor e da luz dos globos que brilham por eles mesmo?” (Ampère, 1820, pg 57)*

É interessante notar como a idéia de correntes elétricas no interior da Terra se apresenta clara à Ampère e como ela lhe possibilita explicar uma diversidade grande de fenômenos. Aqui, ele sai do geral abstrato para fazer uma metonímia entre os fenômenos ocorridos no fio condutor e na Terra. Se a sinédoque já havia atribuído aos dois fenômenos a mesma identidade, isto é, mesma ontologia, o autor sai do nível geral desta identidade para trabalhar as relações estruturais da mesma.

Ele finaliza sua leitura, que será retomada na sessão seguinte da academia, considerando que este mesmo princípio que explica a magnetização da Terra deve ser a causa da magnetização dos imãs.

*“Agora, se as correntes elétricas são a causa da ação diretiva da terra, as correntes elétricas serão também a causa daquelas de um imã sobre outro imã, de onde se segue que um imã deve ser considerado como um conjunto de correntes elétricas que ocorrem nos planos perpendiculares a seu eixo, dirigidas de maneira que o pólo austral, que se coloca do lado do norte, se encontra à direita de suas correntes, pois ela está sempre à esquerda de uma corrente colocada fora do imã, e que faz face na direção paralela, ou, mais ainda, essas correntes se estabelecem de início no imã seguindo as curvas fechadas as mais curtas, seja da esquerda à direita, seja da direita à esquerda, e então a linha perpendicular aos planos dessas correntes tornam-se o eixo do imã, e suas extremidades tornam-se os pólos. Assim, a cada um dos pólos de um imã, as correntes elétricas que o compõem são dirigidas seguindo curvas fechadas concêntricas. Eu imitei esta disposição à medida que ela era possível com uma corrente elétrica, enrolando o fio condutor em espiral, esta espiral era formada com um fio de latão e terminada por duas porções retilíneas desse mesmo fio, que estavam fechadas em dois tubos*

*de vidro, afim que elas não se comunicassem, e pudessem ser ligadas às duas extremidades da pilha.” (Ampère, 1820, pgs 57-58)*

Como composição textual essa passagem que fecha o primeiro texto é muito importante. Inicialmente o autor coloca como agente principal o deslocamento da eletricidade que ele passa a chamar de corrente elétrica. Em seus resultados gerais ele aponta que uma nova forma de explicar os fenômenos é possível, se consideramos os efeitos destas correntes. Esta construção do enredo não chega a ser conflituosa, como ocorreu com Oersted e Galileu. Contudo, um jogo de expectativas é feito com o leitor que passa a esperar a demonstração. A sua tese é demonstrada quando ele mostra que, além da experiência de Oersted, outros problemas são resolvidos com sua proposta. Assim, a corrente elétrica ganha validade não por ser uma idéia incontestável, ou por se basear em dados concretos, mas por manter sua significação nas diferentes situações. Neste tipo de texto, que busca a generalização, os tropos sinédoque e metonímia, que caracterizam este trabalho prevalecem. Em nossa análise não apareceram construções metafóricas, como ocorreu em outros textos. Aqui, então, ele conclui seu projeto inicial que é o de reduzir todos os fenômenos magnéticos à interação entre correntes.

### 3.3.3.2 – Análise do Trabalho de Ampère.

O mais marcante deste trabalho de Ampère é ele não ter partido dos dados que ele dizia obter. Quando o autor apresenta este texto, ele não havia realizado as experiências que declara. Ele concebe uma idéia muito nova e a desenvolve com base em razões físicas e, também, metafísicas. Sua concepção de unidade entre os fenômenos é o principal motor de sua criação.

O texto de Ampère é o menos literato de todos. Contudo, isso não elimina sua dimensão narrativa. Alguns elementos de desenvolvimento do enredo aparecem sem destaque, como o conflito. Mas se retornamos a nossa definição mais geral de narrativa como um sequência de acontecimentos interligados entre si, o texto não deixa de ter esse caráter. No entanto, o que mais reforça sua dimensão narrativa é o papel central que a corrente elétrica adquire. Ela primeiro se apresenta em seu papel mais simples, como o movimento da eletricidade dentro do fio. Em seguida ela passa a ser a entidade que explica a produção do magnetismo pelos ímãs. No final, a própria Terra passa a ser constituída de corrente elétricas.



A entidade criada pelo autor ganha uma identidade muito forte quando ela submetida a estes diferentes contextos. Isso dá uma grande validação à sua criação. Como já apontamos anteriormente, esta é uma forma que os objetos físicos se estabelecem. Como eles não se desfiguram quando o contexto situacional muda, isso lhe permite um ganho de significado, que temos chamado de unidade semântica, do ponto de vista lingüístico.

Nesta forma de composição outra figura de linguagem aparece. Se na obra de Oersted, baseada nos fluídos, a metonímia era a figura central, a obra de Ampère, por buscar generalidades privilegia o uso de sinédoques.

## **4 – SOBRE AS NARRATIVAS, A ESCRITA E O ENSINO.**

### **4.1 – RETOMANDO ALGUMAS QUESTÕES.**

Nos capítulos anteriores buscamos construir uma questão sobre a relação entre epistemologia e linguagem. No primeiro capítulo, através de uma revisão da área de pesquisas em ensino de ciências, tentamos principalmente mostrar que esse debate é pertinente quando percebemos o duplo compromisso que nosso objeto de estudo envolve, isto é, a compreensão de situações de aprendizagem apropriadas aos alunos e as especificidades do conhecimento científico envolvidos em uma aula de ciências. Esse problema geral nos levou a uma discussão teórica que consistia em questionar se existe uma via diferente, em relação ao modelo de Toulmin, para compreendermos o processo de elaboração do pensamento científico e, caso ela exista, como a mesma pode ser descrita em termos lingüísticos. Uma vez que é possível trabalhar em diferentes níveis de reflexão teórica quando nos associamos aos estudos em linguagem, optamos em analisar a composição textual e o procedimento de trabalho foi caracterizado como uma *Poética da Ciência*.

A análise dos textos históricos originais permite detectar , em muitos casos, o momento em que o cientista tenta pela primeira vez expor os conhecimentos em fase de elaboração. Embora este não seja o instante inicial da criação, consideramos que a escrita que visa a comunicação aos pares serve de fechamento a este processo de criação. Como apontamos no início do capítulo 2, compreendermos a imaginação como um processo de elaboração do pensamento, e não simplesmente limitada ao instante de um possível insight. Ainda seguindo o pressuposto de que pensamento e linguagem são associados, como defendem Vigotski e outros autores vinculados às teorias socioculturais, consideramos que a composição do texto não apenas faz parte do ato de criação, mas pode ser vista como uma componente importante do mesmo.

O estudo acima dos originais que relatavam descobertas inovadoras permitiu verificar que os mesmos rompem com uma forma lógica de argumentação expositiva e se aproximam de uma composição que tem características de uma narrativa. Assim, buscamos mostrar que o novo somente aparece quando se constrói situações em que ele se torna o elemento central da narrativa. Isso implica ressaltar que não apenas a personagem precisa ser criada, mas, sobretudo, as condições de sua “entrada em cena”.

Este processo de construção pode ser definido como uma “contextualização”. Contudo, este é um tipo muito especial de criação de contextos. O entorno é uma elaboração imaginária. Embora, do ponto de vista epistemológico, o imaginário não seja alheio ao real, o mesmo busca ir além da realidade conhecida e imediata ou mesmo cotidiana. Devido a este aspecto, a narrativa precisa mais do que um protagonista para se constituir, ela depende de outros elementos criativos que configuram um *enredo*, composto de descrições, acontecimentos, eventos, conflitos etc; um *cenário*, espaço onde tudo se desenvolve, e um *narrador*, que tem uma visão privilegiada de todo este conjunto que compõe a narrativa.

Até o presente momento nosso estudo nos levou a considerar que a dimensão narrativa é um elemento importante para a criação de idéias na ciência. Se aceitarmos como válido este ponto, a questão que se torna relevante para o debate educacional é: *Como se deve lidar com a produção de narrativas científicas no processo de ensino-aprendizagem?*

Nas próximas seções buscaremos encaminhar uma possível resposta. Para isso, “retrocederemos” alguns passos para ver como esta questão pode ser tratada do ponto de vista educacional. Em seguida apresentaremos nossa própria forma de concebermos situações de ensino, que se baseiam nos aspectos teóricos discutidos anteriormente, e analisaremos algumas atividades desenvolvidas como possíveis estratégias de ensino vinculadas ao problema anteriormente proposto.

#### **4.2 – AS NARRATIVAS E AS PESQUISAS EM ENSINO DE CIÊNCIAS.**

A literatura em ensino de ciências apenas muito recentemente tem destacado as narrativas na aprendizagem científica como objeto de pesquisas (Avraamidou e Osborne, 2009; Klassen, 2010a, 2010b, 2009). Este questionamento vem como decorrência do debate em relação às diferentes possibilidades em desenvolvermos o letramento científico como objetivo de ensino.

Contudo, embora esta questão comece a aparecer com mais intensidade e de forma sistemática, um trabalho de pesquisa de mais de uma década já dava contribuições importantes nesta direção. Na Inglaterra Jon Ogborn, com auxílio de colaboradores, entre eles Isabel Martins, constituiu um projeto que buscava compreender como

professores desenvolvem explicações em aulas de ciências. Como os autores apontam (Martins, 2001; Ogborn et.a., 1996), o tema explicações é abordado por diferentes disciplinas, como a Filosofia, as Neurociências, os estudos em discurso e outras. No entanto, havia a falta de uma linguagem que pudesse descrever, comparar e contrastar diferentes episódios explicativos em sala de aula. Para suprir esta necessidade, os autores convidaram estudiosos em semiótica social para compor uma equipe que pudesse olhar para a sala de aula de forma a compreender como os conhecimentos são articulados em explicações através de diferentes modos de significação. Os autores então buscaram em seu trabalho estudar não apenas a linguagem verbal, incluindo-se nela a oral ou a escrita, mas também imagens, gestos, e outros elementos de representação visual.

O trabalho levou a três conclusões principais, ao que se refere à construção de explicações em sala de aula (Martins, 2001; Ogborn et.a., 1996):

- Uma analogia entre a estrutura das explicações científicas e a estrutura de narrativas ou histórias;
- Uma análise de aspectos relacionados ao processo de construção de significações no discurso envolvendo “diferenças” como motor de explicações, entidades da ciência como recursos explicativos, re-contextualizações de conhecimento, relações entre discurso e mundo material.
- Uma análise do impacto de aspectos contextuais na tarefa de explicar e uma caracterização de estilos de explicação.

Os pontos anteriores, sobretudo a caracterização de explicações como narrativas são muito próximos da caracterização do discurso científico feita neste trabalho. Os autores ainda ressaltam que os protagonistas são os próprios objetos da ciência que começam a fazer parte da história. Nas palavras de uma das autoras:

*“encarar explicações científicas como histórias envolve imaginar protagonistas (elétrons, genes etc) que têm poderes próprios de ação e que interagem em seqüências de eventos”* (Martins, 2001, p.141).

Ao situar as próprias entidades científicas como os “protagonistas” da história, isso faz com que necessariamente todo seu desenvolvimento se dê em função do papel

que um conceito tem frente a uma situação. Este mesmo elemento ainda permite que um rompimento com uma visão de mundo mais imediata se dê. As entidades não são apenas um constituinte do mundo que nos cerca, elas são os próprios elementos de seu entendimento.

*“Muitas entidades científicas passam de objetos de reflexão e análise a ferramentas para o pensamento transformando-se em parte das explicações e não permanecendo coisas a serem explicadas. Dessa forma a construção das ‘entidades’ é também a construção das futuras explicações”* (Martins, 2001, p.143).

Podemos estender o final da fala anterior dizendo que a construção das entidades é a construção das futuras explicações ou a elaboração de futuras narrativas. Na perspectiva teórica deste trabalho não é preciso mais diferenciar narrativas e explicações. Se ambas são tomadas com o adjetivo científico, elas acabam por se equivaler.

Devemos apontar que embora as conclusões sobre as narrativas na ciência que apresentamos anteriormente sejam muito próximas das elaboradas por Ogborn e Martins, os contextos de estudos são muito diferentes. Em nosso caso, analisamos textos históricos de cientistas, enquanto os autores trabalharam sobre explicações proferidas por professores em aulas de ciências. Assim, consideramos que os trabalhos não se sobrepõem, mas sim se complementam quando olhados do ponto de vista teórico.

O trabalho desses autores foi bastante reconhecido pela comunidade de pesquisa. No entanto, pouca continuidade foi dada ao mesmo. Atualmente, Martins tem realizado trabalhos em que a análise lingüística está voltada para os livros didáticos (Ribeiro e Martins, 2007; Martins, 2006; Nascimento e Martins, 2005). Em alguns destes estudos um dos pontos de análise é a constituição narrativa do livro texto como elemento de compreensão do mesmo. Contudo, outros desdobramentos mais diretamente relacionados à construção de narrativas em situações de ensino-aprendizagem não foram feitos.

Para além desta pesquisa de Ogborn e Martins, pouca atenção foi dada ao tema até os últimos anos. Jonathan Osborne e colaboradores retomaram recentemente esta questão por uma via diferente. Eles apontam que os textos científicos, em geral, têm um formato que o torna de difícil apreensão à maior parte dos sujeitos. Isso ocorre por serem de um

gênero basicamente expositivo, que utilizam uma linguagem técnica e que são compostos por uma forma unívoca e não-dialética (Avraamidou e Osborne, 2009). Em outros termos, podemos dizer que mesmo a escrita científica destinada a não especialistas se dá de forma quase alheia à natureza de seu leitor.

Devido ao problema apontado anteriormente, os autores questionam qual o tipo de escrita (poderíamos generalizar para qual tipo de *discurso*) pode ser considerado como um meio mais propício para se comunicar o conhecimento científico. A resposta dada é que as narrativas são o meio mais utilizado pelo discurso comum para apresentar idéias. Isso faria delas facilitadores do processo de ensino-aprendizagem. Em suas palavras:

*“Histórias são diariamente usadas como meio de dar sentido e comunicar eventos no mundo. Filmes, livros, televisões e conversas do dia-dia são repletas de histórias”* (Avraamidou e Osborne, 2009, p.1686, tradução livre).

Se as histórias têm esse potencial em nossa prática diária, o autor então aponta que uma questão legítima de se colocar é se as histórias, no sentido de uma narrativa ficcional, podem ser utilizadas em aulas de ciências. Além disso, mais importante ainda seria responder como estas mesmas histórias podem ser trabalhadas neste contexto.

Dentro deste conjunto de questões, os autores desenvolvem um trabalho teórico sobre o tema. Eles apresentam uma série de pequenos extratos de textos de divulgação científica com o objetivo de mostrar como a ciência pode explicar em uma forma narrativa através destes textos. Contudo, os autores pouco esclarecem como eles vêem a relação entre as explicações científicas e as narrativas.

Com base nestas reflexões, os autores apontam quais seriam os possíveis usos das narrativas em sala de aula. Podemos resumir suas considerações apontando que as narrativas são formas de:

- O professor apresenta o conteúdo de forma mais compreensível ao aluno, comunicando idéias, tornando-as coerentes, memoráveis e significativas;
- Incluir os alunos na discussão, tornando a ciência menos “estranha” a eles;
- Os alunos comunicarem seus próprios conhecimentos científicos;

- Desenvolver a comunicação em ambientes virtuais.

Embora o trabalho dos autores seja uma primeira aproximação do tema e, em relação à pesquisa de Ogborn e Martins apresentada anteriormente, seja uma forma de ampliar a questão, um ponto importante é indagar sobre o papel que as narrativas feitas pelos próprios alunos podem ter em relação aos conhecimentos em elaboração. Esta mudança de foco pode ser relevante por ampliar o papel da linguagem para além da comunicação. Ela nos permite pensar mais precisamente sobre o papel da linguagem como elemento de estruturação do pensamento.

Na seção final do artigo, intitulada *Implicações para Teoria, Prática e Pesquisa*, os autores elaboram uma série de recomendações para pesquisa na área. Desta forma eles consideram:

*“Implicações para a pesquisa sobre a proposição do uso de narrativas na ciência são associadas com explorações sobre o papel das narrativas na comunicação científica e sobre os caminhos pelos quais a narrativa se torna a base da compreensão e facilita o ensino de ciências. Com isso, nós recomendamos que futuras pesquisas sejam direcionadas à área do uso de narrativas na ciência, identificando a existência de narrativas ficcionais que poderiam ser utilizadas na ciência e examinando seus efeitos sobre o ensino” (Avraamidou e Osborne, 2009, p.1703)*

Este direcionamento dado pelos autores é, para esta pesquisa, relevante, pois reforça a necessidade de estudos, tanto teóricos como práticos, sobre o papel das narrativas na ciência e nos ensino de ciência.

Osborne e colaboradores não são os únicos a defenderem a importância das pesquisas sobre as narrativas científicas. Stephen Klassen tem atualmente defendido fortemente este tema (Klassen, 2010a, 2010b, 2009). O autor considera que este é um problema em aberto, pois embora tenha crescido o número de pesquisas que defendem o uso das narrativas, não há estudos experimentais sobre o uso de histórias em sala de aula. Contudo, o autor faz um importante alerta sobre como estabelecer um campo de pesquisas neste sentido. Para ele não se deve tentar desenvolver um procedimento para a leitura ou escrita de narrativas científicas, pois:

*“Escrever uma história científica é, em última instância, um ato criativo que não pode ser reduzido a um método”* (Klassen, 2009, p.402).

Como meio de intervenção no ensino o autor tem avaliado o papel da leitura de histórias sobre as ciências em sala de aula. Para isso, ele tem se baseado em episódios da História das Ciências para construir, ele próprio, as narrativas que são utilizadas nas aulas pelos alunos. Assim, sua abordagem é bem diferente da que vimos tratando. Klassen foca seu trabalho nas narrativas que têm os próprios cientistas como protagonistas. Seu trabalho chega a quase ser biográfico (Klassen, 2009). Contudo, o autor tem tratado com bastante rigor a dimensão histórica de suas pesquisas, estabelecendo assim um campo de reflexões sobre o próprio uso da História da Ciência no ensino (Klassen, 2010b).

No entanto nem todos os pesquisadores da área estão de acordo sobre o uso das narrativas como estratégias de ensino-aprendizagem em ciências. Laurence Viennot e Denise Orange-Ravachol alertam para possíveis problemas quando se privilegia o uso de modelos narrativos como base para a construção de explicações. A primeira autora (Viennot, 2008, 2007) aponta que as histórias fazem uma relação linear de causas e conseqüências que levam a uma simplificação das explicações científicas. Isso ocorreria por se privilegiar um eixo temporal para a ordenação dos eventos. Contudo, Viennot (2008, 2007) aponta que em sistemas físicos seus componentes mudam de estado em conjunto, isto é, existe uma relação estrutural entre as entidades envolvidas. Quando se analisa um caso como esse tentando explicá-lo na forma de uma história, existe a tendência em se constituir um pensamento espontâneo. Orange-Ravachol (2007) aponta um problema semelhante. Em um trabalho com alunos ela verificou que as narrativas criadas por eles acabam por reforçar suas concepções espontâneas sobre o tema estudado, a formação geológica da Terra.

Os alertas anteriormente apresentados são importantes para que não subestimemos os problemas face ao forte interesse que o tema nos desperta. Contudo, as críticas não chegam a invalidar a importância das narrativas científicas. Isso ocorre, pois uma narrativa não se limita às relações causais que ocorrem em seqüências, como afirma Viennot (2008, 2007). Como vimos nos casos de Galileu e Ampère, as narrativas científicas envolvem justamente o contrário, a mudança de contextos situacionais em que



os objetos envolvidos são analisados em diferentes perspectivas. Esta é uma história recortada em pequenos capítulos que admitem facilmente uma descontinuidade entre si.

Mesmo com uma defesa teórica feita anteriormente, do ponto de vista da pesquisa prática os apontamentos das autoras ainda são válidos. Qualquer pesquisa que envolva alunos deve verificar se não há uma simplificação demasiadamente grande quando estes constroem narrativas em aulas de ciências. Assim, este próprio trabalho não poderá estar alheio a este alerta.

Como um resumo das considerações anteriores, temos que o campo de pesquisas sobre as narrativas no ensino de ciências pode ser considerado uma parte legítima das pesquisas da área. Além disso, este é um tema que apenas recentemente tem sido reconhecido como tal . Como é característico de novas temáticas, as questões estão completamente abertas e isso possibilita diversos caminhos de ação. Dentre as diferentes possibilidades apontadas anteriormente, sobretudo através do trabalho de Avraamidou e Osborne (2009), buscaremos em seguida refletir sobre *o papel que as narrativas criadas pelos próprios alunos podem ter em seu processo de aprendizagem*. Esta escolha se justifica basicamente por ser o tipo de desenvolvimento que mais se aproxima do tema geral deste trabalho, isto é, os *processos de criação na ciência e no ensino de ciências*. Apesar de o professor ser um agente fundamental na organização das situações de aprendizagem e de o ensino ser dado em sua maior parte coletivamente, em que as trocas entre os diferentes agentes sociais é a base, acreditamos que etapas de reflexão individualizada também têm seu papel durante a elaboração do conhecimento. Assim, nos interessa saber quais são as possibilidades de os alunos elaborarem novas formas de conhecer com base na elaboração de narrativas.

Para justificar e dar encaminhamento às posições apresentadas anteriormente, passaremos agora a refletir sobre as formas de pensarmos os processos educativos e como as narrativas podem fazer parte dos mesmos. Para isso, primeiramente refletiremos sobre o papel das narrativas no desenvolvimento do indivíduo não cientista e seu possível papel como objeto escolar. Como nossas reflexões anteriores somente trataram do tema no desenvolvimento da ciência, é preciso pensar quais as condições de o indivíduo “comum” desenvolver este trabalho. Em seguida discutiremos mais precisamente suas implicações

ao ensino de ciências, visto que este último tem objetivos específicos e torna-se necessário articular uma proposta a essas diretrizes.

### **4.3 – NARRATIVAS EM UM CONTEXTO EDUCACIONAL.**

Quando um trabalho parte de uma questão que é própria de sua área e chega à conclusão que o tema a ser abordado não se resume a ela, um novo espectro de possibilidades se abre. Em nosso caso, ao chegarmos à consideração que as narrativas podem ter um papel importante nos processos de ensino-aprendizagem de ciências, recaímos em um tema que pode ser novo aos pesquisadores desta área, mas que é antigo para outros estudiosos. Em nosso caso, poderíamos nos filiar a diferentes tipos de estudos em letras, psicologia, filosofia ou possivelmente outras áreas. Contudo, uma exploração que perpassasse por todas elas configuraria uma nova tese. Dentre essas possibilidades, retomaremos alguns trabalhos de Jerome Bruner cujo conteúdo contém reflexões teóricas sobre o tema e principalmente fornece diretrizes ao ensino, – algo que nos interessa nesta etapa do trabalho.

Bruner é um autor bastante conhecido em Psicologia e Educação. Entre suas principais contribuições está a idéia de um currículo em espiral, na qual um conhecimento passa por diferentes níveis de organização ao longo do processo de escolarização. Contudo, sua produção intelectual não cessou e, até muito recentemente, continua a produzir reflexões originais sobre seus temas de interesse.

Mesmo não sendo um vigotskiano no sentido mais ortodoxo do termo, o autor reconhece em Vigotski influências sobre as novas direções de seu trabalho (Bruner, 1996). Isso o leva a ser um dos fundadores da Psicologia Cultural nos Estados Unidos. Dentre os diferentes ramos de sua pesquisa, um dos temas que foi se tornando cada vez mais central foi o papel das narrativas no pensamento humano (Bruner, 2002; 1996, 1986).

Em sua primeira obra sobre o tema *narrativas*, Bruner faz uma distinção entre dois tipos básicos de pensamento, o *lógico-científico* e o *narrativo* (Bruner, 1986). Embora esta distinção não seja excludente, – o pensamento numa dada situação pode ser uma combinação de ambos –, o autor considera que também não podemos tentar reduzir o pensamento lógico ao narrativo. A partir desta distinção ele comenta, de forma a justificar

seu interesse presente, que embora a tradição filosófica tenha tratado em profundidade as características do pensamento lógico, as narrativas como formas de pensamento foram muito pouco tratadas (Bruner, 1986). Desta forma, ele funda um novo campo de pesquisas para o qual dedicará suas posteriores obras.

Em seus últimos livros, Bruner (2002, 1996) aprofunda as hipóteses levantadas nas obras anteriores. O ponto de partida de sua reflexão é saber como os seres humanos dão forma às suas respectivas experiências. Ele coloca esta questão como base de seu trabalho por considerar que o que nos diferencia dos animais, isto é, o que nos faz humanos é a capacidade de compreender o mundo exterior de uma maneira consciente e, ao mesmo tempo, coletiva. Como em Vigotski, não cabe uma diferenciação entre individual e cultural. Contudo, diferentemente de algumas interpretações da Psicologia Cultural, que privilegiam somente o coletivo, o autor alerta:

*“Nada está isento de cultura, mas os indivíduos tampouco são simplesmente espelhos de sua cultura. É a interação entre eles que confere um toque comunal ao pensamento individual e impõe uma certa riqueza imprevisível na forma de qualquer cultura, pensamento ou sentimento”* (Bruner, 1996, p.24).

Este posicionamento é importante, pois não elimina a possibilidade de o indivíduo criar formas próprias de apreensão de sua cultura e, através dela, de interpretação do mundo exterior. Este posicionamento não nega, de nenhuma forma, o papel do coletivo na constituição do pensamento, mas sim coloca o cultural como dinâmico, passível de modificações pela criação individual, e não um dado *a priori*. Antony Giddens (2002) chega a um posicionamento muito semelhante quando trata de um problema parecido: a relação dos indivíduos com as estruturas sociais. Para ele o indivíduo não é um escravo do social, mas um realizador dele.

O posicionamento anterior permite a Bruner questionar não apenas o papel das narrativas como meios de comunicação. Para ele, o contar histórias é uma forma de transmissão cultural. Ao considerar que o indivíduo intervém e cria sua cultura, as narrativas passam a ser um meio dessa cultura se estabelecer e se tornar uma forma de pensamento que lida com a realidade exterior.

Para explicar este papel do pensamento narrativo, o autor retoma a distinção feita por Gottlob Frege entre sentido e referência. O primeiro é conotativo, isto é, é uma ampliação interpretativa do significado de algo. A segunda é denotativo, isto é, indica o objeto que dá significado ao signo. Assim, ele considera:

*“Nós gostamos de pensar que a ficção literária não tem referência no mundo, que ela se contenta em dar um sentido às coisas. Pois, é precisamente esse sentido das coisas que nos é dado freqüentemente pelas narrativas, que torna possível a referência à vida. Aliás, nós falamos de eventos, de coisas e de pessoas utilizando expressões que não as situam em um mundo qualquer, mas em um mundo narrativo: nós falamos de ‘heróis, os quais nós damos medalhas para recompensar seu valor; nós falamos de ‘contratos rompidos’, onde uma das partes não cumpriu o estabelecido, etc. Nós somente podemos nos referir aos heróis ou aos contratos rompidos por sua existência ser dada anteriormente no mundo narrativo. O que queria dizer Frege (ele é ambíguo neste sentido)? Talvez o sentido procure dar uma forma à experiência ou mesmo achar a experiência à qual ele faz referência (...) Eu quero simplesmente dizer que a narrativa, mesmo a ficcional, dá forma ao que existe no mundo real e que lhe confere uma espécie de direito à realidade.”* (Bruner, 2002, p.20-21, tradução livre, grifos nossos)

O autor estabelece que as narrativas são formas de criação do real. Para aceitarmos esse ponto, é preciso admitir que a realidade não é dada de forma evidente, em que o referente pode ser admitido como base da significação. A denotação no sentido fregeano contém alguma fragilidade. Mesmo sem recair no extremo do anti-realismo, é preciso admitir que nosso acesso à realidade é mediado por construções. Assim, a referência é uma indicação de que esse processo de construção teve algum sucesso. De acordo com Bruner, esse processo deve passar por etapas nas quais o pensamento narrativo se consolida.

Quando se estabelece esse papel às narrativas, uma questão que pode ser pertinentemente colocada é por que elas cumprem este papel? O que as diferencia de outras formas culturais de apreensão do mundo exterior? Para responder essa questão com base no autor é preciso considerar como ele define uma narrativa.

Bruner (2002) define uma narrativa, independente de sua natureza, como uma dialética entre o que nós esperamos e o que se produz efetivamente. Para que se tenha uma história é preciso que algum evento imprevisto sobrevenha. Uma história, considera Bruner, é sensível a tudo que é contrário ao nosso senso de “normalidade”. Sendo esse um padrão geral das narrativas, o que define o tipo de história é a situação descrita e a solução dada ao impasse.

Essa forma ampla de considerar a narrativa nos permite afirmar que, a princípio, qualquer tema ou questão possa ser tratado por essa forma de pensamento. Além disso, do ponto de vista dos processos de ensino em geral, é interessante verificar que, se a narrativa envolve a produção do novo em relação às expectativas, essa pode ser também caracterizada como um instrumento de mudança. Se o ato de educar é uma forma de promover mudanças no sujeito, então as narrativas podem fazer parte deste trabalho. Sobre este aspecto, o autor ainda aponta um elemento adicional:

*“uma grande narrativa nos convida a expor problemas. Ela não está lá para simplesmente dizer como os resolver. Ela nos fala de uma situação de crise, de um caminho a percorrer e não nos leva a um refúgio”* (Bruner, 2002, p.33, tradução nossa)

Desta forma vemos que a narrativa não é uma forma simples de explorar os acontecimentos. Da mesma maneira, não é a clareza em explorar os fatos o que torna uma narrativa boa. Pelo contrário, é a capacidade de lidar com contextos ou situações adversas, problemáticas e até mesmo contraditórias que faz de uma narrativa um bom instrumento para lidar com o que não é conhecido. Ela vem como forma de organização do mundo exterior.

*“Conceber uma história é o meio que nós dispomos para enfrentar as surpresas, os acasos da condição humana e também para remediar a condição insuficiente que nos é dada. As histórias fazem com que o inesperado pareça menos surpreendente, menos inquietante: elas domesticam o inesperado o tornando mais comum.”* (Bruner, 2002, p.110, tradução nossa)

Para que esse trabalho seja realizado, os elementos que compõem uma narrativa precisam ser reorganizados. A disposição dos “personagens”, seu enredo e as formas

como o narrador os vê precisam mudar. É justamente esse processo de mudança que permite que elementos sejam reinterpretados para que a ordem se estabeleça. O que torna o processo interessante, de acordo com o autor, é que esse processo se dá no sujeito. Por ele não ser imparcial ou neutro, pode reconstruir sua forma individual de interpretar a realidade exterior.

O interessante em se falar de reconstruções é que vemos como novo e o já estabelecido tem uma relação entre si. Reconstruir não é nem deixar as coisas como são, nem elaborar algo a partir do nada. Esse processo reflete bem a dialética entre individual e cultural. Este ponto leva Bruner (2002) a uma consideração importante para esse trabalho, que se refere ao processo de construção de narrativas em relação a certas habilidades de pensamento.

