

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE CAMPINAS  
FACULDADE DE EDUCAÇÃO

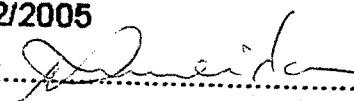
DISSERTAÇÃO DE MESTRADO

**Título A Leitura de textos originais de Faraday por alunos do Ensino Fundamental  
e Médio**

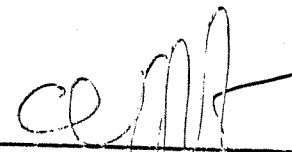
Autor: Anisabel da Glória Pachêco de Macêdo Montenegro  
Orientadora: Maria José P. M. de Almeida

Este exemplar corresponde à redação final da Dissertação  
defendida por Anisabel da Glória Pachêco de Macêdo Montenegro,  
e aprovada pela Comissão Julgadora.

Data: 25/02/2005

Assinatura: .....  
Orientadora

COMISSÃO JULGADORA:

  
\_\_\_\_\_  
Maria d. Cesaro  
\_\_\_\_\_  
  
\_\_\_\_\_

|            |                                     |
|------------|-------------------------------------|
| UNIDADE    | BC                                  |
| Nº CHAMADA | T/UNICAMP                           |
|            | m764L                               |
| V          | EX                                  |
| TOMBO BC/  | 65633                               |
| PROC.      | 16-86-05                            |
| C          | <input type="checkbox"/>            |
| D          | <input checked="" type="checkbox"/> |
| PREÇO      | 11,00                               |
| DATA       | 14-9-05                             |
| Nº CPD     |                                     |

bibId 364451

Ficha catalográfica elaborada pela biblioteca  
da Faculdade de Educação/UNICAMP

Montenegro, Anisabel da Glória Pachêco de Macêdo.  
M764L A leitura de textos originais de Faraday por alunos do ensino fundamental e médio – Campinas, SP: [s.n.] , 2005.

Orientadora : Maria José Pereira Monteiro de Almeida.  
Dissertação (mestrado) – Universidade Estadual de Campinas,  
Faculdade de Educação.

1. Faraday, Michael, 1791-1867. 2. Ciências. 3. Física.  
4. Textos. 5. Cientistas.  
I. Almeida, Maria José Pereira Monteiro de  
II. Universidade Estadual de Campinas. Faculdade de Educação.  
III. Título.

05-42BFE

**Keywords:** Faraday, Michael, 1791-1867; Science; Physics; original texts; scientists

**Área de concentração:** Ensino, Avaliação e Formação de Professores

**Título:** Mestrado em Educação.

**Banca examinadora:** Profa. Dra. Deise' Miranda Viana  
Profa. Dra. Lucilla Cescatto  
Profa. Dra. Ana Lúcia Guedes-Pinto

**Data da defesa:** 25/02/2005

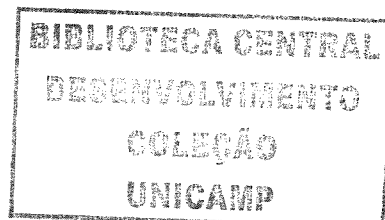
## UM AGRADECIMENTO ESPECIAL

À Zezinha

todo o meu carinho e agradecimento

por sua paciência e compreensão

durante a elaboração deste trabalho.





## DEDICO E AGRADEÇO

Aos meus pais que me educaram e que permitiram ser o que hoje sou.

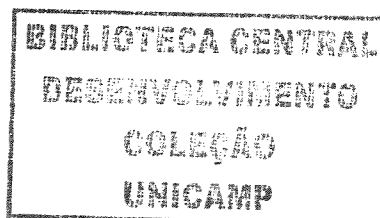
Por seu amor e dedicação,  
por suas histórias de vida que me servem de exemplo e  
motivação em todos os momentos de minha vida.

Ao meu marido que me acompanhou  
e acompanha em todos os momentos,  
que se fez presente nas ocasiões que mais precisei  
e cujo apoio, dedicação e amor tornaram possível  
a realização deste trabalho.

Aos meus filhos  
Que tem sido  
a inspiração de minha vida !!!

E a Deus,  
que se faz presente em todo  
o meu caminhar !!!

**AMO VOCÊS!!!**





## RESUMO

Partindo da suposição de que a mediação através de textos históricos pode introduzir novas formas de entender o mundo e criar perspectivas de questionamento sobre o desenvolvimento da ciência e dos modos de trabalhar do cientista, desenvolvi uma unidade de ensino pautada em textos originais de Michael Faraday sobre indução Eletromagnética e analisei o funcionamento desta unidade com estudantes do ensino Fundamental e Médio.

Tendo como suporte teórico a Análise de Discurso da Linha Francesa, busquei analisar as noções sobre ciência e cientista presentes nos discursos dos alunos antes e depois do desenvolvimento da unidade de ensino.

## ABSTRACT

Considering that original texts can introduce new ways of understanding the world and produce questions about science development and scientist working, I made a teaching unit based in original texts of Michael Faraday about electromagnetic induction and analysed the working unit with students.

Having discourse analysis like theoretical base, I tried to analyse the science and scientist notions in students speeches before and after teaching unit developing.

200520572



# SUMÁRIO

|                                                                              |    |
|------------------------------------------------------------------------------|----|
| 1. INTRODUÇÃO.....                                                           | 01 |
| 2. OBJETIVOS E QUESTÕES DE ESTUDO.....                                       | 09 |
| 3. FARADAY E A INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA.....                                  | 11 |
| 4. ANÁLISE DE DISCURSO COMO SUPORTE TEÓRICO.....                             | 15 |
| 5. HISTÓRIA DA CIÊNCIA, LEITURA E ATIVIDADE PRÁTICA NO ENSINO.....           | 21 |
| 6. AS UNIDADES DE ENSINO E OS PROCEDIMENTOS DE COLETA DE<br>INFORMAÇÕES..... | 33 |
| 7. O DESENVOLVIMENTO E O FUNCIONAMENTO DAS UNIDADES DE<br>ENSINO.....        | 43 |
| 7.1 QUARTA SÉRIE DO ENSINO FUNDAMENTAL.....                                  | 43 |
| 7.1.1 CARACTERIZAÇÃO DA CLASSE                                               |    |
| 7.1.2 A ANÁLISE DO FUNCIONAMENTO DA UNIDADE DE ENSINO                        |    |
| 7.2 TERCEIRA SÉRIE DO ENSINO MÉDIO.....                                      | 56 |
| 7.2.1 CARACTERIZAÇÃO DA CLASSE                                               |    |
| 7.2.2 A ANÁLISE DO FUNCIONAMENTO DA UNIDADE DE ENSINO                        |    |
| 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....                                                 | 71 |
| 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....                                           | 75 |
| 10 BIBLIOGRAFIA DA UNIDADE DE ENSINO.....                                    | 81 |
| 11 BIBLIOGRAFIA CONSULTADA.....                                              | 83 |
| 12. ANEXOS                                                                   |    |
| Anexo I.....                                                                 | 85 |
| Anexo II.....                                                                | 91 |
| Anexo III.....                                                               | 95 |
| Anexo IV.....                                                                | 97 |



# I. INTRODUÇÃO

Vivemos hoje, nós que nos dedicamos à educação, qual Édipos diante da Esfinge. Ou deciframos o enigma que o monstro nos coloca ou somos devorados por ele. No processo educativo, ser devorado pela Esfinge é passar a fazer parte do sistema educacional vigente, tornar-se mais uma engrenagem dessa máquina social, reproduzindo-a a todo instante em nossos fazeres cotidianos. A condição de não ser mais uma engrenagem é sermos capazes de decifrar os enigmas que a crise na educação nos apresenta, conseguindo superar esse momento de rupturas.

Os enigmas não são poucos; a crise na educação é multifacetada. Um dos seus aspectos diz respeito ao próprio conceito de educação e a escola se organiza para materializá-lo: a função da escola em nossos dias é instruir, ou seja, transmitir conhecimentos? Ou é educar, isto é, formar integralmente uma pessoa. (GALLO, 1999, p.15)

Ensinar implica em considerar a interferência de inúmeros fatores no processo de ensino, sendo que muitos deles nem sempre são controláveis. Tais fatores influenciam na seleção e organização do conteúdo por parte do professor, tendo em vista a mediação de determinado conhecimento ao aluno. E a aprendizagem que irá ocorrer certamente dependerá, dentre muitos outros fatores, da sua história de vida e das relações estabelecidas entre ele o professor.

No que se refere à história de vida, julgo necessário considerar que, se pensarmos a construção do conhecimento como uma teia onde a cada dia se tecem novos fios, devemos admitir que desde os primeiros anos de vida temos contato com uma cultura impregnada pela ciência, seja através dos diferentes meios de divulgação como a televisão e o rádio, seja no início dos anos escolares quando nos são colocadas as primeiras questões sobre a natureza.

No entanto, nosso interesse por questões de natureza científica nem sempre é incentivado. Veja-se, por exemplo, o seguinte depoimento contido no seguinte texto:

Cresci vendo a ciência roubar as noites de sono, os dias de passeios, a diversão da família, e acontecendo num laboratório pequeno e magnífico com válvulas ofuscantes que muito nos divertiam quando

ganhavam um novo ponto de prata (...). Todos os momentos em que os fenômenos pareciam-se com mágicas dos meus anjinhos, meu pai os explicava com as leis da física e da ciência (...)."

(...) Fui para a escola em busca da ciência a que meus pais diziam explicar tudo e que fomentava novas descobertas.

Em 1989, aluna da 4.<sup>a</sup> série do ensino fundamental, numa instituição "privada", o ensino de ciências apareceu como um receituário para cientista-mirim, encantavam-me as experiências, mesmo sem saber para que ou por que estava fazendo. (PEDRISA, 2001, p.09)

Observando o dia-a-dia de seu pai, esta criança começou a construir uma concepção de ciência como algo curioso e divertido, que instigava novas descobertas. Mesmo antes do ensino formal, ela já havia construído uma representação de ciência, representação esta que passa a se modificar no momento em que a ciência começa a se apresentar como um receituário com uma série de passos a serem seguidos. Um ensino que para ela não teve significado, ao qual não conferiu sentidos, a ponto de esta mesma criança, quando adulta, dizer: "não me recordo da conclusão de nenhum destes trabalhos, nem sequer do que escrevia além dos passos seguidos na experiência" (p. 10).

Relatos como este, e que nos são comuns, nos fazem refletir a respeito do que é o ensino e de como a ciência é apresentada aos alunos. Será que são representações como esta que desejamos ajudá-los a construir?

Avançando um pouco mais na vida escolar não é difícil constatar que, para muitos, os cientistas são vistos como pessoas que possuem uma capacidade intelectual muito acima da média e que a ciência é vista como um estudo muito complexo, destinado apenas aos que pretendem se profissionalizar como cientistas.

Não é difícil constatar que muitos estudantes acreditam que a ciência só pode ser produzida, e mesmo compreendida, por pessoas que nascem com capacidades especiais, que ela é sempre benéfica e dona de verdades inquestionáveis ou, por outro lado, responsável por todas as mazelas da sociedade.

Pensando desse modo, os alunos posicionam-se de maneira acrítica e julgam que a eles cabe apenas cumprir tarefas escolares sem maior interesse.

Certamente, o ensino da ciência como um produto acabado (VIANNA, 1996, p. 98 e 99) tem contribuído em nossas escolas para esse tipo de posicionamento, no qual o conhecimento científico é visto como algo passível de mera transmissão e não como algo a ser elaborado.

Não ser alertado para o caráter dinâmico do conhecimento científico pode frustrar o aluno em relação à ciência e fazê-lo considerar-se incapaz de pensá-la e assumi-la enquanto forma legítima de encarar o mundo.(CASTRO E CARVALHO, 1992, p.235)

Numa outra perspectiva, o ensino da ciência pode servir para que os estudantes passem a pensá-la criticamente. As leis da ciência, como as que orientam as relações humanas, não são imutáveis e intrinsecamente verdadeiras. As verdades que elas subentendem são históricas, construídas em condições sociais determinadas. Uma das tarefas da escola seria possibilitar aos estudantes a compreensão das rupturas por que tem passado a ciência, as quais têm contribuído para as diferentes perspectivas com que têm sido interpretados os fenômenos da natureza.

Considero que contribuir para a construção, pelos estudantes, de uma representação de ciência como a comentada no último parágrafo, é tão relevante quanto trabalhar o que no âmbito escolar costuma ser considerado o conteúdo propriamente dito.

Baseando-me no que disse anteriormente, elaborei um trabalho que buscou compreender discursos de estudantes sobre ciência e sobre cientistas, produzidos a partir de uma unidade cujo foco principal é a leitura de trechos de textos originais de Michael Faraday sobre indução eletromagnética. Unidade esta, colocada a funcionar em aulas de Física, em classes de dois níveis de ensino, e para cuja análise do funcionamento focalizei as condições de produção dos sentidos produzidos pelos estudantes.

A escolha do tema, além da relevância do desenvolvimento da ciência física, está no fato de ser um conhecimento muito bem descrito por Faraday em seu diário, no qual pode ser lido passo a passo o desenvolvimento de suas análises, e no qual são mostrados seus erros e acertos. Através da narrativa do autor é possível observar o caráter humano do cientista e as condições de produção em que ocorreu o desenvolvimento do conceito de indução eletromagnética, assim aproximando os estudantes do processo de desenvolvimento deste conceito.

Além disso, este tema é de grande importância para o desenvolvimento de tecnologias e artefatos atuais, estando, de alguma maneira, subentendido o uso da indução eletromagnética no cotidiano de todos nós.

Também, apesar de sua importância para o desenvolvimento social, cultural, histórico e econômico de nossa sociedade atual e de produtos técnicos, tais como o motor elétrico e a própria geração de energia, a indução não vem, muitas vezes, sendo trabalhada na escola, mesmo estando presente no índice de conteúdos a serem trabalhados no Ensino Médio, como me foi dito por alguns professores no decorrer da pesquisa.

Outras vezes, estuda-se e utiliza-se o conhecimento decorrente do desenvolvimento do estudo da Indução não se considerando as condições de produção de tal conhecimento e mantendo o aluno distante do processo de desenvolvimento do conhecimento científico.

Como nos diz Silva (2002):

... a ênfase nos resultados do conhecimento científico que tem caracterizado as abordagens dos conteúdos de ciência, configura outro silenciamento na cultura escolar, o que apaga as condições de produção do conhecimento científico.

A produção da ciência e da tecnologia faz parte da produção da sociedade, de suas contradições, diferenças, heterogeneidades, de modo que ela intervém e participa da constituição da nossa cotidianidade, das condições materiais e simbólicas em que vivemos. (p.3)

Se hoje usamos computadores, temos luz elétrica, automóveis e utilizamos diversos motores elétricos, enfim, se hoje nossas vidas se movimentam com a energia elétrica, devemos isto ao desenvolvimento das pesquisas em torno da eletricidade.

Na realidade, a Indução eletromagnética encontra-se na base do funcionamento de nossas usinas hidrelétricas, na base da geração de energia que move nossas vidas atualmente. No entanto, algo tão presente no cotidiano acaba tendo seu conceito não visto e não entendido. E quando é trabalhado na escola, trata-se apenas de fórmulas e exercícios, já que em nossa cultura escolar é dada mais ênfase aos resultados e utilizações de um determinado conhecimento do que ao próprio desenvolvimento deste.

Isto, em parte, possibilita a criação da imagem da ciência como algo distante e de difícil acesso a pessoas “comuns”, conseqüentemente cria-se um mito que tem os cientistas como pessoas extremamente especiais, dotadas de capacidade intelectual totalmente diferenciada da dos demais. E quando me refiro à capacidade intelectual, não falo de estudo ou cultura científica maiores, mas sim de uma capacidade genial que lhes permitiria desenvolver, por “passes de mágica”, certos atributos inacessíveis aos demais.

Este mito acaba por afastar os alunos do estudo da ciência, em especial da Física, que se coloca para eles como uma ciência cujo estudo é muito difícil, extremamente complicado e até inacessível. Uma ciência que parece requerer um grau de inteligência que eles não possuem e que faz, na escola, com que decorem fórmulas e as apliquem de forma mecânica na resolução de exercícios.

Não que não utilizemos fórmulas e cálculos no desenvolvimento da Física, mas temos que desmitificar a representação de que falei no parágrafo anterior, mostrando que as fórmulas são uma linguagem que permite desenvolver conceitos físicos. E como nos diz Robillota (1997)

No ensino é importante estabelecer o papel da matemática, o papel dos símbolos. E esse papel, embora pareça redundante mencionar, é o de simbolizar algo.

... a matemática, que é a linguagem da Física, aponta para uma realidade metafísica, que é muito bonita e interessante. (p.44)

Também, em Almeida (2004a), temos uma análise minuciosa do papel da linguagem matemática na ciência, através de textos de cientistas, ratificando a concepção desta como tendo papel fundamental na construção da Física.

E, como afirmam Einstein e Infeld (1988) no livro *Evolução da Física*: “[...] a matemática fornece um atalho e possibilita a descrição precisa do movimento com muito menos tinta do que usamos para escrever uma sentença” (p. 35).

Mas como fazer para que os estudantes percebam a linguagem matemática como a linguagem da ciência física? Como reaproximar o estudo da Física dos estudantes atuais e fazê-los perceber que esta possui um alto grau de complexidade, mas que pode ser estudada e entendida, e mais, que através de seu estudo podemos perceber, questionar e nos tornar mais críticos com relação ao mundo em que vivemos, a partir do momento em que começamos a

conhecer e entender um pouco mais o desenvolvimento científico e tecnológico que movimenta nossas vidas atualmente?

Como poderíamos, na escola, analisar os conceitos de Física levando em consideração o contexto histórico, analisando as condições de produção do desenvolvimento de determinados conceitos e não simplesmente estudando o conhecimento “pronto” e suas utilizações? Que representações poderiam ser construídas em sala de aula se levássemos em consideração uma abordagem de ensino que considera a história da ciência e dos cientistas?