*“Graças à narrativa, nós construímos, nós reconstruímos e mesmo, de uma certa maneira, nós reinventamos o presente e o futuro. Ao longo desse processo, memória e imaginação se misturam. Mesmo quando nós inventamos os mundos possíveis da ficção, nós realmente não deixamos o Universo que nos é familiar: nós o subjetivamos para criar um outro que poderia existir ou que poderia ter existido. Por mais vasta que possa ser sua memória, por mais sofisticados que possam ser os sistemas de registro, o espírito humano não chega jamais a se limitar plenamente e fielmente ao passado. A memória e a imaginação são fornecedoras e consumidoras de seus respectivos produtos”* (Bruner, 2002, p.113, tradução nossa).

Podemos caracterizar a elaboração de narrativas como um processo de criação, com base na imaginação, mas que não é alheio à própria realidade e às formas culturais que são estabelecidas. Esse ponto é particularmente importante para o trabalho educativo, pois se espera que o construto do aluno não seja uma construção qualquer, mas algo em alguma medida comprometido com a cultura que o aluno apreende durante o processo de escolarização.

Esta forma de entender as narrativas e o processo educacional vão em encontro à maneira como o autor entende o papel da escola. Para Bruner (1996), pensar a educação é refletir sobre as formas culturais de uma sociedade. Isso ocorre por ser a maneira como entendemos nossa própria cultura que determina o que se considera como papel da escola

e como se delimita os objetos de ensino. A escola, como qualquer instituição social, não é alheia à cultura. Contudo, pelos motivos já apontados anteriormente, a escola não deve ser uma forma de simplesmente reproduzir a cultura vigente em algum campo. Esta apropriação deve considerar que o aluno se apropria de determinadas “ferramentas culturais” para com elas produzir “artefatos culturais”. Como o autor bem explica:

*“As implicações educacionais que advêm do que foi discutido anteriormente são, ao mesmo tempo, grandes e sutis. Para que a pedagogia delegue poderes aos seres humanos para que estes possam ir além de suas predisposições inatas, ela deve transmitir o ‘conjunto de ferramentas’ que a cultura desenvolveu para fazê-las”* (Bruner, 1996, p.27)

Ao afirmar que o processo educativo tem a função de transmitir ferramentas culturais, ao autor faz considerações que são muito próximas do que hoje passamos a chamar de *letramento* e, no contexto do ensino de ciências, *letramento científico*. Contudo, como o autor tem uma forma diferente de conceber a cultura, considerando-a não como algo pré-definido, mas sim uma dinâmica em que os indivíduos se apropriam de seus elementos para criarem concepções próprias de ver o mundo, os tipos de ferramentas às quais o autor se refere se tornam um pouco diferentes do que normalmente estas correntes de ensino determinam. É isso que permite ao autor pensar nas narrativas como parte de diferentes culturas, inclusive a científica.

Ao refletir sobre o ensino das ciências, o autor reconhece que muitos avanços foram dados nas suas formas de instrução. Contudo, o caráter estático no qual ela ainda se apresenta pode um dos motivos que ela continue sendo inacessível aos alunos. Assim, o autor considera que é possível que tenhamos errado ao separar a ciência da narrativa da cultura. Como indicação sobre como isso pode ser feito, o autor dá indicações na direção do uso de elementos da História da Ciência como meios de mostrar a ciência em construção. O que ele propõe acaba sendo muito próximo das atuais proposta de Steven Klassen, apresentadas no início deste capítulo.

No entanto, Bruner (2002, 1996) desenvolve muito pouco as indicações específicas ao ensino das ciências. Claramente isso ocorre por este não ser o foco do autor. Desta forma, nosso trabalho se proporá, daqui por diante, em investigar como as narrativas podem, efetivamente, fazer parte das aulas de ciências. Em nosso estudo

pensaremos mais especificamente no ensino de física, visto que esta é a linha mais específica deste trabalho.

#### 4.4 – NARRATIVAS DA CULTURA E ENSINO DE FÍSICA.

Quando Bruner (1996) identifica o problema da separação entre a ciência e a narrativa da cultura ele, no fundo, recoloca o problema apresentado por Snow (1997) sobre a separação entre as duas culturas: a humanística e a científica. Este rompimento foi um dos resultados do advento da ciência moderna, que criou formas muito próprias de pensamento e prática que a levou a se constituir em um campo independente das humanidades. Saber o quanto essas culturas foram realmente diferenciadas é uma questão de pesquisa e um dos interesses dos historiadores da ciência, como David Knight (1997). Contudo, verificar que atualmente a forma como as disciplinas acadêmicas são organizadas leva a uma ruptura entre as áreas parece ser uma afirmação razoável.

Talvez o efeito educacional mais problemático desta separação seja fazer com que a ciência não apenas se desumanize, mas também se desculturalize. Este é o problema que João Zanetic (1989) já denunciava há mais de duas décadas quando defendia a tese *Física Também é Cultura*. Como ele sustentou recentemente, física e cultura são vistas como entidades sem relação. Ele apresenta este problema de forma bastante poética:

*“Quando se fala em cultura, raramente a física comparece na argumentação. Cultura é quase sempre vocação de obra literária, sinfonia ou pintura; cultura erudita, enfim. Tal cultura, internacional ou nacional, traz à mente um quadro de Picasso ou de Tarsila, uma sinfonia de Beethoven ou de Villa Lobos, um romance de Dostoiévski ou Machado de Assis, enquanto a cultura popular faz pensar em capoeira, num samba de Noel ou num tango de Gardel. Dificilmente, porém, cultura se liga ao teorema de Godel ou às equações de Maxwell!” (Zanetic, 2005, p.21)*

Desta forma, a solução mais clara para o aparente problema é a reaproximação entre física, ou as ciências em geral, com a cultura. Contudo, essa reaproximação não é óbvia, pois mesmo entender o que é física e, sobretudo, o que é cultura não é uma questão elementar. Isso faz com que as aproximações possam se dar de diferentes maneiras, sendo que cada uma delas possa se materializar em uma propostas didáticas de formas distintas.



Assim, ensinar a física como cultura é uma perspectiva válida e até mesmo uma necessidade fundamental, porém ambígua.

Vale ressaltar que esta dificuldade não é restrita aos debates vinculados à aprendizagem científica. O problema pode ser visto como parte de uma questão maior, que é a relação entre o conhecimento escolar e a cultura. Durante muito tempo nos habituamos a ensinar os conhecimentos por eles mesmos, acreditando que os conteúdos da ciência têm uma forma e um valor inquestionáveis. Contudo, hoje esse papel importante que atribuímos ao conhecimento é questionável, o que faz com que a escola entre em crise frente à cultura.

*“No mundo contemporâneo, as dificuldades que se encontram para definir as relações entre educação e cultura não vêm somente das necessidades da seleção ou da transposição didáticas. Elas se devem também a razões inerentes à própria situação da cultura e que traduz muito bem o conceito de “modernidade”: a educação é cada vez menos capaz, hoje em dia, de encontrar um fundamento e uma legitimação de ordem cultural, porque a cultura “perdeu e seu norte” e se encontra privada das amarras da tradição e da bússola do princípio da autoridade” (Forquin, 1993, p.18)*

Lidar com a complexidade desta questão não é competência desta tese. Contudo, seu reconhecimento nos obriga ao menos a refletir sobre alguns de seus aspectos que nos permite direcionar a forma como lidaremos com as narrativas em sala de aula.

Quando pensamos na aproximação entre física e cultura, isto pode ser visto, no mínimo, de duas maneiras diferentes. A primeira seria pensar a própria física como uma forma específica de cultura. Isso implica conceber esta ciência como manifestação de um grupo social que tem formas próprias de lidar com o universo ao seu redor. Assim, seguindo um conceito antropológico de cultura, que a entende como um complexo estruturado, formado não só de técnicas e práticas materiais, mas também de valores, normas de conduta, juízos e, principalmente, padrões de comportamento (Whitaker, 2006), o ensino de ciências deveria se configurar como um meio em que o aluno aprenderia pela participação nesta cultura, em nosso caso, a científica. Como cada cultura se estrutura através de seus modos semióticos, isto é, através da construção de redes simbólicas de significado (Geertz, 1978), a linguagem da ciência seria o meio pelo qual o

aluno apreenderia a cultura científica (Lemke, 1990). Este processo de levar os alunos ao “universo da ciência” é o que tem sido chamado de enculturação pela literatura em ensino de ciências (Capecchi e Carvalho, 2006; Carvalho, 2005). Nesta perspectiva os alunos devem se apropriar das ferramentas culturais da ciência para se tornarem aptos a lidar com problemas que envolvem o conhecimento científico.

Uma segunda forma de vermos a relação física e cultura seria definir esta ciência como parte da cultura de uma sociedade. Embora Zanetic não coloque esta articulação nestes termos, acreditamos que esta forma de ver a questão se aproxima de suas proposições (Zanetic, 2006a, 2006b, 2005, 1989). Assim, segue-se o conceito de cultura como *cultura elaborada* (Snyders, 1988), que teria como base os conhecimentos universalizados. A ciência, nesta perspectiva, seria uma das manifestações que comporia esta cultura. Isso faz com que o conhecimento científico seja pensado mais como forma de contemplação do mundo ou forma de refletir sobre sua existência do que uma forma prática de intervenção. Esta forma de pensar a física como cultura tem levado Zanetic a aproximá-la das artes, sobretudo da literatura (2006a, 2006b). As ciências e as artes se aproximam não por seus métodos de estudo ou seus objetivos, mas por possibilitarem aos seus apreciadores formas diferenciadas do olharmos o mundo.

Um elemento importante em relação ao posicionamento de Zanetic é que ele não considera que os indivíduos devem ser vistos como consumidores de uma cultura por ela ser vista como universal. Para ele, ao compartilhar esta cultura os sujeitos devem ter o mesmo status frente a ela. Demétrio Delizoicov analisa este ponto referente ao pensamento de Zanetic e afirma:

*“ele [Zanetic] quer aprofundar a compreensão segundo a qual a ciência é uma atividade humana, isto é, representa também uma produção cultural. É verdade, uma produção cultural que possui especificidades que precisam ser caracterizadas. Por isso, articulado à análise epistemológica, Zanetic dedica-se à história da ciência que permite lançar luzes sobre o contexto dessa produção humana. Com isso, deixa claro sua concepção de sujeito que produz conhecimento, inclusive o científico: é histórico e se constitui por meio de interações culturais. Em sintonia com pressupostos freireanos mantém, então, esse mesmo status ontológico para os sujeitos envolvidos em processos*

*educativos. Tanto aqueles que produzem a cultura elaborada (Snyders, 1988), quanto os que dela se apropriam e a disseminam, com mediação de processos formativos, são sujeitos históricos que por meio de interações socioculturais produzem cultura” (Delizoicov, 2009, p.57)*

Muitas vezes algumas sutilezas têm conseqüências importantes. Aqui, a apropriação da ciência como cultura também envolve a produção da cultura. Para nós, seria exagero considerar que alunos produzem algo novo em relação à própria ciência, isto é, inventar uma nova ciência. Contudo, o conhecimento científico pode ser visto como criação que não é nova socialmente, mas inédita para o próprio indivíduo. Além disso, e talvez mais importante, seu conhecimento pode levá-lo a criar manifestações culturais como textos, músicas etc, que não são recriações científicas, mas que são recriações pela ciência. Em poucas palavras, é a ciência se manifestando por uma produção cultural.

A questão, a nosso ver, mais pertinente que se apresenta frente à diferenciação anterior é *qual seria o papel das narrativas em cada uma das visões de ensino anteriormente apresentadas.*

Em relação à primeira perspectiva apresentada, que envolve a enculturação, por as narrativas científicas, no sentido que apresentamos no capítulo anterior, poderem ser consideradas formas semióticas de produção da ciência, elas podem, em uma primeira aproximação, ser definidas como parte do letramento científico envolvido neste processo de ensino. Contudo, este ponto tem uma validade questionável, pois as narrativas são características dos momentos de criação da ciência e não formas canônicas de um pensar científico que passou por processo de validação. Desta forma, se concebermos a cultura da ciência de forma mais aberta, que englobe as características dos processos mais elementares de criação, as narrativas podem ganhar um papel nesta forma de ensinar.

Já em relação à segunda, a resposta talvez não seja tão fácil, mas talvez mais interessante. De acordo com Jerone Bruner, as narrativas seriam uma das formas mais importantes de criação cultural. Além disso, elas têm papel de destaque na organização da experiência dando sentido à realidade. Neste caso, se as ciências, incluindo a física, não são alheias às formas narrativas, sendo estas formas de pensamento compatíveis, quando lidamos com a criação, as narrativas podem ser formas de produção cultural que agregam

o conhecimento científico. A diferença deste para o caso anterior é sutil. Anteriormente o valor das narrativas dependia de sua validação como científica, isto é, como pensamento típico da ciência. Agora, a narrativa pode ser colocada como uma manifestação criativa do aluno dentro de sua cultura, na qual ele incorpora elementos presentes na ciência. O que nos parece ser importante nesta diferenciação é que o segundo caso é mais aberto e propicia mais as oportunidades de criação do aluno. Assim, nosso estudo será mais voltado para essa forma de pensarmos o ensino.

Face ao exposto acima, optamos nesta tese em lidar com o desenvolvimento de narrativas pelos estudantes, como apresentaremos no capítulo 5. Contudo, as narrativas podem envolver diferentes suportes, como filmes, quadrinhos e os próprios textos. Nosso trabalho será baseado em textos escritos pelos alunos. Com isso, nossa próxima etapa será discutir o papel da escrita no desenvolvimento do pensamento e nas intervenções didáticas.

#### **4.5 – O PAPEL DA ESCRITA NO DESENVOLVIMENTO DO PENSAMENTO.**

Anteriormente definimos como nosso objeto de estudo a produção de narrativas pelos alunos. De modo geral, apontamos seu papel como produção cultural baseada em uma releitura científica de mundo como objetivo de seus trabalhos. Contudo, este tipo de produção pode ganhar diversos suportes. Uma narrativa pode ser desenvolvida em uma peça teatral, em um filme ou mesmo em um jogo de RPG. Nossa opção será trabalhar a escrita pelos alunos. Consideramos que este é um suporte privilegiado quando a atividade envolve uma reflexão original e individualizada. Iremos aportar para esta afirmação nesta seção.

Pensar a escrita, novamente, nos possibilita diferentes caminhos de reflexão. Autores em história como Roger Chartier e Robert Darnton, em sociologia como Pierre Bourdieu e em educação como Paulo Freire e Ana Teberosky, tomaram este tema como objeto de estudos sistemáticos e elaboraram importantes contribuições sobre este assunto. Contudo, como nosso trabalho está mais voltado aos processos de elaboração do próprio pensamento, retomaremos algumas considerações de Lev. Vigotski sobre o assunto em pauta.

Como vimos, para Vigotski a gênese do pensamento começa com as trocas sociais para somente depois ser internalizado pelo sujeito. Assim, sua lei geral coloca o desenvolvimento do inter para o intra-psíquico. As correntes educacionais que se apropriaram de seu trabalho passaram cada vez mais a valorizar os momentos de trocas entre os indivíduos como base para o ensino. Contudo, a passagem para o intra-psíquico, que a nosso ver caracterizaria melhor a apropriação do conhecimento, foi pouco explorada.

Para elaborar esta questão, Vigotski retoma o problema da linguagem egocêntrica, um dos pontos que ao mesmo tempo o unia e o diferenciava de Piaget (Vigotski, 1934). Para Piaget, a linguagem egocêntrica caracterizaria as primeiras tentativas de a criança verbalizar seu pensamento, já previamente constituído. Vigotski aponta que embora a fala egocêntrica demonstre uma etapa importante do desenvolvimento do pensamento, ela representa internalização da linguagem e o início do desenvolvimento do pensamento individual. Esse é o momento em que o sujeito fala para si, mas não por não conseguir se expressar para o outro, mas sim para compreender seu próprio pensamento.

Vigotski foca seus estudos no desenvolvimento da linguagem egocêntrica por considerar que ela possa revelar aspectos da atividade intra-psíquica, mas que nas primeiras etapas, ainda se manifesta de forma externalizada. Assim, ao se referir sobre essa linguagem o autor considera:

*“Essa linguagem [egocêntrica] está mais para os processos de desenvolvimento da criança que estão voltados para o futuro e, por sua natureza, são processos de desenvolvimento construtivos, criativos e plenos de significado positivo. Nossa hipótese vê a linguagem egocêntrica como interior por sua função psicológica e exterior por sua estrutura. Seu destino é transformar-se em linguagem interior”* (Vigotski, 1934, p.430).

Quando o autor considera a linguagem egocêntrica como interior em relação à sua função psicológica o que ele quer afirmar é que ela cumpre seu papel como estruturante da realidade exterior e não sua função comunicacional (a distinção entre essas duas funções da linguagem em Vigotski foi discutida no primeiro capítulo desta tese). Ainda é interessante verificar como ele ressalta o papel criativo e de significação que este mesmo

tipo de linguagem desenvolve. É o falar para si que permite as formas individuais de apreensão do mundo exterior.

Através de seu trabalho experimental, o autor observa que a linguagem egocêntrica se desenvolve em direção à linguagem interior por processos em que a fonética da língua vai sendo suprimida. Isso ocorre como decorrência da não necessidade de vocalização do idioma. Contudo, não é o simples ato de suprir a fala que caracteriza esse processo. Nele a estrutura sintática da linguagem começa a mudar. Podemos, de acordo com Vigotski, caracterizar essa mudança como uma economia lingüística, em que há um menor uso de recursos verbais. Desta forma, a semântica da língua começa a se desprender das suas formas de comunicação que são socialmente padronizadas. O autor utiliza esta constatação para explicar um fenômeno curioso. Pessoas que são muito próximas conseguem se comunicar com um número bastante reduzido de recursos lingüísticos. Segundo o autor, por compartilharem formas muito próximas de pensamento, isso faz com que a comunicação seja facilitada. Da mesma forma que não é necessário articular frases completas quando falamos para nós mesmos, a proximidade com o outro faz com que exista o mesmo tipo de economia.

Contudo, o autor ressalta que a economia lingüística não significa a diminuição do pensamento, mas pelo contrário, seu estabelecimento individualizado. Como ele aponta:

*“O declínio das manifestações externas da linguagem egocêntrica deve ser visto como manifestação de uma abstração que se desenvolve a partir do aspecto sonoro da linguagem, aspecto esse que é um dos principais traços constitutivos da linguagem interior; como diferenciação progressiva da linguagem egocêntrica em relação à linguagem comunicativa; como traço da crescente capacidade da criança para pensar e imaginar as palavras em vez de pronunciá-las, para operar com a imagem da palavra em vez da própria palavra. Nisto reside o sentido positivo do sintoma do declínio do coeficiente de linguagem egocêntrica (...). Em realidade, por trás do declínio do coeficiente de linguagem egocêntrica esconde-se o desenvolvimento positivo de uma das peculiaridades centrais da linguagem interior – a abstração do aspecto sonoro da linguagem e a diferenciação definitiva de linguagem interior e linguagem exterior” (Vigotski, 1934, p.434-435)*

Ao colocar a diferenciação definitiva entre as duas linguagens o que o autor considera é que a linguagem interior não é apenas fala menos som, mas sim estruturalmente diferente. É esta forma de estruturação que permite, como ele aponta, os processos de crescente abstração e o uso de outras habilidades como a imaginação. Como apontamos anteriormente, o ponto mais importante referente à linguagem interior é sua sintaxe específica.

A partir destas considerações passemos à linguagem escrita propriamente dita. Na última parte do capítulo final sua obra (Vigotski, 1934), o autor irá explorar este tema mais diretamente. Vigotski coloca o discurso escrito como diametralmente oposto ao falado. A primeira razão para isso é que o discurso é feito na ausência do interlocutor. Mesmo que este seja previsto no pensamento do escritor, sua ausência faz com que a utilização de meias palavras, o uso de entonação ou outros elementos próprios da fala não possam ser empregados. A necessidade de suprir estes elementos faz com que a sintaxe da língua seja elevada ao nível máximo de utilização (Vigotski, 1934). Todos os modos de significação precisam ser articulados pelo texto. Se a fala pode ser desorganizada, no sentido que diferentes formas de comunicação de sobrepõem, a escrita envolve uma organização própria. Desta forma, ela se estrutura de maneira diferente da linguagem falada, não se reduzindo à mesma.

*“Por isso a linguagem escrita é a forma de linguagem mais prolixa, exata e desenvolvida. Nela temos de transmitir por palavras o que na linguagem falada se transmite por entonação e pela percepção imediata da situação.”* (Vigotski, 1934, p.456)

Devido a essas características da linguagem escrita, ela somente pode ser bem empregada quando o discurso é organizado. O elemento mais interessante desse processo é que essa organização reflete características da linguagem interior. O autor aponta que a monologia de ambos os discursos, o escrito e o interior, leva ambos a terem as mesmas características estruturais. Vale esclarecer que os conceitos de discurso monológico ou dialógico de Vigotski são diferentes do de Bakhtin. Para ele o que define cada um dos discursos é o fato de ser enunciado ou não na presença do outro.

A aproximação entre a linguagem escrita e interior faz com que a passagem do pensamento para o intra-psíquico seja condição necessária à elaboração textual. Vigoski

comenta que essa relação é clara no desenvolvimento dos rascunhos. A criação da escrita é um processo semelhante ao falar para si. Em suas palavras:

*“A linguagem escrita contribui para o fluxo do discurso na ordem da atividade complexa. É nisto que se baseia o emprego de rascunhos. O caminho entre o esboço e o ato de passar a limpo é uma via de atividade complexa, mas até mesmo quando não há cópia fatural o momento de reflexão no discurso escrito é muito mais forte; muito amiúde falamos primeiro para nós mesmo e depois escrevemos: aqui estamos diante de um rascunho mental. Esse rascunho mental da escrita é a linguagem interior”* (Vigotski, 1934, p.457)

Aqui chegamos a um elemento de importantes conseqüências educacionais. A escrita envolve um processo mais elaborado de pensamento. Ela obriga que o sujeito interiorize o conhecimento aprendido pelo contato social e o reestruture de maneira própria. Esse é um processo que ocorre no nível sintático da língua. Contudo, podemos considerar que o próprio nível semântico é afetado. Mesmo que o significado das palavras se mantenha, o sentido que o sujeito lhe atribui não é mais o mesmo. É isso que torna o “falar para si mesmo” algo valioso e um sinônimo de reflexão. Se isso fosse somente a verbalização de um pensamento já plenamente constituído, essa forma de linguagem não teria valor epistêmico. A linguagem interior é a elaboração própria do pensar individualizado e a escrita é sua manifestação estruturada.

Quando analisamos as idéias de Vigotski podemos interpretá-las de duas formas. Uma mais restritiva que coloca a linguagem escrita em função da linguagem interior. Contudo, podemos considerar que ambas as linguagens têm uma relação dinâmica mais rica. Mesmo que a linguagem interior seja condição necessária à escrita, a necessidade de elaboração desta última pode desencadear o processo de reflexão. Assim, do ponto de vista da elaboração do pensamento, ambas podem ter uma relação dialética, em que reflexão e escrita se “alimentam” mutuamente.

Um estudo recente, realizado por Léonard Rivard e Stanley Straw (2000), questionou qual seria o papel da escrita em relação às interações discursivas em aulas de ciências. O pressuposto inicial dos autores era que a escrita como instrumento para aprendizagem daria mais destaque à construção individual do conhecimento, enquanto a fala é mais bem utilizada nos momentos de trocas de idéias entre os alunos.



Os autores realizaram um estudo comparativo para verificar precisamente o papel de cada uma dessas habilidades. Para a análise, separaram os sujeitos da pesquisa em quatro grupos. O primeiro era um grupo de controle que recebia uma instrução tradicional; o segundo somente realizava tarefas de discussão em grupo; o terceiro realizava somente atividades escritas sem a interação com outros estudantes; o quarto primeiramente discutia com os colegas e, em um segundo momento, elaborava individualmente suas respostas.

Esse estudo os permitiu afirmar que a escrita se torna mais efetiva quando os alunos possuem conhecimentos básicos sobre o assunto vigente. Ela se torna o meio de organização do conhecimento adquirido pelas interações. Os autores esclarecem:

*“A fala é importante para compartilhar, clarificar e partilhar idéias científicas entre os pares enquanto fazem questões, levantam hipóteses, explicam e formulam idéias; juntos, todos parecem ser importantes para refinar e consolidar estas novas idéias com os conhecimentos prévios. Estas duas modalidades parecem ser dialéticas: a fala é social, divergente e produtiva, enquanto a escrita parece aumentar a fixação do conhecimento co-construído ao longo do tempo”* (Richard e Straw, 2000, p.588, tradução nossa)

Nas seções anteriores deste trabalho temos defendido as narrativas como apropriações individuais de uma forma de concebermos interpretações para a realidade exterior. Devido os argumentos expostos neste capítulo, utilizaremos atividades escritas como meio de produção de narrativas pelos alunos.

## **5 – ATIVIDADES NARRATIVAS EM SALA DE AULA**

### **5.1 – CARACTERIZAÇÃO DA PESQUISA.**

#### **5.1.1 – Em relação aos objetivos.**

No capítulo anterior um dos pontos discutidos foi a narrativa como objeto de pesquisa em ensino de ciências. Buscamos mostrar foi que este é um novo tema de trabalho que somente vem sendo discutido de forma mais sistemática nos últimos dois anos. Isso faz com que, por um lado, uma tese com essa temática se justifique por tentar abordá-la do ponto de vista teórico e prático, no qual há um campo de reflexões em aberto. No entanto, essa escolha traz dificuldades que acabam limitando o desenvolvimento do trabalho.

O primeiro problema que encontramos foi encontrar aportes que pudessem guiar nosso caminho de intervenção. Por ser nosso objetivo o desenvolvimento de narrativas pelos alunos, o que por si só já é um delimitador em relação a como refletir sobre as narrativas em sala de aula, se tornou necessário determinar como este tipo de atividade didática se desenvolve no contexto escolar. Contudo, este tipo de questão não aparece na literatura em ensino de física, visto que este é um tema inédito a ela. Além disso, materiais didáticos desenvolvidos por pesquisadores ou professores também dão poucas indicações sobre a utilização deste tipo de metodologia.

O problema anterior se agrava quando o tipo de narrativa que esperamos dos alunos tem objetivos muito próprios. Nos capítulos anteriores chegamos a uma visão de narrativa que a valoriza como manifestação cultural em que reconfigurações da nossa forma de perceber o mundo ao nosso redor ocorrem. Além disso, esperamos que nesse processo de mudança elementos da ciência sejam centrais na produção do aluno. Abrir mão deste aspecto seria contradizer toda tese defendida anteriormente. Contudo nossa única “arma” para entrar em sala de aula eram os aspectos teóricos que havíamos desenvolvido até aquele momento.

Neste processo ainda supomos que a metodologia de ensino utilizada em outras disciplinas, como a história, geografia e, sobretudo, a língua portuguesa e literatura pudessem configurar uma base para a qual nosso trabalho pudesse partir. No percorrer

desta iniciativa dois problemas foram encontrados. Primeiramente, verificamos que o mesmo problema encontrado por nós se reflete nos outros setores educacionais. Poucas indicações são dadas na literatura em ensino de ciências humanas de um modo em geral. Ao que se refere à aprendizagem da língua, a maior parte da literatura é voltada para os processos de alfabetização. Mesmo que tenhamos nos beneficiados de alguns elementos, em relação aos processos de análise de narrativa, o problema persistiu. Ainda em relação ao ensino de língua e literatura, em geral as especificidades da área no que compete à produção textual fazia com que o processo de adaptação de uma metodologia fosse mais complicado que a tentativa em se construir um caminho próprio.

Estas dificuldades nos levaram a pensar em qual poderia ser a “pretensão” de nosso trabalho empírico. Neste estágio de desenvolvimento da pesquisa é necessário delimitar qual tipo de resultado é esperado. Para fazer esta definição, encontramos como suporte a caracterização das pesquisas feitas por Jean Pierre Astolfi, um pesquisador conhecido na didática das ciências francesa.

Astolfi (1993) elabora três "paradigmas" para delinear os tipos de pesquisa educacionais que têm como objeto a prática escolar. Resumidamente, podemos defini-las da seguinte forma:

**1 - Pesquisas de Viabilidade (Pragmáticas):** Estas pesquisas buscam verificar a viabilidade de uma inovação previamente planejada. Com isso, o resultado é a *possibilidade* desta inovação, através da hipótese elaborada.

**2 - Pesquisas de Significação (Hermenêuticas):** Estas pesquisas buscam analisar, através de registros feitos na escola, situações complexas, com o objetivo de caracterizar os acontecimentos desta aula. Neste caso, não dispomos de uma teoria para explicar as situações e as hipóteses não podem ser diretamente refutadas, como no caso anterior, mas podem ser consideradas como um "diagnóstico" que demonstra a emergência de novas interpretações para as situações escolares.

**3 - Pesquisas de Regularidades (Nomotéticas):** Estas buscam caracterizar elementos do processo educativo de forma que os resultados das metodologias

possam ser replicados. Para isso é necessário o conhecimento de uma "regra" que demonstre a viabilidade da proposta.

Astolfi ainda aponta que as pesquisas educacionais podem ser divididas em dois momentos, o primeiro destinado à inovação, quando o primeiro paradigma prevalece, e as pesquisas de generalização, quando o segundo e terceiro paradigmas se destacam.

A delimitação anterior fez com que caracterizássemos nossa pesquisa como *pragmática*. Como o que queremos estudar é o processo de ensino que é baseado em uma hipótese teórica, o primeiro passo é verificar sua viabilidade, isto é, se de alguma maneira ela pode ser exercida no contexto escolar.

De acordo com a discussão anterior, nossa pesquisa não buscará qualificar a aprendizagem do aluno, de modo a obter um resultado geral que validaria uma metodologia de ensino de física através do uso de narrativas. Nossas condições de intervenção ainda são primárias para chegarmos a tal tipo de resultado. Nosso objetivo será verificar, em um primeiro momento, se é viável a elaboração de narrativas científica pelos alunos. Caso tenhamos algum resultado positivo, *buscaremos verificar quais são as possíveis condições que favorecem sua elaboração*. Por mais que não tenhamos uma metodologia de ensino fechada sobre este aspecto, um resultado importante poderia ser parâmetros ou mesmo “alertas” para eventuais trabalhos que se realizem sobre este tema.

### **5.1.2 – Em relação aos procedimentos e objeto de estudo.**

Nosso trabalho terá como elemento empírico principal as produções dos alunos. De acordo com os objetivos expostos anteriormente, nosso foco principal de análise consistirá em qualificar esse material do ponto de vista de suas condições de produção e sua forma de composição. O primeiro destes elementos busca principalmente identificar os fatores contextuais da produção e o segundo as características de seu resultado final.

Os trabalhos dos alunos, como já apresentamos anteriormente, consistem na elaboração de narrativas escritas, que os mesmos realizaram no contexto de um curso de física do ensino médio. Isso implica em considerar que sua produção tem dois adjetivos que a qualificam. Por um lado, ela compõe uma narrativa, que implica em um tipo específico de discurso. Por outro, ela é elaborada como um texto escrito. Isso fará com

que elas sejam avaliadas por estes dois aspectos. Apresentaremos em seguida os componentes de análise para cada uma destas dimensões.

#### 5.1.2.1 – Dimensão textual.

Para a construção de nossas categorias de análise nos baseamos em estudos da área de lingüística textual que, como o próprio nome indica, trata da composição do texto (Koch, 2004). Embora esta seja uma área consolidada da lingüística, ela não deixa de ter diferentes ramos e bases teóricas variadas. Com isso, optamos em uma obra que fosse mais voltada aos procedimentos de análise, sobretudo em relação à composição de textos escolares. Em especial, utilizamos a obra *Redação e Textualidade* (1991), na qual Maria da Graça Costa Val, uma autora deste campo, trata da composição de textos dissertativos por alunos.

Uma primeira definição de texto seria uma ocorrência lingüística dotada de unidade sócio comunicativa, semântica e formal (Val, 1991). Nesta definição o texto é reconhecido como uma unidade de significado (semântica), mas que somente faz sentido em sua exterioridade, isto é, em seu uso social. Além disso, ele é constituído dentro de regras de composição, o que o leva a ter sua formalidade própria.

A unidade semântica do texto implica que ele deva ser visto como um todo portador de significado. Do ponto de vista de sua composição, ele deve ser um texto coerente. A coerência resulta da configuração dos conceitos, isto é, como eles são dispostos de forma que suas relações sejam claras ao leitor. Aqui entra um elemento importante. O sentido do texto não é construído somente pelo seu produtor, mas também pelo receptor. Sua coerência somente pode ser dada por quem avalia o texto, isto é, seu leitor. Desta forma, para atribuir coerência ao texto é preciso avaliar a quem o mesmo se destina e se sua organização conceitual é própria à sua audiência.

Quando a semântica é vista pelo aspecto formal do texto, isto é, sobre como ela é composta do ponto de vista dos mecanismos lingüísticos, o que entra em jogo é a coesão textual. Coerência e coesão formam um par complementar nos estudos em lingüística textual (Koch, 2004). Para que o texto seja coerente, é preciso que suas idéias sejam constantemente reiteradas, de forma que todas as “costuras” do texto sejam realizadas. Assim, certos elementos lingüísticos estabelecem as bases da coesão. Por exemplo, o uso

de pronomes indica a repetição de um agente. Um segundo exemplo seriam as conjunções, que ligam os sentidos entre as frases.

Val (1991) define quatro aspectos relacionados à coerência e coesão dos textos:

1 – **Continuidade:** Ela diz respeito à necessária retomada de elementos no decorrer do discurso. Estabelece sua unidade, pois um dos fatores que fazem com que se perceba um texto como um todo único é a permanência, em seu desenvolvimento, de elementos constantes. Uma seqüência que trate a cada passo de um assunto diferente não pode ser admitida como texto.

2 – **Progressão:** O texto deve retomar seus elementos conceituais e formais, mas não pode se limitar a essa repetição. É preciso que apresente novas informações a propósito dos elementos retomados. São esses acréscimos semânticos que fazem o sentido do texto progredir e que, afinal, o justificam.

3 – **Não-contradição:** O texto não pode apresentar idéias que se contradigam ou uma mesma idéia mudar de sentido ao longo de sua exposição. Além disso, o texto não pode contradizer o mundo a que se refere. O mundo textual deve ser compatível com o mundo que ele representa.

4 – **Articulação:** As idéias apresentadas no texto devem ter relações uma com as outras e deve-se avaliar que tipo de relação se estabelece entre elas. O texto pode apresentar fatos e conceitos relacionáveis sem estabelecer ligações entre eles, ou pode estabelecer relações não pertinentes entre os fatos e conceitos que denota, porque não são relacionáveis, ou porque se relacionam de outro modo.

Todos esses elementos se referem às dimensões semântica e formal do texto. Embora exista fatores externos que influenciam a construção do significado do texto, as categorias apresentadas anteriormente ressaltam muito mais sua estrutura interna que suas relações contextuais. As quatro categorias nos permitirá verificar a clareza da composição das alunos em relação a um tema que tem diferentes formas de abordagem, mas que devem constituir, em algum níveis de abstração, uma unidade.

Embora o texto, quando pronto, represente uma unidade semântica delimitada de análise, fatores sociais também influenciam a forma como ele é composto. Diversos

fatores do ato comunicativo entram em jogo, como as intenções do produtor ou o jogo de imagens mentais que cada um dos interlocutores faz de si, do outro e do outro em relação si e ao tema de discurso (Val, 1991). O que está em pauta é uma relação de expectativas que o produtor do texto tem em relação à sua audiência. As regras sociais de comunicação, como a utilização de uma linguagem mais polida ou informal, são marcas dessa relação com o leitor. Além disso, o assunto tratado também faz com que o discurso mude. Falar sobre futebol pode levar à utilização de uma linguagem coloquial, com o uso de gírias por exemplo, enquanto um texto sobre política delimite o uso da linguagem padrão e obrigue um emprego mais exato de cada palavra.

Fatores sociocomunicacionais também interferem na composição semântica do texto. O que é dito somente faz sentido por ser algo portador de significado. Os atos de significação não remetem ao sujeito, mas à sua cultura. Assim, “novo” e “velho” se combinam na composição textual.

Os elementos que são relacionados com o funcionamento do texto em relação à exterioridade, enquanto unidade social que comunica, são denominados pragmáticos. Val (1991) delimita cinco pontos de análise em relação a essa dimensão do texto:

1 – **Intencionalidade** – Está relacionado à capacidade do texto satisfazer certas expectativas em relação à reação do leitor. A meta pode ser informar, ou impressionar, ou alarmar, ou convencer, ou pedir, ou ofender, etc. Do ponto de vista da produção textual, elas vão orientar a confecção do texto;

2 – **Aceitabilidade** – Concerne à expectativa do recebedor de que o conjunto de ocorrências com que ele se defronta seja um texto coerente, coeso, útil e relevante, capaz de levá-lo a adquirir conhecimentos ou cooperar com os objetivos do produtor.

3 – **Situacionalidade** – Diz respeito aos elementos responsáveis pela pertinência e relevância do texto quanto ao contexto em que ele ocorre. Um texto, pode buscar ser provocador quando sua função é somente informar, ou, como é comum em situações escolares, pode ser um texto informativo, quando sua função é argumentar e assim por diante.

4 – **Informatividade** – Um texto deve ser rico em significados, mas nem sempre isso é interessante ao leitor. Quanto menos previsível o discurso, mais informativo ele se torna. Embora o leitor tenha mais trabalho para lê-lo, ele se torna mais interessante, mais envolvente. No entanto, se o texto se mostrar inteiramente inusitado, tenderá a ser rejeitado pelo recebedor, que não conseguirá processá-lo.

5 – **Intertextualidade** – Um discurso não se compõe de forma independente de outros. A intertextualidade indica quais são os discursos exteriores que fazem parte dele. Se o leitor reconhece esses elementos, pode utilizá-los para sua compreensão e possível aceitação do texto.

Os três primeiros parâmetros indicam a validade do texto frente às suas necessidades de produção. No contexto didático estes elementos nos permitem avaliar se a produção do aluno foi feita em acordo com o que o professor esperava quando apresentou a atividade. Os dois últimos indicam se há incorporação de elementos anteriores à produção, em especial tópicos discutidos em sala de aula (intertextualidade), e se o texto consegue extrapolar o “já dito” e não se resume a repetições, isto é, ele deve ter informatividade. Os dois últimos pontos ao particularmente relevantes por nos indicarem o quanto os alunos se apropriam do conhecimento em suas produções e se eles compõem algo novo com ele.

Este conjunto de elementos somados aos anteriores nos permite avaliar a textualidade das produções dos alunos. Em seguida apresentaremos os elementos específicos para análise das narrativas.

#### 5.1.2.1 – Dimensão narrativa.

No início de nosso estudo buscamos caracterizar uma narrativa como um discurso elaborado para relatar um conjunto de acontecimentos (ocorrências, fatos, eventos etc) que se relacionam entre si e portam um significado. Para compreender como este tipo de discurso se desenvolve e quais são os elementos que o constitui caracterizamos uma narrativa como uma história que busca responder as seguintes questões: O que aconteceu? Quem viveu os fatos? Como? Onde? Por quê?



Para responder às questões anteriores, o texto deve ser composto por quatro elementos: enredo, personagens, um ambiente e um narrador. Assim, esses elementos serão a mesma base para o estudo das narrativas dos alunos. Apenas para um maior esclarecimento, apresentaremos a definição de cada uma destas partes da narrativa com base no trabalho intitulado *Como Analisar Narrativas* (1997), de Cândida Vilares Gancho.

1 – **Enredo** – É o conjunto de fatos que compõe a narrativa. Um de seus aspectos mais importante é a verossimilhança, que considera que mesmo que os fatos sejam invenções, eles devem ser factíveis para o leitor. O enredo pode ser dividido em quatro partes:

– Exposição – coincide geralmente com o começo da história, na qual são apresentados os fatos iniciais, as personagens e o espaço. Basicamente tem a função de situar o leitor diante da história que ele vai ler.

– Complicação – é a parte do enredo na qual se desenvolve o conflito, criando uma tensão que organiza os fatos da história e prende a atenção do leitor.

– Clímax – é o momento culminante da história, isto quer dizer que é o momento de maior tensão, na qual o conflito chega a seu ponto máximo. O clímax é o ponto de referencia para as outras partes do enredo, que, de forma geral, existem em função dele.

– Desfecho – É a solução dos conflitos, boa ou má, vale dizer configurando-se num final feliz ou não. Há muitos tipo de desfecho: surpreendente, feliz, trágico, cômico etc.

2 – **Personagens** – A personagem é um ser fictício que é responsável pelo desempenho do enredo, em outras palavras, é quem faz a ação. Se um determinado ser é mencionado na história por outros personagens mas nada faz direta ou indiretamente, ou não interfere de modo algum no enredo, pode-se não o considerar como personagem. Homens ou coisas, as personagens se definem no enredo pelo que fazem ou dizem, e pelo julgamento que fazem dele o narrador e os outros personagens.

3 – **Espaço** – Tem como funções principais situar as ações das personagens e estabelecer com eles uma interação, que influenciando suas atitudes, pensamentos ou emoções, quer sofrendo eventuais transformações provocadas pelas personagens. Como as personagens, o espaço pode ser caracterizado mais detalhadamente em trechos descritivos, ou as referências espaciais podem estar diluídas na narração.

4 – **Narrador** – Ele é o elemento estruturador da história é quem relata os fatos. Um elemento importante é que o narrador não é o autor. O autor pode imaginar diferentes pontos de vista e colocar o narrador em algum deles. Basicamente podemos ter dois tipos de narrador:

– Em terceira pessoa – é o narrador que está fora dos fatos, portanto seu ponto de vista tende a ser mais imparcial. Ele também pode ser denominado de narrador observador.

– Em primeira pessoa – é o narrador que participa da história como uma personagem, portanto seu ponto de visão é limitado como o dos outros agentes da história.

Esse conjunto de elementos relativos à textualidade e à narrativa configurará nosso processo de análise dos textos dos alunos. Vale notar que as categorias incluem fatores externos ao texto, que nos possibilitam refletir sobre as condições de produção dos alunos. Em segundo elemento importante é que em relação aos aspectos semânticos do texto e à composição da narrativas, avaliaremos principalmente a articulação do conhecimento físico na elaboração dos estudantes. Por exemplo, verificaremos se algumas das personagens são entidades físicas ou se o enredo envolve situações da ciência e se os elementos de coesão e coerências se dão em relação à temática da científica estudada.

## **5.2 – O CONTEXTO DE INTERVENÇÃO.**

### **5.2.1 – A Escola.**

Nosso trabalho foi realizado na escola *Viverde*, uma escola da rede privada de ensino, localizada em Bragança Paulista, cidade da região norte do estado de São Paulo.

A escolha desta escola se deu principalmente pela receptividade e disponibilidade que todos seus agentes demonstraram, em especial a professora que acompanhamos. Anteriormente havíamos tentado a intervenção em outra escola na região de Jundiaí, mas as dificuldades de comunicação com o professor, ocorridas por diversos fatores, fez com que desistíssemos do trabalho.

A escola Viverde é diferenciada em muitos aspectos que devem ser ressaltados, pois o resultado de nosso trabalho é diretamente vinculado a eles. Ela é uma escola de médio porte, contando com cerca de duas turmas por série no que compete ao ensino fundamental e uma turma por série em relação ao ensino médio. As turmas são compostas por cerca de 30 alunos. Os alunos são em sua maioria de classe média alta. Contudo, estimamos que cerca de 20% dos alunos são bolsistas, o que faz com que eles sejam parte de classes econômicas inferiores. Muitos desses bolsistas são naturais de outros estados que vêm à Bragança Paulista por lá existir um centro de treinamento de atletismo.

Contudo, o maior diferencial que notei através de meu olhar não somente de pesquisador, mas sobretudo de professor, foi o ambiente amistoso que representa a escola. De forma geral, há muita proximidade entre seus agentes, alunos, professores, coordenadores e direção. Pudemos notar que essa relação proporcionava um ambiente de engajamento muito forte de todos esses atores. Esse cenário foi fundamental para que nossos planos não apenas saíssem do “papel”, mas se realizassem da forma que queríamos. Dessa forma, qualquer insucesso somente pode ser atribuído ao pesquisador.

A distribuição das disciplinas segue o currículo padrão. Física é basicamente ensinada nos três anos do ensino médio, contando com três aulas semanais de 50 minutos. Além disso, os alunos contam com horários de atendimento de dúvidas uma vez por semana e o terceiro ano em particular tem aulas preparatórias para o vestibular, previstas no currículo, mas realizadas fora do horário regular de ensino.

Mesmo seguindo a estrutura do currículo padrão, seu planejamento é bastante particular o que foi mais uma vantagem para nossa pesquisa. A escola Viverde é associada à rede *Pueri Domus – Escolas Associadas*. Nesta rede, a organização da cada componente curricular é feita de modo diferenciado. Os autores que elaboraram o material didático que serve como base para cada uma das disciplinas e, de certa forma, materializa o currículo são expoentes em cada uma das áreas disciplinares. Por exemplo,

o material de química foi organizado por Luiz Pitombo e os materiais de língua portuguesa e literatura por Sirio Possenti e Beth Braint. O material de física foi elaborado por Luís Carlos de Menezes e colaboradores.

A escola valoriza efetivamente o desenvolvimento de competências e habilidades e, em especial, dão destaque ao desenvolvimento das competências de leitura e escrita. Torna-se evidente notar que esse foi um facilitador para nosso trabalho. Embora nas aulas de física pouco se trabalhasse a habilidade escrita, por essa ser valorizada no contexto geral de ensino, pouco se precisou argumentar para que fosse permitido a realização de nossa pesquisa. No entanto, mesmo nas aulas de física, atividades de leitura e interpretação de textos eram freqüentes, o que foi mais um elemento de contribuição para a intervenção.

Em seguida discutiremos um pouco mais sobre o desenvolvimento do ensino em relação à disciplina de física, foco de nosso trabalho.

### **5.2.2 – O Currículo de Física.**

O currículo de física, não por coincidência, segue de maneira muito próxima os eixos temáticos estabelecidos pelos Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs). A ordenação dos tópicos de estudos obedecem uma ordem bastante diferenciada em relação ao que encontramos, por exemplo, nos livros didáticos.

O primeiro ano do ensino médio é todo estruturado pelo tema energia, perpassando diferentes áreas da física como a termodinâmica e a eletricidade. Resumidamente os principais tópicos são:

#### **1.1 – Uma presença universal**

1.1.1 - A energia ao longo da história;

1.1.2 – A energia na vida moderna;

#### **1.2 – Recursos energéticos naturais;**

1.2.1 – Ciclos da água;

1.2.2 – Combustíveis renováveis e não renováveis;

### **1.3 – Afinal o que é energia?**

1.3.1 – As muitas formas e os muitos nomes;

1.3.2 – Energias de posição, de movimento ordenado e de agitação;

### **1.4 – Máquinas e processos térmicos;**

1.4.1 – Calor, trabalho, conservação e degradação;

1.4.2 – A turbina a vapor e os motores a gasolina e a diesel;

### **1.5 – Eletricidade, geração e usos;**

1.5.1 – Pilhas, iluminação e aquecimento elétricos;

1.5.2 – Geradores e motores elétricos;

1.5.3 – Informação, comunicação e outros usos;

### **1.6 – Energia, economia e meio ambiente;**

1.6.1 – O impacto ambiental;

1.6.2 – Alternativas energéticas, custos e riscos;

1.6.3 – Economia, sociedade e matriz energética.

O segundo ano é organizado em função do estudo dos movimentos e de tópicos de astronomia e astrofísica. O primeiro destes temas é abordado no contexto dos esportes. O segundo começa com astronomia dos movimentos celestes e parte para astrofísica do sistema solar, seguindo-se o estudo das estrelas, galáxias e cosmologia. Os principais pontos são:

### **2.1 – Abrindo o jogo;**

2.1.1 – Os movimentos na natureza e os inventados pelo homem;

2.1.2 – Bolas

2.1.3 – Força nessa massa!

## **2.2 – As regras do jogo**

2.2.1 – Regras desportivas e leis de trânsito;

2.2.2 – As leis dos movimentos;

2.2.3 – Rotações também têm regras;

2.2.4 – Movimentos sem causa imediata aparente;

## **2.3 – Usando as regras nos esportes e transportes;**

2.3.1 – A diversidade de esportes e transportes;

2.3.2 – Propulsões e resistências;

2.3.3 – Gravidade onipresente;

## **2.4 – Energia, trabalho, conservação e dissipação;**

2.4.1 – A fonte dos movimentos;

2.4.2 – As contas da energia mecânica;

2.4.3 – Encontros elásticos e encontros plásticos

## **2.5 – Astronomia Clássica.**

2.5.1 - A astronomia da Pré-História à Antiguidade

2.5.2 - Shakespeare e o céu

2.5.3 - Visões de mundo

2.5.4 - O céu hoje

2.5.5 - Como observar o céu e interpretar o que se observa

- 2.5.6 - Estrelas circumpolares
- 2.5.7 - Modelo de esfera celeste
- 2.5.8 - O movimento diurno das estrelas
- 2.5.9 - Constelações
- 2.5.10 - Planetas interiores
- 2.5.11 - Lua, Sol, fases, eclipses e estações
- 2.5.12 - As estrelas e as fases da Lua
- 2.5.13 - Eclipse solar
- 2.5.14 - Fases da Lua e eclipses
- 2.5.15 - O movimento anual do Sol
- 2.5.16 - Estações do ano

## **2.6 - A visão moderna do Sistema Solar**

- 2.6.1 - Ptolomeu, Copérnico, Tycho Brahe, Kepler, Galileu,
- 2.6.2 - Kepler e suas várias tentativas de desvendar os mistérios do Universo
- 2.6.3 - Regularidades na natureza e Leis de Kepler
- 2.6.4 - As medidas de distâncias no Sistema Solar
- 2.6.5 - Galileu Galilei e a revolução cultural no início da modernidade
- 2.6.6 - A gravitação universal
- 2.6.7 - Ação a distância e influências dos astros
- 2.6.8 - A Lua e a aceleração centrípeta
- 2.6.9 - Gravitação universal

2.6.10 - Altura das marés e fases da Lua

## **2.7 - O Sistema Solar**

2.7.1 - Representação do Sistema Solar em escala

2.7.2 - Cometa Halley

2.7.3 - A formação do Sistema Solar

2.7.4 - Os satélites de Júpiter

2.7.5 - Formação de sistemas planetários

## **2.8 - Via-Láctea: nascimento, vida e morte das estrelas**

2.8.1 - Nosso lugar no espaço, nem centro nem periferia

2.8.2 - Estimativa da distância média entre as estrelas na

2.8.3 - Via-Láctea

2.8.4 - O ano-luz

2.8.5 - As descobertas dos colecionadores de estrelas

2.8.6 - Medida de distâncias estelares

2.8.7 - Ano-luz: distância ou tempo?

2.8.8 - Átomos, espectros de luz e composição química das estrelas

2.8.9 - O diagrama H-R

O terceiro ano tem como eixos a ótica e ondas, através do tema comunicação e informação. No segundo semestre do mesmo ano é abordado conceitos de física moderna e contemporânea.

## **3.1 – Som, rádios e outras ondas;**

3.1.1 – O som, a fonação e a audição;



3.1.2 – Campos elétricos e magnéticos;

3.1.3 – Circuitos e Dispositivos;

3.1.4 – Transmissão e recepção;

### **3.2 – Luz, imagens e processamento;**

3.2.1 – Natureza da luz e das cores;

3.2.2 – Equipamentos óticos e formação de imagens;

3.2.3 – Projetando nossa vida;

3.2.4 – Processamento de imagens e dispositivos semicondutores;

3.2.5 – Laser: uma luz coerente;

3.2.6 – Televisão, modulação e transmissão;

### **3.3 – Informática, sistemas e redes;**

3.3.1 – Do ábaco aos circuitos lógicos semicondutores;

3.3.2 – Hardware versus Software;

### **3.4 – Comunicação e Informação na sociedade pós-industrial;**

3.4.1 – Seu dinheiro em um cartão;

3.4.2 – De onde fala?

3.4.3 – Medicina e outros serviços;

3.4.4 – Algumas palavras sobre o futuro;

### **3.5 – As radiações e a matéria;**

3.5.1 – As radiações na vida cotidiana;

3.5.2 – As radiações na medicina, na indústria, na guerra e na ciência;

3.5.3 – As radiações e a matéria ao longo da história;

### **3.6 – O átomo quântico;**

3.6.1 – Energia granulada;

3.6.2 – Uma nova compreensão do mundo;

3.6.3 – Processos químicos e tabela periódica;

### **3.7 – As radiações, o núcleo atômico e suas partículas;**

3.7.1 – As radiações nucleares e a constituição do núcleo;

3.7.2 – Bombas e usinas nucleares;

3.7.3 – As partículas nucleares e as forças fundamentais;

### **3.8 – Estrutura da matéria e propriedades dos materiais;**

3.8.1 – Gases, líquidos e sólidos;

3.8.2 – Materiais semicondutores e dispositivos microeletrônicos;

3.8.3 – As moléculas da vida e as radiações.

Podemos notar que esta organização apresenta o currículo de física de forma bem contextualizada no cotidiano. A proposta privilegia a física das “coisas”, isto é, o ensino é estruturado para que o aluno verifique o funcionamento dos objetos ao seu redor. Podemos, de forma geral, caracterizar esta como uma proposta com enfoque em física aplicada.

Este tipo de organização faz com que as “hierarquias” conceituais mais tradicionais sejam abandonadas. Por exemplo, tópicos de eletrodinâmica aparecem no primeiro ano, enquanto a discussão sobre campos somente é realizada na terceira série. Contudo, o elemento mais notável é a inserção de tópicos que não são normalmente tratados no ensino médio, como os sistemas de informática e as radiações nucleares.

### **5.2.3 – A Professora e o Desenvolvimento das Aulas.**

A professora era recém licenciada em física pela Universidade de São Paulo. Apesar disto, ela já dispunha de alguma experiência em sala de aula. Este era seu primeiro ano nesta escola, mas ela já havia atuado anteriormente em outras instituições de ensino, durante dois anos. Além disso, ela havia sido monitora em outra escola associada à rede *Pueri Domus*, o que fazia com que ela já predispusesse de um bom conhecimento do material didático e de sua estrutura de ensino. Ela era a única professora de física do colégio, o que fazia com que ela fosse responsável por todas as turmas do ensino médio.

Neste período a professora se preparava para seu exame de ingresso ao mestrado em ensino de ciências – modalidade física, do programa interunidades em ensino de ciências da Universidade de São Paulo. Este é um elemento que mostra que ela é uma profissional diferenciada, que está muito próxima das questões educacionais que são características do ambiente escolar e, também, das preocupações em ensino que acabam emergindo como resultado das pesquisas.

Um fator que deve ser ressaltado é a proximidade do pesquisador com a professora, devido a uma relação pessoal já estabelecida. Isso facilitou o desenvolvimento das atividades. Por estarem constantemente em contato, a troca de idéias, sugestões e impressões tornou o trabalho mais proveitoso. No entanto, o pesquisador não acompanhava as aulas constantemente, obtendo, sobretudo, relatos da professora fora do ambiente escolar. Durante a realização da pesquisa, principalmente para o reconhecimento da escola, foram feitas seis visitas em um período de aproximadamente dois meses.

Mesmo sem poder aprofundar maiores detalhes sobre como ocorria o desenvolvimento das aulas, podemos afirmar que em sua maior parte eram aulas expositivas sobre os temas apresentados na seção anterior. Algumas eventuais aulas práticas ocorriam, com, por exemplo, pequenas montagens, como a de um motor elétrico. As atividades extraclasse e de avaliação consistiam em problemas de lápis e papel e, como já apontamos, de leitura e interpretação de textos era muito trabalhada. Muitos textos de divulgação científica eram utilizados para este tipo de trabalho. Entretanto, as aulas se desenvolviam em sua grande parte de forma dialógica, em que o debate de questões entre professora e alunos e entre os próprios alunos não eram raros. As poucas

atividades escritas tinham como objetivo responder questões relacionadas às temáticas de ensino, mas em sua maioria eram questões bem delimitadas e fechadas.

Passaremos agora a apresentar o contexto mais específico de realização do trabalho.

### **5.3 – O CONTEXTO DAS ATIVIDADES.**

Foram realizadas quatro atividades que serão analisadas nesta tese. Todas foram feitas no último bimestre, sendo duas no primeiro ano e duas no segundo. A escolha destas turmas se deu por duas razões. Primeiramente, ambas tratavam nesta etapa do curso de temas próximos aos discutidos na parte teórica que apresentamos anteriormente. O primeiro ano via tópicos de eletricidade, em especial eletrodinâmica, e o segundo estudava conceitos de gravitação. A segunda motivação ocorreu devido a proximidade do final do ano. Os alunos do terceiro ano se preparavam para o vestibular e isso fez com que eles dispusessem de menos tempo para as atividades por nós propostas.

#### **5.3.1 – Intervenção no primeiro ano do ensino médio.**

Esta turma contava com 25 alunos, todos em sua idade prevista para esta etapa de escolarização, isto é, entre 14 e 15 anos. Em sua maior parte os alunos eram participativos e gostavam do curso de física oferecido pela professora.

Nesta etapa os alunos já tinham iniciado seu estudo em eletricidade, sendo apresentados primeiramente à pilha de volta, como gerador de energia. Um modelo atômico, baseado no trocas de íons foi tratado com os alunos. Em seguida se explorou diretamente noções de eletrodinâmica, como corrente, resistência e tensão e formalizou-se a lei de Ohm. Em seguida foi discutida a potência consumida por um dispositivo elétrico e sua relação formal, como o produto da tensão pela corrente. Como contexto explicativo foi explorado a eletricidade presente em nossas casas, discutindo a energia consumida e as redes de instalação elétrica.

Como apresentamos anteriormente, o enfoque do curso é voltado para a física aplicada. Desta forma, somente havia se conceitualizado conceitos de eletrodinâmica e de carga elétrica, pouco se referindo à sua natureza.

A primeira atividade deveria ser apresentada diretamente neste contexto, em que os alunos ainda não tivessem visto em maior profundidade o conceito de carga elétrica e suas implicações. Contudo, em uma discussão com a professora, decidimos que pudesse ser importante que os alunos fossem apresentados ao conceito de partícula carregada como prótons e elétrons, para que eles tivessem maiores condições de desenvolver a atividade. Assim, em sala de aula foi realizado a leitura de um texto intitulado *Entrevista com o Elétron*, reproduzido no primeiro anexo desta tese. Nele, o elétron como um conceito físico é explicitamente apresentado, mas, em sua “entrevista”, apenas algumas características são discutidas. O texto discute o elétron como uma partícula elementar e trabalha a noção de atração elétrica. Nele se propõe o experimento da eletrização do canudinho de plástico como possível verificação do efeito pelo aluno. Após essa apresentação, o elétron, como personagem do texto, afirma que ele pode ser a base da explicação de muitos fenômenos, citando a mudança de estado físico, a rigidez de um material e o efeito de reflexão da luz. Contudo, a explicação desses efeitos não é dada.

Em uma aula realizada no dia 12 de novembro de 2009 os alunos leram o texto a que nos referimos anteriormente e responderam a seguinte questão:

*“Baseado no texto anterior e em seus conhecimentos, faça uma lista de fenômenos que podemos verificar em nosso dia-dia que são baseados nas propriedades do elétron. Liste no mínimo 8 fenômenos.”*

O objetivo desta questão era que os alunos extrapolassem o que havia se apresentado no próprio texto. Isso poderia ser feito com base em seus conhecimentos de aulas anteriores ou mesmo através de hipóteses criadas por eles. Entre as respostas que não eram diretamente vinculadas ao texto tivemos:

- O aquecimento da água;
- A construção de computadores;
- O funcionamento do chuveiro;
- A condução de eletricidade;
- Quando esfregamos as mãos para esquentar;

- O aquecimento de uma colher quando fica na panela com fogo;
- A luz que chega em nossas casas;
- O derretimento do chocolate;
- A constituição de uma parede;
- Andar apoiado e pisando em algo consistente;
- Atração de um ímã por um metal.
- Funcionamento dos aparelhos eletrônicos;
- Pilhas e baterias;
- Choques que tomamos em dias frios;
- Choque ao andarmos descalços no campineiro e levarmos um choque;
- Funcionamento dos seres vivos (impulsos elétricos do cérebro);
- Riscar um fósforo;
- Quando desligamos a TV ela “puxa” nossos cabelos;
- Pessoas não atravessarem paredes e portas.

Podemos verificar pelas respostas anteriores que os alunos não se limitaram a pensar no que estava indicado no texto. Este é um dado positivo, pois isso se refletirá em suas respectivas construções textuais. Alguns efeitos remetiam à Termodinâmica e Eletrodinâmica, que foram tópicos estudados por eles ao longo do ano. A influência desse enfoque resulta na superposição de efeitos que são mais diretamente vinculados às propriedades do elétron com as propriedades atômicas e moleculares que envolvem, por exemplo, as mudanças de fase. Optamos por aceitar essas respostas por considerar válido pensar no elétron dentro deste contexto.

Esta atividade foi terminada na mesma aula e como prosseguimento dela foi pedido como tarefa extraclasse a primeira produção narrativa pelos alunos. O enunciado foi apresentado da seguinte forma:

*“Imagine que um dia você acorda e os elétrons dos objetos que estão ao seu redor ‘estão em greve’, isto é, eles não estão produzindo os efeitos que provocam os fenômenos listados anteriormente. Descreva como seria este dia (busque imaginar o que de mais diferente poderia ocorrer, mas considere que os átomos de seu próprio corpo e de seus colegas continuam atuando normalmente e que isso afeta apenas os objetos ao seu redor). Escreva no mínimo uma página.”*

Nosso objetivo era que os alunos refletissem sobre o que é um elétron e como ele está vinculado aos mais diversos efeitos ao nosso redor. Contudo, queríamos que isso fosse realizado de forma que os alunos extrapolassem a percepção mais imediata do cotidiano. Nossa estratégia foi levá-los a considerar a não existência desses elétrons. Assim, acreditamos que a melhor maneira de pensar sobre a sua presença no mundo ao redor era considerar justamente o contrário, sua ausência.