Talvez uma abordagem histórica da ciência pudesse ser um caminho a ser estudado, contudo devemos ter alguns cuidados como nos alerta Oswaldo Pessoa Jr. (1996) ao dizer que algumas questões devem ser pensadas antes de se fazer uso da história da ciência no ensino. Dentre elas, qual é o objetivo do curso a ser dado e qual concepção de ensino de ciências que se tem. Além disso, qual o nível do aluno, quanta ênfase deve ser dada à história da ciência e, principalmente, que abordagem será utilizada.

Observando tais questões, principalmente a última, poderíamos pensar numa história social da ciência como desenvolvida por J. Bernal (1976) e trabalharíamos, então, como era a sociedade na época, quais eram as necessidades tecnológicas, de que forma a política e a economia influenciaram no caminho do desenvolvimento científico em determinado momento. Ou contrapondo-se a esta abordagem, poderíamos trabalhar uma história que analisasse a técnica e a evolução do conhecimento, desvinculada dos fatores políticos e sociais da época. Ainda, poderíamos reconstruir a história da ciência a partir de teorias de dinâmica científica. Ou seja, descreveríamos episódios da história da ciência usando-se modelos baseados, por exemplo, na noção de paradigma de Thomas Kuhn (1974).

Nesta pesquisa considero os alunos como indivíduos inseridos em contextos diferenciados, conforme o grupo cultural a que pertencem, possuindo linguagens próprias e leituras diferenciadas que geram condições de produção que devemos considerar. E, como nos aponta Oliveira (2001), durante o período escolar a leitura e a escrita são ações mecânicas que, se modificadas, poderiam proporcionar um instrumento para, entre outros saberes, se atingir uma representação científica do Universo.

Resolvi, então, adotar uma linha de pesquisa que associa uma abordagem histórica que leva em consideração a dinâmica política, econômica e social ao discurso proferido pelos

indivíduos, por considerar que ela propiciaria uma análise dos discursos dos alunos sobre ciência, considerando as condições citadas anteriormente e estimulando a leitura e a escrita.

A linguagem utilizada por alguns cientistas, por vezes muito matematizada, pode constituir um obstáculo à leitura de originais pelos estudantes. Contudo, muitos são acessíveis e possibilitam uma reflexão sobre o desenvolvimento da ciência e análise do conhecimento em construção, o que facilita a formação de um espírito científico, como podemos observar no texto de James Clerck Maxwell que se encontra em seu Tratado em Eletricidade e Magnetismo publicado em 1873.

O método de Ampère, contudo, embora formalizado numa forma indutiva, não nos permite traçar a formação das idéias que o orientaram. Dificilmente podemos acreditar que Ampère realmente descobriu a lei da ação da maneira como a descreve. Somos levados a suspeitar, o que na verdade nos diz ele próprio, que descobriu a lei por algum processo que não tinha nos mostrado, e que quando posteriormente construiu uma demonstração perfeita removeu todos os traços da plataforma com a qual a havia feito crescer.

Faraday, por outro lado, mostra-nos seus experimentos mal sucedidos tanto quanto os bem sucedidos, e suas idéias triviais tanto quanto as desenvolvidas, e o leitor apesar de inferior a ele no poder de intuição, sente simpatia mesmo mais que admiração, e é tentado a acreditar que se tivesse oportunidade também seria um descobridor. Conseqüentemente, todo estudante deveria ler as pesquisas de Ampère como um exemplo esplendido de estilo científico na apresentação de uma descoberta, mas também deveria estudar Faraday para formação de um espírito, por meio da ação e reação que ocorrerá entre os fatos recentemente descobertos como apresentados a ele por Faraday e as idéias começando a crescer na sua própria cabeça. (MAXWELL apud ALMEIDA, 2004a, p. 102)

Além disso, a utilização de determinados recursos e o desenvolvimento de algumas práticas influem na produção ou reprodução de determinados sentidos em sala de aula, assim como as abordagens que adotamos acabam influenciando na circulação de sentidos. A mediação

pedagógica, em especial a do professor, é fundamental neste processo. E como coloca Silva (2002):

O contexto escolar possui sua história e isso deve ser levado em consideração na organização das abordagens, como sendo constitutivo da produção de sentidos. As práticas escolares que envolvem o uso de determinados recursos na produção de determinados sentidos possuem suas próprias memórias, que podem (e precisam) não apenas serem pressupostas como também trabalhadas, senão transformadas. (p.3)

Analisar os discursos produzidos e suas formas de produção constitui um modo de leitura que necessita de um determinado dispositivo teórico e analítico de interpretação e a consideração de algumas questões.

Assumindo que o incentivo à leitura e à escrita pode melhorar a qualidade do aprendizado, que sentidos são produzidos ou reproduzidos no momento escolar e só cabe analisá-los quando dentro de um processo que considera a cultura e que todo sentido tem sua história, adotei como ponto de vista teórico a Análise de Discurso de linha francesa, originada por Michel Pêcheux, principalmente como foi desenvolvida e divulgada no Brasil por Eni Orlandi.

Os discursos que analiso neste trabalho foram selecionados de verbalizações e textos escritos durante aulas que constituíram uma unidade de ensino sobre Indução Eletromagnética. Estas aulas buscaram uma abordagem que considerasse o contexto histórico de produção do conhecimento a partir de textos originais do próprio cientista e possibilitasse uma aproximação do aluno com o desenvolvimento de discussões e trabalho prático. A unidade constitui-se de quatro momentos básicos e correlacionados: a participação dos estudantes com a professora-pesquisadora pedindo que escrevessem, ouvindo e mediando a explicação de suas concepções sobre o que seria estudado; a contextualização histórica com a leitura de trechos de textos originais de Faraday, o que facilitou inserir os alunos no contexto do desenvolvimento do conceito de indução e os aproximou da linguagem de um cientista; a prática experimental com a observação e análise do fenômeno de Indução Eletromagnética, e a confecção de uma carta, objetivando a obtenção de uma síntese elaborada pelos estudantes tendo em vista compreender seus discursos sobre a ciência e os cientistas, ao final do trabalho.

## 2. OBJETIVO E QUESTÃO DE ESTUDO

Parti da suposição de que a mediação através de textos históricos pode introduzir novas formas de entender o mundo e criar perspectivas de questionamento sobre o desenvolvimento da ciência e dos modos de trabalhar do cientista. Admiti que a leitura de originais de cientistas, por permitir o contato com modos de trabalho e com dificuldades pessoais na construção da ciência em determinados momentos da história, pode contribuir para o entendimento de elementos da produção científica. Além disso, também admiti que o estudo do desenvolvimento dos conhecimentos sobre energia permeia o estudo do nosso próprio desenvolvimento socioeconômico e cultural.

Dessa forma, considere que trabalhar o desenvolvimento da ciência e o discurso dos cientistas possibilitaria não só uma maior participação de estudantes do ensino básico, como também poderia caracterizar a constituição de novos sentidos sobre a ciência e sobre aqueles que estão envolvidos no seu desenvolvimento. Portanto, compreender como esses sentidos foram produzidos foi o objetivo deste trabalho.

Assim, numa cultura na qual, aparentemente, grande parte dos estudantes não possui hábito de leitura como modo de aquisição de informações sobre a ciência, e na qual a atividade prática nem sempre é realizada em aulas de ciências, além de que muitos consideram que o estudo da física é algo que exige «genialidade», busco responder à seguinte questão:

*Como uma unidade de ensino envolvendo leitura de textos de cientista e atividade prática, com a mediação do professor, pode provocar deslocamentos, principalmente nas representações de ciência e cientista, em estudantes de diferentes séries do ensino básico.*



### 3. FARADAY E A INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Michael Faraday era filho de um ferreiro inglês e segundo ele conta: “A minha educação foi uma das mais vulgares, consistindo em pouco mais que os rudimentos de leitura, escrita e aritmética, dados numa escola pública. Fora da escola passava as horas em casa ou na rua.”<sup>1</sup>

Graças ao seu empenho e curiosidade, Faraday conseguiu, nos anos em que trabalhou com Davy (ilustre químico da época), desenvolver grandes teorias, principalmente na química e na física. Assim, temos que sua história não é um ponto comum na história dos cientistas e podemos dizer que Faraday foi um grande mestre e um ponto de destaque na física. Sendo que uma das suas mais importantes contribuições para a ciência física foi o desenvolvimento analítico da indução eletromagnética, que tornou-se um marco no desenvolvimento tanto da física quanto da sociedade.

Antes que a interação entre a eletricidade e o magnetismo pudesse ser compreendida era preciso dar um passo decisivo. Já se havia mostrado que as correntes elétricas produziam magnetismo; faltava ainda mostrar como é que o magnetismo produzia correntes elétricas. Esta descoberta, embora só ocorresse uns dez anos mais tarde, foi o resultado de uma investigação deliberadamente planejada por Faraday. Em 1831, no seu quadragésimo ano, e livre já das restrições que Davy punha ao seu trabalho, Faraday demonstrou que a relação entre o magnetismo e a eletricidade era dinâmica e não estática – que um magneto tinha de ser movido para mais perto de um condutor elétrico para que surgisse uma corrente. Esta observação absolutamente crucial mostrava não só que o magnetismo equivalia à eletricidade em movimento, mas também, inversamente, que a eletricidade era magnetismo em movimento. Assim, ambas as séries de fenômenos só podiam ser discutidas no âmbito de um novo tópico, o *eletromagnetismo*.

A descoberta de Faraday tinha também uma importância prática muito grande, pois queria dizer que era possível gerar correntes elétricas por meio de ações mecânicas e, reciprocamente, que era possível acionar máquinas por meio de correntes elétricas. Em essência, toda a indústria elétrica pesada estava já na descoberta de Faraday, mas foram necessários quase cinquenta anos completos para se explorarem devidamente todas as suas vantagens. O próprio Faraday tinha pouca inclinação para procurar dar à sua descoberta aplicações práticas. Faraday conhecia

---

<sup>1</sup> PROJECTO DE FÍSICA. Unidade 4 - Luz e eletromagnetismo. Fundação Calouste Gulbenkian. 1985.

bastante, por experiência, o mundo dos negócios e do governo, para poder calcular o tempo e o esforço necessários para levar qualquer das suas idéias à fase de exploração prática, e sentiu que podia utilizar melhor o seu tempo.

Estava interessado, como mostram os seus apontamentos, num projeto de longo alcance: descobrir as conexões entre todas as «forças» conhecidas da física do seu tempo - eletricidade, magnetismo, calor e luz - e, por meio de uma série de experiências muito engenhosas, pôde realmente estabelecer as ligações entre cada uma delas e descobrir muitos outros efeitos cuja maior elucidação teria de esperar até aos nossos dias.

A eletricidade teve um papel vital na revolução das comunicações de meados do século XIX. A possibilidade de gerar eletricidade por meio da força mecânica e do seu uso para a transmissão da energia tornaram-se evidentes depois de Faraday ter descoberto a indução eletromagnética e de ter demonstrado, em 1831, o dínamo elétrico. As razões dessas descobertas não serem utilizadas durante cinquenta anos foram muito mais econômicas que técnicas. A indústria de meados do século XIX era acionada por unidades motoras relativamente grandes e concentradas – máquinas a vapor estacionárias, nas fábricas, locomotivas ou motores navais, na tração. A única maneira de transmitir energia a grandes distâncias era pelo embarque de carvão. Mais tarde, a mecanização crescente das indústrias menores iria requerer unidades motrizes menores que aquelas que o vapor podia economicamente oferecer. A primeira solução encontrada foi o motor a gás, o primeiro motor de combustão interna de uso prático, precursor dos motores a petróleo e a gasolina que iriam revolucionar os transportes do século XX.

O motor elétrico iria revelar-se uma forma muito mais satisfatória e flexível de prover à necessidade industrial de pequenas unidades motrizes. O seu grande valor, contudo, dependia da disponibilidade de uma rede de fornecimento de energia elétrica extensa e generalizada, e esta só poderia vir a conseguir-se mercê de uma necessidade muito mais generalizada que a da procura industrial. Esta necessidade iria derivar da evolução dos serviços domésticos. À medida que o século ia avançando, iam sendo instaladas extensas redes de distribuição de água e de gás e, mais tarde, de telégrafos e telefones. Seria um empreendedor dos telégrafos, Thomas Alva Edison (1847-1931), que iria saltar à frente de todos os seus concorrentes e abrir o caminho a mais uma extensão desses serviços - a lâmpada elétrica

Uma vez que era preciso *produzir e distribuir* a eletricidade para fins de iluminação, tornou-se possível usá-la como *energia motriz*, e uma nova forma, universal e barata, de distribuir energia, ficava à disposição da indústria e dos transportes - embora isso não viesse a tornar-se inteiramente eficaz senão no século XX. Estes desenvolvimentos criaram uma grande indústria elétrica que, em contraste com outras indústrias, era monopolista e científica desde a primeira hora. Relacionava-se com outros monopólios crescentes nas indústrias mecânicas pesadas e nos monopólios dos telégrafos e dos telefones. Para a ciência tinha ainda outra grande importância: criava o laboratório de investigação industrial.



## 4. ANÁLISE DE DISCURSO COMO SUPORTE TEÓRICO

... a linguagem, como a percepção e a imaginação, pode comprazer-se no já dado, já dito e já pensado, no instituído e estabelecido, ficando escrava dos preconceitos e das ideologias, pois, como disse Platão, ela pode ser remédio, veneno e máscara. Pode bloquear nosso conhecimento e pode produzir desconhecimento (mentira, desinformação). É, assim, nosso meio de acesso ao mundo, aos outros e à verdade, mas também o instrumento do engano, do falso e da mentira.

... a linguagem cria, interpreta e decifra significações, podendo fazê-lo logicamente, magicamente ou conceitualmente. (CHAUÍ, p.136-157)

Em meu trabalho considero o texto escrito como um dos principais meios para mediação em sala de aula, e esta não pode ser desvinculada de outras mediações que ali ocorrem, nem das histórias de seus leitores. Isto, por sua vez, implica em explicitar como o texto organiza os gestos de interpretação que relacionam sujeito e sentido.

O aporte da noção de condições de produção, como entendida na análise de discurso da linha francesa, tem possibilitado pensar aspectos da organização escolar e suas mediações, permitindo a análise de como os textos funcionam na construção de discursos relativos à ciência. Um aspecto de destaque é a possibilidade que o texto fornece de facilitar a voz dos alunos, estabelecendo-os como produtores de sentidos.

Na Análise de discurso da linha francesa procura-se compreender o que está sendo dito, atribuindo-lhe sentido, enquanto trabalho simbólico, considerando os aspectos sociais e históricos inerentes ao homem e à sua história. Ela concebe a linguagem como mediação necessária entre o homem e a realidade natural e social. A mediação, ou efeito de sentidos entre locutores, que é o discurso, torna possível tanto a permanência e continuidade quanto o deslocamento e a transformação do homem e da realidade em que ele vive.

Esse aporte teórico relaciona a linguagem à sua exterioridade, considerando o homem na sua história, pensando os processos e as condições de produção da linguagem, pela análise da relação estabelecida pela língua com os sujeitos que a falam e as situações em que se produz o que é dito. Na análise de discurso a linguagem e a ideologia estão profundamente relacionadas.

Não podemos separar nem o discurso do sujeito, nem o sujeito da ideologia: o indivíduo se faz sujeito pela ideologia .

Assim, segundo Eni Orlandi (2002), a análise de discurso visa à compreensão de como um objeto simbólico produz sentidos, como ele está investido de significância para e por sujeitos. Essa compreensão, por sua vez, implica em explicitar como o texto organiza os gestos de interpretação que relacionam sujeito e sentido. Produzem-se, assim, novas formas de leitura.

O texto é um objeto histórico. Histórico aí não tem o sentido de ser o texto um documento mas discurso. (ORLANDI, 1996, p.53)

Para compreender, o leitor deve se relacionar com os diferentes processos de significação que acontecem no texto. Esses processos, por sua vez, são função da historicidade, ou seja, da história do sujeito e do sentido do texto enquanto discurso. Sem esquecer que o discurso é estrutura e acontecimento (M. PECHÊUX, 1983), o objetivo da análise de discurso é compreender como um texto funciona, como ele produz sentidos, sendo ele concebido como objeto lingüístico-histórico.

As leituras são fruto da época em que são feitas, produzindo sentidos em função de suas condições de produção.

Leituras que são possíveis, para um mesmo texto, em certas épocas não o foram em outras e leituras que não são possíveis hoje o serão no futuro. (ORLANDI, 2000, p.41)

Mas o que vem a ser condições de produção? Estas compreendem fundamentalmente os sujeitos e a situação, levam em consideração a memória do indivíduo, a situação em que é produzido um discurso e o contexto sócio-histórico-ideológico. A memória possui determinadas características em relação ao discurso, ela gera dizeres que influenciam o modo como o sujeito pensa em uma situação discursiva dada, assim ela é tratada como interdiscurso, ou seja, ela permite a formação de sentidos do discurso, materializando a nossa relação com a língua e a história, por nossa experiência simbólica de mundo, através da ideologia. Para Pechêux (1999),

Memória deve ser entendida aqui não no sentido diretamente psicologista da «memória individual», mas nos sentidos entrecruzados da memória mítica, da memória social inscrita em práticas, e da memória construída do historiador.(p.50)

As condições de produção abrangem, então, o que é material (a língua), o que é institucional (a formação social) e o mecanismo imaginário (que produz imagens dos sujeitos e do objeto de discurso de acordo com o contexto sócio-histórico).