Como havia pouco tempo, na aula seguinte começamos a segunda intervenção. Ela foi pensada para três aulas. Como os alunos já haviam estudado elementos de eletrodinâmica, retomamos esse assunto, mas com um viés diferente. O próprio pesquisador passou a intervir em sala de aula. Em duas aulas sequenciais, ele apresentou o contexto histórico do início da eletrodinâmica e do eletromagnetismo. As aulas foram ministradas em forma de seminários, em que se iniciou com uma questão sobre quais seriam as possíveis relações entre eletricidade e magnetismo e apresentamos a experiência de Oersted. É importante lembrar que os alunos não haviam estudado eletromagnetismo sistematicamente, apenas eletrodinâmica. Na segunda aula, discutimos as interpretações que três cientistas deram para os efeitos da corrente sobre bússola. Assim, como mostramos na parte teórica desta tese, as explicações do próprio Oersted, de Ampère e de Berzelius foram apresentadas aos alunos. Em seguida, novamente como atividade extraclasse, foi pedido um texto que não era uma narrativa na forma de história, mas sim no formato de uma carta aos cientistas. O enunciado seguia o seguinte padrão.

*“Vimos que nos anos 20 do século XIX diferentes cientistas buscaram estabelecer explicações para o fenômeno descoberto por Oersted. Nesta época era muito*

*comum os cientistas e interessados no tema trocarem cartas, nas quais discutiam qual interpretação consideravam melhor adotar e por quê. O objetivo desta atividade é que vocês façam parte desta conversa. Escreva uma carta para um dos cientistas estudados, dizendo por que concordam (ou discordam) dele ou por que adotam (ou não adotam) sua explicação. Escreva no mínimo uma página e meia.”*

Neste caso, queríamos verificar se quando defrontados com um formato de texto que não é exatamente uma narrativa, os alunos incorporariam elementos da mesma. Nossa curiosidade vinha do fato de este ser um fenômeno que ocorre com a própria escrita do cientista, como vimos na parte teórica desta tese. Assim, buscamos verificar como os alunos se expressariam frente à necessidade de se comunicar com um interlocutor especial, o próprio cientista.

Esta atividade foi entregue pelos alunos no dia 20 de novembro de 2009. Logo em seguida eles entrariam na fase de avaliação final. Assim, a professora somente dispunha de duas aulas de revisão e uma de realização da prova.

### **5.3.2 – Intervenção no segundo ano do ensino médio.**

Esta turma contava com 30 alunos que também estavam em seu período escolar previsto, isto é, tinham entre 15 e 16 anos. Contudo, em comparação com a turma anterior, esta era uma turma mais apática em relação às aulas. O grupo também era mais relutante em fazer as tarefas e atividades, tanto em aula quanto fora dela. No entanto, isso pouco afetava o desempenho dos alunos. Quando eles realizavam as atividades o resultado final era, em média, de qualidade equivalente ao de outras turmas. Pelo que pude constatar pela minha presença na escola, a turma apresentava as mesmas características frente a outras disciplinas. Isso foi evidenciado pelos próprios comentários feitos pelos professores que nela lecionavam.

Nesta etapa do curso, após já terem finalizado o estudos dos movimentos, os alunos tratavam de tópicos de astronomia. Havia se discutido os movimentos da Terra e da Lua, com ênfase nas estações do ano e nas fases da Lua. Em seguida as visões geocêntrica e heliocêntrica foram discutidas, através do trabalho de Copérnico e Galileu e foram apresentadas as leis de Kepler. O curso tinha um enfoque histórico muito forte. A



professora ressalva as dificuldades dos cientistas em produzir seu conhecimento à época, ressaltando aspectos internos à ciência, como as dificuldades em realizar observações e externos, como os problemas em relação à Igreja Católica. Quando os alunos começavam a estudar gravitação newtoniana a primeira intervenção ocorre.

A professora preparava suas aulas com base no material de gravitação elaborado por João Zanetic, para seu curso na graduação. Nele, além de uma discussão histórica detalhada, muitos textos são apresentados. Entre eles, temos a reprodução de duas cartas, trocadas por Kepler e Galileu em 1577. A leitura destas cartas, apresentadas no anexo dois da tese, foi realizada em sala de aula. Por sugestão da professora, uma atividade de escrita foi realizada com os alunos. Ela consistia em eles escreverem uma carta para ambos os cientistas. O enunciado foi elaborado da seguinte forma:

*“Faça parte dessa discussão, escreva uma redação em forma de carta para Galileu e Kepler sobre suas próprias conjecturas sobre o sistema geocêntrico e heliocêntrico. Você deverá escrever no mínimo 1,5 página.”*

Novamente, queríamos verificar como eles desenvolveriam seu texto quando submetidos à situação de escrever aos cientistas. Para isso eles deveriam incorporar em seu discurso elementos do próprio pensar científico de uma maneira que esperávamos ser muito própria de cada aluno. Esta atividade foi entregue dia 5 de novembro de 2009.

Em seguida os alunos continuaram o estudo da gravitação universal de Newton. Foi apresentada a relação formal para atração de corpos e alguns de seus efeitos, como as marés e a queda dos corpos. Duas semanas após a realização da primeira atividade, foi proposta a segunda, buscando desenvolver diretamente uma narrativa. O enunciado foi apresentado da seguinte forma:

*“A teoria chamada Gravitação Universal, de Newton, descreve como dois corpos interagem devido à sua massa. Ela explica desde porque os corpos caem ou têm determinado peso na Terra, até por que objetos celestes permanecem unidos. Agora imagine a seguinte situação. Em um momento repentino a constante gravitacional, que regula a intensidade da força, diminui em um fator de dez. Escreva um texto que descreva como seria este dia. Busque pensar o que aconteceria de mais diferente!”*

Esta atividade foi entregue no dia 20 de novembro de 2009. Como ocorreu com a turma anterior, após ela os alunos entrariam na fase final do curso e começariam a se preparar para as provas.

### **5.3 – APRESENTAÇÃO E ANÁLISE DOS DADOS.**

A seguir apresentaremos e analisaremos os textos produzidos pelos alunos em cada uma das atividades apresentadas anteriormente. Como as produções totalizam 110 textos, optamos em discutir apenas uma amostra de cada conjunto de produções. Mesmo assim não há grande perda, pois muitas das narrativas acabam sendo semelhantes e os dados começam a se sobrepor. Assim, consideramos que uma análise que contivesse todos eles somente seria exaustiva e não traria grandes benefícios em relação ao que buscamos estudar. Os textos foram selecionados de modo a considerar ao máximo a diversidade dos dados. Em outras palavras, os textos excluídos foram feitos por já haver sido selecionado um com mesmas características. Em poucos casos, algum texto foi retirado da análise não por uma falta de qualidade, mas pelo aluno não ter cumprido a mesma. Ocorreu de os alunos a entregarem pela metade ou simplesmente escreverem um parágrafo dizendo *muitas coisas iriam mudar* ou *eu concordo com o cientista*. Contudo, não houve muitas ocorrências como essas em cada proposta de atividade estudada.

O conjunto completo das narrativas será apresentado como anexo a esta tese. Na transcrição, reproduzimos exatamente da forma como o aluno escreveu, respeitando a mesma pontuação, uso de parágrafos e os possíveis erros. Realizamos desta forma para não deixar dúvidas quanto à forma de escrita de cada texto.

#### **5.3.1 – A Greve dos Elétrons.**

##### 5.3.1.1 – Aluno 1.

*“Acordei um dia que prometia ser normal, mas muito pelo contrário, foi o dia mais estranho da minha vida.*

*Em primeiro lugar, acordei atrasado, pois o despertador não estava funcionando. Estranhei, pois havia trocado as pilhas na noite anterior. Após isso, verifiquei que nenhuma lâmpada estava funcionando, e nem nenhum outro aparelho elétrico, nem mesmo os aparelhos que utilizavam baterias.*

*Tomei café da manhã e pedi para minha mãe me levar à escola. Entramos no carro, mas a bateria não funcionava.*

*Fui andando para a escola e para minha surpresa no caminho nenhum carro funcionava. A gasolina simplesmente não reagia com o oxigênio, não havia combustão!*

*Chegando na escola, sem eletricidade, a primeira aula foi de química. O professor explicou reações ácidos e bases para criar sais, e fomos fazer experiências no laboratório. Para nossa surpresa, as reações não aconteciam, assustando ao professor.*

*A segunda aula foi de física, também no laboratório. Após uma explicação sobre forças eletromagnéticas fizemos algumas experiências com ímãs, mas nenhum ímã ‘funcionava’. Tentamos também eletrizar uma bexiga com atrito, mas nossos esforços foram em vão. Isso foi a gota d’água para os professores que declararam o fim das aulas até apurarem melhor os acontecimentos.*

*‘Deus está nos castigando!’ Dizia a professora de religião, enquanto os outros tentavam acalmá-la.*

*Com o passar do dia os eventos foram se tornando cada vez mais bizarros. Os materiais perderam sua ‘dureza’, era possível quebrar uma barra de ferro como se fosse isopor, as coisas começaram a perder a capacidade de refletir a luz.*

*Então pensei ‘É isso! Os elétrons estão perdendo sua função! Por isso a eletricidade, os ímãs e as reações químicas não funcionavam!’*

*Mas era tarde demais, os elétrons no meu corpo pararam de funcionar. Morri imediatamente.*

*Agora escrevo do céu, a professora estava certa, Deus estava nos punindo!”*

Este é um texto muito bem elaborado. Ele tem *continuidade*, que pode ser reparada pela retomada que ele faz ao final do texto quando aponta o porquê de as experiências feitas em sala de aula não funcionarem. Assim, ele retoma um acontecimento ocorrido durante de forma “enigmática” e atribui suas causas. Além disso,

em todo ele os fenômenos elétricos são retomados, o que dá uma forte unidade no texto. Além disso, o texto não é repetitivo, pois os eventos vão se somando havendo um real desenvolvimento da história. Isso mostra a *progressão* da narrativa.

Além destes elementos, o texto não se *contradiz*. Embora pudéssemos achar que todos os eventos citados devessem ocorrer simultaneamente, como de fato ocorreria do ponto de vista físico, o autor os trata de forma que cada aspecto é revelado aos poucos. Isso também mostra a *articulação* do texto. Por exemplo, após perceber que a bateria do carro não funciona, na seqüência verifica-se que a combustão também não ocorre no motor. São informações de campos distintos que se ligam rapidamente. Da mesma forma, os fenômenos não ocorrem nas aulas de física nem de química demonstra a construção de uma ponte que não seria elementar.

Quanto aos elementos externos, vemos que o autor tem a *intenção* de fazer mais do que informar características físicas do ente envolvido. Ele cumpre a exigência pedida que era imaginar o que de diferente ocorreria. Isso é ressaltado pela forma como todos os agentes da história reagem com os acontecidos. Os próprios professores estão alarmados. Isso também faz com que o texto tenha uma boa *aceitabilidade* e cumpra seu papel didático preestabelecido.

Todos os eventos trazidos são coerentes com o que pode ocorrer em um dia escolar e todos envolvem fenômenos que são pertinentes ao assunto tratado, isto é, a eletricidade. Além disso, é um texto que traz muitas informações não triviais. Como esta é uma narrativa pedida no contexto de um curso de eletricidade na disciplina de física, as ligações que o aluno faz com conceitos da química, falando da bateria, das reações dos combustíveis e da formação de sais extrapolam em muito o que se esperava em termos de *informações*. O aluno não se limita à repetição do que ele leu no texto sobre o elétron, mesmo que ele apreça como referência quando ele se refere à perda de dureza do ferro e a falta de reflexão da luz. Isso também demonstra a riqueza de elementos *intertextuais* na produção.

Em relação aos aspectos narrativos, primeiramente temos um *enredo* rico em fatos. Esta é uma constatação que tem relação com os elementos informacionais do texto. Contudo, vemos que há uma apresentação no texto que anuncia o que virá. Isso pode ser verificado quando o aluno diz que esse foi um dia muito estranho, o mais estranho de sua

vida. Desta forma, a história já anuncia seu complicador, em relação ao qual todos os fatos da narrativa se desenvolverão. Em seguida a história é desenvolvida de forma a mostrar todas as estranhezas ocorridas. Inicialmente somente constata-se que os objetos não funcionam. No entanto, a história ganha força quando nas aulas os fenômenos científicos não dão certo. Nesta etapa chegamos ao clímax, em que os próprios professores ficam desesperados. Somente próximo ao final a causa de todos os fatos é revelada. Os elétrons estão em greve. Somente esse elemento já configuraria o desfecho ao que se refere à unidade semântica do texto. Contudo ainda há mais um complicador. Os elétrons do corpo do próprio aluno “aderem” à greve. Nisso, há um desfecho trágico-cômico com a morte do aluno. Verificamos que todas as etapas do enredo de uma narrativa são cumpridas.

O aluno é um personagem de destaque por ele próprio ser o narrador. No entanto, se perguntarmos quem realiza todas as ações da história, ou quem é responsável por todos os fatos ocorridos, temos que claramente são os elétrons. Assim, de acordo com a própria definição que demos de personagem, como agente responsável pelos fatos ocorridos, podemos considerá-los como protagonistas. Por último o espaço que ocorre toda ação é o cotidiano do aluno, sua casa, a escola etc. Este elemento mostra que ele consegue fazer uma releitura de coisas que são ‘comuns’ à sua vida, trazendo uma nova forma de percebê-la.

Como síntese geral podemos afirmar que este é um bom texto que é desenvolvido na forma de uma narrativa. O texto é coerente e coeso, com sua unidade semântica se estabelecendo em torno do significado físico do conceito de elétron. Esse é um dos elementos mais importantes de verificação de nossa pesquisa. Além disso, vimos que do ponto de vista da narrativa o próprio elétron foi a personagem central, o que nos permite caracterizá-la como científica.

#### 5.3.1.2 – Aluno 2.

*“Se isso ocorresse talvez não levaria choque neste dia, pois meu corpo não estaria eletrizado.*

*Todos os objetos (ou pelo menos a maioria) teriam forma esfarelada, pois essa é uma das funções do elétron, ‘juntar’ os materiais.*

*Se esse dia fosse um dia frio, quando tirasse minha blusa de lã esta não estalaria, pois os elétrons estão 'em greve'. Eu até poderia sofrer algum acidente.*

*Na escola, a professora poderia me usar como 'objeto de experiência' para dar aula para o 1º ano do Ensino Médio. Poderia grudar no meu corpo vários materiais.*

*A tela da televisão da minha casa não mostraria imagem alguma e eu não poderia me arrumar na frente do espelho, pois não veria meu reflexo.*

*Quando fosse tomar um suco gelado na cantina, gelo não derreteria no meu copo ou quando fosse cozinhar um macarrão seria uma sopa.*

*Se eu fosse acampar com os meus amigos e precisasse fazer fogo como os homens da caverna, não conseguiria atritar os objetos necessários.*

*Cheguei à conclusão de que um dia sem elétrons não é fácil, pois eles são responsáveis por boa parte de nossas atividades cotidianas.*

*Tomara que essa greve termine logo, senão não poderei fazer meu trabalho de física no computador, a imagem não apareceria.*

*Ascender a luz será impossível, então, como farei meu dever de casa sem luz?!*

*Por outro lado seria bom, eu poderia atravessar a parede, minha casa não precisaria de portas e janelas”*

O texto tem pouca *continuidade*. Cada parágrafo reflete um evento sem que nenhuma ligação com o anterior seja estabelecida. Pode-se reconhecer uma unidade por sempre se referir aos fenômenos elétricos, contudo o texto é fragmentado. No entanto, há *progressão*, pois mesmo com as quebras os acontecimentos pouco se repetem. Apenas o primeiro e segundo parágrafos mostram uma repetição. No primeiro o aluno se refere à eletrização do corpo e depois da blusa. Vale notar que esse que poderia ser um ponto de continuidade no texto é apresentado de forma desconexa. Não há *contradição*, até porque os fatos da história são pouco ligados. Tudo isso faz com que o texto seja também pouco *articulado*.

O autor tem a *intenção* de mostrar o diferencial deste dia e consegue fazer isso de forma *aceitável*. Mesmo sendo pouco envolvente, também não se limita à exposição de informações. Desta forma, ele se adéqua à *situação* didática proposta. Apesar da pouca articulação, há *informatividade*. No início ela repete os elementos apresentados no texto *entrevista com o elétron*, mas em momentos seguinte ela extrapola o que havia sido apresentado nas aulas. Isso ocorre quando ela diz que a professora poderia grudar objetos nela durante uma experiência em sala de aula e quando afirma que não precisaria de portas e janelas em sua casa. Neste caso é difícil avaliar a intertextualidade, pois essas são informações que não localizamos em outros momentos do curso.

Do ponto de vista da narrativa, podemos dizer que ela tem um *enredo* rico em fatos, mas que não passa pelas etapas de elaboração. O texto não tem apresentação e passa direto ao desenvolvimento. Como as informações são desarticuladas, o conflito não se desenvolve. Há um desfecho, pois após falar de vários fatores que complicam a vida, o aluno conclui de maneira positiva ao afirmar que, por outro lado, não precisaria utilizar portas e janelas. No entanto ele é artificial em relação ao enredo por sua falta de coesão.

Novamente o *narrador* é o próprio personagem que vive os fatos, mas podemos afirmar que a *personagem* principal é o elétron, como agente responsável por eles. O espaço é o cotidiano do aluno, o que indica que este aluno também faz uma releitura do ambiente que ele vive.

De forma geral, apesar de ser textualmente fraco, a unidade semântica ainda se mantém, isto é, a discussão em torno dos fenômenos elétricos persiste. O elemento que possibilita esta unidade, mesmo ela sendo fraca é a utilização do elétron como personagem principal da narrativa. Contudo, a desarticulação demonstra pouca reflexão sobre como a personagem está vinculada ao conjunto de eventos que ocorrem em sua função.

#### 5.3.1.3 – Aluno 3.

“23:31

*Era quase meia-noite e eu estava estudando matemática, maldita matemática que não entra na cabeça, quando desisti!*

23:39

*Desisti, porque não estava fazendo diferença alguma. Eu estava descendo as escadas para tomar um copo de água, quando notei alguma coisa estranha... Era como se tudo estivesse desintegrando, desaparecendo. Achei que estava simplesmente com sono.*

23:58

*Não estava certo.*

*Não era só o sono que estava me consumindo.*

24:00

*Escuridão.*

*Minha roupa, lençol, cama. Nada estava mais lá, só meu colar, de tão sentimental, considero-o como parte do meu corpo.*

24:07

*50 metros de mim.*

*A reconheci pela palidez do seu corpo nu. Era a vizinha, mais desesperada do que eu.*

01:30

*Mais de 200 pessoas, todas nuas, reunidas, sem nada, no nada.”*

Este é um texto *contínuo*, em que os eventos vão encadeando uns aos outros. Desde o início isso ocorre. O aluno apresenta sua dificuldade de estudo que persiste na sequência quando tudo começa a mudar. Além disso, a possibilidade do sono apresentada é revista para mostrar que não era isso a causa dos fatos. Há pouca *progressão*, pois mesmo sem haver repetição, poucos fatos são acrescentados. Contudo o texto não se *contradiz* e, principalmente, isso o torna bem *articulado*.



A *intenção* é de mostrar como o dia, neste caso a noite, é diferente. Isso é muito bem realizado através do tom dramático do texto. Assim, de forma alguma ele é apenas informativo. Isso o torna bem *aceito* e se *adéqua* à situação proposta na atividade.

O texto é pouco informativo por tratar de poucos fatos e isso também faz com que ele tenha pouca intertextualidade. No entanto há alguma informatividade, pois ele transcende a forma esperada de ver seu fato central. O autor expõe de forma muito rica o modo como todas as coisas começam e se desfazer.

Contudo, do ponto de vista narrativo é um texto muito interessante. Uma cena de apresentação inicia o texto. O drama se desenvolve bem, com uma estranheza que aos poucos vai se complicando até que, à meia noite, chega-se ao clímax, quando tudo se desfaz. O desfecho não implica em uma solução, mas cumpre seu papel de forma poética, quando o aluno coloca, todos no nada, sem nada. Embora seja centrado em um fato, o desenvolvimento do enredo o torna muito significativo.

O elétron como *personagem* permanece oculto. Contudo todo o enredo gira em torno dele, tornando-o de toda forma o protagonista. Neste caso, o espaço é mais limitado, tudo ocorrendo na região da casa do narrador, que como nos casos anteriores é uma das personagens. Mesmo com a limitação do espaço, isso não deixa de ser uma forma de relê-lo em termos das mudanças ocorridas devido à greve do elétron.

Apesar de ser um texto curto ele é muito coerente e desenvolvido com grande criatividade. Mesmo com isso e com seu apelo dramático, ele não perde sua significação física, tudo ocorrendo pelos efeitos da greve dos elétrons.

#### 5.3.1.4 – Aluno 4.

*“Um dia em que os elétrons dos objetos estão em greve, seria um dia engraçado se não implicasse em problema.*

*Ao acordar e tentar acender a luz do quarto, meu dedo ficaria grudado ao interruptor pois os elétrons do meu corpo atrairiam os prótons dele. Embora o incomodo, eu ainda poderia me livrar daquilo mas em seguida lutaria contra o lençol que teimosamente insistiria em permanecer enrolado no meu corpo.*

*A partir de então tudo seria um pesadelo. Andar até o banheiro se transformaria em um pega-pega onde quem foge sou eu e os pegadores são os objetos pelo caminho.*

*E o dia todo passaria com todos atraindo as coisas como se tivessem alguma força gravitacional dentro de si.*

*Afinal algo de bom sairia disso, ninguém tomaria choque ao longo do que seria um dia realmente complicado. Todos na rua atrairiam objetos, ou seriam atraídos por eles.*

*Além disso não teríamos energia elétrica durante o tempo em que os elétrons permanecerem 'em greve'.*

*Se esse dia acontecesse de verdade nós nos meteríamos em inúmeras confusões e seria muita se nada de mais grave acontecesse.*

*Andar inclusive seria um martírio pois não haveria atrito, ou seja, tudo o que poderíamos fazer seria esperar que a greve acabasse.”*

O texto retoma várias vezes o problema da atração dos corpos. Mesmo quando há uma quebra, em que o aluno se refere ao choque, depois ela retoma o problema da atração. Assim há boa *continuidade* no texto. Mesmo que ele fique muito afeito à questão da atração entre os corpos, há progressão, pois as situações variam, isto é, os contextos em que eles aparecem mudam. Não há elementos *contraditórios*. Mesmo que a questão do atrito ao final do texto fique um pouco vaga, ela não vai contra elementos apresentados pelo próprio texto. Assim, há uma boa *articulação* em todo seu desenvolvimento.

A *intenção* do autor, como previsto, é a de mostrar como tudo se complica e como o dia se torna diferente. Assim, ele é *aceitável* em relação aos objetivos preestabelecidos e vai de acordo com a situação proposta.

O texto contém poucas informações em relação ao tema. Contudo, ele foca em uma situação pouco esperada, a atração dos elétrons do corpo por todos os prótons que restam no mundo, já que somente os elétrons dos objetos estão em greve. Isso acaba

compensando a pouca variação temática. Como o texto tem pouca variação de informações, em consequência ele tem pouca intertextualidade.

Quanto à dimensão narrativa, o texto faz uma *apresentação* ao situar o leitor que esse dia seria estranho. O desenvolvimento se dá logo em seguida, em que se explicita quais são as estranhezas ocorridas nele. Embora a situação se agrave durante a primeira metade do texto, não chega a haver um clímax da situação. Isso resulta em um desfecho um pouco pobre, em que a aluna diz que somente restaria esperar que a ‘greve’ acabasse.

Contudo, não se manteve o mesmo padrão de personagens dos textos anteriores. Aqui, o próton entra explicitamente em jogo, o que é interessante, pois torna sua atração com os elétrons que continuam atuando no corpo das pessoas o eixo da narrativa. Assim, temos dois protagonistas conceituais na história. O *personagem narrador* é o próprio aluno. E o *espaço* é o próprio cotidiano no aluno.

O texto tem unidade semântica em relação ao conceito de carga elétrica. O aluno consegue envolvê-lo em situações interessantes e dá um passo não elementar em relação ao comportamento dos prótons em relação aos elétrons de seu corpo. Isso limita um pouco os acontecimentos da história, mas ao mesmo tempo a torna mais coesa e a visão que se quer passar fica mais clara. É interessante verificar que ao colocar dois personagens principais o processo de significação gire em torno da relação entre os dois. Isso reforça a idéia que as personagens tem papel de destaque na constituição da unidade semântica do texto.

#### 5.3.1.5 – Aluno 5.

*“Certo dia, acordei como em um dia normal. Mas, para minha surpresa esse dia não seria tão normal. Para começar, acordei tarde, pois meu despertador digital não tocou. Logo em seguida, descobri que não havia energia elétrica em casa. Imaginei que essa falta de energia só estivesse ocorrendo em casa, pois não foi possível ligar a TV ou o computador.*

*Para ir à escola, não pude ir de carro, pois este também não estava funcionando, assim como todos os meios de transporte existentes.*

*Chegando na escola, muitos de meus colegas estavam comentando os fenômenos estranhos que estavam ocorrendo. Como muitos alunos e professores também estavam em dúvida, a professora de física, que já havia notado a causa desses fenômenos resolveu dar uma palestra explicativa.*

*Nessa palestra, ela explicou que os elétrons estavam em 'greve'. Para isso, foi necessário que ela explicasse que um elétron é um conceito científico que é conhecido principalmente pelos fenômenos elétricos que produz. Esses fenômenos elétricos por sua vez, são causados por uma propriedade, a carga elétrica. Ela explicou que muitos fenômenos são causados pelos elétrons, tais como a energia que utilizamos em casa, a atração de certos materiais por outros, a imagem que aparece na tela da TV e do computador e até mesmo os choques que levamos nos dias de inverno.*

*Após a saída da escola, muitos estudantes, já com suas dúvidas esclarecidas, foram para a casa e passaram a observar os fenômenos que 'estavam faltando', ou seja, fenômenos causados por elétrons. Na minha casa, não foi possível almoçar comida quente e muitos dos alimentos haviam estragado um pouco sem a energia da geladeira. Uma coisa que observei muito interessante foi que não havia mudança de estado físico nos materiais. O gelo não derretia, não se tornava líquido. Outra coisa muito interessante era que todos os objetos não eram sólidos, era possível passar a mão através deles! Considerei isso o mais incrível desse dia.*

*A noite, para acabar o dia com mais estranheza, ainda houve uma tempestade, com suas características chuvas e trovoadas, mas sem raios, pois estes também são causados por milhares de elétrons. Ou seja, conclui que os elétrons fazem parte da maioria das coisas e a vida sem estes são impossíveis e com certeza, muito estranhas.”*

O texto tem *continuidade*. O elemento que mais representa isso é quando a professora explica o que está ocorrendo neste dia. Os fenômenos novos apresentados anteriormente são retomados e ganham uma causa. Há uma boa *progressão* com o acréscimo de novos eventos com o desenrolar do texto. Contudo, há um elemento de *contradição*. Mais próximo ao final do texto, o aluno afirma que o gelo não derrete. Logo

em seguida, afirma que todos os objetos não eram sólidos. Embora a aluna quisesse em um momento se referir ao papel do elétron nas ligações químicas e na mudança de fase e, no outro, afirmar que estas ligações seriam desfeitas, do modo como ela coloca fica contraditório. Isso faz com que o final do texto se torne um pouco *desarticulado* no final.

A *intenção* dele é mostrar o diferencial do dia e isso faz com que ele tenha uma boa *aceitabilidade*. Pela mesma razão é adequado à situação escolar proposta. Embora ocorram vários fatos, é um texto de pouca *informatividade*. Vemos isso pelos elementos *intertextuais*. Toda seção em que o aluno apresenta a explicação da professora é baseada no texto lido em sala de aula. Assim ele traz poucos elementos novos. O único diferencial em relação ao discutido em sala de aula é a afirmação que ela poderia passar a mão por entre os objetos. É interessante que o próprio autor cita isso como o mais interessante do dia. Isso demonstra que essa percepção foi bastante nova para ele.

Do ponto de vista narrativo, o texto tem uma boa exposição inicial, em que somente aos poucos a aluna ‘revela’ os fatos diferentes. A história se desenvolve progressivamente. Após perceber que o problema não ocorria apenas em sua casa, mas também em todos os transportes, ele se agrava quando o aluno chega à escola. Lá todos estão desesperados, inclusive os professores. Contudo, a exposição longa da professora e o desfecho simples faz com que o momento anterior não chegue a ser um clímax.

O elétron é novamente o *personagem* principal e o aluno o *personagem narrador*. O espaço varia entre a casa do aluno e a escola. Assim, novamente o ambiente é o contexto vivido pelo aluno. Toda sua leitura é em termos de coisas que existem ao seu redor.

### **5.3.1 – Cartas a Oersted, Ampère e Berzelius.**

#### 5.3.3.1 – Aluno 1.

“*Oi Oersted.*

*Estou aqui te escrevendo pois andei fazendo um estudo e verifiquei que algo em sua descoberta estava errado.*

*Em sua descoberta você realizou as primeiras experiências com pilhas, onde considerou a existência de dois tipos de fluídos, um positivo e outro negativo.*

*Quando o fio está ligado à pilha, ocorre o movimento de ambos os fluídos internamente ao fio. Devido à carga que cada um porta, eles realizam no fio condutor trajetórias em sentidos opostos. Este encontro provoca a interação entre ambos, onde você chamou de conflito elétrico e dá aos fluídos um movimento de rotação.*

*Logo após descreve uma sequência de verificações que demonstram o cuidado de um bom experimentador ao investigar o fenômeno em detalhes.*

*Mas logo após eu verificar o seu experimento fui verificar o de Ampère e pude verificar que ele discorda do que você diz.*

*Ele mostra que ao contrário de você, os fluídos “correm” do mesmo sentido e isso faz com que o fio seja como um imã, se atraindo.*

*Eu também realizei esse experimento e estou te escrevendo pois quero dizer que o de Ampère foi o que melhor funcionou e o que possui mais sentido.*

*Obrigada pela atenção”*

O texto tem boa continuidade. Ele se dirige a Oersted e durante seu desenvolvimento se baseia em aspectos do experimento realizado pelo cientista. Assim, ele também progride ao comentar alguns aspectos do experimento e análise por ele realizado. Embora exista um erro conceitual ao se referir ao trabalho de Ampère, isso não configura uma contradição interna, pois essa afirmação não nega pontos expostos pelo aluno anteriormente. De maneira geral ele é articulado em sua elaboração.

Em relação à situação didática ele cumpre o objetivo previsto. O aluno comenta a teoria do cientista e tenta dar sua visão sobre ela. Podemos considerá-lo adequado à proposta. Contudo o texto tem muito pouca informatividade. Embora ele se baseie em aspectos da experiência de Oersted, a exposição é feita basicamente como uma repetição do que o aluno havia visto em sala de aula. Ainda quando ele tenta se posicionar comparando o trabalho de Oersted com Ampère, há um equívoco na interpretação

histórica, pois o segundo autor não se refere à magnetização. Embora isso indique intertextualidade, ela é fraca, pois não há apropriação pelo aluno das idéias do autor.