Desta forma, podemos dizer que cada sujeito produz um discurso em função do contexto em que se encontra e em função de sua formação discursiva. Contudo, segundo Pêcheux, este discurso não é exclusivamente seu devido aos esquecimentos. Ainda, segundo ele, há duas formas de esquecimento no discurso: o primeiro refere-se à forma pela qual somos afetados pela ideologia, assim, acreditamos que o que dizemos se origina exclusivamente em nós, quando, na realidade, retomamos sentidos pré-existentes. Afinal, os discursos já existem quando nascemos, nós só nos inserimos neles. Assim, cada um é influenciado de forma diferente pela língua e pela história, contudo não é a origem delas.

A outra forma de esquecimento seria aquela onde acabamos falando de uma forma e não de outra, embora acreditemos que o que dizemos só pode ser dito daquela forma e de nenhuma outra, quando na realidade ao falarmos formam-se famílias parafrásticas<sup>2</sup> que indicam que aquilo poderia ser dito de outra forma.

Pela análise da historicidade do texto, isto é, do seu modo de produzir sentidos, podemos falar que um texto pode ser - e na maioria das vezes o é efetivamente - atravessado por várias formações discursivas.

A formação discursiva se define como aquilo que numa formação ideológica dada - ou seja, a partir de uma posição dada em uma conjuntura sócio-histórica dada determina o que pode e deve ser dito. (ORLANDI, 2002, p. 43 )

---

<sup>2</sup> Processos parafrásticos são aqueles onde se produzem diferentes formulações do mesmo dizer, é aquilo que se mantém no discurso. Já na polissemia o que temos é a ruptura de processos de significação, a produção de vários sentidos.

A partir desta definição, pode-se dizer que: primeiro, o discurso se constitui em seu sentido porque aquilo que o sujeito diz se inscreve em uma formação discursiva e não em outra para ter um sentido e não outro. Assim, as palavras não têm sentido nelas mesmas; elas derivam seus sentidos das formações discursivas em que estão inseridos. Onde, estas representam no discurso as formações ideológicas. Segundo é pela referência à formação discursiva que podemos compreender, no funcionamento do discurso, os diferentes sentidos. Palavras iguais podem ter significados diferentes, porque se inscrevem em formações discursivas diferentes.

Para compreender melhor a noção de discurso da Análise de Discurso da linha francesa, necessita-se, além de estabelecer uma relação com a memória, compreender suas relações com a ideologia.

A Análise de Discurso faz uma re-significação da noção de ideologia a partir do momento em que ela está presente na linguagem, possibilitando a construção de sentido que permite que haja a interpretação. O sentido é assim uma relação determinada do sujeito com a história e é através da interpretação que temos a relação do sujeito com a língua, com a história e com os sentidos. Esta é a marca da subjetivação e, ao mesmo tempo, o traço da relação da língua com a exterioridade: não há discurso sem sujeito. E não há sujeito sem ideologia. A interpretação ocorre, então, entre a memória institucional (o arquivo) e os efeitos de memória (interdiscurso), podendo assim, tanto estabilizar quanto deslocar sentidos.

A ideologia, aqui, não se define como conjunto de representações, nem muito menos como ocultação da realidade. Ela é uma prática significativa. Necessidade da interpretação, a ideologia não é consciente: ela é efeito da relação do sujeito com a língua e com a história em sua relação necessária, para que se signifique. O sujeito, por sua vez, é lugar historicamente constituído de significação.

Se observarmos o texto na perspectiva discursiva, poderemos dizer que ele parte em inúmeras direções, em múltiplos planos significantes. Diferentes versões de um texto, diferentes formulações constituem novos produtos significantes.

Na perspectiva da análise do discurso, qualquer modificação na materialidade do texto corresponde a diferentes gestos de interpretação, compromisso com diferentes posições do sujeito, com diferentes formações discursivas, distintos recortes de memória e distintas relações com a exterioridade

Na perspectiva da análise de discurso considera-se que a leitura é produzida, o leitor não apreende meramente um sentido que está no texto; o leitor atribui sentidos a ele. Considera-se que a leitura é o momento crítico da constituição do texto, o momento privilegiado do processo de interação verbal, uma vez que é nele que se desencadeia o processo de significação.

A leitura é um dos elementos que constituem o processo de produção da escrita. Ela fornece matéria-prima para a escrita e contribui para a constituição dos modelos, no entanto, os processos de leitura e escrita são distintos e revelam relações diferentes com a linguagem.

O autor é o princípio de agrupamento do discurso, como unidade e origem de suas significações. Na análise de discurso, segundo Eni Orlandi, adota-se o princípio da autoria com um alcance maior, especificando-o como necessário para qualquer discurso, sendo a origem da textualidade.

A autoria é a função que se realiza toda vez que se produz um texto com unidade, coerência, progressão, não-contradição e fim. O autor responde pelo que diz ou escreve, pois supostamente está na sua origem, embora se constitua pela repetição, pelo interdiscurso, ele historiciza seu dizer.(OLIVEIRA, 2001, p.83)

O espaço da interpretação no qual o autor se insere com seu gesto - e que o constitui enquanto autor - deriva de sua relação com a memória, interdiscurso. Nesse sentido, o autor é carregado pela força da materialidade do texto, materialidade essa que é função do gesto de interpretação na sua relação com a exterioridade. O autor é aqui uma posição na filiação de sentidos, nas relações de sentidos que vão se constituindo historicamente e que vão formando redes que constituem a possibilidade de interpretação.

O sujeito só se faz autor se o que ele produz for interpretável. Ele inscreve sua formulação no interdiscurso, ele historiciza seu dizer.

... na autoria, ou instância de formulação do discurso, o autor se liga à história, uma história de formulações possíveis às quais se integrará o seu enunciado. Decorrendo daí, que ele não pode evitar a repetição, pois sem ela o seu enunciado não faria sentido, mas a formulação é também a instauração de um lugar de interpretação.(ORLANDI, 1996, p. 51)

Por tudo o que foi dito acima, pela natureza incompleta do sujeito, dos sentidos, da linguagem, onde pode haver deslocamentos, mas também estabilização, podemos pensar que o princípio de autoria passa por três tipos de repetição: a repetição empírica, onde só repetimos mnemonicamente; a repetição formal, que é um outro modo de dizer-se o mesmo; a repetição histórica, que é a que desloca, que permite o movimento porque historiciza o dizer e o sujeito, fazendo fluir o discurso, irrompendo no já estabelecido.

Na escola, teríamos então o movimento entre estes três tipos de repetição.

[...] na repetição histórica teríamos um aluno com um real trabalho da memória: ele inscreveria assim o dizer em seu saber discursivo o que lhe permitiria não só repetir, mas ao fazê-lo, produzir deslizamentos, efeitos de deriva no que diz. Por isso haveria aí sempre a possibilidade de serem produzidos outros dizeres a partir daqueles. Esse seria o "ideal" da aprendizagem: levar o aluno a passar da repetição empírica à histórica, com passagem obrigatória pela formal já que para que haja sentido é preciso que a língua se inscreva na história. (ORLANDI 1996, p. 53)

Para Orlandi, a posição-autor existe a partir do momento em que se realiza a interpretação, pois o autor não pode dizer coisas que não tenham sentido, o que mostra sua relação com o interdiscurso.

Pensando que os textos têm relação com outros textos existentes e imaginários, somos levados à idéia de que o autor não realiza o fechamento completo do texto, dando lugar a interpretação. Ao dizer, o sujeito estabelece significados em condições determinadas, levado, de um lado, pela língua e, de outro, pelo mundo, pela sua experiência, por fatos que pedem sentidos, e também por sua memória discursiva, em que os fatos fazem sentido por pertencerem a formações discursivas que representam no discurso a ideologia do sujeito.

Em termos teóricos, isso significa que a Análise do Discurso trabalha a articulação entre estrutura e acontecimento. A linguagem não é transparente, os sentidos não são conteúdos. É no corpo a corpo com a linguagem que o sujeito mostra a ideologia como condição necessária. Cabe, então, ao analista, verificar o funcionamento da memória, remetendo o dizer a uma formação discursiva para compreender o sentido do que ali está dito.

## 5. HISTÓRIA DA CIÊNCIA, LEITURA E ATIVIDADE PRÁTICA NO ENSINO

Talvez a ciência que temos seja mais bem entendida e tenha um significado mais profundo se for analisada e apreendida levando-se em consideração os fatores que influenciaram a sua história e o seu desenvolvimento.

Por que um cientista desenvolveu seus trabalhos em um determinado ramo da ciência? Por que um mesmo fenômeno suscitou curiosidade de alguns cientistas e de outros não? Por que só alguns vislumbram algumas "descobertas"? Será tudo um acaso? Genialidade?

Pensando em tais questões, podemos compreender a importância de se ter uma noção histórica da ciência. E através deste enfoque é possível analisar fatos, compreender acontecimentos e perceber nuances e detalhes que fizeram com que a ciência tomasse alguns rumos em determinados momentos da história.

Não só as formas de se fazer fogo, como também as intenções que levam a essas ações, vão se modificando ao longo da história. Dizendo mais, vão se constituindo, com todas as manifestações que vêm junto, a própria história. Além disso, a visão histórica pode auxiliar na desmistificação da imagem do cientista, salientando o caráter humano dele, com suas peculiaridades positivas e negativas, como o exemplo desta última, Thomas Alva Edison.

Contudo, Tesla recusou-se a receber esse Prêmio por não querer ter seu nome associado ao de Edison, pois este, por ocasião da invenção do transformador, que tornou industrializável a corrente alternada (pois permitia transportar energia elétrica a grandes distâncias e sem grande perda), fez uma campanha violenta contra esse tipo de corrente, já que iria concorrer com a corrente contínua que Edison vendia em sua indústria. Para demonstrar a nocividade da corrente alternada, construiu uma cadeira elétrica alimentada por esse tipo de corrente (que era mais eficaz na eletrocussão do que a corrente contínua) e doou à Municipalidade de Nova York. Quando o primeiro criminoso foi nela executado, a Companhia de Edison mandou publicar nos jornais locais a fotografia da cadeira com a seguinte legenda: "- Querem que a morte entre em suas casas? Utilize a corrente alternada: ela mata". (BASSALO, 1992, p.62)

E conhecer o passado das idéias e buscar compreender o progresso delas podem ajudar a entender a ciência como parte da realidade que se relaciona com outras atividades humanas. Ao estudar desta forma, os alunos poderão entender as dificuldades surgidas ao longo da construção dos conhecimentos científicos e compreender a complexidade de certos conceitos que estudam.

Assim, possivelmente, ao conhecer um pouco mais sobre o conteúdo em estudo, o aluno passa a considerar a ciência com maior proximidade e é capaz de buscar explicações num nível mais profundo, não se contentando com meras definições.

A investigação histórica do desenvolvimento da ciência é extremamente necessária a fim de que os princípios que guarda como tesouros não se tornem um sistema de preceitos apenas parcialmente compreendidos ou, o que é pior, um sistema de pré-conceitos. A investigação histórica não somente promove a compreensão daquilo que existe agora, mas também nos apresenta novas possibilidades. (MACH, 1960, p. 316).

Admiti, com base nesses comentários, que a informação histórica acabaria encaminhando o raciocínio de uma maneira mais próxima da forma de pensar do aluno, de seu agir cotidiano, levando em conta causas, motivos, coerências e incoerências em suas conclusões e nas dos outros. Ou seja, o contato com o processo de elaboração propiciaria que as características próprias do conhecimento científico se apresentassem com mais clareza para os alunos e o processo de ensino incluísse algumas das características do processo de como o conhecimento foi produzido.

Assim, admiti que a abordagem histórica possibilita aproximar a ciência do aluno, contribuindo para a incorporação da idéia de uma ciência distinta da representação vinculada a definições formais, enunciados de leis e princípios e cálculos de exercícios sendo realizados para condições ideais.

Muitas vezes, no prefácio ou no primeiro capítulo, a física é apresentada como ciência da natureza, mas, no restante do livro, na metalinguagem na qual ele é escrito, transparece uma ciência estática,

consensual e, principalmente, desarticulada da sociedade que a produz.

(Almeida, 1992, p.11)

Como é apresentada a ciência pelos livros textos? Aparentemente, quase sempre, é a antítese de como a ciência é produzida. Com frequência, tudo no livro texto é linear. Os exercícios, que sempre existem em grande quantidade, estão agrupados nos capítulos correspondentes às suas soluções. Na verdade, ainda que tal não ocorresse, o simples fato de um exercício pertencer a um determinado capítulo já é indicativo do quadro teórico em que deve ser enquadrado.

Ao estudar-se um livro didático de qualquer disciplina, principalmente aqueles que não se preocupam com a parte histórica de seu desenvolvimento, fica-se com a impressão de que a evolução dos temas tratados por esse livro é absolutamente cronológica, racional e inquestionável. (BASSALO, 1992, p.62)

Na educação em ciências, como área de estudo e pesquisa, a história da ciência tem sido vista sob diferentes olhares, tendo em consideração o ensino escolar. Mas existem algumas questões que devem ser pensadas antes de se desenvolver um trabalho com a história da ciência em sala de aula. Assim, Osvaldo Pessoa Jr. (1996) faz uma reflexão sobre seu uso ao tentar responder à questão “Quando a abordagem histórica deve ser usada no ensino de ciências?”, e comenta possibilidades contra e a favor da abordagem histórica em sala de aula. Segundo ele, existem momentos em que talvez a história da ciência não tenha um papel importante, como quando desejamos que os estudantes conheçam as leis da área e resolvam equações, ou quando queremos que resolvam problemas práticos. Ainda, prosseguindo em seus questionamentos, levanta a possibilidade de que, com relação à física quântica introdutória, “(...) a abordagem tradicional que parte de um relato histórico de experimentos decisivos seja menos didática do que a abordagem que faça uso de experimentos recentes mais simples”.

Um outro questionamento que encontramos em relação ao uso da história da ciência diz respeito ao caráter histórico, e Almeida (2004b), pautando-se em um texto de Ginzburg (1990), nos diz que, “em se tratando da história das ciências da natureza, mesmo que tratemos da história

de conhecimentos que acreditamos terem sido produzidos segundo um paradigma galileano, não temos mais do que indícios e sinais sobre como teria ocorrido essa produção”.

Porém, seja qual for a perspectiva em que a história da ciência tenha sido produzida, desde que essa esteja presente na explicitação de como esse discurso foi produzido, com a indicação das posições assumidas por seus produtores, creio que seja de grande valor na mediação da memória discursiva em sala de aula.

Desta forma, por que não tentar através da história iniciar um processo de construção do conhecimento científico em aulas de ciências, permitindo que os alunos percebam as questões, as dúvidas e o caráter humano de quem faz ciência?

Em Bachelard encontramos importantes formulações sobre o processo de produção do conhecimento científico, e se desejamos que o aluno se aproxime deste, devemos fazer algumas considerações.

Para Bachelard (2003), o conhecimento científico é resultado de um processo de rupturas e não-continuidades, mas aquelas não podem ocorrer sem estas. Assim, ele não se dá de forma linear. O novo conhecimento possui sempre uma relação de ruptura com o conhecimento anterior e é construído vencendo-se os obstáculos epistemológicos e conhecimentos já existentes.

Nesta concepção há uma continuidade/ruptura que, sem apagar completamente o que na ciência foi construído anteriormente, produz momentos de superação que caracterizam um progresso científico para uma racionalidade cada vez mais complexa e completa. Os conhecimentos anteriores são revalorizados, e os novos conhecimentos compreendem coisas que não estão e não podem ser explicadas pelo conhecimento anterior.

E com relação à aprendizagem da ciência:

Saber mais, portanto, não é somar conhecimentos aos já adquiridos, mas se colocar numa outra perspectiva epistemológica, “ver” o mundo de outra forma, “ver” outras coisas no mundo antes não visíveis. (SILVA, 2002, p.70)

Também considerar um ensino que visa contribuir para rupturas não significa esperar que elas sejam atingidas facilmente, nem imediatamente, tampouco por todos os alunos simultaneamente. Assim, temos de fornecer subsídios e instrumentos culturais para que o aluno prossiga em seu percurso após o término do período escolar.

Nas últimas décadas várias pesquisas foram realizadas no âmbito do ensino das ciências naturais na linha de concepções alternativas ou concepções prévias dos estudantes, tendo em vista que: 1. o conhecimento não é transmitido, mas construído ativamente pelos indivíduos; 2. aquilo que o sujeito já sabe influencia na sua aprendizagem. (MACHADO, 1999, p. 26). Também tem sido crescente o número de pesquisas que buscam analisar as concepções destes estudantes com relação à representação da ciência e dos cientistas (SONG e KIM, 1999; CHAMBERS, 1983; NEWTON E NEWTON, 1998) e a forma como estas representações podem influenciar no ensino da Física (MORAES et al, 1990). Também, outros estudos foram realizados tentando analisar a influência da cultura nas representações dos estudantes em diversas faixas etárias (CHIANG e GUO, 1996) e diversos países (LANNES, FLAVONI e DE MEIS, 1998).

Com a noção de que os estudantes possuem estas representações anteriores, muitos estudos têm sido realizados com o intuito tanto de melhorar o aprendizado de ciências quanto de modificar as representações estereotipadas dos estudantes. Neste caminho, encontramos trabalhos na área de história da ciência que buscam mostrar quão importante pode ser a inserção desta nos cursos escolares, trabalhos na área de leitura e linguagem e trabalhos de história da ciência e leitura, dentre outros.

Bassalo (1992) defende a história da ciência como sendo um caminho onde é possível estudar o passado para entender o presente e prognosticar o futuro, seja do ponto de vista internalista, onde se estuda o conhecimento sem se preocupar com o contexto social; ou externalista, que considera os fatores sociais, econômicos e políticos da época; ou de ambos. Aponta como importante o fato de que este tipo de estudo permite analisar o caráter humano do cientista e entender certas relações entre a Sociedade e a Ciência, como estas se influenciam mutuamente e, às vezes, direcionam seus próprios rumos. (SCWARTZ apud BASSALO, 1992).

Também em defesa da história da ciência, Xavier (1990) nos diz que esta tem importância fundamental na formação do cientista, tornando-o mais aberto e arrojado diante do novo.

O que se espera é que o contato com a dinâmica social da ciência permita que o indivíduo se desiniba, se libere das limitações da lógica, se torne mais arrojado na formulação de hipóteses, estimulando sua criatividade. O que importa, para as questões que pretendemos tratar, é que um Físico, um pesquisador, sabe, efetivamente - porque incorporou tal conhecimento em sua Práxis - que a ciência não se desenvolve de maneira

linear, por simples acumulação. Pelo contrário, descobre que a ciência evolui por caminhos tortuosos, nem sempre claros, com avanços e recuos e, principalmente, por saltos. Esse quadro da ciência que o pesquisador forma através da prática, leva-o a desconfiar das soluções pré-fabricadas, aumentando sua criatividade. (XAVIER, 1990)

O autor também faz uma crítica aos livros textos quando diz que estes apresentam tudo de forma linear.

Ainda buscando os rumos da história da ciência, temos trabalhos que tentam mostrar as contribuições desta na educação em física (SEROGLOU, KOUMARAS, 2001 ; NIELSEN, THOMSEN, 1990) e na educação em ciências (KAFAI e SWETLAND, 2000).

O texto de Castro e Carvalho (1992), além de fazer uma análise da importância de conhecermos as concepções dos estudantes, aborda pontos que corroboram o uso da história da ciência em um curso de ensino médio, e finaliza dizendo:

A abordagem histórica dos conteúdos científicos não é mero diletantismo. Talvez seja um dos caminhos eficazes para a desmistificação da ciência enquanto “assunto vedado aos não iniciados” , para a ruptura com a metodologia própria ao senso comum e às concepções espontâneas e, para, finalmente, estabelecer uma ponte para as primeiras modificações conceituais. O conhecimento científico torna-se passível de reconstrução e a aprendizagem aproxima-se do que realmente deve ser: uma incansável perscrutação.(p.235)

As autoras chegam, entre outras conclusões, à de que, mesmo não sendo possível o estabelecimento de relações diretas entre os estudantes e o cientista, é possível a identificação de situações que mostram semelhanças de raciocínio entre um e outro.

Já Barros e Carvalho (1998) trabalham a evolução das idéias em óptica, usando a história da ciência como meio auxiliar do professor, no intuito de promover uma reflexão sobre a natureza da ciência e na solução das dificuldades dos estudantes.

Nos trabalhos acima, os autores nos mostram estudos realizados em sala de aula, onde recorrem à abordagem histórica com a finalidade de melhor atingirem seus objetivos de aula. Já Silva e Martins (2003) fazem uma reflexão sobre questões que podem ser abordadas em sala de

aula, demonstrando preocupação com os cuidados para que não seja apresentada uma visão mítica da ciência, realizando um trabalho sobre o conteúdo de luz e cores de Newton.

No entanto, como nos diz Barreto Filho (2001), a procura de informações, a busca de soluções e, algumas vezes, o confronto de diferentes idéias e atitudes supõem um processo contínuo e dinâmico que pode contribuir para o domínio de aspectos da cultura científica. Neste contexto, a atividade prática vem complementar outras fontes de informação, como é o caso do estudo do ambiente, da observação, da leitura e da mediação do professor.

Muitos artigos buscam analisar o funcionamento da prática experimental em sala de aula. Assim, Villani e Nascimento (2003) discutem a argumentação de alunos do ensino médio, visando compreender a influência dos dados empíricos na aprendizagem de alunos que trabalham em grupos em um laboratório didático. Investigam um laboratório no qual os alunos tiveram a oportunidade de argumentar para produzirem respostas às questões propostas em um roteiro, com base em dados empíricos obtidos através das atividades experimentais. Nos resultados evidenciam a importância do planejamento da atividade experimental e dos dados empíricos nos laboratórios didáticos de ciências como mediador de significado.

Moraes e Valadares (2001) apresentam uma reflexão sobre o ensino experimental da ciência no primeiro ciclo do ensino básico em Portugal. Segundo os autores, ao contrário do que sucede em outros países, o ensino experimental da ciência em Portugal nos primeiros anos de escolaridade não tem feito parte das práticas do dia-a-dia dos professores na sala de aula. O artigo pretende questionar este fato e trata de uma reflexão resultante de uma investigação envolvendo duas turmas do 4º ano da escolaridade obrigatória.

Alguns dos estudos mais recentes sobre o laboratório didático na Física procuram orientar as atividades experimentais como uma “investigação científica” (SALINAS, 1994; GIL e CASTRO, 1996), ou como “pequenos projetos de investigação” (LEWIN e LOMÁSCOLO, 1998: 147).

Já Arruda, Silva e Laburú (2001) defendem, a partir de uma discussão sobre as diferentes possibilidades de entender as relações entre a teoria e o experimento, baseados nas idéias de Thomas Kuhn, complementadas pelo pensamento de van Fraassen, uma nova orientação para o laboratório de ensino de Física, concebendo-o não como uma verificação ou falseamento de hipóteses, mas como um processo de adaptação entre a teoria e o experimento. Para esses autores, nesse laboratório, o professor deve ter a clareza de que o que está em jogo é a aprendizagem da

linguagem científica e, em especial, o ajuste entre um discurso teórico e um experimental, os quais, apesar de problemáticos, cada um deles a seu modo, irão compor, ao final, um todo, a linguagem única e coerente do paradigma que está sendo ensinado. Discutem que, talvez, a adoção dessa perspectiva possa possibilitar ao professor minimizar o caráter problemático do aprendizado científico no laboratório.

Desta forma, vários trabalhos buscam investigar as formas de desenvolvimento de atividades experimentais em sala de aula. Contudo, as práticas pedagógicas se realizam também através de diferentes recursos como softwares, imagens, internet, textos, e muitas outras são as pesquisas que buscam entender o funcionamento destes em classe. Sem dúvida, os textos, em particular o livro didático, são um dos elementos fundamentais da mediação escolar e vem sendo objeto de investigação de diversos trabalhos.

Uma das formas como a leitura de textos vem sendo focalizada nas pesquisas nesta área diz respeito principalmente à mudança conceitual, como é o caso de Guzzetti et al (1992), Kock e Eckstein (1991; 1995). Já em Guzzetti et al (1995) Alexander e Kulikowich (1994) e Moje (1996), temos análises mais voltadas para o desenvolvimento do uso dos textos, os fatores situacionais que influenciam na prática da leitura e o relacionamento dos alunos com os textos.

Raboni (1997) relata uma experiência de ensino de física para o ensino médio utilizando a leitura de textos não-didáticos sobre o tema radiação, e conclui que o trabalho com os textos contribuiu tanto para a transmissão e produção de conhecimentos quanto para explicação de algumas dificuldades com a leitura.

Em Almeida et al (2001) são apresentados aspectos do funcionamento da leitura em aulas de física, pensando a mediação do texto como uma forma privilegiada de os indivíduos terem acesso à cultura científica, aos seus modos de produção e suas relações com a sociedade e a tecnologia. Afirmam, então, que o trabalho com os textos é um trabalho sobre a memória e a ideologia, próprias das condições de produção da leitura. E que trabalhar a leitura em aulas de física é:

... trabalhar com a ciência na sociedade e na história, é trabalhar a compreensão da própria ciência como construtora de sentidos.(p.15)

Já em Almeida (1998), há uma ênfase no conhecimento científico, com valorização das condições histórico-sociais, e discursivas, específicas da produção desse conhecimento.

O problema, quanto a essas idéias, está no que é amplamente divulgado e no que é omitido. Parece haver a suposição tácita de que condições e métodos interessam apenas aos cientistas, e, desse modo, o discurso científico, que chega à maioria da população, na escola, nos meios de comunicação de massa, é constituído apenas de resultados, um produto acabado e pronto para ser consumido.

Sem as condições em que foi produzido, o dizer da ciência perde a historicidade; sem processos de construção visíveis, torna-se absoluto e difícil de ser internalizado. Dessa forma, destina-se a poucos. (ALMEIDA, 1998, p.57)

Assim, agora temos a preocupação com a historicidade aliada à leitura, no intuito de que se tenha contato com o processo de construção do conhecimento científico.

Nos últimos anos alguns trabalhos vêm sendo realizados, buscando a conciliação das condições citadas no parágrafo anterior com as noções trazidas pelos estudantes. Assim, um dos rumos das pesquisas nesta área diz respeito à leitura de textos originais de cientistas.

Galili e Tseitlin (2003) procuram mostrar a importância da leitura de textos originais de cientistas através da leitura de trechos originais de Newton, observando que a apresentação da primeira lei de Newton teve seu status reduzido nos conteúdos dos livros didáticos. Ou seja, os alunos ao estudarem a lei da Inércia não tomam conhecimento do real valor desta lei, não estudando a parte qualitativa e, muitas vezes, tendo-a como um caso especial da segunda lei.

O estudo tenta alertar para a relevância desta lei e mostra como caminho para construção deste conhecimento a leitura de originais, pois, assim, os estudantes teriam acesso ao verdadeiro teor do conceito a ser estudado. Desta forma, este trabalho busca a reabilitação do ensino do conteúdo através de textos como um meio de dar o real valor a conceitos que são reduzidos, minimizados nos livros didáticos. Além disso, nos mostra que fazemos a leitura sob nossa própria perspectiva, em função de nossa cultura e que com os originais poderíamos aproximar os alunos de culturas diferentes, referentes a épocas em que foram desenvolvidos certos conceitos. Assim, as leis de Newton seriam um fenômeno cultural do século XVII.

O texto de Pocovi e Finley (2002) procura mostrar que muitas das concepções que os estudantes possuem atualmente se assemelham a concepções dos cientistas na época em que desenvolviam estudos acerca de determinado conhecimento. Para isto, os autores deste artigo compararam as visões sobre linhas de força de estudantes universitários argentinos e a visão de Faraday, constatando e apontando semelhanças em seus pensamentos. Eles justificam a necessidade de conhecer as concepções dos estudantes como uma forma de entender muitas das dificuldades que estes apresentam no entendimento da Física.

No trabalho de Souza e Almeida (2001), há os textos originais de cientistas como mediadores em um trabalho sobre fotossíntese com alunos da 8ª série do ensino fundamental. Este tem como objetivo fazer com que os alunos percebam a ciência como uma construção humana, enfatizando a diferença entre a linguagem da época em que foi desenvolvido o conteúdo estudado e a linguagem atual. Acredito, assim como é evidenciado no trabalho dessas autoras, que o uso de originais possibilita uma aproximação entre a posição dos alunos e a do cientista, e faz com que esses percebam a ciência como um processo inacabado ao evidenciarem falhas no conhecimento dos próprios cientistas.

Além disso, o uso de textos originais de cientista propicia uma abordagem do contexto sócio, econômico e político da época estudada, possibilitando uma análise do desenvolvimento científico como gerador de benefícios e malefícios para a sociedade.

Michael Barth (2000) realizou um trabalho com textos originais de Faraday com o intuito de que seus alunos do ensino médio lessem o máximo possível sobre as propriedades da eletricidade. Com a leitura dos textos os alunos poderiam ter contato com os experimentos realizados por Faraday em seu laboratório e com os aparatos usados por ele, e, assim, poderiam tirar conclusões sobre a experimentação, método científico etc. Como complemento realizou alguns experimentos de Faraday com equipamentos modernos e fez duas visitas à Royal Institution em Londres. Neste trabalho, a História da Ciência serve de pano de fundo para que possa ser desenvolvido um trabalho com indução eletromagnética, sendo enfatizada a experimentação e a leitura voltada para a análise dos procedimentos realizados pelo cientista. Com isto, os estudantes partem para uma postura crítica e analítica do desenvolvimento destes experimentos, desenvolvendo seus métodos e tirando conclusões sobre o fenômeno da indução.

O texto de Barth (2000) diferencia-se deste trabalho que ora apresento, no sentido de que ele não estava preocupado em analisar os sentidos que os alunos atribuíam à figura do cientista e

à ciência, nem como as condições de produção que interfeririam na imagem que os alunos possuíam do cientista. Seu foco era o aprendizado das leis de indução eletromagnética, enfatizando a prática experimental. Mas em ambos os trabalhos concluímos que é possível ocorrer aprendizado de elementos de indução eletromagnética de acordo com o objetivo do professor.

O trabalho com os textos mais uma vez evidencia ser possível a utilização de originais em sala de aula, sem que haja grandes problemas com o entendimento deste em função da linguagem do cientista, além de possibilitar aos alunos a aproximação com o desenvolvimento de determinados conhecimentos.



## 6. AS UNIDADES DE ENSINO E OS PROCEDIMENTOS DE COLETA DE INFORMAÇÕES

Para compreender discursos dos estudantes de duas diferentes séries do ensino básico, e para compreender possibilidades de deslocamentos nesses discursos, bem como aprendizagem de elementos de eletromagnetismo por esses alunos, elaborei duas unidades de ensino organizadas com procedimentos diferentes, sobre um mesmo tema e com um mesmo texto básico, respeitando as características e condições de produção, consideradas por mim, como mais adequadas a cada série. O tema de estudo foi, nas duas unidades, a noção de Indução Eletromagnética como foi desenvolvida por Michael Faraday.

A finalidade pensada como principal para essas unidades foi aproximar os estudantes dos modos de produção do desenvolvimento científico e tentar, com a leitura dos textos, modificar possíveis imaginários manifestados nos discursos dos estudantes sobre a ciência como sendo algo impossível de ser aprendido. Colocando as unidades em funcionamento, pretendia-se descaracterizar a ciência entendida basicamente através de fórmulas e cálculos. Buscava-se além de contribuir para o aprendizado da ciência, mediar a constituição de sentidos que levassem em consideração o caráter histórico e humano do processo de desenvolvimento científico.

As unidades têm como foco principal de trabalho a leitura de trechos do diário de Faraday, no qual é narrado o desenvolvimento de sua pesquisa sobre indução. Foi também elaborada uma prática experimental com o intuito de tornar menos abstratas, para os alunos, as informações contidas nos textos. Além disso, foi pensada a realização de atividades em grupo, que deveriam contribuir para a identificação de noções prévias a respeito do conteúdo de Física em estudo e dos discursos iniciais dos estudantes sobre a ciência e os cientistas.

Ao escolher o trabalho de leitura de textos originais de um cientista levei em consideração a grande quantidade de informações e abordagens que textos deste tipo poderiam propiciar. Considerei que com sua leitura poderiam ser abordados aspectos histórico-sociais, além de ser possível mostrar o caráter humano do cientista.

Antes de começar a análise das unidades, considero ser importante tecer algumas considerações iniciais sobre a abordagem de ciência trabalhada com os alunos e sobre o que considerei ser uma aprendizagem de elementos de eletromagnetismo, ou mais propriamente de elementos sobre a noção de Indução Eletromagnética.

Também é importante esclarecer que a unidade realizada tinha como objetivo principal trabalhar com as representações que os alunos possuíam sobre a ciência e sobre os cientistas, sendo o conteúdo introduzido de forma preliminar e possibilitando o subsequente aprofundamento.

Com relação a este, tentarei analisar indícios que caracterizem aprendizagem de elementos constitutivos da indução, considerando que os estudantes percebem este processo a partir do momento em que começam a relacionar o movimento mecânico do ímã como gerador de corrente elétrica. Também, em um segundo elemento, correlacionam a movimentação com o sentido da corrente elétrica.

### **A ciência e os cientistas**

Com relação à noção de cientista, busquei descaracterizar um estereótipo correlacionado diretamente à genialidade e à “loucura” que, muitas vezes, como professora de física no ensino médio, observei como estando presente nos discursos dos estudantes. Procuro trabalhar a imagem do cientista como a de um estudioso envolvido em um contexto cultural que lhe permite observar, analisar, constatar ou deduzir fenômenos que outros em diferentes situações não conseguiriam. No entanto, não descarto que alguns cientistas de nossa história possuíam um “toque de genialidade” que lhes permitia ir além dos outros.

Também pretendi trabalhar a noção de ciência, contudo como o Chalmers (1993) nos coloca após analisar vários discursos que tentam caracterizar a ciência, é muito complexo tentar uma definição.

Como deverá estar claro, meu próprio ponto de vista é de que não existe um conceito universal e atemporal de ciência ou que possa servir aos propósitos exemplificados no parágrafo anterior. Não temos os recursos para chegar a tais noções e defendê-las. Não podemos defender ou rejeitar legitimamente itens de conhecimento por eles se conformarem ou não a algum critério pronto e acabado de cientificidade.(p.215)

Assim, o propósito da unidade a ser trabalhada também consistiu em mostrar para os alunos que o termo ciência não está somente relacionado com as ciências exatas, como muitos dos meus alunos do ensino médio tem demonstrado crer.

## O Tema

Apesar de sua grande importância no desenvolvimento do processo de geração de energia das usinas hidrelétricas e no funcionamento de diversos equipamentos utilizados em nossa sociedade, o estudo da indução eletromagnética tem recebido pouco espaço nos livros didáticos, sendo trabalhado quase sempre no ensino básico através da introdução de uma fórmula, sem estudo conceitual. Também, usualmente, não é feita uma abordagem sobre o desenvolvimento de tal conhecimento, e são poucos os casos nos quais os livros didáticos falam sobre quem foi Michael Faraday, restringindo-se normalmente a notas sobre este cientista, nas quais é citada data e local de seu nascimento e morte.

Infelizmente tem sido dada pouca atenção a um tema que, por sua presença e importância no dia-a-dia dos alunos, torna-se interessante de ser trabalhado com eles, inclusive em outras séries, além da terceira série do ensino médio, na qual é previsto nas recomendações oficiais que esse conteúdo seja trabalhado. Nessa série, cremos existir um maior grau de amadurecimento nos estudantes.