Os elementos narrativos no texto são poucos. Há uma breve apresentação, em que o aluno situa o leitor sobre o tema de estudo e debate. O desenvolvimento é feito com base em uma longa descrição do experimento, sem a apresentação de problemas ou conflitos em relação a este. O erro do cientista apontado no início do texto não se desenvolve. Somente ao final é comentado seu acordo com Ampère. Contudo, isso aparece desvinculado com o desenvolvimento anterior, tornando o desfecho um tanto quanto vago. O aluno indica a concepção de fluído, o que poderia torná-lo uma personagem a mais da história, mas o mesmo pouco se envolve nas situações tratadas. Assim, ele permanece como um “coadjuvante” na narrativa.

A proposta é desenvolvida como uma carta. Isso torna praticamente nula a presença de um espaço narrativo. Como isso ocorre devido a natureza da narrativa, este fenômeno se repetirá em todos os textos deste gênero.

O texto é bem escrito, mas tem pouca unidade semântica. É difícil reconhecer uma mensagem clara nele, isto é, a visão do aluno. Assim, consideramos que, de fato, ele não conseguiu extrapolar a visão que ele poderia ter dos efeitos tratados, se limitando principalmente a repetições.

#### 5.3.3.2 – Aluno 2.

*“Querido Ampère*

*Estou lhe enviando esta carta para parabenizá-lo pelas suas descobertas.*

*Andei estudando a descoberta de Oersted que você provou o contrário em relação aos sentidos das correntes elétricas.*

*Concordo absolutamente com você.*

*Há dois meses estou estudando tal descoberta, e cheguei a resultados conseguindo afirmar que dois fios que são percorridos por uma corrente elétrica tenderam sempre a se alinhar, ficando paralelos. Como você já havia dito, e*

*concordo com você, a experiência de Oersted não deixa claro por misturar efeitos produzidos pela corrente elétrica com os do próprio campo magnético da Terra.*

*O outro resultado que cheguei, mais uma vez concordando com você, foi que estando os dois fios condutores alinhados, eles passaram a se atrair. Ou seja, a atuação entre duas correntes elétricas deve ocorrer da mesma forma que ocorre a atração gravitacional, isto é, à distância.*

*Podemos concluir então, com o fim dos experimentos, que a causa do magnetismo terrestre é a existência de correntes elétricas na Terra.*

*Bom, gostaria mais uma vez de parabenizá-lo e agradecer pois, se não fosse você e sua magnífica inteligência, jamais teria chego onde cheguei.*

*Abraços”*

Como o texto anterior, ele é focado nas idéias do autor que foi escolhido para a redação da carta. Ele é contínuo em relação a essa exposição e progride na apresentação das idéias de Ampère. Há somente uma leve quebra quando o aluno passa a discutir os efeitos da corrente na Terra. Essa conclusão é exposta sem apresentar claramente a relação com a descrição anterior, tornando a parte final desarticulada. Contudo não há elementos de contradição durante toda sua exposição.

O texto cumpre a situação proposta, se dirigindo ao cientista e apresentando sua concordância ou discordância com ele. Assim, ele pode ser aceito como adequado à situação didática apresentada. Contudo, a pouca informatividade se repete. O aluno somente expõe as idéias do autor, na forma de uma repetição do que foi tratado anteriormente à atividade. Isso implica em uma intertextualidade fraca, pois não há apropriação efetiva das idéias pelo aluno.

Como narrativa o texto apresenta um contexto inicial. Embora o aluno afirme ter feito experiências semelhantes ao cientista, isso não gera qualquer conflito ou outro tipo de desenvolvimento na história. Isso é levantado somente como forma de validação da concordância com o autor. As correntes aparecem como personagens, mas seus efeitos são pouco destacados, deixando-a em segundo plano. Além dela, o aluno, Ampère e Oersted aparecem como personagens da narrativa.



Como no caso anterior há pouca significação no texto. A forma como ele é elaborado, somente com a repetição das idéias de Ampère o leva a certa superficialidade como produção autoral. Isso implica em uma narrativa muito pouco criativa em relação às situações tratadas e os conceitos envolvidos.

#### 5.3.3.3 – Aluno 3.

*“Caro Oersted.*

*Venho por meio desta carta lhe informar que discordo da sua explicação sobre a origem do magnetismo em fios eletrizados.*

*A sua explicação diz que existem correntes elétricas em sentidos opostos dentro de um fio eletrizado, causando ‘conflitos elétricos’ e conseqüentemente ‘redemoinhos’ desse fluido dentro do fio.*

*Eu acredito que sua explicação está errada, pois o que ocorre na realidade é que a corrente só corre em um sentido, do pólo positivo para o negativo.*

*Quando um circuito é ligado a uma fonte de tensão elétrica, a bobina (fio enrolado) passa a se comportar como um ímã, com seus pólos norte e sul dependendo da direção da corrente.”*

No texto há pouca continuidade. O aluno busca contradizer Oersted, como ele afirma nos dois primeiros parágrafos. No entanto, os dois últimos são escritos sem que exista alguma relação clara com o que é anunciado inicialmente. Mesmo existindo progressão e não contradição, a estrutura geral do texto é desarticulada.

O aluno entende a proposição da atividade e elabora um texto de acordo com as intenções previstas. No entanto, a finalização é um pouco fraca. O texto acaba de forma repentina. Assim, podemos considerá-lo com uma aceitabilidade parcial, de acordo com as expectativas do leitor, isto é, o professor.

O texto tem alguma informatividade. Ele expõe a visão do autor, como aconteceu anteriormente, mas tenta trazer elementos novos para a discussão. Contudo, estas informações acabam sendo pouco desenvolvidas e de uma forma pouco articulada, fazendo com que elas tenham pouco significado para o leitor. Os elementos intertextuais

são principalmente a aula anterior dada ao aluno, como ocorreu nas análises anteriores, mas o aluno também se remete a conceitos que vêm de aulas anteriores.

Do ponto de vista narrativo há um desenvolvimento muito pobre. No início o aluno afirma de forma bastante direta suas intenções, mas o desenvolvimento pouco contribui para elas. Assim, não temos exatamente algo a ser contado. Como personagens, além do aluno e do cientista, aparecem dois agentes na história, a corrente e o fluído elétricos. Contudo, a falta de articulação faz com que eles tenham somente um papel secundário na narrativa. Isso ocorre sobretudo com a corrente elétrica, que fica solta na narrativa. O texto buscou uma unidade semântica em torno da idéia de corrente elétrica. Contudo, sua elaboração não conseguiu constituí-la.

#### 5.3.3.4 – Aluno 4.

*“Caro Ampère,*

*Vejo que realmente o fenômeno descoberto por Oersted deve ser muito bem analisado após este dia 11 de setembro de 1820, pois de acordo com a experiência realizada na Academia de Ciências de Paris, eu pude notar que há mesmo uma ‘ação do fio condutor’ sobre a agulha.*

*Porém, quanto as explicações do dinamarquês, penso que não deixam certos pontos claros, como a medida do ângulo de inclinação da agulha, quando esta é desviada, após ter sido colocada paralelamente ao fio condutor.*

*Concordo com sua opinião de que Oersted se confundiu ao misturar efeitos produzidos pela corrente elétrica com os do próprio campo magnético da Terra.*

*Também concordo com a sua afirmação de que há uma ‘ação recíproca’ entre os condutores que você utilizou em seu último experimento, ligando-os às extremidades da pilha voltaica.*

*A veracidade dessa sua afirmação pode ser confirmada ao observarmos que há uma ‘ação mútua’ entre dois condutores (ou um condutor e um ímã).*

*Portanto, neste aspecto também concordo com Oersted porque acredito na existência de fluídos (na verdade cargas) elétricos positivos e negativos. Estes são*

*responsáveis pelo que Oersted chamou de ‘conflito elétrico’ (mas eu chamaria de forças de atração e repulsão).*

*Contudo, voltando no aspecto em que Oersted se confundiu, digo que a frase ‘o conflito elétrico só age sobre as partículas magnéticas da matéria’ na verdade, significa que só há atração entre os materiais eletrizados (carga negativa) e os carregados positivamente ou ainda, por meio de ‘força magnética’.*

*Para concluir, digo que o ‘turbilhão’ citado por Oersted pode ser entendido como o ‘campo magnético’. Digo também que suas, conclusões, Ampère, são importantíssimas para a Física, como a ‘unificação’ de diversos fenômenos ‘em uma mesma causa’, ou seja, os fluidos galvânicos e elétricos são a mesma coisa; há a produção de corrente elétrica dentro das pilhas e a partir de agora é possível comprovar todos os fenômenos eletromagnéticos (com base na existência da CORRENTE ELÉTRICA).*

*Grata pela atenção e suas contribuições.*

*Um Abraço”*

O texto é bem desenvolvido em comparação aos anteriores. Ele tem continuidade ao comentar os trabalhos de Ampère e Oersted e, principalmente, por colocá-los em relação. Não há elementos de contradição e o conjunto é bem articulado.

O aluno cumpre bem a tarefa, isto é, desenvolve-a de acordo com o pedido da professora. A escrita é direcionada ao cientista o que o torna adequado à situação didática.

O texto tem boa informatividade. Neste caso o aluno interpreta com mais cuidado as idéias de ambos os cientistas para discuti-las. Há um problema em relação ao anacronismo. Sobretudo na segunda parte, o aluno interpreta o trabalho de Oersted em termos da física atual. Embora isso rompa um pouco com os objetivos da atividade, não deixa de mostrar uma leitura própria das idéias, isto é, uma tradução em seus termos. Assim, há uma boa intertextualidade no desenvolvimento.

A narrativa começa com uma boa abertura, mas como os casos anteriores, não há o desenvolvimento de conflitos. Embora exista um bom esforço em comentar os

problemas da obra de Oersted, eles não chegam a configurar uma situação central sobre a qual a narrativa se desenvolva. Isso se reflete na configuração das personagens. O aluno trata de muitas entidades que se sobrepõem, corrente, carga, fluídos, e isso faz com que não exista uma discussão centralizada em alguma delas.

O texto tem uma unidade semântica parcial. Existe um eixo de discussão com base no experimento de Oersted, mas o acúmulo de idéias faz com que o aluno não consiga estabelecer uma idéia clara.

#### 5.3.3.5 – Aluno 5.

*“Ampère*

*Ultimamente tenho lido seus trabalhos e explicações para a experiência de Oersted, e acredito que sejam os mais coerentes e compreensíveis, se compararmos as explicações do próprio Oersted e Berzelius, apesar de que a explicação apresentada por Oersted se assemelhar a sua.*

*Considerando que todos os materiais tem uma certa carga elétrica e que assim, estes se atraem.*

*Além de que, você foi é revolucionário! Quem poderia nesta época chegar a conclusão da existência das cargas elétricas?”*

O texto tem uma continuidade em sua elaboração, por se referir aos trabalhos dos cientistas durante todo ele. Embora poucos elementos sejam trazidos, o texto não chega a ser repetitivo. Assim podemos atribuir certa continuidade. Como poucos argumentos são apresentados, também não há elementos de contradição. Assim, ele é dotado de articulação.

Mesmo sendo pouco explorado, o texto é adequado à situação proposta. Ele se direciona ao cientista e expõe seu ponto de vista sobre seu trabalho. Contudo, o maior problema é a falta de informatividade. O aluno elogia muito Ampère, mas trabalha pouco suas idéias. Ele explicita o motivo de sua admiração, o fato de o autor ter pensado nas cargas elétricas naquela época (o que não é correto). Essa afirmação final é o único

diferencial em termos conceituais do texto. Por esses mesmos motivos o texto tem pouca intertextualidade.

Como os anteriores há pouco desenvolvimento narrativo. Além da falta de um enredo, os próprios personagens são pouco explorados. Assim, de forma geral o texto fica na superfície da questão, não gerando um elemento central de significação. Ele acaba por se resumir a um comentário valorativo do trabalho do cientista.

### **5.3.3 – O Dia em que a Gravidade Mudou.**

#### 5.3.3.1 – Aluno 1.

*“Como já dito a gravidade é o que regula a intensidade da força, e faz com que os corpos celestes não caem e fiquem em órbita.*

*Caso aconteça de não ter gravidade os planetas vão se distanciar, pois vão estar saindo pela tangente, assim podendo ocorrer uma colisão entre os outros planetas, pois o que segura eles é a inércia e a gravidade, sem eles os planetas vão começar à se movimentar diferentes e assim podendo provocar colisão e ‘desastres’ entre eles.*

*Na Terra sem a gravidade muitas coisas vão mudar, as pessoas não vão conseguir ficar de pé no chão, elas vão ficar flutuando, vão ter dificuldades para respirar, os animais que costumam pular vão ficar mais rápidos, os objetos leves ficarão pelo ar e os mais pesados também não conseguirão ficar no chão.*

*Como os planetas vão se afastar do Sol, na Terra ficará difícil chegar luz solar e a temperatura vai diminuir, vai ficar mais frio, por estar mais longe do Sol.*

*Portanto a gravidade é muito importante para nós seres humanos, para os objetos e para os corpos celestes, pois sem ela pode até ser que nada exista”*

O texto apresenta uma *continuidade* internamente às frases, em que os efeitos são repetidos. Contudo, entre os parágrafos há pouca ligação. Primeiramente o texto aborda aspectos do sistema solar e, com uma mudança brusca, passa para efeitos ocorrido no planeta Terra e, em seguida, retoma o afastamento dos planetas em relação ao Sol. Assim, cada mudança é marcada por uma ruptura. A passagem do terceiro para o terceiro

parágrafo indica, apesar disso, uma *progressão*, justamente por mudar o contexto dos efeitos do mundo celeste para o terrestre. No entanto, ela é a única que ocorre, deixando o texto muito simples. Apesar de não existir contradições muito explícitas, a organização confusa principalmente do primeiro parágrafo faz com que, ao mesmo tempo, o texto não tenha unidade semântica clara. Assim, o texto sofre muito pela falta de articulação.

Apesar dos problemas, vemos que a intenção do aluno é mostrar os efeitos mais marcantes da mudança da gravidade. Desta forma, ele cumpre o objetivo proposto, isto é, pode ser aceito pelo leitor e adequado à situação didática proposta.

O texto tem muito pouca informatividade. Ele se atém aos dois pontos já presentes no enunciado e pouco os desenvolve. Este ponto ainda demonstra a fraca intertextualidade, pois outros elementos externos não são apresentados como complemento.

Do ponto de vista narrativo, não há uma exposição inicial que situe o leitor. Também não há um desenvolvimento de enredo, o que fica claro no desfecho artificial dado. O narrador é alguém externo à ‘história’. Contudo, a gravidade desempenha o papel central de todos os acontecimentos, tornando-a uma personagem. Mesmo a narrativa sendo pobre, isso não implica descaracterizar a construção do personagem. Por fim, há dois espaços envolvidos. A narração sai de um contexto celeste, parte para os acontecimentos da Terra e volta aos efeitos fora dela.

O texto não apresenta uma mensagem clara, sendo fisicamente fraco em significado. Contudo, ele cumpre o objetivo mínimo de centrar os fatos nos efeitos da gravidade. Embora não tenha boa unidade semântica, a colocação da gravidade como personagem permite que este conceito físico estruture o desenvolvimento do texto.

#### 5.3.3.2 – Aluno 2.

*“Certo dia eu e os meus colegas estávamos treinando atletismo em Presidente Prudente. No dia o tempo estava bom para correr, estava nublado e tinha muitas pessoas lá.*

*Todo mundo estava no discaço e quando nós levantou! Todo mundo saiu avuando, e todos ficou sem entender o que estava acontecendo. Todos ficaram*

*avuando por alguns minutos, e quando nois estávamos brincando tudo acabou, e tudo o que estava frutuando caiu.*

*Quando eu voltei para casa estava passando na TV o que aconteceu, estava falando que a Gravitação Universal tinha diminuído dez vezes e tudo saiu frutuando, ai todos entendeu. E também os outros planetas ficou mais perto da Terra, e da terra dava para ver engual a lua.*

*E todos ficaram admirando por que estava bem bonito o cel, e tudo ficou desse jeito.”*

O primeiro ponto a se notar é o grande número de erros ortográficos e gramaticais. Este é um aluno que havia chego recentemente da região norte, o que indica porque há um diferencial em relação aos outros mesmo em relação aos termos empregados. Contudo, o texto tem elementos positivos. Há continuidade. O início chega a ser um pouco repetitivo, contudo podemos notar que ele relaciona bem os efeitos descritos, o fato de as pessoas ficarem flutuando, com o que é relatado posteriormente quando é indicado o noticiário da TV. Essa passagem também indica uma progressão no texto que é complementada quando o aluno verifica que um efeito ocorreu com os planetas. Contudo, há uma contradição. Os outros planetas ficam mais próximos da Terra. Além do claro problema conceitual, isso aparece sem nenhuma possível indicação sobre a causa deste efeito. Mesmo que o aluno apresentasse uma causa não física, isso poderia evitar a não contradição interna ao texto. Este mesmo elemento faz com que ele perca articulação no final.

Em relação aos elementos pragmáticos o texto cumpre seu papel. A intenção é mostrar o diferencial do dia, como esperado, e o aluno o faz com fatos interessantes. Isso faz com que o texto tenha aceitabilidade e se adéque à situação didática. No entanto, o texto tem pouca informatividade. Os mesmos efeitos se repetem e o que poderia ser seu diferencial no final fica contraditório. Assim, ele também tem pouca intertextualidade em relação ao que foi discutido em sala de aula.

Entretanto, os elementos narrativos são interessantes. Há a exposição de uma situação inicial, o treino de atletismo da personagem-narrador, que se complica quando a gravidade diminui. Esse desenvolvimento se sustenta durante a cena e ganha destaque

quando o narrador indica que isso ocorria em toda parte e provocava efeitos nos planetas. Embora incoerente, a história fica interessante com a aproximação dos planetas, o que gera um clímax. O desfecho é um pouco simples, mas pertinente à história.

O texto todo se passa no cotidiano no aluno. Mesmo os efeitos extraterrenos são apresentados do ponto de vista desse ambiente. É pela TV que ele verifica a mudança dos planetas e a aproximação dos mesmos permite sua inserção no mesmo espaço. Isso acaba resultando em uma boa unidade na narrativa.

Tudo se passa em função da gravidade, o que nos permite, novamente, caracterizá-la como personagem. Assim, todo o texto tem uma boa unidade semântica em torno da gravitação, elemento mais importante da atividade. Contudo, essa unidade é pouco generalizada, pois os fatos expostos são poucos. Em relação ao espaço é interessante notar que este aluno veio à Bragança Paulista para treinar atletismo. Boa parte de seu dia é dedicada aos treinos. Isso se reflete na situação inicial da história, que se passa durante o “descanso do treino”.

#### 5.3.3.3 – Aluno 3.

*“Se a constante gravitacional diminuísse, mudaria muito coisa, pois é ela que controla a atração entre os corpos, e o fato de todos os objetos atirados na Terra, caírem de volta rapidamente.*

*Isso seria uma das coisas que mudaria: o fato dos objetos caírem de volta. Eles continuariam a cair, porém mais devagar que antes. Também seria muito divertido saltar na Terra, pois também demoraríamos mais para cair de volta, então flutuaríamos por um tempo pequeno, tempinho.*

*Porém haveria um grande problema: ao diminuir a constante gravitacional, a Terra iria se afastar do Sol, o que faria o ano de nosso planeta aumentar, ficaria muito mais frio e a Terra sofreria muitas mudanças internas e o ser humano poderia desaparecer.”*

Há uma continuidade entre os dois primeiros parágrafos, contudo o texto pouco progride. A sequência de fatos apenas avança quando se muda o contexto para o sistema solar. Contudo, há somente um pequeno link nesta passagem. Ele ocorre na mudança de



estado emocional do narrador. Ele indica que os eventos em relação à gravidade na superfície da Terra seriam divertidos, mas o afastamento do planeta seria desastroso. A fraqueza desta passagem faz com que o texto tenha pouca articulação.

Como em todos os casos a intenção do autor foi de efetivamente mostrar o diferencial deste dia. A natureza do texto não foge à situação proposta o que o torna aceitável. Outro elemento que se repete é a pouca informatividade e intertextualidade. O autor apresenta elementos que vão pouco além do próprio enunciado. Ele compreende a mudança na queda dos corpos, mas esta constatação se torna elemento de repetição contínua em toda primeira parte.

A narrativa tem um enredo pobre. Não somente porque há poucas informações, mas devido a falta de ‘crescimento’ da história. Isso culmina no final repentino, que fica desconexo com o texto. O ser humano simplesmente some, sem que as causas sejam bem trabalhadas.

Contudo, há unidade semântica em torno da idéia de gravitação. Ela se torna a personagem principal do texto que desencadeia todos os fatos da história. Há dois espaços envolvidos, o cotidiano na superfície da Terra e o Sistema Solar. O narrador é o aluno, quando a história se passa no mundo a sua volta, e o mesmo se torna externo quando a narrativa passa a se desenrolar fora dele.

#### 5.3.3.4 – Aluno 4.

*“Devido o aquecimento do planeta sua velocidade de rotação aumento consideravelmente fazendo com que a Terra saísse de orbita. A sobrevivência no Planeta era impocível, porém devido as altas tecnologias uma parcela da Humanidade e duas de animais terrestres, dentre eles animais vivos.*

*Assim permaneceu por muitos anos, sendo que a ciência e a tecnologia fazia a vida continuar existindo para os terraquios. Todos, apesar dos fatos, se divertiam com a baixa gravidade, com pulos exuberantes digno de recorde; Tudo estava diferente para o corpo, estava mais leve, e a sessão de levesa e conforto levava os sobreviventes a uma sessão de paraíso.*

*Depois de viajar por décadas pelo espaço conseguimos encontrar um planeta com clima e qualidades semelhantes ao da Terra, onde foram habitar. A vida ainda se desenvolvia no planeta que era jovem, e com ajuda das tecnologias terrestres tudo foi modificado e desenvolvido. Rápidamente, mas dessa vez com cuidado a natureza. O animais terrestre foram clonados e se reproduziam com perfeição. O planeta levou outras décadas para se adequar as condições da Terra.*

*E dali em diante todos viviam em harmonia e paz, tanto om os outros quanto a natureza, naquele novo planeta chamado nova gêneses”*

O texto tenta estabelecer uma continuidade em seu desenvolvimento, mas a forma confusa e até mesmo contraditória de exposição dos fatos o deixa extremamente desarticulado. Esses elementos também se refletem na progressão. O texto evolui, isto é, progride, mas de forma descontínua.

A intenção do autor é apresentar os acontecimentos na forma de uma literatura fantástica. Apesar de este fator não ser o problema em si, da forma como é feito isso o torna desadequado à situação proposta. Os fatores contraditórios se refletem na qualidade de suas informações. Embora ele tenha muitos dados, estes não se configuram eventos que tenham valor ou validade ao leitor. Isso faz com que ele tenha pouca intertextualidade, pois verificamos que não se buscou informações confiáveis para a composição.

Há a tentativa de uma exposição narrativa inicial, em que o aluno busca uma causa para o afastamento da Terra diferente da situação implicada no enunciado do texto. Contudo a situação montada, o aquecimento do planeta, não se sustenta em relação aos fatos narrados. O desenvolvimento progride, do ponto de vista narrativo, mas a falta de articulação apontada anteriormente se reflete na falta de desenvolvimento da história e a ausência de conflitos críticos. Assim, o desfecho é pobre.

O texto tem pouca unidade semântica em torno da idéia de gravidade. Há acontecimentos de outras naturezas que interferem no roteiro e fazem com que a gravidade seja apenas uma personagem secundária. O plano narrativo ocorre na Terra, mas agora viajando em outro sistema planetário.

#### 5.3.3.5 – Aluno 5.

*“Nesse dia, os planetas sairiam de sua órbita, pois iria diminuir em um fator de dez.*

*Os planetas iriam se distanciar e aqui na terra as pessoas iriam ficar flutuando. E por estar distanciando do Sol sua órbita estaria mais lenta e dias mais lentos.*

*Na terra haveria um esfriamento, pois ela estaria longe do Sol.*

*A maré iria ficar mais baixa pois não haveria uma atração aumentaria os acidentes.*

*Os objetos iriam flutuar, os animais, os seres humanos.”*

Há pouca continuidade, pois os eventos não são retomados de forma a acrescentar novos elementos sobre eles. O último parágrafo repete o primeiro, mas há progressão entre os quatro que o antecedem. Existe um elemento de contradição. Não fica claro o que o distanciamento da Terra implicaria na mudança do período do dia. Todos estes fatores acabam resultando em pouca articulação no texto.

No entanto, ele cumpre os objetivos preestabelecidos. O texto se desenvolve em torno do tema o que o permite ser aceito pelo leitor na situação pedida. Há um diferencial em relação à informatividade. A mudança das marés é bem notada pela aluna. Isso também demonstra a intertextualidade com aulas passadas.

Do ponto de vista narrativo, não há uma exposição inicial que guie os eventos do desenvolvimento. Isso resulta na pouca articulação dos acontecimentos da história e não há um desfecho para a narração. A gravidade assume papel central nos fatos, o que nos permite caracterizá-la como personagem. Assim, ela dá unidade semântica ao texto. O espaço principal de desenvolvimento é o Sistema Solar e, diferentemente dos outros, não há mudança de espaço.

#### **5.3.4 – Cartas a Kepler e Galileu.**

##### 5.3.4.1 – Aluno 1

*“Roma, 5 de novembro de 1592.*

*Caros estimados estudiosos,*

*Venho por meio desta carta lhes dizer o meu humilde ponto de vista acerca do Universo que vivo. Peço-lhes desculpas pela minha ignorância em alguns casos, pois não tenho meios de estudar mais profundamente estas teorias maravilhosas, visto que sou mulher e não é bem-visto por nossa sociedade que eu seja letrada quanto mais conhecedora de tais assuntos!*

*Além disso, meu irmão mais velho é padre da Igreja e já me advertiu para parar com tais idéias ou será forçado a me entregar aos seus superiores da chamada Santa Inquisição.*

*Pois então, apesar de tantas adversidades, espero que os senhores recebam uma cópia desta carta e saibam que eu acredito totalmente em vossas idéias.*

*Tenho razões para crer que o sistema geocêntrico está equivocado. Apesar de ver o Sol, a Lua e as estrelas passarem pelos céus de um lado a outro, não creio que devemos ser tão egocêntricos e achar que no meio de tantos outros astros, nosso planeta deva ser o centro de tudo porque os homens são perfeitos.*

*Se fôssemos todos perfeitos não haveriam tantos problemas na sociedade. Também estudei os trabalhos de Copérnico e creio que suas observações sejam bastante pertinentes e acredito em seu modelo heliocêntrico.*

*Recentemente consegui, escondida de meu irmão, adquirir um exemplar de seu livro, senhor Kepler, confiscado pelo Vaticano. Passei as últimas semanas estudando seu conteúdo e o de alguns outros escritos que consegui sobre o assunto.*

*Após muito estudo, decidi que o sistema heliocêntrico é o mais correto e então comecei a redigir essa carta para os senhores.*

*Infelizmente o resto do mundo não compreende vossa genialidade e a verdade contida em vossos estudos. E nem respeitam essas maravilhosas e inovadoras idéias perseguindo todos que as estudam e as compreendem como Verdade.*

*Porém, o maior problema nisto é a dificuldade de conseguir materiais sobre o assunto, pois os senhores não podem publicar seus estudos. Tenho grandes esperanças que, muito em breve, essas pessoas que nos discriminam enxerguem a verdade que está diante de seus olhos e passem a ver que os senhores sempre estiveram corretos, também que peçam desculpas pelo modo nada correto que trataram os estudiosos.*

*Quando isso ocorrer, espero que os senhores estejam vivos para vivenciar o momento e o respeito merecido seja dirigido à vós.*

*Humildemente espero, ao menos uma pequena nota, uma resposta de um dos senhores, que agora sabem que existe, pelo menos uma pessoa, que crê em vós e espera uma aceitação da humanidade.*

*Muito Obrigada pela atenção.”*

O texto é muito bem desenvolvido e bastante contínuo. Isso pode ser notado pela forma como constantemente a aluna retoma as dificuldades para progredir em seus estudos e obter informações sobre os trabalhos dos cientistas. O livro obtido também é somente é possível por ser escondido do irmão, algo que ela somente havia citado no início do texto. Além disso, o texto progride. Após sua apresentação é comentado as obras dos autores, em especial Copérnico e Kepler em que elementos relacionados às suas visões mundo são expostos. A autora mantém uma posição durante toda a carta, o que torna o texto coerente e bem articulado.

A aluna cumpre plenamente a exigência da atividade. Ela faz o exercício de imaginar que está escrevendo aos cientistas. Podemos notar pela forma humilde que ela se coloca em relação a eles e pela forma como ela escreve, com uma linguagem mais formal.

Contudo o texto tem pouca informatividade. Ela apresenta a visão de mundo dos autores, mas a explora pouco. O maior diferencial é a consideração de que não devemos ser o centro do mundo. Ela utiliza um argumento quase de natureza psicológica para corroborar as idéias dos autores. Isso dá um diferencial na composição do texto. A intertextualidade se dá mais em relação à forma de composição, que se baseia nas cartas lidas, do que na retomada de conteúdos conceituais do curso.

O texto apresenta uma exposição inicial que aponta uma situação problema, a dificuldade da aluna desenvolver seus estudos. Essa situação se mantém pela dificuldade por ser mulher e a presença do irmão católico. Isso dá um contexto muito interessante à narração. Contudo o conflito não se desenvolve, isto é, ele não se agrava. Ele serve mais como justificativa para a limitação de seus estudos. As personagens principais são a aluna e os cientistas. Os objetos celestes e os conceitos vinculados a eles somente atuam de forma secundária, em nossa linguagem são personagens coadjuvantes. Embora estes elementos guiem a construção do texto, no sentido de ser o debate das visões de mundo o tema central, eles não são a causa dos fatos expostos. Finalmente, por ser uma carta não há um espaço bem definido.

De modo geral o texto o texto tem unidade, mas ela se constitui mais em relação ao contexto científico da época que aos próprios conceitos envolvidos. Contudo é clara a percepção da aula que existe duas visões de mundo que estão em conflito.