Previsto na 3ª série do ensino médio, este tema encontra-se como parte integrante do currículo escolar. Nessa série do ensino médio ele é usualmente estudado de forma rápida e baseado nas fórmulas derivadas do desenvolvimento do conceito de indução e, muitas vezes, não se estuda propriamente o fenômeno, que é mostrado através de exemplos experimentais, contribuindo também para isso o fato de ser um dos últimos conteúdos abordados nesta série. Também pode ser encontrado na 8ª série um estudo superficial e, em alguns livros, podemos observar uma preocupação em mostrar a experimentação, trazendo como atividade a visualização da montagem de um motor elétrico baseado no princípio da indução. Nesta série, o currículo prevê uma abordagem geral do conteúdo de física que o aluno estudará no ensino médio, o que explica o fato de ser uma abordagem superficial.

Já na 4ª série do ensino fundamental, no âmbito do que pudemos observar, notamos que esse tema não é abordado e que os alunos apenas estudam os tipos de energia, sendo apresentado,

de modo aparentemente superficial, o mecanismo de funcionamento de uma usina hidrelétrica. No entanto, possivelmente pela crescente expansão dos sistemas de informação, a cultura científica das crianças não parece se restringir à escola. Muitas delas demonstram curiosidade e relativo conhecimento acerca de fenômenos presentes no seu dia-a-dia.

### **Recursos Didáticos**

Foram consultados e utilizados na montagem da unidade de ensino alguns projetos de ensino de física, livros didáticos e paradidáticos, além de duas enciclopédias para a elaboração do texto sobre a biografia de Faraday. Encontrei em livros didáticos para o Ensino Médio e para a 8ª série do ensino fundamental algumas atividades práticas que utilizam o princípio da indução, mas não localizei em nenhum dos livros consultados uma abordagem histórica do fenômeno: uma abordagem que localizasse a época e o contexto em que ocorreu o desenvolvimento de tal conhecimento, ou mesmo falando um pouco sobre quem foi Michael Faraday.

Assim, pensando em delinear o estudo sobre indução eletromagnética, enfocando-a de forma histórica e dando noção de quem foi o cientista-autor da Lei de Indução, elaborei um texto biográfico (anexo I) que possuía como finalidade ser um eixo delineador do encaminhamento do trabalho, permitindo a introdução e o estudo do tema, além de se correlacionar com trechos dos textos originais do diário de Michael Faraday (anexo II) utilizados neste trabalho.

Além da leitura dos textos, realizei em sala de aula outras atividades com o intuito de obter informações acerca de como os alunos pensavam o que é ciência, sobre quem são os cientistas, sobre a física e sobre o tema a ser estudado. Estas atividades foram : a tempestade de idéias, na qual os alunos relacionaram idéias que possuíam com palavras-chaves colocadas no quadro-negro; a elaboração de uma cena de teatro pelos alunos, visualizando o dia-a-dia do cientista e discussões dirigidas sobre as idéias expostas.

Já com a intenção de motivar os alunos e fornecer um material concreto com o qual pudessem observar o fenômeno estudado, realizei uma atividade prática, tentando observar na prática o efeito da Lei de Indução Eletromagnética (anexo III), e, posteriormente, com a montagem de um motor elétrico (anexo IV), a aplicação técnica desse conhecimento. Ambas as práticas utilizaram materiais simples e supostamente conhecidos pelos alunos, como pilhas, fios e cliques.

Assim, dividi a unidade em três momentos: conhecimento das noções prévias dos alunos, a leitura dos textos com o estudo do tema propriamente dito, e a análise prática do fenômeno estudado.

### **Procedimentos gerais de coleta de informações**

As unidades de ensino foram desenvolvidas em duas escolas públicas de um mesmo bairro da cidade de Campinas, sendo uma do primeiro ciclo do ensino fundamental e a outra abrangendo o segundo ciclo do ensino fundamental e o ensino médio. Ambas possuem um grupo de alunos de condições sociais e familiares aparentemente heterogêneas, conforme dados obtidos através de conversas informais com os professores e alunos destas escolas.

Na primeira escola, onde trabalhei com a 4ª série, a unidade foi desenvolvida em um período de quinze dias, sendo que cada encontro ocorreu durante uma manhã inteira de aula, num total de duas manhãs. Já na segunda escola, com a classe de 3ª série, o trabalho foi desenvolvido no período de dois meses, no qual cada encontro correspondia a dois tempos de aula com quarenta e cinco minutos cada. A unidade foi desenvolvida em sete aulas, sendo uma por semana, nas aulas da disciplina de física.

A classe do primeiro ciclo do ensino fundamental era composta por 27 alunos, sendo uma única professora responsável por ministrar todo o conteúdo referente àquele ano, enquanto a classe do ensino médio tinha 35 alunos, possuindo um professor para cada disciplina.

Antes de realizar a unidade em sala de aula, obtive informações tanto sobre os alunos, quanto sobre o que já haviam estudado e sobre a estrutura da escola, através de conversas com os professores das classes. Assim, pude obter alguns dados que colaborariam na realização tanto da unidade quanto na análise posterior dos dados.

Utilizei o registro em vídeo como um mecanismo auxiliar de coleta de informações, sendo o principal as cartas que solicitei aos alunos que escrevessem. O registro em vídeo foi realizado em alguns momentos pela própria pesquisadora; em outros, a câmera permaneceu fixa em um determinado ponto da sala, de onde fosse possível uma visão geral da turma e, ocasionalmente, foi realizado por uma outra pesquisadora.

Este recurso, a gravação em vídeo, possui grande importância para a coleta de informações a partir do momento que permite a análise de episódios de ensino (CARVALHO e outros, 1992), ou seja, de seqüências de ensino referentes aos momentos que evidenciam a

situação que desejamos analisar. E, ainda, capta não só as falas, mas também outros tipos de linguagem.

Além disso, Carvalho (1996) aponta que um mesmo episódio de ensino pode não ser contínuo, podendo ser subdividido em cenas com o intuito de analisar-se toda a sequência a ser estudada. Outro aspecto importante da gravação em vídeo refere-se ao fato de podermos vê-la e revê-la várias vezes, favorecendo uma melhor análise do episódio.

No entanto, a utilização deste tipo de registro implica em alguns problemas e limitações técnicas que dificultam o entendimento do áudio, acarretando dificuldade no registro completo dos episódios de ensino e prejudicando a recuperação dos discursos dos estudantes em algumas aulas.

Para que estes problemas fossem minimizados, utilizei um minigravador que ora gravava o som ambiente e ora apenas o que estava ocorrendo nos grupos de trabalho.

### **Uma breve descrição das unidades de ensino**

Essa descrição não reflete necessariamente todos os passos realizados durante a aplicação das unidades, visto que cada turma possui características próprias em um dado momento. Assim, elas foram estruturadas e modificadas à medida que eram aplicadas, conforme os resultados que íamos obtendo nas atividades.

Em todas as turmas desenvolvemos atividades buscando relacionar o estudo da indução eletromagnética à leitura e à construção de significados sobre a ciência como uma construção humana.

#### ***Organização da unidade de ensino da 4ª série do Ensino Fundamental***

Partindo do pressuposto de que os estudantes produzem significados acerca de tudo que os envolve, e que cada um possui uma história de vida e uma história escolar, é que propus, no início da unidade, a redação de uma carta a um amigo, na qual cada aluno deveria colocar o que entendia por ciência e sobre quem são os cientistas.

Dando prosseguimento a este levantamento inicial das noções prévias dos alunos, incluí uma conversa informal com a turma, na qual novamente seria perguntado quem são os cientistas,

o que é a ciência e, tentando me aproximar do conteúdo pertencente ao currículo desta turma, questionaria sobre os tipos de energia e sobre como a energia é obtida.

A partir dessas atividades iniciais passei a trabalhar as questões por meio de discussão com os estudantes no sentido de estabelecer uma relação entre a pessoa do cientista, sua história de vida, a época em que viveu e o que poderia ter influenciado suas pesquisas. E, para logo em seguida, lhes entregar o texto com a biografia de Faraday e a proposta de que o lessem, refletindo sobre o que fora discutido anteriormente. Ao término desta leitura incluía entrega de dois trechos dos textos originais de Faraday (anexo II), tendo em vista proporcionar uma análise mais detalhada do fenômeno de indução.

Com essas leituras a proposta era procurar observar a relação que os alunos faziam entre o cientista e a forma como este escreve, além de procurar verificar o nível de dificuldade que eles possuíam na leitura de textos deste tipo. Supus que tais informações poderiam ser obtidas através de uma discussão com a turma sobre o próprio texto e sobre o conteúdo do qual ele tratava.

Dando prosseguimento à unidade, incluí a atividade prática, mostrando inicialmente o material que seria utilizado e, posteriormente, com o auxílio do amperímetro, os alunos poderiam ver indícios de que, quando um ímã é movimentado no interior de uma bobina, ocorre o surgimento de uma corrente elétrica evidenciada pelo movimento do ponteiro do amperímetro.

Esta prática, além de motivar os alunos e atrair sua atenção, se destinou a permitir que manipulassem um material de laboratório, percebendo de forma concreta tudo o que até então haviam apenas lido, pois mostrava indícios da variação de um campo magnético gerado por uma corrente elétrica (anexo III).

E, finalizando a unidade, a proposta foi solicitar a escrita de uma carta a um amigo relatando o que haviam entendido sobre ciência e sobre quem são os cientistas, com o intuito de localizar possíveis deslocamentos com relação a tais concepções.

É importante notar que a cada passo a proposta incluiu um esforço no sentido de que os alunos notassem a possibilidade de questionar o que estavam fazendo, lendo ou observando, e se expressassem livremente sobre o trabalho que estava sendo realizado.

Assim como na outra turma, iniciei a unidade solicitando a redação de uma carta a um amigo na qual o aluno deveria relatar suas noções sobre a ciência e sobre os cientistas. Para minha surpresa, os estudantes se recusaram a escrever e, por isso, decidi prosseguir no trabalho realizando a atividade chamada de “tempestade de idéias”<sup>3</sup>, na qual expunham suas idéias sobre ciência, cientistas e indução eletromagnética, sendo estas anotadas no quadro-negro e posteriormente discutidas pela turma.

Com o intuito de analisar melhor as noções prévias dos alunos, solicitei que elaborassem um pequeno ato teatral onde retratassem o dia-a-dia de um cientista e, para isto, dividi a turma em três grupos. Após esta atividade, solicitei novamente que escrevessem uma carta, sendo desta vez atendida.

O próximo passo, então, foi a entrega do texto com a biografia de Faraday e a proposta de que o lessem refletindo sobre o que havia sido discutido. Em seguida, esperando proporcionar uma análise mais detalhada do fenômeno de indução, foram entregues os dois trechos dos textos originais cuja autoria não foi revelada, estipulando-lhes um tempo para leitura.

Com base nas noções expostas pelos alunos e na leitura dos textos, ocorreu um diálogo com a turma, no qual, aos poucos, esperava que os estudantes comesçassem a produzir significados sobre o processo de indução, uma vez que, através das atividades realizadas, foi possível notar que pouquíssimos estudantes tinham noção do que se tratava. Ainda, através de questionamentos sobre a autoria dos textos, queria que refletissem sobre a figura do cientista. Nesse momento, passei a trabalhar questões no sentido de estabelecer uma relação entre a pessoa do cientista, sua história de vida, a época em que viveu e o que poderia ter influenciado suas pesquisas. Supus, desta forma, estar trabalhando o caráter humano de construção da ciência e o caráter humano do próprio cientista.

Finalmente, após toda a discussão sobre a autoria e o conteúdo dos textos, montei a atividade prática (anexo III). Nesse momento, a turma foi dividida em grupos e o experimento realizado por cada um deles, possibilitando que observassem o fenômeno que estava acontecendo e tentassem correlacionar com o que haviam lido.

---

<sup>3</sup> Tal atividade havia sido programada para se realizar em um momento posterior. Contudo, em função da recusa dos alunos em escrever a carta, esta foi antecipada.

Logo após, cada grupo recebeu orientações para a outra atividade prática sobre a montagem de um motor elétrico simples (anexo IV) e tentou construí-lo, tendo a discussão dessa atividade a finalidade de que os alunos percebessem o quanto é importante a indução eletromagnética em nossa vida.

Terminando o trabalho, solicitei a escrita da carta a um amigo, contando o que eles entendiam por ciência e por cientista.



## **7. O DESENVOLVIMENTO E FUNCIONAMENTO DAS UNIDADES DE ENSINO**

### ***7.1 Turma de 4ª série do ensino fundamental***

#### **7.1.1 Caracterização da classe**

A classe analisada era composta por 27 crianças, de uma escola pública da cidade de Campinas, com formações familiares diferenciadas, fortes problemas de carência afetiva e descaso familiar, segundo o relato da professora da turma à pesquisadora. A faixa etária dos alunos varia entre 10 e 12 anos, sendo alunos agitados, mas que não possuem problemas de disciplina, o que possibilitou um bom ritmo de trabalho. Eles demonstraram interesse na leitura dos textos e na realização do experimento, cooperando, fazendo algumas perguntas e respondendo a outras. A professora da turma possui formação em pedagogia e relatou ter dificuldade para ministrar aulas de ciências por não conhecer bem a matéria a ser ensinada.

#### **7.1.2 Análise do funcionamento da unidade**

Esta unidade foi desenvolvida na turma de 4ª série durante duas manhãs de aulas, cada uma com 4 horas de duração, em duas semanas consecutivas, não tendo ocorrido ausência de alunos em nenhum momento.

Nesta turma, o desenvolvimento da unidade se iniciou com a apresentação da professora-pesquisadora pela professora da classe e um esclarecimento sobre o que seria feito. Logo após, a professora da classe saiu da sala e esteve ausente durante a realização da unidade, ficando a turma sob a responsabilidade da professora-pesquisadora.

O início, propriamente dito, ocorreu com a solicitação aos alunos da escrita de uma carta a um amigo, relatando o que é a ciência e quem são os cientistas. Em seguida, houve uma conversa informal com os estudantes para que eles pudessem conhecer um pouco da pesquisadora, e esta, um pouco mais deles e, também, para que fosse possível a identificação de algumas representações dos estudantes sobre o que é a ciência e quem são os cientistas.

Em um segundo momento, distribuí os trechos do texto do diário de Faraday (anexo II) para que cada aluno lesse e discutisse em grupos compostos por três estudantes. A organização

foi imediata e, após alguns momentos de agitação, normais para esta idade, a maioria estava realizando a atividade.

Como era esperado, alguns questionaram alguns termos usados no texto, pois não conheciam o seu sentido. Contudo, estas palavras não foram o suficiente para prejudicar o entendimento do texto, em caráter geral, e muito menos para desinteressá-los.

Após a leitura, iniciei uma conversa com a turma com o intuito de esclarecer quem eles achavam que poderia ter escrito o texto e sobre o que haviam entendido. Nenhum dos alunos que se pronunciou cogitou a hipótese de não poder ter sido escrito por um cientista, e ainda demonstraram ter entendido, em linhas gerais, o processo experimental realizado. Talvez, parte deste entendimento venha do fato de a professora da classe ter estudado com eles os tipos de energia nas últimas aulas, mesmo tendo sido de forma superficial.

A segunda manhã de trabalhos, iniciei distribuindo novamente o texto para os alunos e discutindo um pouco sobre a vida de Faraday, uma vez que nesta turma não entreguei o texto com a biografia em função de sua extensão. Explorei então um pouco do contexto histórico, tentando mostrar como a sociedade pode influenciar no desenvolvimento científico e discutindo as contribuições da ciência, tanto positivas quanto negativas.

Logo após a conversa, pedi que se organizassem em um grande círculo que propiciou melhor visualização e controle da turma, e no meio coloquei o material que utilizaria. Montei a experiência (anexo III) e chamei a atenção para o ponteiro do miliamperímetro, pedindo que observassem e pensassem no que estava ocorrendo. Repeti algumas vezes até que todos tivessem visto.

Antes de prosseguir com a prática, observei o espanto e interesse dos alunos com aqueles equipamentos diferentes e notei que muitos, aparentemente, nunca haviam visto um ímã ou sequer sabiam o que era. Por este motivo, resolvi mostrar alguns fenômenos magnéticos antes de prosseguir, e permiti que todos manipulassem o material, notando que o ímã possui dois pólos e que dependendo da posição se repelem ou se atraem. Expliquei um pouco sobre o porquê de tal fenômeno e, a seguir, coloquei limalha de ferro na face superior de uma folha de papel, colocando o ímã na parte de baixo. Mostrei, então, a configuração das linhas de campo e falei sobre como um ímã atrai metal. Nesse momento, pude observar o espanto e interesse dos estudantes diante daquele material e dos fenômenos que observavam, e notar como a cada nova observação eles tentavam construir uma explicação própria para o que viam.

Prossegui com a prática relativa à indução, e, mais uma vez, conforme ia mostrando o fenômeno, os alunos iam criando modelos para explicar o que estavam observando, e alguns correlacionavam com o que haviam lido nos textos. Permiti, então, que manipulassem o material novamente, e com o que iam falando fomos montando o modelo de indução eletromagnética. Terminei a unidade discutindo as aplicações atuais daquilo que havíamos estudado.

Finalmente, foi-lhes solicitado que escrevessem uma outra carta colocando suas idéias sobre o que seria a ciência e os cientistas e, é interessante observar, que, desta vez, a maioria realmente escreveu uma carta, ou diário, e não mais o fizeram em forma de questionário como havia ocorrido antes (apenas nove persistiram na escrita em forma de questionário). Possivelmente, a maioria dos estudantes, por ter tido condições de ensino diferentes, também admitiu a possibilidade de produção de um texto com formato diferente do usual.

Ao término da unidade teve lugar a análise das cartas, e é interessante notar que as respostas aos questionamentos sobre ciência foram imediatas; sem que buscassem definições formais; contudo, no momento da escrita alguns tenderam a buscar auxílio no caderno. Ainda com relação à escrita, como já assinali é interessante notar que embora houvesse pedido uma carta, ou um diário, ou um bilhete a um amigo, no primeiro momento a grande maioria dos alunos o fez em forma de questionário com pergunta e resposta (em um total de vinte e sete alunos, apenas quatro não escreveram desta forma), como podemos observar na transcrição abaixo.