#### 5.3.4.2 – Aluno 2

*“Caro Kepler e Galileu.*

*Tenho 16 anos e estou estudando os modelos geocêntrico e heliocêntrico.*

*Admiro os senhores pelas suas idéias brilhantes e tamanha coragem em se opor a igreja não se traindo nunca com suas convicções e por mais que corram o risco de sofrerem repressões da igreja mantiveram firmes e fortes na produção do conhecimento.*

*Ao ler sobre os modelos geocêntrico e heliocêntrico pude concluir que o modelo ptolomaico está fora que questão cientificamente, pois diz que a terra está no centro do universo, e isso não explica diversas dúvidas e questões da natureza.*

*Já o modelo heliocêntrico diz que o Sol está no centro do universo e essa estrela possui tanta força gravitacional que mantém todos os planetas antes chamados de estrelas errantes, em perfeita sincronia.*

*Essa idéia copernicana tende a ter explicações para todas as questões não resolvidas até o momento. Embora essa idéia seja contraria a ideologia da igreja.*

*Os senhores apresentaram com propriedade seus estudos e isso me convenceu de tal forma que sinto-me na obrigação de parabeniza-los e deixar claro que sou simpatizante de suas idéias, porém não tenho tal coragem em assumir meus idéias frente a igreja com medo de sofrer represalhas.*

*Obrigado por tamanha paciência com um mero estudante, que não possui tantos e genialidade como os senhores. Por isso despeço-me agradecido e com novos conhecimentos adquiridos.*

*Grato”*

O texto é bastante contínuo na relação entre os parágrafos. Em relação ao anterior ele é mais direcionado à questão dos modelos de Universo. Ele explica um pouco cada um dos modelos de forma a complementar o texto. Assim, há progressão em seu desenvolvimento. Ele também é articulado e não demonstra elementos de contradição.

Embora seja um texto mais simples, ele cumpre a exigência de se direcionar à Kepler e Galileu e, principalmente, de tratar temas vinculados às idéias dos autores. Assim ele pode ser bem aceito em relação à proposta da atividade.

Embora o aluno desenvolva um pouco cada visão de mundo, há poucos elementos explicativos. O maior diferencial é o uso da idéia de atração gravitacional. Isso rompe, em uma análise mais crítica, com a dimensão histórica, pois o argumento é baseado em uma visão newtoniana. Contudo é válido notar que há a perspectiva de o aluno dar uma indicação sobre porque a visão de mundo dos autores é privilegiada por ele. Podemos então considerar que há um nível médio de informatividade e elementos de intertextualidade, sobretudo por se referir à gravitação, que eles haviam começado a estudar.

Como narrativa há apenas uma breve apresentação do próprio narrador como personagem e a exposição de seu ponto de vista. Não existem elementos de complicação nos fatos expostos. Contudo ele é centrado no debate sobre as duas visões de mundo vigentes. Além do próprio aluno, há a presença clara de Galileu e Kepler no texto, fazendo-nos os considerar como personagens junto ao autor.

O aspecto mais relevante do texto é a centralidade que os modelos astronômicos adquirem. Apesar de ser pouco desenvolvido do ponto de vista textual, ele mantém a coerência em relação ao tema exigido. Assim, a unidade semântica se dá em relação às visões de mundo em conflito à época.

#### 5.3.4.3 – Aluno 3

*“Caros senhores Galileu e Kepler*

*Sinto-me uma entrometida ao enviar esta carta aos senhores, uma vez que sou apenas uma garota, sem muitos (ou quase nenhum) conhecimentos físicos, que ficou fascinada com suas descobertas no campo da astronomia. São fantásticas, mas completamente contrárias à Igreja, o que, devo acrescentar, em parte, um ato de loucura.*

*Noto que são grandes cientistas em busca da verdade plena, e creio que seja por este motivo que os senhores são tão exelente no que fazem. Filosofar sobre a verdade vai além de criar no plano metafísico, o que os senhores provam por excelência que a matemática e a observação são parte importante para qualquer estudo.*

*Percebo que adotaram o ponto de vista copernicano, onde o Sol trás-se no centro do nosso Universo, tão imenso como não se pode imaginar, regendo os demais planetas como uma harmoniosa orquestra, mantendo-se em perfeitas sincronias em seu eterno movimento ao redor da grande estrela, atraídos pela força de gravitação, pois todo corpo que possui massa exerce uma força de atração.*

*Copernico fora um homem extremamente sagaz, pois por meio de sua proposta, sanou grandes dúvidas que o modelo Ptolomaico simplesmente era incapaz de responder, especialmente entre fenômenos da natureza.*

*Sei que ambos gostam da franqueza total por parte dos amigos, não que eu seja uma amiga dos senhores, mas creio que vossas idéias, tidas como subversivas nestes tempos, deverão ser publicadas, afinal espalhar conhecimento para as outras pessoas as deixam menos ignorantes e, desse modo, mais questionadoras sobre o mundo e sociedade em que se encontram.*



*Para reforçar novamente o grande prazer que sinto ao escrever para os senhores, digo que o modelo geocêntrico proposto por Ptolomeu, apenas mostra a necessidade humana de se sentir especial e dessa forma colocar a perfeição divina e a importância humana em primeiro plano, mas acredito que tamanha presunção e egoísmo de nada adiantam, pois deixam questões fundamentais excluídas e coisas inexplicadas, e desse modo facilmente aceito pelo povo.*

*Comunicar-me em particular é uma forma de transmitir conhecimento, porém não de propagá-lo, mas tenham fé que novos tempos virão, e suas idéias revolucionárias finalmente tomarão conta do mundo e da mente dos cientistas. Acreditem.*

*Agradeço a paciência, e atenção, e desejo desde já boa sorte, para ambos.*

*Grata despeço-me com alegria”.*

Há uma boa continuidade no texto, em que seus principais elementos são retomados durante toda sua elaboração. Vemos que a própria consideração de amizade pelos autores é recolocada ao longo de texto. Também sua forma de ressaltar a coragem de Kepler e Galileu é aparente em todo ele. Mesmo assim o texto não é repetitivo. Ele ressalta o trabalho de Copérnico, passa à análise de Ptolomeu para firmar sua posição. Esses elementos são bem articulados na sua composição.

O texto segue à forma esperada o que o faz bem aceito à situação didática proposta. As informações contidas nele desenvolvem um pouco mais aspectos da nova visão de mundo. Vemos a influência de Kepler, na forma como o autor aborda a harmonia celeste. Assim, também identificamos elementos de forte intertextualidade na composição. Contudo eles não tomam uma forma de repetição. Podemos considerar isso uma apropriação do aluno, pois este foi o único texto em que os conteúdos foram expostos dessa forma.

Como nos casos anteriores, o texto é desenvolvido mas sem a presença de elementos de conflito. Contudo há uma apresentação do próprio narrador, em que ele ressalta ser somente um aluno, e ele expõe o assunto da carta. As personagens inicialmente se repetem, junto ao aluno Kepler e Galileu. Contudo Ptolomeu aparece de

forma mais explícita neste carta, o que possibilita identificá-lo como mais um elemento da história. Neste texto ainda temos que o Sol ganha destaque na descrição. É ressaltado seu papel na organização do Universo e, sendo responsável por acontecimentos ocorridos, pode ser considerado uma personagem relevante.

O tema central do texto são os modelos de Universo. Isto dá uma boa unidade semântica a ele. Neste texto, o argumento contra o egocentrismo humano é também trazido para estabelecer essa unidade. Contudo, ele também é bem coerente na exposição das visões de mundo, o que nos leva a afirmar que aparentemente o aluno passou a partilhar a visão copernicana.

#### 5.3.4.4 – Aluno 4

*“Bragança Paulista, 4 de novembro de 2009*

*Queridos Galileu Galilei e Joahanes Kepler, vivemos em uma época em que tudo me leva a crer no modelo cosmológico do geocentrismo em que a terra está parada no centro do universo, e os corpos celestes, inclusive o sol, giram em nosso redor;*

*Sei que é raro alguém discordar desta visão, também não pretendo discodar nem desqualificar a forma de pensar de ninguém, mas será que não seria um certo egoísmo de nossa parte imaginar que a terra é o centro de tudo, num universo tão grande em que não se conhece quase nada? Como saberia eu, se realmente todos os corpos celestes estão girando ao nosso redor? Analiso esta hipótese de forma em que minhas palavras podem não valer muito, mas talvez a lógica de Aristóteles esteja falhando; e o movimento talvez não seja este, já que uma grande prova de que esta não é uma grande verdade são os andarilhos planetas (Lua, Mercúrio, Vênus, Sol, Marte, Júpiter e Saturno) que não giram na velocidade dos demais, talvez se estudarmos profundamente estes planetas poderemos perceber que o geocentrismo pode ser um grande engano.*

*Creio plenamente na teoria do Heliocentrismo desenvolvida por Nicolaus Copernicus e elaborada e expandida pelos senhores, é mais fácil para eu, uma simples pessoa, sem grandes estudos, que o Sol está estacionário no centro do*

*universo. Se observar o céu em pé, é fácil crer que o Sol nasce, e se põe; a lua também e que a terra permanece ali firme, parada; o sol tem um círculo lento pelo curso de um ano, os planetas tem movimentos similares, mas as vezes ele se movem em direção oposta, fazendo com que o movimento seja retrógrado, com explicar isto com a terra parada? Impossível, apesar de haver muitas descrições elaboradas explicando este movimento pelo próprio geocentrismo, isto não me convence.*

*Creio que, o sol está no centro do universo, e que alguns, ou todos os planetas o orbitam fazendo com que os fenômenos da aparição da Lua, sol, possam ser explicados mais claramente; também os eclipses solares e Lunares podem ser entendidos por este modelo heliocêntrico.*

*Admiro ao senhor, Galileu, por enfrentar a igreja, e não utiliza de nenhuma passagem bíblica em seu estudo, já que nela estão contidas informações que se bem interpretadas podem lhes favorecer, porém desonrou seu estudo, fazendo com que Kepler seja muito mais honroso do que o senhor, quando afirmou que sua teoria não estava correta e nada disto é verdade, acho isto um tanto quanto vergonhoso.*

*E, Kepler, lhe digo, o senhor é de se admirar. Aliás, ambos são apesar dos pesares!*

*Um beijo a toda família, venham fazer uma visitinha quando puderem.*

*Com carinho”*

Temos mais um boa elaboração. O texto apresenta uma dúvida em tom cético que percorre todo ele e dá uma boa continuidade. Além disso o texto progride bem, em que o aluno desenvolve todas as razões que o faz duvidar do aristotelismo e aderir a visão copernicana. Por fim não há contradição e isso resulta em um texto bem articulado.

O aluno se coloca bem frente aos cientistas o que demonstra seu vinculo com a atividade. Ela a desenvolve de acordo com o previsto pelo professor o que a faz bem aceitável à proposta.

O texto tem boa informatividade. Ele questiona o problema dos movimentos errantes e faz um questionamento interessante em relação às velocidades dos planetas. Além da intertextualidade, não somente pelos argumentos trazidos mas também pela forma de o aluno se expressar, o aluno expõe algo que vai além do previsto quando questiona esta questão das velocidades.

Do ponto de vista narrativo o texto também tem certa riqueza. Na apresentação inicial o autor configura bem o cenário na época, dizendo que tudo o levaria a crer no modelo geocêntrico. O dom duvidoso mostra que isso não ocorrerá assim. Então o aluno desenvolve todo o texto mostrando porque suas dúvidas são pertinentes. Assim, a narrativa cresce, mesmo que não chegue a um clímax. As personagens centrais são Galileu e Kepler, mas os corpos celestes também aparecem em destaque em sua composição. Isso se relaciona à boa informatividade do texto.

Este é um texto bastante rico. Mesmo com um número grande de informações ele não perde unidade. Mesmo defendendo o modelo copernicano, o aluno mantém a mesma postura durante todo desenvolvimento. Contudo, o mais importante é que a discussão em relação aos modelos é feita em profundidade pelo aluno. Toda visão de mundo do debate da época é reconstituído em sua carta.

#### 5.3.4.5 – Aluno 5

*“29 de agosto 1598, Brasil Bragança Paulista*

*Meus Caros amigos Kepler e Galileu, tenho 16 anos e sou estudante. Estou estudando suas teorias e admiro muitos seus estudos, fiquei fascinado por suas pesquisas e resolvi me aprofundar mais.*

*Eu também acredito no modelo heliocêntrico, mas aqui no Brasil a Igreja Católica condena e não tem como contraria-la.*

*Admiro vocês por defender suas idéias e por enfrentar a igreja.*

*Gostei muito de como Galileu se saio ao infrentar a igreja e depois fingir estar do lado da igreja para não ser queimado.*

*Ao ler sobre o modelo geocêntrico e heliocêntrico pude perceber que o modelo ptolomaico está fora de questão cientificamente, pois diz que a terra está no centro do universo, o que realmente não é desse jeito.*

*Temos que tentar convencer a todos que o modelo heliocêntrico é o que realmente está em questão, pois diz que o Sol esta no centro do Universo, afinal o Sol é o único com energia suficiente para fazer os planetas girarem e entrarem em órbita, ou seja o Sol tem uma grande energia gravitacional que faz com que os outros planetas cheguem mais perto dele, até chegar um dia em que o Sol vai engoli-lo.*

*Enquanto na teoria geocêntrica possui um grande erro em falar que ela está no centro do universo pois a terra 'só' não possui energia gravitacional para atrair outros planetas, inclusive o Sol.*

*E além disso as leis de Kepler reforçam a idéia heliocêntrica.*

*Finalmente eu gostaria de agradecer por compartilhar suas idéias geniais que foram criadas com muitos anos de estudos e esforços e espero que isso de fato seja aceito por todo o mundo, e que outras gerações saibam disso e que como eu tente se aprofundar sobre suas teorias e assim criar suas próprias teorias”*

Este texto também foi elaborado por um dos alunos transferidos de outro estado. Apesar da maior quantidade de erros de português, vemos que em alguns momentos o aluno consegue elaborar bem suas idéias. Contudo, de forma geral o texto é um pouco descontínuo. Por exemplo, quando ele cita as leis de Kepler isso aparece de modo desconexo do resto do texto. Os dois parágrafos anteriores mantêm uma boa conexão, quando o aluno se refere à atração gravitacional. Mesmo sendo um pouco confuso e não utilizando corretamente alguns termos, é possível identificar a mensagem pretendida pelo autor. No entanto, ele não deixa de ser desarticulado como síntese geral.

O texto cumpre as exigências e é adequado à situação didática proposta, como ocorreu em todas as análises. Ele não é rico em informatividade, mas contém elementos que não são os mais triviais, por conectar a discussão com a gravitação. O uso do termo

energia ainda demonstra que ele se remete a tópicos estudados anteriormente, pois esta não é uma discussão feita neste contexto, o que demonstra uma mínima intertextualidade.

Há uma breve apresentação da narrativa, quando o aluno se apresenta, mas não há a formulação de um conflito que seja elaborado ao longo dela. Utilizando as mesmas personagens dos textos anteriores, uma mudança somente ocorre pela gravidade se tornar um elemento mais central na sua narrativa. Assim, ela acaba se constituindo como uma nova personagem na história.

Apesar da pouca unidade, o texto consegue manter o eixo de discussão em torno dos modelos para universo. Em termos de visão de mundo o texto é pouco explorado por acabar se focando na questão da gravitação.

## **5.5 – COMENTÁRIOS SOBRE O DESENVOLVIMENTO DAS ATIVIDADES.**

No início deste capítulo definimos nosso problema de investigação prática como a *busca das possíveis condições para que os alunos desenvolvam narrativas científicas*. O argumento central para a proposição desta questão foi baseado na falta de indicativos na literatura sobre como desenvolver este tipo de trabalho.

Nas últimas seções apresentamos a análise dos trabalhos desenvolvidos por alunos durante uma intervenção. Nesta análise não estava em jogo apenas a qualidade, mas sobretudo o tipo de produção desenvolvida pelos alunos. O principal ponto verificado foi a articulação de idéias científicas em suas produções.

Foram realizadas quatro propostas de intervenção, duas relacionadas a tópicos de eletricidade e eletrodinâmica e duas sobre gravitação. Dentro de cada um desses temas foi realizado as propostas de uma *narrativa histórica de um dia diferente* e uma *carta ao cientista*.

Se comparamos as duas propostas de narrativa histórica, temos que o enunciado proposto era muito semelhante. Ambas envolviam a descrição de um dia em que uma entidade física, a carga elétrica ou a gravidade, mudavam. Do ponto de vista conceitual, a maior diferença na proposição consiste no direcionamento em relação ao “objeto” físico envolvido. Na primeira, se referia diretamente ao elétron, enquanto na segunda a mudança da gravidade ocorria sem se especificar um “objeto” ou grupo de objetos

envolvidos. Isto poderia ter sido feito, por exemplo, colocando que somente a massa da Terra perdesse sua capacidade de atrair por interação gravitacional. Isso implicaria em pensar diretamente nos efeitos da Terra e não de todo sistema solar, direcionado a elaboração do aluno.

No texto sobre o elétron, o maior direcionamento pode ter facilitado a construção de uma narrativa mais centrada em uma única entidade e, por consequência, gerado textos com unidade semântica mais clara. O elétron foi o protagonista de todos os textos analisados, tanto os apresentados em nosso trabalho quanto os excluídos. Contudo, acreditamos que um segundo fator tenha sido mais influente. A atividade foi precedida da leitura de um texto com características especiais. Nele o elétron já era apresentado como uma personagem e seu papel em diferentes fenômenos era ressaltado. Quando a proposta foi apresentada desta maneira, chegou-se a cogitar que isso pudesse anular a capacidade criativa dos alunos. Uma hipótese era que eles poderiam simplesmente repetir partes do texto, sem apropriação individual das idéias para uma elaboração que fosse uma leitura não somente dos conceitos, mas de seu vínculo com a realidade. Contudo, nossa análise verificou que os alunos transcendiam muito o próprio texto, mesmo havendo uma clara intertextualidade. Assim, o texto funciona bem como um suporte à elaboração dos alunos. A mesma atividade também delimitava melhor dois outros fatores. O espaço dos eventos era restrito ao ambiente que o aluno vive. Isso facilita que ele se coloque como narrador em primeira pessoa, o que o leva a uma visão mais pessoal de todas as ocorrências relatadas. Isso permite uma construção narrativa com eixo na relação *personagem-aluno* e *personagem conceito-físico*. Em síntese, acreditamos que essa forma permite uma *apropriação cultural* de uma *narrativa científica*, como defendemos em nosso trabalho.

A narrativa histórica sobre gravitação incorporou alguns dos aspectos ressaltados anteriormente, mas seu desenvolvimento foi menos elaborado. Poderíamos pensar que isso ocorreu devido a uma dificuldade ou mesmo displicência dos alunos desta turma em relação à anterior. Contudo essa hipótese é facilmente refutada quando verificamos que os mesmos alunos realizaram a atividade da carta com muito mais desenvoltura que os alunos que estudavam eletrodinâmica. Isso também confirma a análise anterior que buscou ressaltar que as condições de produção da narrativa foram determinantes em seu desenvolvimento. De modo geral, o texto da entrevista com o elétron e o formato do enunciado facilitavam o estabelecimento dos elementos que compõem a narrativa, o

enredo, as personagens, o narrador e o espaço. Essa restrição possibilitou a construção de textos mais coerentes e coesos. Como isso não se repetiu com a proposta de gravitação, a desarticulação do texto dificultou a elaboração de uma unidade semântica clara e uma maior apropriação pelos alunos.

Um fenômeno semelhante ocorreu na realização da escrita das cartas. Para a realização da atividade destinada a Ampère, Oersted ou Berzelius (este último pouco apareceu nos textos dos alunos), os estudantes dispunham apenas de um breve resumo das duas aulas dadas, nas quais se apresentava as idéias de cada um dos autores sobre a experiência de Oersted. O segundo ano dispunha de dois textos de mesmo gênero para a elaboração da carta destinada a Kepler e Galileu. Este modelo possibilitou um maior desenvolvimento pelos alunos. Embora tenha existido elementos de repetição, houve muito menos ocorrências destes em relação às cartas aos autores do eletromagnetismo. Se temíamos que o maior direcionamento restringisse a capacidade criativa dos alunos, isso não ocorreu. As cartas direcionaram não apenas o assunto da exposição, o modelo heliocêntrico e geocêntrico, mas a forma de escrita. Os alunos passaram a escrever em uma linguagem extremamente formal. O fenômeno ocorreu mesmo com o aluno que tinha mais dificuldade. Mesmo persistindo os erros de ortografia e gramática, foi possível notar que o texto era mais desenvolvido que suas produções anteriores.

A escrita da carta sobre a experiência de Oersted ainda sofreu de uma dificuldade adicional. A preparação anterior foi quase precária em relação à dos alunos que estudavam gravitação. Estes últimos estavam estudando sistematicamente os modelos de universo. Eles haviam discutido aspectos da obra de Aristóteles e Ptolomeu, que são explicitamente citados em seus textos, e vistos em detalhes as dificuldades enfrentadas por Copérnico, Kepler e Galileu em suas respectivas épocas. A professora ainda havia ressaltado diversos aspectos processuais da elaboração de seus pensamentos. Isso permitiu aos alunos muito mais condições de produção e de elaboração de textos originais, mas voltados para a temática prevista. As idéias de Oersted, Ampère e Berzelius foram exploradas em duas aulas de 50 minutos. Embora os alunos tivessem estudados eletrodinâmica, o contexto era muito distante da discussão proposta pelo pesquisador em suas aulas. Uma das poucas cartas que foi bem desenvolvida ocorreu quando a aluna conseguiu vincular o trabalho dos cientistas com alguns conceitos



previamente estudados. Isso facilitou sua própria interpretação das idéias apresentadas precariamente nas aulas.

Como síntese consideramos que mesmo uma escrita que propõe a ser criativa somente pode ser bem desenvolvida quando há condições de desenvolvimento de elementos intertextuais em sua produção. Eles podem se referir ao próprio conteúdo do texto, mas também à sua forma de escrita. Esta última envolve o gênero narrativo, os interlocutores, o destinatário etc. Aliado a isso, a formulação de enunciados que direcionem a criação de cada uma das partes que compõe a narrativa permite a organização textual e o desenvolvimento da história.

## **5.6 – SÍNTESE: NARRATIVAS E ENSINO DE FÍSICA.**

Com a análise das atividades realizadas pelos alunos pudemos verificar que quando submetidos a situações adequadas de produção, eles produzem narrativas merecedoras do adjetivo científico, de acordo com o que definimos neste trabalho. O caso mais exemplar foi o desenvolvimento do texto sobre *a greve do elétron*. Nesta situação os alunos elaboraram “histórias” em que o elétron se tornava o protagonista de todos os eventos ocorridos ao longo do dia. Tudo que ocorria era causado pela sua “greve”. Um dado de igual importância foi verificar que os alunos desenvolviam suas narrativas em torno de situações que envolvem os casos mais diversos e adversos que podem fazer parte de seu mundo vivenciado. Um aluno acordado durante a noite via tudo a seu entorno se desfazer. Outro se colocava na situação em que era preciso fugir os objetos de seu quarto que grudavam em seu corpo incondicionalmente. Estes exemplos demonstram que os alunos extrapolaram as situações restritas ao contexto didático. Muitas vezes os alunos somente reconhecem a participação de conceitos científicos em casos muito bem delimitados pelo professor, que em geral são desarticulados do mundo, real ou imagiário, dos alunos. Em suas produções os estudantes puderam se remeter a contextos muito interessantes. Ao mesmo tempo em que eles se desprenderam da percepção mais imediata do cotidiano, os mesmos não se restringiram ao mundo físico abstrato que rege o contexto escolar. Acreditamos que este efeito demonstra a apropriação pelo aluno do conceito de elétron como uma forma de “ler” o mundo ao seu redor.

Nossa análise ainda permitiu verificar que a construção *personagem-conceito físico* permite a elaboração de textos coerentes e coesos em que sua unidade semântica se

dá em função do próprio conhecimento científico. A importância desta constatação se vincula à necessidade de compromissos epistêmicos em atividades vinculadas ao desenvolvimento da linguagem. Vínhamos defendendo esta perspectiva desde o início desta tese e foi importante constatá-la no trabalho desenvolvido por nós.

A incorporação dos conceitos científicos ocorreu através de fortes elementos intertextuais. Os alunos se apropriavam de discussões ocorridas nas aulas anteriores e de idéias presentes nos textos de apoio. Ainda nos referindo às melhores condições de produção, verificamos que a apropriação dos alunos não era mera repetição. Em muitos casos, identificamos uma leitura interpretativa dos mesmos. Essa leitura era condicionada às situações envolvidas na produção narrativa. Aqui identificamos a dialética entre internalização do conhecimento e desenvolvimento da escrita apontada por nossa leitura de Vigotski. A necessidade de reflexão para elaboração da escrita, em alguma medida, propicia o desenvolvimento das funções intramentais e a formação do discurso interior. Após as atividades alguns alunos foram entrevistados em que basicamente se questionou se eles tiveram dificuldade para a realização das atividades escritas. Um dos alunos apontou:

*“Aluno – A gente teve que imaginar mais porque quando a gente faz os exercícios normais, a gente pode pegar as formulas e jogar ali. Neste caso a gente teve que ver, interpretar e pensar em todo o conteúdo que a gente já teve para conseguir escrever, bolar um texto.*

Pesquisador - *Então você acha...*

Aluno - *Não foi mais difícil, mas foi mais trabalhosa.”*

Esta fala reflete muito bem o que apontamos anteriormente. A necessidade de elaboração escrita desencadeia o processo de reflexão em que o discurso que somente se realiza no plano das interações discursivas precisa ser internalizado. Uma segunda fala também corrobora este processo:

*“Aluno – Eu acho, é mais fácil e mais difícil. Você tem que entender o que ela esta falando, porque ela vai explicar e você tem que pegar o que ela esta explicando e você entende para por. Se fosse uma conta ou algo do tipo você*

*“tinha que só ficar prestando a atenção e tinha formula. Agora como é um texto você tem colocar o que ela esta falando e o que você sabe.”*

Os alunos buscam ressaltar que seu processo de elaboração foge da forma mecânica que outras atividades muitas vezes promovem. Esses elementos reforçam a utilização dos conceitos físicos como forma de interpretação. Embora possamos supor que as *narrativas científicas* elaboradas através de *textos escritos* não sejam o único meio para o desenvolvimento desta forma de conhecer, podemos considerar que, no mínimo, elas são uma maneira propícia para o desenvolvimento de uma visão de mundo com base na ciência.

As falas anteriores também nos remetem ao último ponto que acreditamos ser importante avaliar nesta síntese final. No capítulo anterior também ressaltamos uma visão de ensino-aprendizagem como um processo de produção cultural dos estudantes envolvidos. Dois elementos das falas anteriores nos permitem identificar evidências deste processo. Algo apontado também por outros alunos foi o fato de apesar deles gostarem das atividades e, de modo geral não encontrarem dificuldades, elas foram trabalhosas. Acreditamos que qualquer produção original implique um grande trabalho de seu realizador. Contudo, o elemento mais importante que as próprias produções demonstraram foi seu caráter autoral. A maior parte delas foram sem dúvida produções originais dos alunos. Houve empenho, como a fala de um dos alunos apresentados anteriormente aponta, em imaginar e constituir algo próprio. Outro aluno entrevistado ainda considera:

*“Aluno – Foi diferente porque as atividades que a gente faz em Física são algumas contas, alguns conceitos. Essas atividades foram diferentes porque.... porque ela deixou a gente mais livre pra escrever o que a gente queria sobre o Universo, a Gravidade e a do Kepler sobre o geocentrismo e heliocentrismo. Foi bem diferente das atividades que a gente tem na escola.”*

Nosso objetivo não era a elaboração de grandes obras. No entanto, gostaríamos que estas produções fossem representativas de uma cultura diferenciada da cultura do próprio aluno.

No capítulo anterior mostramos inicialmente que pesquisas atuais apontam que as narrativas podem ter forte potencial como recursos para o ensino-aprendizagem em ciências. Contudo, as mesmas pesquisas dão poucas indicações sobre *como* e *com quais objetivos* se pode desenvolver situações de aprendizagem que envolvam a produção narrativa. Com o objetivo de abrir um caminho dentro deste campo de pesquisas, buscamos refletir sobre qual papel as narrativas produzidas pelos alunos podem ter em sua aprendizagem. Para este desenvolvimento, passamos a nos apoiar nos recentes trabalhos de Jerome Bruner sobre o assunto. Seu trabalho nos permitiu articular aspectos de nossa discussão epistemológica com elementos da Psicologia Cultural, que está voltada para o conhecimento dos caminhos cognitivos pelos quais os indivíduos produzem e transmitem sua cultura. As duas perspectivas se unem quando verificamos que as narrativas têm um papel comum na ciência e em outras produções culturais. Elas são formas de apreensão da realidade exterior. Como Bruner (2002) apontou, contar uma história é dar forma ao mundo real. Sem que personagens e enredos sejam caracterizados, dificilmente conseguimos compreender uma sequência de eventos como tendo alguma unidade que torne o mundo uma totalidade coerente e não seja um conjunto de fragmentos separados. Essa seria uma forma de pensamento quase natural no entendimento dos acontecimentos que evidenciamos. Do ponto de vista epistemológico, vimos que estes “acontecimentos” podem ser caracterizados como momentos nos quais uma entidade científica é submetida a determinada situação na qual uma de suas qualidades (características físicas) é colocada em evidência de forma que determinado fenômeno ganhe sentido. Assim, podemos definir uma narrativa científica como uma sequência de situações ou acontecimentos nos quais um conceito científico está envolvido como uma “personagem” central, isto é, em que ele é o responsável pelas ações ocorridas.

Os resultados expostos anteriormente, pareceram-nos indicar que em boa parte as expectativas forjadas no capítulo anterior sobre o pensamento narrativo e o uso de atividades de narrativas autorais para desenvolvê-lo foram atingidas..

## 6 – CONSIDERAÇÕES FINAIS:

Ao iniciarmos nossa tese, ela foi apresentada como uma *antítese*. Nós anunciávamos que provavelmente ela não seguiria o formato padrão de uma tese de doutorado. Com o objetivo de justificar nossa subversão, optamos em realizar uma retrospectiva de diversas pesquisas sobre linguagem e argumentação no ensino de ciências com o intuito de mostrar possíveis limitações das mesmas. Acreditamos que o próprio caminho que trilhamos nesta tese demonstre que valorizamos as reflexões que tomam a linguagem como objeto de estudo. Assim não é preciso dizer o quanto acreditamos nele. Contudo, se autores pioneiros nesta abordagem no ensino de ciências trabalharam com questões de grande interesse e validade, os trabalhos mais atuais, ao nosso ver, nem sempre se mantêm fieis a esta tradição. A facilidade em se identificar um fenômeno discursivo tem levado a grande parte das pesquisas a uma redução dos problemas de ensino-aprendizagem que somente se justifica pela necessidade de produção em massa de “resultados”. Talvez o mais curioso neste fenômeno seja o esquecimento de boa parte da obra dos próprios autores que fundamentaram estas pesquisas. Em relação a Vigotski isso é especialmente marcante. Acreditamos ter mostrado que diversos elementos de sua obra, como a passagem à linguagem interior, têm sido esquecidos quando se restringe a abordagem do discurso a sua função comunicacional.

Em seguida passamos a questionar os trabalhos que se baseiam em modelos de argumentação. Consideramos que estes têm muita validade como campo de pesquisa e pelas questões que abarcam. Contudo, devido ao olhar muito particularizado que estabelecemos, que coloca em foco os processos iniciais de criação na ciência, foi necessário questionar o quanto o modelo de Toulmin, principal referência nesse campo de pesquisa, permite descrever os momentos da atividade científica. Mostramos que tudo indica que o modelo *toulmiano* não possibilita a descrição da criação na ciência. Devemos destacar que em nenhum momento buscamos invalidar completamente este modelo de estudo da argumentação. Para determinados fins, em que estruturas lógicas de pensamento devem prevalecer, ele é de grande validade. Contudo, é necessária atenção para que as questões de natureza epistemológica não sejam reduzidas a esse processo de pensamento. A visão ampliada de racionalidade que adotamos neste trabalho demonstra uma via alternativa para pensar o conhecimento científico de forma mais aberta a mudanças mas ao mesmo tempo compromissada aos objetivos da ciência.