*I- O que é a ciências?*

*R: A Ciências é o estudo de animais, do ar, da água, dos recursos naturais, das energias, do corpo humano e etc. Essa matéria (ciências) é a 2ª que eu mais gosto.*

Provavelmente estavam apenas reproduzindo as condições em que usualmente produzem textos.

No segundo momento, os alunos sentiram maior liberdade para expressar o que pensavam, colocando, além de suas concepções sobre ciências, suas impressões sobre a pesquisadora e sobre o trabalho realizado. Podemos considerar que o fato de estarem conhecendo a pesquisadora no mesmo momento em que esta lhes solicitava a escrita de uma carta fez com

que eles, a princípio, reproduzissem a forma de questionário, muito utilizado no ambiente escolar. No entanto, após o trabalho, o fato de terem tido maior contato com a pesquisadora lhes permitiu escrever mais livremente, adotando o formato de carta ou diário. Tal interpretação pode ser ilustrada pelo discurso da aluna Ana<sup>4</sup>, escrito na segunda carta.

*Hoje quando você chegou na classe eu pensei:*

*- O que será que ela está fazendo aqui. Quando eu percebi que tinha gostado muito de você*

Cabe também ressaltar que com a leitura das cartas podemos notar a influência de condições externas ao ensino propriamente dito nos discursos dos estudantes, como a influência familiar. Vejamos dois casos: um apresenta um discurso formal, mais técnico, e o outro uma concepção de cientista como sendo aquele dotado de um saber excepcional e da ciência como algo muito abrangente. Vejamos os depoimentos abaixo.

Primeiro caso :

Primeira carta:

*1) O que é ciências?*

*R: Ciências é o estudo de fórmulas, corpo humano, éter e álcools, isto é, álcool etílico, etanol, éter, ácido fênico, ácido sulfúrico e etc.*

*2) O que são cientistas?*

*R: Cientistas são aqueles que estudam a ciência. Se não fosse pelo cientista (nome não divulgado) a hevea brasiliensis (seringueira) não existiria. A seringueira dá origem à borrachas, solas de sapatos e mais produtos emborrachados*

Este aluno, que chamaremos Gabriel, define ciência com nomes de substâncias químicas e fórmulas, possivelmente devido à influência de sua formação familiar, uma vez que sua mãe é técnica em química e trabalha em um laboratório. No entanto, apesar de não ter modificado o discurso escrito nas duas cartas, no que se refere à ciência, apresenta na segunda uma maior

---

<sup>4</sup> Os nomes dos alunos usados neste trabalho são fictícios, e os seus textos foram transcritos sem nenhuma alteração gramatical, ou seja, *ipsis litteris*.

liberdade, sentindo-se mais à vontade para acrescentar no verso do papel um desenho, instrumentos de laboratório e uma estante, além de evidenciar deslocamento na visão de cientista que passa de descobridor de produtos a experimentador.

Segunda carta:

*1) O que é ciências?*

*R: Ciências é o estudo de formulas, alcools, ácidos, isto é, álcool etílico, ácido fênico, éter e etc.*

*2) O que são os cientistas?*

*R: Cientistas são aqueles que estudam e/ou fazem experiencias.*

Segundo caso :

A aluna Cris, provavelmente devido à forte presença do pai que é cientista – como ela própria o define - coloca a ciência como algo muito abrangente. É uma aluna considerada "CDF", como os próprios colegas disseram, e se mantém quieta e atenta às aulas, demonstrando receio e timidez ao responder questionamentos diretos. Observemos seu discurso nas duas cartas e seu depoimento em sala no início das atividades, onde era realizada uma conversa com a turma e onde, vez por outra, a pesquisadora começava a conversar diretamente com um aluno.

*Profª-pesq. – E vocês, que profissão querem seguir?*

*Gabriel – Eu quero ser cientista.*

*Ana - Eu quero ser bióloga.*

*Profª-pesq. – Mas não quer ser cientista como o Gabriel?*

*Ana - Não, cientista tem de saber tudo. Eu só quero saber biologia.*

*Profª-pesq. - Mas por que o cientista tem de saber tudo?*

*Ana - Não sei. Mas ele tem. E eu só quero saber biologia.*

Primeira carta:

*O que é ciências?*

*R: A Ciências e estudo de energia, corpo humano, poluição, o sistema solar, os astros estrelas, etc...*

*O que é um cientista?*

*R: Cientista é pessoas que estudam a ciencias eles trabalham com muitas coisas como sangue, doenças etc...*

Segunda carta:

*O que é ciências?*

*A Ciencias e um estudo que estuda muitas coisas e tambem invento e descobre muitas coisas*

*O que é um cientista?*

*R: Cientista é pessoas que estudam a ciencias eles trabalham com muitas coisas como sangue, doenças etc...*

Na segunda carta a aluna mantém a produção de significados abrangentes sobre ciência e cientistas, sem que se possa notar deslocamentos significativos em seu discurso.

Ambos os alunos citados são considerados como muito inteligentes e excelentes em sala, tendo destaque na turma (isto foi dito em conversa informal entre pesquisadora e professora).

Ainda, dentre os nove alunos citados, que escreveram na forma de questionário, temos aqueles que, embora conservando o formato de pergunta e resposta em suas cartas, demonstraram maior tranquilidade na segunda carta, seja acrescentando um desenho ao término da carta, ou transformando o formato de pergunta em título, como podemos perceber no aluno Diogo, que havia colocado a pergunta "o que é cientista" e depois apagou, substituindo pelo título "Cientista".

Considerando o conjunto dos estudantes, é interessante notar que, salvo alguns casos, a maioria dos alunos dessa 4ª série apresentou um discurso no qual a ciência é algo relacionado a estudo, não sendo necessário um conhecimento excepcional para ser cientista, e considerando que eles próprios podem vir a se tornar cientistas se estudarem muito.

Ao falarem de ciência, eles citam principalmente a biologia e alguns aspectos da física, no entanto, quando questionados quanto às outras disciplinas, como alguns disseram, elas também podem ser.

Um outro ponto relevante é que, em momento algum, a ciência foi relacionada a fórmulas e a cálculos excepcionais, mas sim a estudo e experimentação. Vemos, então, que nesta turma de 4ª série os alunos ainda não possuem a visão estereotipada da ciência como excepcional e inatingível.

Na primeira carta do aluno Tiago, encontramos um discurso onde o cientista é um estudioso e a ciência não está restrita apenas a algumas disciplinas, além de mostrar um pouco do conteúdo estudado com a professora de classe. Já na segunda, fica patente a influência da atividade prática provocando deslocamento no seu discurso, ao mesmo tempo em que mais uma vez faz menção ao estudo de energia feito anteriormente.

Primeiro discurso :

*Um cientista é um pessoa que estuda bastante a cienci e faz enventos quimicos até armas quimicas cientista é também aquela pessoa comum que estuda português, matemática, Historia, Geografia e ciencias cientista é pessoa ma também que acha que o dinheiro é tudo.*

*E o cientista inventou a energia solar energia cinética e a energia quimica e energia luminosa*

Segundo discurso :

*Ciencias é um estudo de coisas e pessoas ciencias e as invenções e até energia elétrica e um imã forte o suficiente para pucha metais super pesados.*

Pode-se dessa forma notar o papel das condições de produção escolares no discurso desse aluno.

É interessante analisar também o discurso da aluna Mariana que passa a afirmar que cientista não é maluco. Um detalhe importante é que antes ela não havia feito tal afirmação, inclusive definindo cientista como uma pessoa que estuda a ciência.

Primeiro discurso :

*Ciências é um estudo que estuda as plantas, os animais, o corpo humano, o ambiente e o sistema solar e as energias.*

*Ciêntita é uma pessoa que estuda a Ciência. Eu acho que ele estuda o dia inteiro para poder disvendar alguns mistério da natureza. O ciêntista também faz pesquisas.*

Segundo discurso :

*Hoje eu aprendi o que é Ciências, foi super legal. Também aprendi o que é um ciêntista.*

*Antes eu achava que ciêntista era um maluco mais agora vi que eu estava errada, ciêntista é super legal.*

É possível que ela realmente achasse o que afirma, mas não se pode descartar a possibilidade de que seu segundo discurso tenha sido deslocado devido à fala da professora-pesquisadora, ocorrendo uma repetição formal, na qual a aluna não assume um discurso sem que o historicize.

Também ressaltamos que, apesar da pouca idade dos alunos, não houve rejeição à leitura de um texto científico, nem tampouco manifestação de problemas no entendimento do conhecimento que estava sendo estudado. As dificuldades encontradas pelos estudantes estavam diretamente relacionadas ao significado de algumas palavras tais como *pés* e *galvanômetro*, estas tendo seu significado explicitado pela professora-pesquisadora quando solicitado.

Tal fato pode ser analisado na fala do aluno Gabriel e em alguns comentários ocorridos no decorrer da aula.

*Profª-pesq. - O que você achou do texto?*

*Gabriel – Amei!*

*Profª-pesq. - Tava difícil?*

*Gabriel - Tinha só umas palavras que eu não entendi.*

*Profª-pesq. - Mas deu para entender o texto?*

*Gabriel – Deu.*

E em outro diálogo:

*Professora – O que o texto tava falando?*

*Paulo – Ah!... que quando ligava e desligava o negócio, o ponteiro do aparelho mexia, mas quando tava só ligado ele não funcionava.*

*Professora – E você, o que acha? (perguntando para um menino que estava ao lado do primeiro)*

*Júlio – Que quando ligava aparecia energia no outro fio.*

Já no texto transcrito abaixo, além da nítida "empolgação" do aluno com o texto lido, podemos notar a presença da repetição histórica, como discutido na análise do discurso. Esta ocorre no momento em que ele insere em seu discurso final a questão da ciência servindo para guerra, que havia sido discutido em sala durante a realização da unidade de ensino, e que não estava presente em seu discurso inicial, nem foi reproduzido exatamente como dito em classe, estando esse deslocamento aparentemente relacionado à mediação da professora-pesquisadora.

Discurso inicial:

*Existe muito cientista no Brasil*

*estudam as plantas os corpos humanos os animais, a energia solar, energia eletrica, energia luminosa, energia quimica e a energia cinetica.*

*Os cientistas tem que ser bem estudiosos.*

Discurso Final:

*Assunto O que achei da aula de ciencias*

*Eu achei muito lega o texto*

*Que fala dos cientistas, das descoberta*

*Eles descobriram faz um tempão atraz. Ex os telefones, avioes, elecopiteros e etc.*

*Eles fez muita muitas coisas bacanas e tambem muitas coisa ruins  
como arma e bombas e etc*

*Eu achei o texto bacana com as experiencias que eles com fios*

Outro discurso em que notamos a repetição histórica é o abaixo transcrito, quando na segunda carta o aluno tenta refazer o raciocínio da geração e utilização da energia feito em classe pela professora-pesquisadora insere nele elementos de sua memória, historicizando o seu dizer.

*Eletricidade*

*A eletricidade passa por vários lugares e chega as nossas casas ela  
é gerada por energia e com ela podemos fazer várias coisas como:  
tomar banho, esquentar pães, etc...*

É muito interessante que nesta turma a autoria dos textos como sendo de um cientista foi perfeitamente aceita, vindo apenas ratificar a imagem do cientista como a de uma pessoa estudiosa.

No entanto, apesar de demonstrarem entendimento do texto, para muitos o mais marcante foi a realização da atividade prática, como nos apresenta o texto escrito na segunda carta.

*Hoje a professora Ani ensinou um pouco mais sobre a ciência Ela  
pegou um ima e pegou amperimido e Bobina e mostrou como que e a  
energia. fim.*

Encontramos outro exemplo onde a prática é evidenciada no discurso da segunda carta do aluno Je, com a qual quero ainda salientar a presença da possível repetição histórica em relação ao conhecimento estudado em classe com a professora da turma, quando este mesmo aluno cita os diversos tipos de energia e a motivação com uma aula diferente da usual. Mais uma vez notamos a presença da história escolar no discurso de um aluno.

Primeira carta :

*Os ciêntistas são grandes pesquisadores que desenvolve  
modernidade, um nome de um ciêntista D. Nelson Rodrigues da*

*Cruz ele falou que existi a energia luminosa, a eletrica a quimica, e do solar e a energia cinetica*

Segunda carta :

*A aula foi bastante legal colocamos uns ferrinhos em cima da folha e o ima em baixo da folha e os ferrinhos comesa amos a mexer o ima e os ferrinhos tambem se mecheram, tambem tem a do ima que quando a gente coloca azul com azul forma uma resistencia que não gruda agora colocamos azul com vermelho ai sim grudou ele pucha e pegamos um marcador de eletricidade e pegamos um ima e colocamos em tipo uma bomba e o marcador começou a marcar eletricidade.*

Ainda, em outra carta, notamos a prática como tendo uma influência forte na descrição da aula e, mais uma vez, temos a modificação na forma do discurso do aluno (uma vez que a primeira carta havia sido escrita em forma de questionário e esta segunda em forma de diário). Além disso, nota-se a nítida empolgação com uma aula que se utiliza de estratégias de ensino diversas, mostrando a influência das condições imediatas de produção na construção do discurso dos alunos.

Primeira carta:

1. *O que é ciências?*

*R: A ciências é o estudo de animais, do ar, da água, dos recursos naturais, das energias, do corpo humano e etc. Essa matéria (ciências) é a 2ª que eu mais gosto.*

2. *O que é um cientista?*

*R: Cientista é um homem ou mulher que estuda a ciências, pois os cientistas é que descobrem tudo que estudamos a clonagem, as pesquisas do corpo humano e muitas outras coisas.*

Segunda carta :

*Mini Diário*

*Bom hoje eu e meus colegas aprendemos sobre a ciências a professora Ani Isabel colocou malha de ferro num papel e puchou com um ima embaixo do papel, a malha de ferro começou a se transformar em várias coisas.*

*Depois ela colocou um ima dentro de um relógio, ela começa a mexer o ima e o ponteiro começou a se mexer também.*

*A professora Ani Isabel explicou várias coisas, eu adorei ter aula com ela, professora Ani Isabel por mim você viria todas as segundas e sextas.*

*TCHAU!*

*1000 Beijos professora*

Nesta classe podemos observar que os textos tiveram o papel de norteadores do trabalho e contribuíram para deslocamentos na produção de significados sobre a ciência e o cientista que os alunos já possuíam, sendo que, aparentemente, o mais marcante para os estudantes ficou sendo a prática experimental que possibilitou contato com materiais que nunca haviam visto e que, a princípio, foram inclusive considerados mágicos para os alunos.

## ***7.2 Turma de terceira série do ensino médio***

### **7.2.1 Caracterização da classe**

Esta turma é composta por 32 alunos de uma escola pública de Campinas, com origens familiares diferenciadas. Tem faixa etária variando entre 17 e 19 anos, sendo alunos com histórias escolares diferentes.

Neste grupo podemos encontrar tanto alunos que já fizeram curso técnico em eletrônica, quanto alunos que dizem não saber como já estão nesta série.

Durante a realização do trabalho muitos alunos colaboraram e demonstraram interesse em entender o que estava sendo feito. Não houve problemas com relação ao entendimento do texto e muitos os acharam fáceis.

A unidade foi desenvolvida durante sete semanas, num total de cinco aulas duplas. O maior problema para sua realização foi o fato de a escola não ter oferecido aulas em alguns dias e em outros haver ocorrido muitas faltas, prejudicando um pouco o encaminhamento do trabalho e desmotivando os alunos. O professor da disciplina Física, que possui também formação em Sociologia e valoriza o trabalho com a leitura, esteve presente durante toda a realização da unidade e disse que já havia trabalhado a leitura de textos sobre conteúdos de sua matéria com os alunos. Por este motivo, acreditava em um bom desempenho dos alunos e pouca dificuldade na leitura dos textos.

### **7.2.2 A análise do funcionamento da unidade de ensino**

O meu primeiro contato com a classe de 3ª série ocorreu quando na primeira aula o professor da classe me apresentou e explicou que durante algumas aulas eu realizaria um trabalho com eles, quando seria introduzido um conteúdo que fazia parte do currículo. Logo após, este professor disse que a “turma era minha” e permaneceu em sala observando o restante das aulas. Assim, prossegui a apresentação do trabalho e pedi que redigissem uma carta ou bilhete a um amigo, explicando o que entendiam por ciência e quem eram os cientistas. Neste momento, os alunos pediram para não escrever. Foi então que resolvi começar o trabalho com a atividade “tempestade de idéias”, deixando a escrita da carta para um momento posterior.

Desta forma, assumindo o papel de professora, com o objetivo de buscar conhecer um pouco das concepções dos alunos sobre a ciência e os cientistas, realizei este trabalho em grupo e, em seguida, os alunos elaboraram um quadro teatral onde retratavam o dia-a-dia de um cientista.

Para o desenvolvimento da primeira atividade dividi a turma em três grandes grupos e comecei falando a primeira palavra para a qual eles atribuiriam sentidos. Foi então que ao citar a palavra ciência, os grupos a correlacionaram diretamente à tecnologia, Física, Química, tendo apenas um grupo correlacionado ciência com disciplinas de uma área diferente da de exatas e da biologia (mais precisamente geografia, filosofia e política). Posteriormente, quando a correlação foi feita com a palavra cientista, ocorreu a associação direta da figura do cientista com as áreas de Física e Biologia, o que nos faz supor que as representações que os estudantes possuem da ciência estejam fortemente correlacionada às áreas de exatas e à Biologia, esquecendo todos os outros ramos da ciência. No entanto, é preciso considerar que este é apenas um indício, pois realizei a atividade em uma aula de física e me apresentei como professora de física e mestranda em educação pela Unicamp, o que pode ter influenciado nas respostas dos estudantes.

Continuando a atividade, citei outras palavras que estavam diretamente relacionadas ao conteúdo de Física que seria abordado durante o trabalho, assim foram ditas palavras tais como indução, eletromagnetismo, indução eletromagnética, dentre outras. A estas, alguns estudantes associaram dispositivos como ímã, capacitores e bússola, não expressando propriamente conceitos elaborados. Tais sentidos atribuídos pelos alunos às palavras mostram um pouco da memória e da história escolar de cada um, além de nos remeterem imagens do senso comum onde a ciência está diretamente relacionada ao desenvolvimento tecnológico. É importante notar que estas correlações foram feitas por alguns alunos e que a grande maioria ficou com expressões faciais interrogativas no momento em que as palavras foram indução e indução eletromagnética, fazendo supor que não tinham noção do que estava sendo falado.

Agora, sim, para finalizar as atividades já descritas, pedi aos alunos que escrevessem uma carta, um bilhete, ..., onde relatassem suas representações sobre ciência e sobre os cientistas.

Desta vez não houve recusa e os estudantes realizaram o trabalho rapidamente e com entusiasmo.

Na segunda aula, dando prosseguimento à unidade, iniciamos a segunda atividade onde foi pedido que os mesmos grupos da aula anterior, durante um tempo de quinze minutos,

tentassem elaborar uma cena mostrando como é o dia de um cientista (praticamente todos os alunos da aula anterior estavam presentes).

O primeiro grupo representou o cientista como uma pessoa que já amanhece pensando em ciência, e um aluno, representante do grupo, foi até a lousa, fazendo-se passar por um cientista, e colocou uma série de equações. Neste momento, como professora-pesquisadora o questioneei:

- *Você já acordou pensando nestas fórmulas?*

Ao que o aluno respondeu:

- *Não. Na verdade acordei pensando porque tudo que sobe desce.*

No imaginário deste primeiro grupo, o cientista é uma pessoa que só pensa em ciência, a ponto de acordar já se questionando sobre algo. E ao mostrar para a turma, ao invés de colocar o questionamento, a que se referiu posteriormente, preferiu colocar uma fórmula. Talvez isto se explique pelo seu cotidiano escolar, já que a concepção de ciência que os alunos manifestavam parece estar vinculada à forma como é estudada a Física no ensino médio.

No segundo grupo, foi patente a representação do cientista como sendo uma pessoa organizada e metódica. Ao apagar a lousa, seguindo o padrão de cima para baixo e devagar, a aluna que o fazia disse:

- *Tenho que fazer isso porque sou uma cientista disciplinada.*

Durante toda a cena foi bem sistemática, como aparentemente concebe que seja um cientista.

Na lousa, esta aluna escreveu o que afirmou ser o método científico:

*Método científico*

- *Observar algo (fato)*
- *Elaborar hipóteses*
- *Realizar experimentos*

- *Observar resultados*

Mais uma vez a professora-pesquisadora interveio:

- *Então o cientista é metódico?*

Ao que a aluna respondeu:

- *É! Não é aquele cara cabeludo, louco...*

Cabe dizer que a aluna líder do grupo faz também curso técnico, o que possivelmente também se constituiu como condição de produção do seu discurso, tanto no fato de ter sido escolhida como líder, uma vez que provavelmente os alunos reconhecem nela um saber que não possuem, quanto ao fato de ter produzido significados baseada em uma exposição do que possivelmente lhe foi ensinado sobre o que seria o método científico. Mais uma vez nos deparamos com a história escolar como condição de produção da leitura que os alunos fazem da ciência e da figura do cientista.

O terceiro, e último grupo, começou com um aluno dizendo:

*Aluno - Gênio é o seguinte. Um cara desligado... vou fazer uma analogia com um altista.*

*Prof<sup>a</sup>-pesq. - O cientista é um altista?*

*Aluno - Não. Eu tô falando do gênio e... do cientista.*

*Aluno - O cientista pesquisa uma porção de coisas. Einstein fez aqueles cálculos doidos até que aquela teoria mirabolante deu certo... Como é aquele cara da maçã?*

*Alguns alunos da classe - Newton.*

*Aluno - É, Newton ficou o dia inteiro embaixo do sol escaldante, sem tomar banho, pensando: hipotenusa ao quadrado... Aí ele sentou*

*embaixo de uma árvore e aí teve aquele deslocamento temporal da maçã de cima para baixo. Aí sim, pummm...!!!*

*Aluno - Gênio é aquela coisa louca, fica fazendo aqueles cálculos doidos. Ele faz aquilo lá só para passar o tempo. Aí cai uma maçã e pronto...*

*Prof<sup>a</sup>-pesq. - Então o acaso influencia?*

*Aluno - Não. As simples coisas da vida.*

*Aluno - O cientista é basicamente isto, coisa louca, um cara com um cabelo despenteado, que faz uma porção de cálculos loucos até que a maçã cai e pronto.*

*Prof<sup>a</sup>-pesq.- O cientista é um gênio então?*

*Aluno - Pode ser considerado um gênio.*

Nesta terceira apresentação encontramos a memória dos alunos sobre imagens que, quase certamente, viram na mídia, mostrando-se muito presentes na produção de significados sobre o cientista. Para esse aluno, assim como para muitos outros, o cientista é a figura de Einstein, com cabelos arrepiados e a língua para fora. E, embora relute a princípio em assumir o cientista como um gênio (ou altista, como descreve no começo), ele o faz de forma inconsciente no momento em que começa a apresentação falando do gênio e não do cientista como fora proposto, uma evidência da ideologia do aluno.

É interessante notar que em nenhuma das apresentações o cientista foi representado como uma pessoa comum, e em momento algum foi mencionada a leitura e o estudo, assim como não houve também a representação do trabalho científico como sendo a construção de um conhecimento compartilhado entre cientistas, ou mesmo o sentido de um desenvolvimento científico que considerasse conhecimento anterior ou que fosse influenciado historicamente.

Também se nota como certas atividades motivam os alunos, permitindo que estes se envolvam mais com as aulas, participando das discussões, expondo o que pensam, questionando e procurando se apropriar do conhecimento que está sendo discutido. Assim, a solicitação de que colocassem suas opiniões, servindo-me de uma atividade diferente da proposta, facilitou que expusessem suas noções anteriores e motivou o trabalho a ser desenvolvido.

É preciso, no entanto, considerar também o fator *novidade*. Ou seja, as condições imediatas de produção possivelmente proporcionaram um maior envolvimento dos estudantes devido ao fato de estarem realizando uma atividade diferente da usual em aula.

Após esta atividade, então, entreguei o texto escrito por Faraday (anexo II), sem explicitar sua autoria, e pedi que o lessem, explicando que este falava sobre o conteúdo que começaríamos a estudar. Os alunos começaram a leitura e a aula terminou.

A terceira aula teve de ser cancelada em função de uma paralisação dos professores, fazendo com que diminuísse o tempo para o desenvolvimento da unidade e distanciando mais o intervalo entre a segunda e a terceira aulas.

Após a semana de paralisação retomei o trabalho. Na terceira aula, entreguei, então, o texto com trechos do diário de Faraday (anexo II). Não foi colocada nem falada a autoria desse texto com o intuito de analisar a reação dos estudantes frente à linguagem e aos possíveis autores deste. Após a entrega, foi dado tempo para que os alunos lessem com calma o texto e para que pudessem discuti-lo com os colegas. Depois disso, perguntei aos alunos o que haviam entendido do texto e sobre quem poderia tê-lo escrito.

*Profª-pesq. – O que vocês acharam do texto?*

*Alunos – Ah!... dá pra entender.*

*Profª-pesq. – Foi difícil fazer a leitura?*

*Alunos – Não. Só algumas palavras que a gente não conhece.*

*Profª-pesq. – Alguém poderia tentar me explicar?*

*Aluno X – Ele diz que quando coloca um fio perto do outro aparece uma corrente nele. E que o aparelho marca numa hora de um jeito e na outra hora de outro.*

*Profª-pesq. – Mais alguém?*

*Aluno Y – Que dependendo do movimento a corrente elétrica vai numa direção e dependendo vai em outra.*

*Aluno Z – Ah!... que a agulha virava um ímã quando colocava lá. E que só funcionava quando ligava e desligava.*

*Profª-pesq. – E quem poderia ter escrito este texto?*

*Aluno I – Acho que a professora pegou de algum livro.*

*Aluno 2 – Acho que foi a professora.*

*Aluno 3 – Não sei.*

*Prof<sup>a</sup>-pesq. – Poderia ter sido escrito por um cientista?*

*Alunos em grupo: Não*

*Prof<sup>a</sup>-pesq. – Mas por que não?*

*Alguns alunos – Porque não tem conta e nem fórmula.*

*Aluno 3 – O texto é fraco. Deve ser de algum aluno.*

*Aluno 2 – Não pode ser, porque não tem nem fórmulas.*

Nestas falas pode-se notar a produção de significados pelos os alunos a respeito do cientista a partir do questionamento da forma de escrita do texto. É fato para eles que a escrita de um cientista é de difícil entendimento, usando termos científicos e, principalmente, com fórmulas e cálculos. Nessa posição, o texto científico é composto por tais instrumentos e, sem eles, pode ser escrito pela professora ou por alunos, ressaltando aí a distância que creio imaginarem existir entre os cientistas e eles mesmos. Além disso, encontramos nesse trecho da discussão indícios de que os alunos conseguiram entender elementos da noção de indução eletromagnética desenvolvida no texto, a partir do momento em que correlacionam o movimento do ímã ao surgimento de corrente elétrica, inclusive falando de seu sentido.

Revelei então a autoria do texto e conversei um pouco sobre a vida de Faraday e sobre o conteúdo do texto.

Quando deveria ocorrer a quinta aula, esta teve de ser cancelado em função de um feriado prolongado. Na outra semana, então, iniciei a aula entregando-lhes o texto com a biografia de Faraday (anexo I) e dando-lhes mais um tempo para a leitura. Em seguida, expliquei alguns termos usados no texto do diário e continuei falando um pouco mais sobre o conceito de indução eletromagnética, assim como sobre o contexto histórico da época em que foi desenvolvido.

Desta forma, a leitura dos textos possibilitou uma abordagem histórica do desenvolvimento do conceito de indução, podendo ser explorados os conceitos supostamente existentes na época de Faraday, tanto termos científicos quanto político-social. Deixo claro que não foi uma explanação aprofundada, mas uma abordagem que procurou ser contextualizante. Também, com a leitura foi possível lançar o questionamento sobre o caráter humano da ciência e

do cientista, no momento em que Faraday escreve que tentou várias vezes e que errou muitas outras até chegar no conceito de indução.

Um outro ponto interessante e que o texto permitiu trabalhar foi a noção da ciência sendo desenvolvida através da colaboração mútua entre os cientistas, quando Faraday menciona os trabalhos de Ampère e Arago.

Mas um fato curioso é que em momento algum os alunos questionaram a aplicabilidade deste conhecimento ou nem sequer tentaram mostrar alguma finalidade para ele.

Na sexta aula, enquanto os estudantes foram reunidos em grupos para reler os textos e comentar com os outros, levei o material experimental que demonstrava a Lei de Indução eletromagnética (anexo III) a cada um dos grupos, e questionei sobre o que eles estavam observando e expliquei o fenômeno que estava ocorrendo.

*Prof. - Aqui estão os instrumentos que mostrei.*

*Olhem no amperímetro...está passando corrente?*

*Alunos - Não*

*(Coloco o ímã na bobina).*

*Prof - E agora está?*

*Alunos - Não*

*Prof - E agora?*

*Aluno a - Agora o ponteiro tá mexendo.*

*Prof - É sempre na mesma direção?*

*Alunos - Não*

*Aluno b - Depende do movimento que você faz.*

*Prof - Que será que está acontecendo?*

*(Silêncio)*

*Aluno a - Não sei.*

*Prof - Eu vou entregar o texto de novo e quero que vocês leiam.*

*Prof - Dêem uma olhada no texto*

*Fernanda - Mas o texto não explica como...Como?*

*Prof - Dêem uma lida no texto e eu vou novamente montar aqui o experimento. E como tem pouca gente eu vou fazer aqui no meio (carteira central)*

*( Tempo para leitura e repito o experimento com a bobina.)*

*Prof - E aí?! Será que alguém agora sabe explicar o que aconteceu?*

*Fernanda - Vem cá.*

*Fernanda - Ninguém olha pra cá. Todo mundo presta atenção na câmera.*

*(Um menino se aproxima)*

*Fernanda - Sai daqui!*

*(Ela explica muito baixo e não consigo transcrever)*

*Prof - A Fernanda me falou o que ela acha. Alguém mais quer falar?*

*.....(Silêncio)*

*Prof - Então Fernanda...será que você pode repetir para a turma o que você me falou?A Fernanda pensou um pouquinho e chegou a uma conclusão.*

*Fernanda - Eu pensei o seguinte: tinha aqueles fios enrolados quando ela colocou o ímã e mexeu para um lado e para o outro...o ímã tem dois pólos e aí ele puxou os elétrons e empurrou os elétrons e fez os elétrons naquele fio...na bobina se mexerem e aí tem a corrente elétrica.*

*Prof - Todo mundo concorda?*

*Prof - Todo mundo entendeu? Alguém tem algo a acrescentar?*

É interessante notar que alguns alunos conseguiram perceber elementos constitutivos da indução eletromagnética com a leitura do texto, outros tiveram deslocamentos semelhantes com a prática e, que a segunda leitura do texto, feita após a prática experimental possibilitou um deslocamento, permitindo que a aluna explicasse com suas palavras o fenômeno de indução eletromagnética.

Nessa turma, após uma discussão com todos sobre tudo o que haviam visto e sobre a importância e aplicabilidade da indução eletromagnética, foi feita a montagem de um motor elétrico simples (anexo IV) pelos próprios alunos.

Encerrando a unidade, solicitei, mais uma vez, a confecção de uma carta, ou diário, ou bilhete, no qual deveriam escrever sobre o que pensavam da ciência, dos cientistas e sobre o que haviam estudado sobre indução eletromagnética.

Após o término da unidade, iniciei a análise das cartas e, como nessa turma as cartas foram escritas depois das atividades em grupo, muitos alunos, além de escreverem sobre suas concepções, ainda colocaram comentários sobre o que haviam feito. Assim, foi fato comum aparecerem comentários como os que transcrevo abaixo mais uma vez evidenciando a presença das condições imediatas de produção no discurso dos alunos:

*... Devido à aula de hoje, foi uma aula muito legal e menos cansativa.  
(aluno 1)*

*... A aula foi diferente e interessante, pois conhecemos uma outra forma de aprender. De entender melhor a ciência. (aluno 2)*

*... A aula de hoje foi diferente, gostei! Quer dizer, sempre gosto... da aula de Física. (aluno 3).*

Já nas cartas, muitos alunos ratificam a produção de significados que havia sido mostrada nas atividades, como é o caso da aluna Mariana que coloca a ciência feita através da elaboração de modelos.

*Tendo em vista estudos realizados durante o decorrer de nossas vidas, percebemos que o homem sempre procurou respostas para fatos que os intrigavam e deixavam sem respostas.*

*Nasce então o conceito de cientista, o qual irá elaborar modelos p/tal dúvidas.*

Outra aluna, Natalia, pertencente ao grupo da Mariana, escreve como se estivesse respondendo a um questionário, embora a solicitação tenha sido a de uma carta. Este tipo de

comportamento não foi muito comum nesse grupo de estudantes, embora tenha ocorrido bastante na turma de 4ª série. Além disso, apresenta a concepção de ciência como associada diretamente à Física e à Química.

Primeira carta :

1- *O que é a ciência? Quem são os cientistas?*

2- *Como achamos que é feita a ciência.*

*Resp.1 – Ciência é a matéria que estuda os fenômenos físicos ou químicos de tudo o que existe no mundo.*

*2- Cientistas são pessoas que estudam sobre algo, e através disso, acabam descobrindo coisas que podem servir no futuro ou não. Formando teses e teoria.*

*3- A ciência é feita através de estudos, os quais resultam em novidades e muitas vezes são usadas para algum fim.*

Ainda no texto da Natália, nota-se que aparece o cientista como estudioso, o que leva a produzir algo novo, conhecimento esse que para a aluna pode ou não ter alguma utilidade.

Ainda o texto da aluna Natália (carta transcrita anteriormente) se modificou e o que antes fora escrito como questionário agora havia se tornado um texto narrativo. Creio que por estar mais à vontade em relação tanto à pesquisa quanto à pesquisadora, a Fernanda conseguiu modificar sua escrita.

Além disso, podemos perceber um deslocamento com relação à produção de significados sobre a ciência, que antes era associada à Física e à Química, e na segunda carta aparece de forma mais geral, talvez em função da fala da professora e da abordagem histórica realizada. Neste discurso notamos a memória constitutiva da estudante, a repetição histórica, ao associar sua definição de ciência com pontos que reconheço como tendo sido tratados em aula, tais como: elaborar teses ou teorias,...pessoas normais, ...fazerem descobertas).

Segunda carta:

*Os cientistas são pessoas normais, com dom de observar algo e dentro disso, elaborar teses ou teoria do fato observado, podendo às vezes fazerem descobertas muito importantes.*

*Ciência é tudo aquilo que se estuda sobre tudo o que acontece no mundo. Cada ciência estuda uma coisa.*

*Devido à aula de hoje foi uma aula muito legal e menos cansativa.*

No entanto, enquanto na primeira posição sobre o cientista os significados estão associados a estudo, na segunda carta a aluna fala em dom, um deslocamento num sentido que não estava nas intenções da professora-pesquisadora.

Já o aluno João, pertencente ao segundo grupo em que a turma havia sido dividida anteriormente, concebe a ciência como exata, atribuindo um caráter hermético e verdadeiro ao conhecimento científico, acrescenta a imagem do cientista como gênio e finaliza atribuindo o desenvolvimento da ciência ao desenvolvimento de seus cálculos. Esse aluno explicita significados que indicam, aparentemente, uma visão empírica da ciência quando diz que esta não foi feita, a genialidade estaria em descobrir o que já existe, talvez aí esteja a noção da ciência como relacionada diretamente ao já existente na natureza.