O “conflito” gerado por nós não teria sentido se não buscássemos um caminho para desenvolver nossa “história”. Assim, em um primeiro momento desenvolvemos um estudo teórico sobre o processo de criação na própria ciência. Após esclarecer como temos compreendido, de forma geral, o processo de criação na ciência, definimos uma metodologia de estudo baseada em teoria literária para mergulhar em textos originais de cientistas. A *Poética da Ciência* foi definida como o campo de estudos preocupado com a formação de representações simbólica que toma como base a produção lingüística. Um primeiro resultado desta tese talvez seja essa própria metodologia. Ela se mostrou adequada aos propósitos do trabalho. Acreditamos que com ela uma análise pertinente do processo criativo da ciência pôde ser feito quando estudamos os originais científicos. A consideramos um resultado por ser uma metodologia distante daquelas utilizadas nas pesquisas atuais em ensino e que eventualmente pode ser retomada em outros trabalhos que se aproximem deste tema de reflexão.

A análise dos trabalhos de Galileu, Oersted e Ampère, autores que se depararam com fenômenos novos para o conhecimento científico de seus respectivos períodos históricos, permitiu verificar que o pensamento criativo na ciência se distancia das perspectivas lógicas de raciocínio. Este ponto já havia sido ressaltado em nossa discussão epistemológica sobre a imaginação na ciência. Contudo, o trabalho empírico com os textos nos permitiu ir além desta constatação. Nosso estudo permitiu identificar que a novidade é tratada por meio de uma argumentação que tem características de uma narrativa próxima/similar ao formato de uma história. A forma de composição dos textos nos levou a definir um gênero textual que pode se chamado de *narrativa científica*. Ela consiste em um relato na qual um *conceito-personagem* é responsável por uma sequência de ações. Esta narrativa acaba por estabelecer uma dialética em sua função epistemológica. Ao mesmo tempo em que ela explica uma situação, ela permite ressaltar determinadas qualidades da entidade científica vinculada à “história”. Assim, os processos de entendimento do mundo e compreensão da ciência se fundem na mesma forma de pensar. Do ponto de vista educacional, esse foi um resultado que indiretamente dirigiu nossas atenções para como conceberíamos nossa intervenção.

Na mesma análise ainda estudamos os tipos de figuras de linguagem que são recorrentes na elaboração destes textos. Assim, cada um dos tropos lingüístico foi associado a um tipo de função epistêmica do pensamento. Em especial destacamos a

sinédoque e a metonímia como figuras de linguagem importantes na elaboração do pensamento abstrato. Em geral os estudos se limitam a ser referir à metáfora como recurso lingüístico. Esse é um resultado relevante por mostrar que outros *tropos* podem ter igual função da ciência.

Nosso estudo teórico nos levou a resultados em dois níveis, um relacionado à composição textual e outro às figuras de linguagem. Inicialmente acreditamos que ambas as dimensões pudessem ser tratadas em uma mesma intervenção escolar. Contudo, tratar ambos os fenômenos lingüísticos em uma só análise dependeria de dados muito bem direcionados a essa fim, algo que não obtínhamos. Assim, optamos em tratar da dimensão narrativa, por considerar que esta se articula bem às situações de aprendizagem em sala de aula e por ser, de certa forma, uma condição básica para o uso dos tropos.

Nosso estudo caminhou para a reflexão sobre os usos das narrativas em sala de aula. Para isso, retomamos as obras de Bruner e Vigotski para fundamentar nossa pesquisa. Com eles pudemos delimitar com quais objetivos uma narrativa pode ser desenvolvida por alunos e através de qual “suporte cognitivo”. Assim, delimitamos as narrativas como produções realizadas dentro de uma cultura que nos possibilitam interpretar a realidade. Esta definição correspondia de maneira muito próxima do que o trabalho dos cientistas haviam nos indicado. Assim, partimos para a sala de aula com o objetivo de os alunos produzirem *narrativas científicas*

Nosso estudo demonstrou que, em condições especiais, este tipo de narrativa é muito bem produzido pelos alunos. Essas condições envolvem principalmente as possibilidades de produções intertextuais pelos estudantes.

Contudo, nossos resultados ainda são preliminares. Um primeiro passo seria reproduzir trabalhos de mesma natureza em outros contextos escolares para sabermos em qual medida os resultados são reproduzíveis. Além disso, partindo das indicações dadas pelos nossos resultados, seria relevante pensar o quanto é possível aperfeiçoar esta forma de intervenção. Possivelmente, outras condições de produção não consideradas por este trabalho possam obter melhores resultados.

Acreditamos que outros desdobramentos possam ser dados sobre diversos pontos presentes neste trabalho. Assim, esperamos que esta tese não tenha um fim, mas seja apenas o início de um longo debate.



## REFERÊNCIAS.

AGUIAR Jr., O. (1998) O Papel do Construtivismo na Pesquisa em Ensino de Ciências. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, vol.3, n.2, 1998.

\_\_\_\_\_. (2002) O Planejamento do Ensino a Partir de um Modelo para Mudanças Cognitivas: um Exemplo na Física Térmica. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol. 19, n.3, p. 314-340, 2002.

AGUIAR Jr. e MORTIMER, E.F. (2005) Tomada de Consciência de Conflitos: Análise da Atividade Discursiva em uma Aula de Ciências. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 10, n.2, p. 179-207, 2007.

ALEIXANDRE, M.P.J. (1998) Diseño Curricular: Indagación y Razonamiento com el Language de las Ciencias. In: **Investigación Didáctica**, vol. 16, n. 2, p. 203-216, 1998.

AMARAL, E.M.R. e MORTIMER, E.F. (2006) Uma Metodologia para Análise da Dinâmica entre Zonas de um Perfil Conceitual no Discurso da Sala de Aula. In: SANTOS, F.M.T. e GRECA, I.M. (Orgs) **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias**. Ijuí: Editora Unijuí, 2006.

ALMEIDA, M.J.P.M. (2004) Discursos da Ciência e da Escola: Ideologia e Leituras Possíveis. Campinas: Mercado das Letras, 2004

\_\_\_\_\_. (2007) Entrevista e Representação na Memória do Ensino de Ciências: Uma Relação com a Concepção de Linguagem. In: NARDI, R. (Org) **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: Alguns Recortes**. São Paulo: Escrituras Editora, 2007.

ALMEIDA, M.J.P.M., OLIVEIRA, O.B. e SOUZA, S.C. (2008) **Leitura e Escrita nas Aulas de Ciências**. Florianópolis, Letras Contemporâneas, 2008

ALSOP, S. e WATTS, M. (2003) Science Education and Affect. In: **International Journal of Science Education** (Editorial), vol.25, n.9, 2003.

ARRUDA, S. M. (1993) Metáforas na Física. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, vol. 10, n. 1, p. 25-37, 1993.

ARRUDA, S. M. et. al. (2004) Da Aprendizagem Significativa à Aprendizagem Satisfatória na Educação em Ciências. In: **Caderno Brasileiro de Ensino de Física**, vol.21, n.2, 2004.

ARRUDA, S. M. e VILLANI A. M. (1994) Mudança Conceitual no Ensino de Ciências. In: **Cadernos Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, vol 11, n.2, ago 1994.

ASSIS, A. e TEIXEIRA, O.P.B. (2009) Argumentação Discentes e Docente Envolvendo Aspectos Ambientais em Sala de Aula: Uma Análise. In: **Ciência & Educação**, vol. 15, n. 1, p. 47-60, 2009.

ASTOLFI, J. P. (1997) **Mots-Clés de la Didatique des Sciences**. Paris: De Boek, 1997

\_\_\_\_\_. (1993) Trois Paradigmes pour les Recherches en Didactique. In: **Revue Française de Pédagogie**, n,103, 1993.

ASTOLFI, J. P. e DEVELAY, M. (1989) **A Didáticas das Ciências**. Campinas: Papirus, 1994.

AUFSCHNAITER, C. et. al. (2008) Arguing to Learn and Learning to Argue: Case Studies of How Students Argumentation Relates to Their Scientific Knowledge. In: **Journal of Research in Science Teaching**, vol. 45, p. 101-131, 2008.

AVRAAMIDOU, L. e OSBORNE, J. (2009) The Role of Narrative in Communicating Science. In: **Internacional Journal of Science Education**, vol. 31, n. 12, p. 1683-1707, 2009.

AYER, A. (1975) **As Questões Centrais da Filosofia**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1975.

AZEVEDO, M. C. S. (2004) Ensino por Investigação: Problematizando as Atividades. In: CARVALHO, A. M. P.(org) **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thomson, 2004.

BACHELARD, G. (1949) **O Racionalismo Aplicado**. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1977.

- \_\_\_\_\_. (1940) A Filosofia do Não. In: **Pensadores**. São Paulo: Abril Cultural, 1978.
- \_\_\_\_\_. (1938) **A Formação do Espírito Científico**. Rio de Janeiro: Ed. Contraponto, 1996.
- BAKHTIN, M. (1979) **Estética da Criação Verbal**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- \_\_\_\_\_. (1929) **Marxismo e Filosofia da Linguagem**. São Paulo: Hucitec, 2006.
- BASTOS, F. et. al. (2004) Da Necessidade de uma Pluralidade de Interpretações acerca do Processo de Ensino e Aprendizagem em Ciências. In: Nardi, R. (org) **Pesquisas em Ensino de Ciências**. São Paulo: Escrituras, 2004.
- \_\_\_\_\_. (1998) Construtivismo e Ensino de Ciências. In: NARDI, R.(org) **Questões atuais no ensino de ciências**. São Paulo: Editora Escrituras, 1998.
- BAZAN, M. (1993) Modèles Pédagogiques et Recherche em Didactique. In: **Aster**, vol. 16, p. 3-7, 1993.
- BERLAND, L.K. e REISER, B. J. (2009) Making Sense of Argumentation and Explanation. In: **Science & Education**, vol. 93, p. 26-55, 2009.
- BERNIS, J. (1954) **L'Imagination**. Paris: Presses Universitaires, 1954.
- BLAY, M. (1999) **La Naissance de la Science Classique au XVII<sup>e</sup> Siècle**. Paris: Nathan Université, 1999.
- \_\_\_\_\_. (1993) **Les Raisons de L'Infini**. Paris: Gallimard, 1993.
- BODEN, M. (1994) O que é Criatividade. In: BODEN, M. **Dimensões da Criatividade**. Porto Alegre: Artmed, 1999.
- BRANDÃO, H.N. (1999) **Introdução à Análise do Discurso**. Campinas: Ed. Unicamp, 2009.
- BRANNINGAN, A. (1996) **Le Fondement Social des Découvertes Scientifiques**. Paris: PUF, 1996.

BREWER, W.F. et. al. (1998) Explanation in Scientists and Children. In: **Minds and Machines**, vol. 8, p. 119-136, 1998.

BRICKER, L.A. e BELL, P. (2008). Conceptualizations of Argumentation From Science Studies and the Learning Sciences and Their Implications for the Practices of Science Education. In: **Science & Education**, vol. 92, p. 473-298, 2008.

BROCKINGTON, G. (2005) A Realidade Escondida: A Dualidade Onda-Partícula para Estudantes de Ensino Médio. São Paulo: Dissertação de Mestrado IFUSP, 2005.

BRONOWSKI, J. (1985) **As Origens do Conhecimento e da Imaginação** Brasília: Editora UnB, 1997.

\_\_\_\_\_. (1983) **Arte e Conhecimento: Ver, Imaginar, Criar**. São Paulo: Martins Fontes, 1983.

\_\_\_\_\_. (1978) **O Olho Visionário: Ensaio Sobre Arte, Literatura e Ciência**. Brasília: Editora UnB, 1998.

\_\_\_\_\_. (1977) **Um Sentido do Futuro**. Brasília: Editora UnB, 1977.

BRUGGER, W. (1969) **Dicionário de Filosofia**. São Paulo: Editora Herder, 1969.

BRUNER, J. (1986) **Realidade Mental, Mundos Possíveis**. São Paulo: Artmed, 1998.

\_\_\_\_\_. (1996) **A Cultura da Educação**. Porto Alegre: Artmed, 2001.

\_\_\_\_\_. (2002) **Pourquoi Nous Racontons-nous des Histories?: Le Récit au Fondement de la Culture et Le L'identité Individuelle**. Paris: Agora, 2002.

BUNGE, M. (1974) **Teoria e Realidade**. São Paulo: Perspectiva, 1974.

\_\_\_\_\_. (1985) **Racionalidad y realismo**. Madrid: Alianza editorial, 1985.

BUTY, C. e PLANTIN, C. (2008) Introducción L'argumentation à l'épreuve de l'enseignement des Sciences et Vice-Versa. In: BUTY, C. e PLANTIN, C. (Orgs) **Argumenter em Classe de Sciences: Du Débat à L'apprentissage**. Paris: INRP, 2008.

BURKE, P. (2000) Uma História Social do Conhecimento: De Gutenberg a Diderot. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 2003.

BYRNE, R. (2007) **The Rational Imagination**. Cambridge: MIT Press, 2007.

CAMPANARIO, J. M. et. al. Cómo Enseñar Ciencias? Principales Tendências y Propuestas. In: **Enseñanza de las Ciencias**, vol 17, n.2, 1999.

CAMPANER, G. e LONGHI, A.L.D. (2007) La Argumentación em Educación Ambiental. Uma Estrategia Didáctica para la Escuela Media. In: **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 6, n. 2, p. 442-456, 2007.

CAPECCHI, M. C. V. M. (2004) Aspectos da Cultura Científica em Atividades de Experimentação nas Aulas de Física. São Paulo: Tese de Doutorado, 2004.

CAPECCHI, M.C.V.M. (2006) Atividade de Laboratório como Instrumento para a Abordagem de Aspectos da Cultura Científica em Sala de Aula. In: **Pró-Proposições**, vol. 17, n. I (49), p. 137-153, 2006.

CARLSEN, W.S. (2007) Language and Science Learning. In: ABELL, S.K. e LEDERMAN, N.G. (Eds) **Handbook of Research on Science Education**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2007.

CARVALHO, A. M. P. (2005) Introduzindo os Alunos no Universo das Ciências. In: **Educação Científica: O que Pensam os Cientistas**. Brasília: UNESCO, 2005.

\_\_\_\_\_. (2005) Metodología de Investigación en Enseñanza de Física: Una Propuesta para Estudiar Procesos de Enseñanza y Aprendizaje. In: **Revista de Enseñanza de la Física**. vol.18, n.1, 2005.

\_\_\_\_\_. (2004) Critérios Estruturantes para o Ensino das Ciências. In: CARVALHO, A. M. P.(org) **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thomson, 2004.

\_\_\_\_\_. (2006) Uma Metodologia de Pesquisa para Estudar os Processos de Ensino e Aprendizagem em Salas de Aula. In: SANTOS, F.M.T. e GRECA, I.M. (Orgs) **A**

**Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias.** Ijuí: Editora Unijuí, 2006.

CARVALHO, A. M. P.(org) (1999) **Termodinâmica: um ensino por investigação.** São Paulo: FEUSP, 1999.

CARVALHO, A. M. P. et. al. (1993) A História da Ciência, a Psicogênese e a Resolução de Problemas na Construção do Conhecimento em Sala de Aula. In: **Revista da Faculdade de Educação**, vol.19, n.2, 1993.

CARVALHO, A.M.P. (2005) Introduzindo os alunos no Universo das Ciências. In: CUNHA, J.W.C. (Org) **Educação Científica e Desenvolvimento: O que Pensam os Cientistas.** Brasília: Unesco, 2005.

CASTRO, R. S. (1993) **História e Epistemologia da Ciência.** São Paulo: FEUSP, 1993

CATEL, L. (2001) Écrire Pour Apprendre? Écrire Pour Comprendre? État de la Question. In: **Aster**, n. 33, 2001.

CAVAGNETTO, A.; HAND, B.M.; NORTON-MEIER, L. (2009) The Nature of Elementary Student Science Discourse in the Context of the Science Writing Heuristic Approach. In: **International Journal of Science Education**, Online First, 2009.

CHARAUDEAU, P. MAINGUENEAU, D. (2004) **Dicionário de Análise do Discurso.** São Paulo: Editora Contexto, 2008.

CHEVALLARD, Yves. (1985) **La Transposición Didáctica.** Buenos Aires: Aique, 1991.

CHIAPINNI, L. e LEITE, M. (2007) **O Foco Narrativo.** São Paulo: Editora Ática, 2007.

CHIAROTTINO, Z. R. (1980) A Teoria de Jean Piaget e a Educação. In: PENTEADO, W.N.A.(org) **Psicologia e ensino.** São Paulo: Papelivros, 1980.

COBERN, W.W. e LOVING, C.C. (2007) An Essay for Educators: Epistemological Realism Really Is Common Sense. In: **Science & Education**, vol. 17, p. 425-447, 2007.

COHEN, I.B. (1960) **Les Origines de la Physique Moderne**. Paris: Éditions du Seuil, 1993.

COSTA, N. (1999) **O Conhecimento Científico**. São Paulo: Editora Humanitas, 1999.

CUPANI, A. e PIETROCOLA, M. (2002) A Relevância da Epistemologia de Mario Bunge para o Ensino de Ciências. In: **Cadernos Brasileiro de Ensino de Física**. Florianópolis, vol 19, n.1, edição especial, 2002.

CUSTÓDIO, J. F. e RESENDE Jr., M. (2003) As Dimensões da Imaginação Científica. In: **Atas do IV Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, Bauru, 2003

CUSTÓDIO, J. F. e PIETROCOLA, M. (2002) “Princípios de conservação e construção de modelos por estudantes do ensino médio”, In: **Atas VIII EPEF (Encontro de Pesquisa em Ensino de Física)**. Águas de Lindóia: SBF, 2002.

DANIELS, H. (1996) Introdução: a Psicologia num Mundo Social. In: DANIELS, H. (Org) **Uma Introdução à Vygotsky**. São Paulo: Loyola, 2002.

DAVIS, C. et. al. (2005) Metacognição e Sucesso Escolar: Articulando Teoria e Prática. In: **Cadernos de Pesquisa**, vol.35, n.125, 2005.

DAWES, L. (2004) Talk and Learning in Classroom Science. In: **International Journal Science Education**, vol. 26, n. 6, p. 677-695, 2004.

DEBUS, A.G. (2004) Ciência e História: o nascimento de uma nova área. In: ALFONSO-GOLDFARB, A.M. e BELTRAN, M.H.R. (Org) **Escrevendo a História da Ciência: Tendências, Propostas e Discussões Historiográficas**. São Paulo: EDUC e Editora Livraria da Física, 2004.

DELIZOICOV, D. et. al. (2002) **Ensino de Ciências: Fundamentos e Métodos**. São Paulo: Cortez Editora, 2002.

DELIZOICOV, D. (2009) Assim Defendeu Zanetic... In: MARTINS, A.F. (Org) **Física Ainda é Cultura?** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.

- DESCARTES, R. (1644) **Princípios de Filosofia**. São Paulo: Rideel, 2005.
- \_\_\_\_\_. (1641) **Meditações Metafísicas**. São Paulo: Martins Fontes, 2005
- \_\_\_\_\_. (1637) **Discurso do Método**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- \_\_\_\_\_. (1628) **Regras para a Direção do Espírito**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.
- \_\_\_\_\_. (1664) **O Mundo ou Tratado da Luz O Homem**. Campinas: Editora Unicamp, 2009.
- DODICK, J. et. al. (2009) Understanding Scientific Methodology in the Historical and Experimental Sciences via Language Analysis. In: **Science & Education**, vol. 18, p. 95-1004, 2009.
- DOMINGUES, D.C. (1992) **A Formação do Conhecimento Físico: Um Estudo da Causalidade em Jean Piaget**. Rio de Janeiro: EDUFF, 1992.
- DRAKE, S. (1978) Galileo at Work. Chicago: **University of Chicago Press**, 1978.
- DUARTE, R. (2002) Pesquisa Qualitativa: Reflexões sobre o Trabalho de Campo. In: **Cadernos de Pesquisa**, n.115, 2002.
- DUARTE, M. e REZENDE, F. (2008) Construção Discursiva na Interação Colaborativa de Estudantes com um Sistema Hiperídia de Biomecânica. In: **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 7, n. 2, 2008.
- DUIT, R. e TREAGUST, D. (2003) Conceptual Change: A Powerful Framework for Improving Science Teaching and Learning. In: **International Journal of Science Education**, vol.25, n.6, 2003.
- DUIT, R. (1996) The Constructivist View in Science Education What it has to Offer and What Should not be Expected from it. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 1, n. 1, p. 40-75, 1996.
- DUMRAUF, A.G. e CORDERO, S. (2004) Qué Cosa es el Calor? Intracciones Discursivas en una Clase de Física. In: **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 3, n. 2, 2004.



- DURAND, G. (1994) **O Imaginário**. Rio de Janeiro: DIFEL, 2001.
- \_\_\_\_\_. (1980) *As Estruturas Antropológicas do Imaginário*. Lisboa: Editorial Presença, 1989.
- DUTRA, L. H. A. (2005) **Oposições Filosóficas**. Santa Catarina: Ed. da UFSC, 2005.
- FEIGL, H. (1970) **A Visão Ortodoxa das Teorias Científicas**. In: *Scientiae Studia*, vol.2, n.2, 2004
- FILLON, P.; VÉRIN, A. (2001) *Écrire pour Comprendre les Sciences*. In: **Aster**, n. 33, 2001.
- EINSTEIN, A. (1956) **Escritos da Maturidade**. Rio de Janeiro: Editora nova Fronteira, 1994.
- \_\_\_\_\_. (1953) **Como Vejo o Mundo**. Rio de Janeiro: Editora nova Fronteira, 1981.
- EMERSON, C. (1996) *O Mundo Exterior e o Discurso Interior: Bakhtin, Vygotsky e a Internalização da Língua*. In: DANIELS, H. (Org) **Uma Introdução à Vygotsky**. São Paulo: Loyola, 2002.
- ENGESTRÖM, Y. (1996) *Non scholae sed vitae discimus: Como superar a Encapsulação da Aprendizagem Escolar*. In: DANIELS, H. (Org) **Uma Introdução à Vygotsky**. São Paulo: Loyola, 2002.
- ERICKSON, F. (1998) *Qualitative Research Methods for Science Education*. In: **International Handbook of Science Education**. Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 1998.
- \_\_\_\_\_. (1989) *Metodos Cualitativos de Investigacion sobre la Enseñaza*. In: Wittrock, M. C. (org) **La Investigación de la Enseñanza**. Barcelona: Ediciones Paidós, 1989.
- FANG, Z. (2005) *Scientific Literacy: A Systemic Functional Linguistics Perspective*. In: **Science & Education**, n. 83, p. 335-347, 2005.
- FEIGL, H. (1970) *A Visão Ortodoxa das Teorias Científicas*. In: **Scientiae Studia**, vol.2, n.2, 2004

FERNÁNDEZ, I. et. al. (2002) Visões Deformadas de la Ciencia Transmitidas por la Enseñaza. In: **Enseñanza de las Ciências**, vol.20, n.3, 2002

FISCHLER, H. e LICHTFELDT, M. (1992) Modern Physics and Students' Conceptions, In: **Journal of Science Education**, London, v. 14, n. 2, p. 181-190, Apr./June 1992.

FONSECA, C. (1999) Quando cada Caso NÃO é um Caso. In: **Revista Brasileira de Educação**, n.10, 1999.

FOUCAULT, M. (1969) **A Arqueologia do Saber**. Rio de Janeiro: Forense, 2009.

FOUREZ, G. (2003) Crise no Ensino de Ciências. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, vol.8, n.2, 2003.

\_\_\_\_\_. (1994) *Alphabétisation Scientifique et Technique*. Bruxeles: De Boeck, 1994.

FREIRE Jr., O. et al. (1995) Introducing Quantum Physics in Secondary School, **Proceedings of Third International History, Philosophy and Science Teaching Conference**, Minneapolis, v.1, p. 412-419, 1995.

GALEMBECK, P. T. (1997) O Turno Conversacional. In: PRETI, D. (org) **Análise de Textos Oraís**. São Paulo: Humanitas, 1997.

GALILEI, G. (1610) O Mensageiro das Estrelas. São Paulo: **Scientific American Brasil Especial**, 2009.

GARCÍA, J.J.G. e PALACIOS, F.J.P. (2006) Cómo usan los Profesores de Química las Representaciones Semióticas? In: **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 5, n. 2, 2006.

GARDE-TAMINE, J. (2002) **La Rhétorique**. Paris: Armand Colin, 2002.

GARDNER, H. (1994) Os Padrões dos Criadores. In: BODEN, M. **Dimensões da Criatividade**. Porto Alegre: Artmed, 1999

\_\_\_\_\_. (1993) **The Creators of the Modern Era**. New York: Basic Books, 1993.

GARIN, E. (1993) **Ciência e Vida Civil no Renascimento Italiano**. São Paulo: Unesp, 1994.

GEYMONAT, L. (1957) **Galileu Galilei**. Rio de Janeiro, Ed. Nova Fronteira, 1997.

GIL-PÉREZ, D. et. al. (2001) Para uma Imagem não Deformada do Trabalho Científico. In: **Ciência e Educação**, vol7, n.2, 2001.

GIL-PÉREZ, D. et al. (1999) Puede Hablarse de Consenso Constructivista en la Educación Científica? In: **Enseñaza da las ciencias**. Vol.17, n.3. 1999.

GIL-PÉREZ, D. (1994) Relaciones entre Conocimiento Escolar y Conocimiento Científico. In: **Investigación en la Escuela**, vol. 23, 1994.

GIL-PÉREZ, D. et. al. (1992) Questionando a Didática de Resolução de Problemas: Elaboração de um Modelo Alternativo. In: **Cadernos Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, vol 9, n.1, abr 1992.

GINGERICH, O. (2004) **O Livro que Ninguém Leu: Em Busca das Revoluções de Nicolau Copérnico**. Rio de Janeiro: Record, 2008.

GIRCOREANO, J. P. e PACCA, J. L. (2001) O Ensino de Óptica na Perspectiva de Compreender a Luz e a Visão. In: **Cadernos Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, vol 18, n.1, abr 2001.

GLAS, E. (2002) Klein's Model of Mathematical Creativity. In: **Science & Education**, vol.11, p.95-104, 2002.

GONÇALVES M. E. R. (1997) As Atividades de Conhecimento Físico na Formação do Professor das Séries Iniciais. São Paulo: Tese de Doutorado FEUSP. 1997.

GONZÁLEZ, J. P. C. E MIRANDA, R. P. (2005) Análisis de la Transposición Didáctica de los Conceptos Calor y Temperatura en los Libros de Texto para la Enseñanza de la Química. In: **Técne, Episteme e Didaxis**, n.17, 2005.

GRÄBER, W. e NENTWIG, P. (2001) Scientific Literacy: From Theory to Practice. In: **Research in Science Education: Past, Present and Future**. Londres: Kluwer Academic Publisher, 2001.

GRANGER, G. G. (1998a) **O Irracional**. São Paulo: Ed. UNESP, 2002.

\_\_\_\_\_. (1998b) Imaginação Poética, Imaginação Científica. In: **Discurso**. n.29. São Paulo: Discurso Editorial, 1998.

\_\_\_\_\_. (1955) **A Razão**. Lisboa: Edições 70, 1985

GRIMBERG, B.I. e HAND, B. (2009) Cognitive Pathways: Analysis of Students' written Texts for Science understanding. In: **International Journal of Science Education**, vol. 31, n. 4, p. 503-521, 2009.

GURGEL, I (2006) A Imaginação Científica como Componente do Entendimento: Subsídio para o Ensino de Física. Dissertação de Mestrado: Instituto de Física, 2006.

\_\_\_\_\_. (2004) Modelos e Explicações: A Construção da Realidade e suas Bases Emocionais. Monografia. São Paulo: Instituto de Física, 2004.

GURGEL, I e PIETROCOLA, M. (2006a) Modelos e Realidade: Um Estudo Acerca das Explicações do Calor no Século XVIII. In: **Atas do X Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**. Londrina, 2006a.

GURGEL, I. e PIETROCOLA, M. (2006b) A Imaginação Científica: A Construção do Conhecimento sob o Olhar de Albert Einstein. In: **Atas do V Encontro de História e Filosofia da Ciência da AFHIC**, Florianópolis, 2006b.

GURGEL, I. e PIETROCOLA, M. (2005) O Papel dos Modelos no Entendimento dos Alunos. In: **Atas do V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**. Bauru, 2005.

GURGEL, I e PIETROCOLA, M. (2004) A Imaginação Científica: Aspectos da Construção do Conhecimento na Perspectiva da Criação Subjetiva. In: **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**. Jaboticatubas, 2004.

GURGEL, I. e PIETROCOLA, M. (2003) Quem Matou o Calórico: Uma Investigação Epistemológica sobre o Término de um Modelo. In: **Atas II Congresso Luso-Brasileiro de História da Ciência**. Rio de Janeiro, 2003.

HADAMARD, J. (1945) Essai sur la Psychologie de l'Invention dans le Domaine Mathématique. Paris: Gauthier-Villars, 1959.

HALLIDAY, M.A.K. (2004) **The Language of Science**. Londres: Continuum, 2006.

HALLIDAY, M.A.K e MARTIN, J.R. (1993) **Writing Science: Literacy and Discursive Power**. Londres: University of Pittsburg Press, 1993.

HALLYN, F. (1987) La Structure Poétique Du Monde: Copernic, Kepler. Paris: Seuil, 1987.

\_\_\_\_\_. (2004) Les Structures Rhétoriques de la Science. Paris: Seuil, 2004.

HEDEGAARD, M. (1996) A Zona de Desenvolvimento Proximal como Base para o Ensino. In: DANIELS, H. (Org) **Uma Introdução à Vygotsky**. São Paulo: Loyola, 2002.

HEMPEL, C. G. Explicação Científica. In: **Filosofia da ciência**. MORGENBESSER, S. (org). São Paulo: Cultrix, 1979.

HENAO, B.L. e STIPCICH, M.S. (2008) Educación en Ciencias y argumentación: La Perspectivas de Toulmin como Posible Respuesta a las Demandas y Desafíos Contemporáneos para La Enseñanza de las Ciencias Experimentales. In: **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 7, n. 1, p. 47-62, 2009.

HESSE, M. (1970) **Models and Analogies in Science**. Indiana: University of Notre Dame Press, 1970.

HOLTON, G. (1996) **A Cultura Científica e seus Inimigos**. Lisboa: Gradiva, 1998

\_\_\_\_\_. (1979) **A Imaginação Científica**. Rio de Janeiro: Zahar, 1979.

HU, W. e ADEY, P. A. (2003) Scientific Creativity Test for Secondary School Students. In: **International Journal of Science Education**, vol.24, n.4, 2003.

ISLAS, S.M. et. al. (2009) La Argumentación en la Comunidad Científica y en la Formación de Profesores de Física. In: **Ciência & Educação**, vol. 15, n. 2, p. 291-304, 2009.

IZQUIERDO, M.; MÁRQUEZ, C.; GOUVÊA, G. (2006) La Función Retórica de las Narraciones Experimentales en los Libros de Ciencias. Presentación de una Pauta de Análisis. In: **Revista Brasileira de Pesquisa em Ensino de Ciências**, vol. 6, n. 2, p. 73-93, 2006.

JAIPAL, K. (2010) Meaning Making Through Multiple Modalities in a Biology Classroom: A Multimodal Semiotics Discourse Analysis. In: **Science & Education**, vol. 94, p. 48-72, 2010.

KEEVES, J. (1998) Methods and Processes in Research in Science Education. In: **International Handbook of Science Education**. Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 1998.

KELLY, G.J. (2007) Discourse in Science Classrooms. In: ABELL, S.K. e LEDERMAN, N.G. (Eds) **Handbook of Research on Science Education**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2007.

KLASSEN, S. (2009) The Construction and Analysis of a Science Story: A Proposed Methodology. In: **Science & Education**, n. 18, p. 401-423, 2009.

\_\_\_\_\_. (2010a) The Relation of Story Structure to a Model of Conceptual Change in Science Learning. In: **Science & Education**, n. 19, p. 305-317, 2010.

\_\_\_\_\_. (2010b) The Photoelectric Effect: Reconstructing the Story for the Physics Classroom. In: **Science & Education**, 2010.

KLEIN, R. G. e EDGAR, B. (2002) **O Despertar da Cultura**. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 2004

KLEIN, P. D. (2006) The Challenges of Scientific Literacy: From the Viewpoint of Second-Generation Cognitive Science. In: **International Journal of Science Education**, vol. 28, n. 2-3, p. 143-178, 2006.

KNIGHT, D. (2004) Trabalhando à Luz de Duas Culturas. In: ALFONSO-GOLDFARB, A.M. e BELTRAN, M.H.R. (Org) **Escrevendo a História da Ciência: Tendências, Propostas e Discussões Historiográficas**. São Paulo: EDUC e Editora Livraria da Física, 2004.

KOCH, I.G.V. (2002) **Argumentação e Linguagem**. São Paulo: Cortez Editora, 2009.

KOESTLER, A. (1959) **Os Sonâmbulos**. São Paulo: IBRASA, 1961.

KUHN, T. (1974) **A Estrutura das Revoluções Científicas**. São Paulo: Editora perspectiva, 1992.

LABURÚ, C. E. e CARVALHO, M. (2005) Educação Científica: Controvérsias Construtivistas e Pluralismo Metodológico. Londrina: EDUEL, 2005.

LABURÚ, C. E. e ARRUDA, S. M. (2002) Reflexões Críticas sobre as Estratégias Instrucionais Construtivistas na Educação Científica. In: **Revista Brasileira de Ensino de Física**, vol.24, n.4, 2002.

LABURÚ, C. E. et. al. (2001) Controvérsias Construtivistas. In: **Caderno Catarinense de Ensino de Física**, vol.18, n.2, 2001.

LABURÚ, C. E. e SILVA, M. R. (2000) Do Relativismo no Ensino de Física ao Objetivismo na Física. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, vol.5, n.2, 2000.

LAPLATINE, F. e TRINDADE, L. (1996) **O que é Imaginário**. São Paulo: Brasiliense, 2003.

LATOUR, B. e WOOLGAR, S. (1979) **A Vida de Laboratório**. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 1997.

LAUKENMANN, M. et.al. (2003) An Investigation of the influence of emotional factors on learning in physics education. In: **International Journal of Science Education**, vol.25, n.4, 2003.

LAWSON, A.E. (2000) How Do Humans Acquire Knowledge? And What Does That Imply About the Nature of Knowledge? In: **Science & Education**, vol. 9, p. 577-598, 2000.

LEBRUN, G. (1970) **Kant e o Fim da Metafísica**. São Paulo: Martins Fontes, 2002

LEDERMAN, N. (1992) Student's and Teacher's Conceptions of the Nature of Science: A Review of the Research. In: **Journal of Research in Science Teaching**, vol.29, n.4, 1992.

LEMKE, J.L. (1997) **Aprender a Hablar Ciencia: Lenguaje, aprendizaje y valores**. Barcelona: Paidós, 1997.

LOCATELLI, R. J. (2006) **Uma Análise do Raciocínio Utilizado pelos Alunos ao Resolverem os Problemas Propostos nas Atividades de Conhecimento Físico**. São Paulo: Dissertação de Mestrado USP, 2006.

LOCQUENEUX, R. (2008) **Ampère: Encyclopédiste et métaphysicien**. Paris: EDP, 2008.

LOMBARDI, G. e CABALLERO, C. (2007) Lenguaje Discurso en los Modelos Conceptuales Sobre Equilibrio Químico. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 12, n. 3, p. 383-412, 2007.

LÜDKE, M. e ANDRÉ, M. E. D. A. (1986) **Pesquisa em Educação: Abordagens Qualitativas**. São Paulo: EPU, 1986.

MACLACHLAN, J. (1997) **Galileu Galilei: O Primeiro Físico**. São Paulo, Cia das Letras, 2008

MAINGUENEAU, D. (1995) **Gêneses dos Discursos**. São Paulo: Parábola Editorial, 2008.

MARTINS, I. et al (2001) Rhetoric and Science Education. In: BEHRENDT, H. (EDS.) **Research in Science Education: Past, Present and Future**. Holanda: Kluwer Academic Publishers, 2001.



MARTINS, I. (2001) Explicações, Representações Visuais e Retórica na Sala de Aula de Ciências. In: MORTIMER, E.F. e SMOLKA, A.L.B. (Orgs) **Linguagem, Cultura e Cognição: Reflexões para o Ensino e a Sala de Aula**. Belo Horizonte: Editora Autêntica, 2001.

\_\_\_\_\_. (2006) Analisando Livros Didáticos na Perspectivas dos Estudos do Discurso: Compartilhando Reflexões e Sugerindo uma Agenda para a Pesquisa. In: **Pró-Proposições**, vol. 17, n. I (49), p. 117-136, 2006.

\_\_\_\_\_. (2006) Dados como Diálogo – Construindo Dados a partir de Registros de Observação de Interações Discursivas em Salas de Aulas de Ciências. In: SANTOS, F.M.T. e GRECA, I.M. (Orgs) **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil e suas Metodologias**. Ijuí: Editora Unijuí, 2006.

MARTINS, R.A. (1994) **O Universo: Teorias Sobre sua Origem e Evolução**. São Paulo: Editora Moderna, 1994.

\_\_\_\_\_. (2004) Ciência versus Historiografia: os Diferentes Níveis Discursivos nas Obras sobre História da Ciência. In: ALFONSO-GOLDFARB, A.M. e BELTRAN, M.H.R. (Org) **Escrevendo a História da Ciência: Tendências, Propostas e Discussões Historiográficas**. São Paulo: EDUC e Editora Livraria da Física, 2004.

\_\_\_\_\_. (2007) Quando o Objeto de Investigação é o Texto: uma Discussão sobre as Contribuições da Análise Crítica do Discurso e da Análise Multimodal como Referenciais para a Pesquisa sobre Livros Didáticos de Ciências.. In: NARDI, R. (Org) **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: Alguns Recortes**. São Paulo: Escrituras Editora, 2007.

MASSA, M. et. al. (2004) El Discurso como Mediador de la Educación Ambiental en una Clase de Ciencias Naturales: um Estudio de Caso. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 9, n.2, p. 177-197, 2004.

MATTHEWS, M. (2000) Construtivismo e o Ensino de Ciências: Uma Avaliação. In: **Cadernos Catarinense de Ensino de Física**, vol.17, n.3, 2000.

\_\_\_\_\_. (1994a) Science Teaching: The Role of History and Philosophy of Science. London: Rotuledge, 1994a.

\_\_\_\_\_. (1994b) Historia, Filosofía y Enseñanza de las Ciencias: La Aproximación Actual. In: **Enseñanza de las Ciências**, vol.12, n.2, 1994b.

\_\_\_\_\_. (2003) Conceptual Change: a Powerful Framework for Improving Science Teaching and Learning. In: **International Journal of Science Education**, vol. 25, n. 6, p. 671-688, 2003.

\_\_\_\_\_.(2007) Models in Science and in Science Education. In **Science & Education**, vol 16, n.7-8, 2007.

MAZZOTTI, A. J. e GEWANDSZNAJDER, F. (1998) O Método nas Ciências Naturais e Sociais: Pesquisa Quantitativa e Qualitativa. São Paulo: Ed. Pioneira, 1999

MERLEAU-PONTY, J. Einstein, (1993) **Einstein**. Lisboa: Instituto Piaget, 1993.

\_\_\_\_\_. (1974) Leçons Sur la Genèse des Théories Physics. Paris: Vrin, 1974.

METZ, D. et al (2007) Building a Foundation for the Use of Historical Narratives. In: **Science & Education**, n. 16, p. 313-334, 2007.

MICHINEL, J.L. e BURNHAM, T.F. (2007) A Socialização do Conhecimento Científico: um Estudo numa Perspectiva Discursiva. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 12, n. 3, p. 369-381, 2007.

MILLER, A. (2001) **Einstein, Picasso: Space, Time and the Beauty that Causes Havoc**. New York: Basics Books, 2001.

MILLER, A. (1996) **Insights of Genius**. New York: Springer, 1996.

MINICK, N. (1996) O Desenvolvimento de Pensamento de Vygotsky: uma Introdução a Thinking and Speech (Pensamento e Linguagem). In: DANIELS, H. (Org) **Uma Introdução à Vygotsky**. São Paulo: Loyola, 2002.

MONTEIRO, M.A.A. e TEIXEIRA, O.P.B. (2004) Uma Análise das Interações Dialógicas em Aulas de Ciências nas Séries Iniciais do Ensino Fundamental. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, vol.9, n.3, p. 243-263, 2004.

MONTEIRO, M.A.A. et. al. (2007) Caracterizando a Autoria no Discurso em Sala de Aula. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 12, n.2, p. 205-225, 2007.

MOREIRA, E. F. (2005) **Ensino por Investigação: Ensinando e Aprendendo Cultura da Ciência**. São Paulo: Dissertação de Mestrado FEUSP, 2005

MOREIRA, M. A. (1999) **Teorias de Aprendizagem**. São Paulo: EPU, 2004.

MOREIRA, M. A. e SILVEIRA, F. L. (1993) Instrumentos de Pesquisa em Ensino e Aprendizagem: A Entrevista Clínica e a Validação de Testes de Papel e Lápis. Porto Alegre: EDIPUCRS, 1993.

MORTIMER, E. F. (2000) **Linguagem e Formação de Conceitos no Ensino de Ciências**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2006

MORTIMER, E. F. e SCOTT, P. (2002) Atividade Discursiva nas Salas de Aula de Ciências: uma Ferramenta Sociocultural para Analisar e Planejar o Ensino. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 7, n. 3, p. 283-306, 2002.

MORTIMER, E. F. e SCOTT, P. (2003) **Meaning Making in Secondary Science Classrooms**. Mainhead: Open University Press, 2003.

MORTIMER, E.F. et. al. (2007) Uma Metodologia para Caracterizar os Gêneros de Discurso como Tipos de Estratégias Enunciativas nas Aulas de Ciências. In: NARDI, R. (Org) **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: Alguns Recortes**. São Paulo: Escrituras Editora, 2007.

NASCIMENTO, S.S. (2007) A Linguagem e a Investigação em Educação Científica: Uma Breve Apresentação. In: NARDI, R. (Org) **A Pesquisa em Ensino de Ciências no Brasil: Alguns Recortes**. São Paulo: Escrituras Editora, 2007.

NASCIMENTO, S.S. e VIEIRA, R.D. (2009) A Argumentação em Sala de Aula de Física: Limites e Possibilidades de Aplicação do Padrão de Toulmin. In: NASCIMENTO, S.S. e PLATIN, C. (Orgs) **Argumentação e Ensino de Ciências**. Curitiba: CRV, 2009.

NASCIMENTO, T. G. e MARTINS, I. (2005) O Texto de Genética no Livro Didático de Ciências: Uma Análise Retórica Crítica. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, vol.10, n.2, 2005.

NASCIMENTO, V. B. (2004) A Natureza do Conhecimento Científico e o Ensino de Ciências. In: CARVALHO, A. M. P..(org). Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática. São Paulo: Thomson, 2004.

NASCIMENTO, S.S. et. al. (2008) A Validação de Argumentos em Sala de Aula: um Exemplo a partir da Formação Inicial de Professores de Física. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, vol. 13, n.2, p. 169-185, 2008.

Nersessian, N. J. (2008) **Creating Scientific Concepts**. Cambridge: MIT Press, 2008

Nersessian, N. J. (2002) Maxwell and “the Method of Physical Analogy”: Model-based Reasoning, Generic Abstraction, and Conceptual Change. In: Malament, D. **Reading Natural Philosophy**. Chicago: Open Court, 2002.

NORRIS, S.P. et. al. (2005) A Theoretical Framework for Narrative Explanation in Science. In: **Science & Education**, vol. 89, p. 535-563, 2005.

OLIVEIRA, M.K. (1998) **Vygotsky: Aprendizado e Desenvolvimento**. São Paulo: Editora Scipione, 1998.

OSTERMANN, F. (1996) A Epistemologia de Kuhn. In: Cadernos **Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, vol 13, n.3, dez 1996.

OGBORN, J. (1997) Constructivist Metaphors of Learning Science. In: **Science & Education**, vol.6, n.3, 1997.

OGBORN, J. et al (1996) **Explaining Science in the Classroom**. Buckingham: Open University Press, 1996.

ORANGE-RAVACHOL, D. e TRIQUET, É. (2007) Sciences et Récits, des Rapports Problématiques. In: **Aster**, vol. 44, n. 133/134, 2007.

PASCAL, G. (1977) **Compreender Kant**. Petrópolis: Ed. Vozes, 2005

PATLAGEAN, E. (1993) A História do Imaginário. In: Le Goff, J.(org) **A História Nova**. São Paulo: Martins Fontes, 1993.

PATY, M. (2006) A Reflexividade da Ciência e o Brasil. In: Pietrocola, M. Freire Jr., O. (orgs) **Filosofia, Ciência e História**. São Paulo: Discurso Editorial, 2006.

\_\_\_\_\_. (2005a) Inteligibilidade Racional e Historicidade. In: **Estudos Avançados**, vol.19, n.54, 2005a

\_\_\_\_\_. (2005b) A Teoria da Relatividade de Einstein como Exemplo de Criação Científica. In: **Anais do III Encontro da Rede Paranaense de Pesquisa em História e Filosofia da Ciência**. Curitiba, 2005b.

\_\_\_\_\_. (2005c) A Ciência como Conhecimento em Movimento In: Anais do III Encontro da Rede Paranaense de Pesquisa em História e Filosofia da Ciência. Curitiba, 2005c.

\_\_\_\_\_. (2004) Nouveauté et Emergence dans la Quête des Fondements. In: **Principia**, 2004.

\_\_\_\_\_. (2003a) **La Physique du XX Siècle**. Les Ulis: EDP Sciences, 2003a

\_\_\_\_\_. (2003b) A Ciência e as Idas e Voltas do Pensamento Comum. In: **Scientiae Studia**, vol.1, n.1, 2003.

\_\_\_\_\_. (2002) Des Fondements vers l'avant. Sur la Rationalité des Mathématiques et des Sciences Formalisées. In: **Colloque International "Aperçus Philosophiques en Logique et en Mathématiques"**. Nancy, 2002.

\_\_\_\_\_. (2001a) A Criação Científica Segundo Poincaré e Einstein. In: **Estudos Avançados**, 15, n.41, São Paulo: EDUSP, 2001c.

\_\_\_\_\_. (2001b) Les concepts de la Physique: Contenus Rationnels et Construcions dans l'Histoire. In: **Principia**: Florianópolis, vol.5, n.1, 2001b

\_\_\_\_\_. (2001c) *Créer, Représenter, Comprendre: Création Artistique et Creación Científica*. In: Videira, A. A. P.(org) **A cultura da física: contribuições em homenagem a Amélia Império Hamburger**. São Paulo: Ed. Livraria da Física, 2001c.

\_\_\_\_\_. (2001d) *La Pensée Créatrice et la Relativité d'Einstein*. In: **Science et Avenir Hors-Série**, n.126, 2001d.

\_\_\_\_\_. (1999) *Les Trois Stades du Principe de Relativité*. In: **Revue des Questions Scientifiques**, n.170 (2), 1999.

\_\_\_\_\_. (1998) **D'Alembert**. São Paulo: Estação Liberdade, 2005.

\_\_\_\_\_. (1993) **Einstein Philosophe**. Paris: PUF, 1993.

\_\_\_\_\_. (1992) *La Dimension Philosophique du Travail Scientifique (Découverte e Interprétation)*. In: **Philosophique: Université de Besançon**, n.1, p.25-67, 1992.

\_\_\_\_\_. (1989) *Interprétation et Construction dans le Rapport des Mathématiques à la Physique*. In: **Fundamenta Scientiae**, vol.10, n.1, 1989

\_\_\_\_\_. (1988) **A Matéria Roubada**. São Paulo: EDUSP, 1995.

PAULA, H. e BORGES, A. (2004) *A Compreensão dos Estudantes sobre o Papel da Imaginação na Produção das Ciências*. In: **Atas do IX Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física**. Jaboticatubas, 2004.

PÊCHEUX, M. (1988) **Semântica e Discurso**. Campinas: Unicamp, 2009.

\_\_\_\_\_. (1988) **O Discurso: Estrutura ou Acontecimento**. Campinas: Pontes, 2006.

PENTEADO, W.N.A.(org) (1980) **Psicologia e ensino**. São Paulo: Papalivros, 1980.

PERA, M. (1991) **The Discourses of Science**. Chicago: The University of Chicago Press, 1994.

PEREIRA, A. et.al. (2009) *O Ensino de Física Quântica na Perspectiva Sociocultural: uma Análise de um Debate entre Futuros Professores Mediado por um Interferômetro*

Virtual de Mach-Zehnder. In: **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 8, n. 2, 2009

PESAVENTO, H. (2003) **História e História Cultural**. São Paulo: Iluminas, 2003.

PESSOA, W.R. e ALVES, J.M. (2008) Interações Discursivas em Aulas de Química sobre Conservação de Alimentos no 1º ano do Ensino Médio. In: **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 7, n. 1, 2008.

PIAGET (1970) **Epistemologia Genética**. São Paulo: Martins Fontes, 2004

PIETROCOLA, M. (2004) Curiosidade e Imaginação. In: CARVALHO, A. M. P..(org). **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática**. São Paulo: Thomson, 2004.

\_\_\_\_\_. (2003) A História e a Epistemologia no Ensino das Ciências: dos Processos aos Modelos de Realidade na Educação Científica. In: **A Ciência em Perspectiva**. Rio de Janeiro: MAST-SBHC, 2003.

\_\_\_\_\_. (2001) Construção e Realidade: O Papel do Conhecimento Físico no Entendimento do Mundo. In: PIETROCOLA, M.(org). **Ensino de Física – Conteúdo, Metodologia e Epistemologia numa Concepção Integradora**. Florianópolis: Editora da UFSC, 2001.

\_\_\_\_\_. (1999) Construção e Realidade: O Realismo Científico de Mario Bunge e o Ensino Através dos Modelos. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, vol.4., n.3, 1999.

PINHEIRO, T. (2003) Sentimento de Realidade, Afetividade e Cognição no Ensino de Ciências. Florianópolis: Tese de Doutorado UFSC, 2003.

PLASTINO, C. (1995) **Realismo e Anti-realismo Acerca da Ciência**. São Paulo: Tese de Doutorado, 1995.

POLLOCK, S.J. (2009) Longitudinal Study of Student Conceptual Understanding in Electricity and Magnetism. In: **Physical Review Special Topics – Physics Education Research**, vol. 5, 2009.

POSNER, G. J., STRIKE, K. A., HEWSON, P. W. e GERTZOG, W. A. (1982) An Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. In: **Science & Education**, vol.66, n.2, pp211, 1982.

POSNER, G. J. et. al. (1997). Acomodacion de un concepto científico: hacia una teoria del cambio conceptual. In: PÓRLAN, R.; GARCIA, J. E.; CAÑAL, P. (Orgs.). **Constructivismo Y Enseñanza de las ciencias**. Sevilla: Díada Editorial, 1997.

POZO, J. I. (2003) **Aquisição de Conhecimento**. São Paulo: Artmed, 2005.

\_\_\_\_\_. (1997) **A Revolução Bakhtiniana**. São Paulo: Editora Contexto, 2008.

PRAIA, J.F. (2002) Problema, Teoria e Observação: Para uma Reorientação Epistemológica da Educação em Ciência. In: **Ciência & Educação**, vol.8, n.1, 2002.

PRETI, D. (org) (1997) **O Discurso Oral Culto**. São Paulo: Humanitas, 1997.

QUEIROZ, G.P.P.C. e BARBOSA-LIMA, M.C.A. (2007) Conhecimento Científico, seu Ensino e Aprendizagem: Atualidade do Construtivismo. In: **Ciência & Educação**, vol. 13, n.3, p. 273-291, 2007.

RAMÓN, L.R. et. al. (2007) Podemos Cazar Rana? Calidad de los Argumentos de Alumnado de Primaria y Desempeño Cognitivo en el Estudio de una Charca. In: **Enseñanza de La Ciencias**, vol. 25, n.3, p. 309-324, 2007.

REBOUL, O. (1991) **Introduction à la Rhétorique**. Paris: Presses Universitaires de France, 1991.

REICHENBACH, H. (1938) Experience and Prediction. Chicago: **University of Chicago Press**, 1938.

REZENDE, F. e OSTERMANN, F. (2006) Interações Discursivas On-line sobre Epistemologia entre Professores de Física: uma Análise Pautada em Princípios do Referencial Sociocultural. In: **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 5, n.3, 2006.



REZENDE, F. e QUEIROZ, G.R.P.C. (2009) Apropriação Discursiva do Tema “Interdisciplinaridade” por Professores e Licenciandos em Fórum Eletrônico. In: **Ciência & Educação**, vol. 15, n.3, p. 459-478, 2009.

RIBEIRO, R.M.L.; MARTINS, I. (2007) O Potencial das Narrativas como Recurso para o Ensino de Ciências: uma Análise em Livros Didáticos de Física. In: **Ciência & Educação**. Rio de Janeiro, vol. 13, n. 3, p. 293-309, 2007.

ROBERTS, D. (2007) Scientific Literacy/Science Literacy. In: ABELL, S.K. e LEDERMAN, N.G. (Eds) **Handbook of Research on Science Education**. New Jersey: Lawrence Erlbaum Associates, 2007.

ROBILLOTA, M. (1988) O Cinza, o Preto e o Branco – Da Relevância da História da Ciência no Ensino de Física. In: **Cadernos Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, vol.5, número especial, 1988.

\_\_\_\_\_. (1985) **Construção e Realidade no Ensino de Física**. Monografia, São Paulo: IFUSP, 1985.

RODRÍGUEZ, F.P. (2007) Competencias Comunicativas, Aprendizaje y Enseñanza de las Ciencias Naturales: un Enfoque Lúdico. In: **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 6, n. 2, p. 275-298, 2007.

ROTH, W.M. (1953) **Language and Learning in Science Classrooms**. Maryland: Rowman & Littlefield Publishers, 2005.

SCHAFFER, S. (1994) Caracterizando a Descoberta. In: BODEN, M. **Dimensões da Criatividade**. Porto Alegre: Artmed, 1999.

SIQUEIRA, M. R. (2006) Do Visível ao Indivisível: Uma Proposta de Ensino de Física de Partículas Elementares para a Educação Básica. São Paulo: Dissertação de Mestrado IFUSP, 2006.

SILVA, C. C.(2007) The Role of Models and Analogies in the Electromagnetic Theory: a Historical Case Study In **Science & Education**, vol 16, n.7-8, 2007.

SILVA, H.C. (2006) Lendo Imagens na Educação Científica: construção e realidade. In: **Pró-Proposições**, vol.17, n. I (49), p. 71-83, 2006.

SILVA, H.C. (2006) O Dado Empírico de Linguagem na Perspectiva da Análise de Discurso Francesa: Um Exemplo Sobre as Relações Discursiva entre Ciência, Cotidiano e Leitura. In: **Ciência e Educação**, vol. 12, n. 3, p. 347-365, 2006.

SILVA, F. L. (2001-2002) A Liberdade de Imaginar. In: **Literatura e Sociedade**, n.6, p.240-253, 2001-2002.

SILVA, H. L. (1990) **A Imaginação em Kant e Husserl**. São Paulo: Tese de Doutorado-USP, 1990.

SIMON, S. et. al. (2006) Learning to Teach Argumentation: Research and Development in the Science Classroom. In: **International Journal of Science Education**, vol, 28, n. 2, p. 235-260, 2006.

SOARES, L.C. (1995) **O Novo Mundo ao Universo Heliocêntrico**. São Paulo: Hucitec, 1998.

STAM, R. (2000) **Bakhtin: da Teoria Literária à Cultura de Massa**. São Paulo: Editora Ática, 2000.

SUTTON, C. (1992) **Words, Science and Learning**. Buckingham: Open University Press, 1995.

\_\_\_\_\_. (1997) Ideas sobre la Ciencia e Ideas sobre el Lenguaje. In: **Alambique Didactica de las Ciencias Experimentales**, n.12, 1997.

\_\_\_\_\_. (1998) New Perspectives on Language in Science. In: FRASER, B.J. e TOBIN, K.G. (Eds) **International Handbook of Science Education**. Ingraterra: Kluwer Academic Publiser, 1998.

\_\_\_\_\_. (2003) Los Profesores de Ciencias como Profesores de Lenguaje. In: **Enseñaza da las Ciencias**. Vol.21, n.1. 2003.

TAILLE, Y. et. al. (1992) **Piaget, Vygotsky, Wallon: Teorias Psicogenéticas em Discussão**. São Paulo: Summus Editorial, 1992.

TEIXEIRA, L. (2001) *A Doutrina dos Modos de Percepção e o Conceito de Abstração na Filosofia de Espinosa*. São Paulo: Ed. UNESP, 2001

TERRAZZAN, E. A. (1992) A inserção da Física Moderna e Contemporânea no ensino de física na escola de 2 grau. In: **Cadernos Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, vol.9, n.3, 1992.

THOUARD, D. (2001) **Kant**. Rio de Janeiro: Estação Liberdade, 2004.

TODOROV, T (2003) **As Estruturas Narrativas**. São Paulo: Perspectiva, 2003.

\_\_\_\_\_. (1971) **Poética da Prosa**. São Paulo: Martins Fontes, 2003.

TRIQUET, É. (2007) Élaboration d'un Récit de Fiction et Questionnement Scientifique au Musée. In: **Auter**, n. 133/134, 2007.

VAL, M.G.C. (1991) **Redação e Textualidade**. São Paulo: Martins Fontes, 2006.

VEER, R.V.D. e VALSINER, J. (1991) **Vygotsky: Uma Síntese**. São Paulo: Edições Loyola, 2001.

VELLOSO, A.M.S. et. al. (2009) Argumentos Elaborados sobre o Tema “Corrosão” por Estudantes de um Curso Superior de Química. In: **Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias**, vol. 8, n.2, 2009.

VIDEIRA, A.A.P (2009) **As Descobertas Astronômicas de Galileu Galilei**. Rio de Janeiro: Vieira e Leite, 2009.

VIEIRA, R.D. e NASCIMENTO, S.S. (2009) Uma Visão Integrada dos Procedimentos Discursivos Didáticos de um Formador em Situações Argumentativas de Sala de Aula. In: **Ciência & Educação**, vol. 15, n.3, p. 443-457, 2009.

VIENNOT, L. (2008) *La Physique Dans La Culture Scientifique: Quelle Place Pour Le Raisonnement*. In: VIENNOT, L. (org) **Didactique, Épistémologie et Histoire des Sciences**. Paris: Presses Universitaires de France, 2008.

\_\_\_\_\_. (2003) Raisonement Commun en Physique: Relations Fonctionnelles, Chronologie et Causalité. In: Viennot, L. e Debru, C. **Enquêt sur le Concept de Causalité**. Paris: PUF, 2003.

VIGOTSKI, L.S. (1984) **A Formação Social da Mente**. São Paulo: Martins Fontes, 2009.

VILLANI A. M. et al. (1997) Filosofia da Ciência, História da Ciência e Psicanálise: Analogias para o Ensino de Ciências. In: **Cadernos Catarinense de Ensino de Física**. Florianópolis, vol 14, n.1, abr 1997.

VILLANI, A e BAROLLI, E. (2006) Teachers' discourses and Science Teaching. In: **Pro-Posições**, vol. 17, n. I (49), p. 155-176, 2006.

VILLANI, A. e CABRAL, T. (1997) Mudança Conceitual, Subjetividade e Psicanálise. In: **Investigações em Ensino de Ciências**, vol.2, n.1, 1997.

WESTFALL, R.S. (1971) **The Construction of Modern Science**. Nova Iorque: Cambridge University Press, 2005.

WERTSCH, J.V. e TULVISTE, P. (1996) L.S.Vygotsky e a Psicologia Evolutiva Contemporânea. In: DANIELS, H. (Org) **Uma Introdução à Vygotsky**. São Paulo: Loyola, 2002.

WHITE, R. (1998) Decisions and Problems in Reasearch on Metacognition. In: **International Handbook of Science Education**. Boston/London: Kluwer Academic Publishers, 1998.

YORE, L.D. et. al. (2003) Examining the Literacy Component of Science Literacy: 25 Years of Language Arts and Science Research. In: **International Journal of Science Education**, vol.25, n.6, 2003.

YORE, L.D. et. al. (2002) Scientists as Writers. In: **Science & Education**, vol. 86, p. 672-692, 2002.

YORE, L.D. e TREAGUST, D.F. (2006) Current Realities and Future Possibilities: Language and Science Literacy – Empowering Research and Informing Instruction. In: **International Journal of Science Education**, vol. 28, n. 2, p. 291-314, 2006.

ZANETIC, J. (1989) **Física Também é Cultura**. São Paulo: Tese de Doutorado. IFUSP, 1989.

\_\_\_\_\_. (2006) Física e Arte: uma Ponte entre Duas Culturas. In: **Pró-Posições**,

\_\_\_\_\_. (2009) Física Ainda é Cultura! In: MARTINS, A.F. (Org) **Física Ainda é Cultura?** São Paulo: Editora Livraria da Física, 2009.vol. 17, n. I (49), p. 39-57, 2006.

\_\_\_\_\_. (2005) Física e Cultura. In: **Ciência e Cultura Online**, vol. 57, n. 3, p. 21-24, 2005.

\_\_\_\_\_. (2006) Física e Literatura: Construindo uma Ponte entre as Duas Culturas. In: **História, Ciência, Saúde**, vol. 13 (suplemento), p. 55-70, 2006.

ZYLBERSTAJN, A. (1998) Resolução de Problemas: Uma Perspectiva Kuhniana, In: **Atas do VI EPEF (Encontro de Pesquisa em Ensino de Física)**, Florianópolis, Sociedade Brasileira de Física, 1998.