*O que é ciência, o que são os cientistas e como achamos que é feita a ciência.*

*A ciência é nada mais nada menos que explicações exatas sobre assuntos variados, que o homem busca explicações. Cientistas são os cérebros de uma curiosidade que é questionada constantemente até que se encontre uma explicação e motivo p/o que pesquisam. A ciência não foi feita; pelo contrário, a ciência já existia em fusão e reações químicas, portanto a ciência foi desenvolvida e aprimorada em seus cálculos e módulos diferenciados p/ cada tipo de assunto.*

Também pudemos notar na segunda carta escrita pelos alunos, alguns deslocamentos ocorridos nas produções de sentidos sobre ciência, assim como alguns estilos de escrita se

tornaram mais espontâneos, como é o caso do aluno Rodrigo que antes havia escrito em forma de questionário e agora fazia um relato simples em forma de narrativa.

Primeira carta:

*A aula de hoje foi muito legal, bastante criativa, diferente. Para resumir o que quero dizer: foi uma aula muito gostosa.*

*Ciência – Ato de estudar, de criar e analisar o seu meio ambiente, habitat, cria coisas que revolucionam determinado local.*

Segunda carta:

*Os cientistas não são exatamente loucos, eles só querem saber como “tal coisa” acontece, por que essa “tal coisa” acontece.*

*Um cientista não precisa fazer contas e mais contas para dizer que é cientista e para descobrir alguma coisa.*

*Textos de cientistas não têm palavras complicada, um vocabulário difícil.*

*Ou seja, um cientista é uma pessoa normal, comum, assim como nós.*

No texto deste aluno, além de percebermos indícios da minha fala, quando alertei para o fato do cientista ser uma pessoa normal, noto a influência da leitura dos textos como caminho importante para desmitificação da ciência, no momento em que o estudante coloca que os cientistas não têm palavras difíceis. Creio estarem presentes neste discurso dois tipos de repetição como caracterizadas pela análise de discurso da linha francesa. A primeira, repetição histórica, referente à conclusão do aluno, notando que "um cientista não precisa fazer contas e mais contas" e que seus textos não tem palavras difíceis. A segunda, possivelmente uma repetição formal, na qual o aluno diz que o cientista é uma pessoa normal, repetindo um discurso ocorrido em sala de aula.

Já uma outra aluna, que chamarei de Aline, em um primeiro momento produz significados sobre o cientista como sendo uma pessoa com vontade de criar, de ajudar e que possui a intenção de descobrir coisas que acredita poderem ajudar as pessoas. Aí o conceito de ciência vem associado à noção de ciência contribuindo para o bem e ao cientista como sendo uma pessoa que

só deseja fazer ciência para ajudar. Tais significados “benéficos” persistem na segunda carta, que agora enfatiza o fato de o cientista não ser louco, mas persistente e estudioso, ocorrendo um deslocamento no sentido de que ele agora não é mais apenas uma pessoa com “vontade” de criar. Mais uma vez aparecem indícios da mediação da fala da professora-pesquisadora e dos próprios alunos da classe influenciando na escrita da Aline, quando esta, em sua segunda carta, questiona se o cientista é maluco. Ainda, posteriormente, nota-se a mediação do texto quando ela fala do cientista como uma pessoa persistente.

Na primeira carta:

*Cientistas são pessoas que têm uma “vontade” de criar, descobrir algo que julgam ser para ajudar a mudar o pensamento. Que ajudam as pessoas a entenderem melhor a própria ciência...*

Na segunda carta:

*Cientista é louco? Todos pensam que sim, mas vimos que na verdade o cientista é um estudioso, interessado, curioso, em descobrir coisas que ajudem a humanidade. Qualquer pessoa pode se tornar um cientista, se for persistente, se se dedicar ao estudo do que quer descobrir, a ciência.*

*A ciência é o estudo do homem, e de tudo o que está ao seu redor.*

Na segunda carta, ao responder uma questão presente na discussão ocorrida em sala de aula, a aluna historiciza o seu dizer inserindo em seu discurso elementos de sua memória, colocando a curiosidade e o interesse como sendo características de um cientista. Ou seja, nota-se em seu discurso a presença da repetição histórica.

Finalizando, podemos ainda analisar o deslocamento ocorrido no discurso de um aluno que antes só se referia à ciência de uma forma extremamente positiva.

Primeira carta:

*... A ciência e os cientistas, na minha concepção, revolucionam a história humana com seus experimentos e descobertas; a influência*

*que eles exercem sob o avanço tecnológico mundial é direta, necessária e essencial.*

Segunda carta:

*... A ciência é feita quando a curiosidade e novos acontecimentos se fundem sendo colocados em prática para descobrir como, quando e por que algo ocorreu, e quais são as proporções fundamentais para benefício e/ou malefício que esses novos acontecimentos nos trarão.*

Nessa última carta observa-se a mediação do texto de Faraday no momento em que o aluno utiliza a palavra prática, demonstrando o caráter do texto onde Faraday narra o desenvolvimento do conceito de indução através da narrativa de seus estudos experimentais e da realização da prática experimental em sala.



## 8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Apesar do desenvolvimento das unidades de ensino ter ocorrido em um curto intervalo de tempo, obtive indícios de que o trabalho realizado motivou os estudantes nos dois níveis de ensino de que tratam os capítulos 5 e 7. Além disso, os discursos dos alunos nos mostram um papel fundamental para os textos originais de cientistas, quer seja aproximando o estudante da linguagem do cientista e mostrando que a linguagem matemática não é única na construção da ciência, embora esta seja uma ferramenta fundamental no seu desenvolvimento. Os textos também funcionaram como mediadores no entendimento de conhecimentos neles presentes. Nesse caso, a leitura indiretamente permitiu o desenvolvimento de uma abordagem histórica através da mediação da professora-pesquisadora, além de uma postura crítica frente aos avanços da ciência, facultando aos estudantes a reflexão sobre o caráter da produção científica.

Considero também que a escolha do texto de Faraday possibilitou a aproximação dos estudantes do caráter humano do cientista, a partir do momento em que este autor relata seus erros e mostra que se baseou em estudos de outros cientistas.

Notei que os estudantes produziram alguns sentidos relativos à imagem do cientista e da ciência muito próximos aos de outros trabalhos como o de Moraes et al (1990) onde alguns alunos do ensino médio e técnico mostraram em seus discursos a ciência sempre sendo benéfica, mitificando-a. No entanto, no desenvolvimento da unidade de ensino, diferentemente do trabalho acima citado, os alunos raramente correlacionaram a ciência diretamente com a natureza e também conseguiram vincular o desenvolvimento científico com as relações sociais.

É interessante que a imagem da ciência como sendo somente benéfica tem estado presente na maioria dos discursos dos alunos, independente da idade dos estudantes e do país de origem, como podemos notar no artigo de Chiang e Guo (1996), onde foi realizada uma pesquisa com alunos da 5ª e 6ª séries do ensino básico de Taiwan, buscando analisar suas representações sobre ciência através de desenhos e questionamentos. Outra característica apontada nesse artigo e que se assemelha com os sentidos analisados nesta dissertação, refere-se ao fato de que os estudantes de faixas etárias menores ainda não possuem uma imagem tão mitificada do cientista, não o diferenciando com muita clareza daqueles que não trabalham com o desenvolvimento científico. Contudo, o artigo de Chiang e Guo aponta sentidos nos quais os alunos relacionam a pesquisa

científica com a verdade absoluta e os experimentos como prova ou verificação, fato que não ocorreu no desenvolvimento desta dissertação.

Na leitura dos discursos dos estudantes, os quais tiveram entre suas condições de produção as atividades propostas, pude notar que as unidades de ensino tiveram papéis diferenciados em cada classe, dependendo das condições de produção próprias de cada uma, apesar das condições imediatas terem sido bastante próximas. Além disso, verifiquei que ao longo da escolarização ocorrem deslocamentos nos significados produzidos pelos alunos sobre a ciência e os cientistas.

Assim, na 4ª série, na qual a maioria dos estudantes já tinha em seu imaginário o cientista como um estudioso, obtive evidências de que a unidade contribuiu para que alguns alunos refletissem sobre as consequências do desenvolvimento científico para a sociedade. Além disso, obtive indícios de que a leitura possibilitou a compreensão de elementos constitutivos do conceito de indução eletromagnética, apesar da pouca idade dos estudantes, e de que a leitura funcionou como mediadora, propiciando o desenvolvimento de uma análise histórico-socio-econômica da produção do conhecimento científico. No entanto, o desenvolvimento da unidade de ensino nessa classe indicou a ocorrência de deslocamentos no sentido da valorização do cientista como um experimentador, possivelmente em função da atividade prática e da linguagem utilizada no texto lido.

Já na 3ª série do ensino médio, a maioria dos estudantes da classe trabalhada imaginava a figura do cientista como a de uma pessoa que “não possui vida própria”, ou seja, só pensa em ciência, ou mesmo o que chamam de “maluco”. Nessa série, a ciência foi diretamente relacionada a disciplinas que envolvam cálculos e fórmulas. Em parte, creio que isto esteja relacionado ao modo como é desenvolvido o ensino de ciências no contexto escolar. Nessa classe, a leitura propiciou uma desmitificação inicial dos significados citados, a partir do momento em que os alunos notaram que um texto que consideraram fraco foi escrito por um cientista.

Além disso, em alguns discursos encontrei indícios de que, com a realização da unidade, alguns significados sofreram deslocamentos no sentido dos estudantes considerarem a ciência de forma mais abrangente, não a correlacionando unicamente ao desenvolvimento de fórmulas e cálculos. Mais uma vez, evidências indicam que a leitura funcionou como mediadora no deslocamento de algumas noções, a partir do momento em que aproximou os estudantes da linguagem do cientista e facultou a possibilidade de uma explanação histórico-crítica do desenvolvimento do conhecimento. Também nessa série, assim como na 4ª série do ensino

fundamental, indícios mostraram que alguns alunos passaram a produzir significados sobre o cientista como um experimentador. E que a leitura propiciou a compreensão de elementos sobre a indução eletromagnética, introduzindo o tema e possibilitando um maior aprofundamento teórico subsequente. Ainda, com a diversidade de atividades, os alunos mostraram-se motivados e interessados em continuar o estudo sobre o tema proposto.

Desta forma, considero que a unidade trabalhada contribuiu para mostrar a alguns estudantes a imagem do cientista como a de um estudioso e permitiu que eles comessem uma reflexão sobre suas próprias concepções acerca da ciência e dos cientistas. Creio que o texto tenha desempenhado diferentes papéis ao longo do trabalho, possibilitando o contato mais próximo dos estudantes com a linguagem de um cientista e provocando questionamentos sobre as condições de produção da ciência. E que, a partir do momento da leitura, os textos também permitiram que através da mediação da professora, fosse realizada uma abordagem histórica, tentando mostrar o relacionamento existente entre a ciência, a história e sobre as conseqüências do desenvolvimento científico.

Também é interessante notar como a unidade se desenvolveu de forma diferenciada nas duas séries, sendo que indícios mostraram que para os alunos da quarta série a atividade prática teve um papel de destaque, tendo sido marcante nos discursos a influência de tal atividade. Já para os alunos da terceira série do ensino médio, o mais marcante foi o fato dos discursos darem indícios de que a leitura dos textos provocou um "choque" em função da linguagem utilizada por Faraday, possibilitando aos alunos refletirem sobre suas noções de ciência e cientista.

Contudo, como dito anteriormente, a unidade foi realizada em um curto período de tempo e, por isso, funcionou como um "estopim" para atividades posteriores que poderiam ser realizadas com textos de outros cientistas, para que os alunos pudessem analisar outros discursos e refletir a respeito de outros processos de desenvolvimento da ciência e sobre aqueles que estiveram envolvidos nesses desenvolvimentos, propiciando, assim, uma formação reflexiva e crítica a respeito da construção do conhecimento e da sociedade e, aí sim, contribuindo mais significativamente para a formação de indivíduos mais críticos e maduros.

Com relação a estudos anteriores, relativos ao tema indução eletromagnética, como o de Barth (2000), julgo que a peculiaridade do presente estudo foi focar de modo mais direto a produção de significados pelos estudantes sobre a ciência e o cientista.

Como perspectivas futuras julgo ser interessante a continuidade deste trabalho, sendo realizada a unidade com uma turma de oitava série. Posteriormente, também devem ser realizadas leituras de textos de outros cientistas e a análise do funcionamento destas leituras influenciando as noções dos estudantes sobre a ciência, o processo de desenvolvimento científico sobre o próprio cientista.

Como perspectivas futuras julgo ser conveniente a realização desta investigação com outras turmas, incluindo séries diferentes das aqui analisadas. Posteriormente, também devem ser realizadas leituras de textos de outros cientistas e a análise do funcionamento destas leituras influenciando as noções dos estudantes sobre a ciência, o processo de desenvolvimento científico sobre o próprio cientista.

## 9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ALEXANDER, Patricia A.; KULIKOWICH, Jonna M. Learning from Physics Text: A Synthesis of Recent Research. *Journal of Research in Science Teaching*, v. 31, nº 9, p. 895-91, 1994.
- ALMEIDA, M. J. P. M. Ensino de Física: Para Pensar Algumas Concepções. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 9, n. 1, p. 20-26, 1992.
- \_\_\_\_\_. *O texto escrito na educação em Física: Enfoque na divulgação científica*. In: Almeida, Maria José P. M. E Silva, Henrique C. (Orgs.) *Linguagens, leituras e ensino da ciência*. Campinas, SP: Mercado das Letras: Associação de Leituras do Brasil, p. 53-68. Coleção Leituras no Brasil, p. 53-68, 1998.
- \_\_\_\_\_. *Discursos da Ciência e da Escola: Ideologia e Leituras Possíveis*. Campinas: Mercado das Letras, 2004a.
- \_\_\_\_\_. *Historicidade e interdiscurso: Pensando a educação em ciências na escola básica*. Texto aceita para publicação na revista *Ciência & Educação*: número especial, 2004b.
- ALMEIDA, Maria José P. M. de; SILVA, Henrique C.; Michinel, José L. M. Condições de produção no funcionamento da leitura na educação em Física. *Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências*, v. 1, n. 1, p. 5-17, 2001.
- ALMEIDA, Maria José e RICON, Alan Esteves. Divulgação Científica e texto literário – Uma perspectiva cultural em aulas de Física. *Caderno Catarinense de ensino de Física*, Florianópolis, v. 10, nº1, pp 7-13, 1993.
- ARRUDA, S. M.; SILVA, M. R.; LABURU, C. E. Laboratório didático de Física a partir de uma perspectiva Kuhniana. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*. UFRS, Porto Alegre, v.6, nº1, 2001.
- BACHELARD, Gaston. *A formação do espírito científico*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2003.
- BARROS, Marcelo A ; CARVALHO, Anna Maria P. de. A história da ciência iluminando o ensino de visão. *Ciência & Educação*. v. 5, n. 1, p. 83-94, 1998.
- BARTH, Michael. Eletromagnetic Induction Rediscovered Using Original Texts. *Science & Education*, n. 9, p. 375-387, 2000
- BASSALO, José Maria Filardo. A Importância do Estudo da História da Ciência. *Revista da SBHC*, n. 8, p. 57-66, 1992.

- BASTOS**, Fernando. O ensino de conteúdos de história e filosofia da ciência. *Ciência & Educação*. V. 5, n. 1, p. 55-72, 1998.
- BERNAL**, J. D. *Ciência na História*. Lisboa : Livros Horizonte, 1976.
- CARVALHO**, Anna Maria P. O uso do vídeo na tomada de dados: pesquisando o desenvolvimento do ensino em sala de aula. *Pro-Posições*, 7, n. 1 [19], p.5-13, 1996.
- CARVALHO**, A. M. P. de; **CASTRO**, R. S.; **LABURU**, C. E.; **MORTIMER**, E. F. Pressupostos epistemológicos para a pesquisa em Ensino de Ciências. *Cadernos de Pesquisa*, (82), 85-9, 1992.
- CASTRO**, Ruth Schimitz de e **CARVALHO**, Anna Maria Pessoa de. História da Ciência: Investigando como usá-la num curso de segundo grau. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*. v. 9, n. 3, 1992.
- CHAMBERS**, David Wade. Stereotypic Images of the **Scientist**: The Draw-A-**Scientist** Test. *Science Education*; v 67, n. 2, p. 255-65, 1983.
- CHAU**, M. *Convite à Filosofia*. São Paulo: Ática..
- CHIANG**, Chia-Ling; **GUO**, Chorng-Jee. *A Study of the Images of the Scientist for Elementary School Children*. *J Res Teaching*; 7, 2, 135-140, 1996.
- EINSTEIN**, Albert; **INFELD**, Leopold. *A evolução da Física*. 4. ed. Rio de Janeiro: Guanabara Koogan S.A. 1988.
- GALILI**, Igal; **TSEITLIN**, Michael. Newton's First Law : Text, Translations, Interpretacions and Physics Education. *Science & Education*, n. 12, p. 45-73, 2003.
- GALLO**, Sílvio. *Transversalidade e educação: pensando uma educação*. In: Alves, Nilda e Garcia, Regina Leite (orgs.). *O sentido da escola*. Rio de Janeiro: DP & A, 1999.
- GINZBURG**, Carlo. *Mitos Emblemas Sinais: morfologia e história*. Tradução por Frederico Carotti. São Paulo: Companhia das Letras. 1990.
- GUZZETTI**, Barbara J. ; **SNYDER**, Tonja E. e **GLASS**, Gene V. Promoting conceptual change in science : can texts be used effectively? *Journal of Reading*, 35, n. 8, p. 642-649, 1992.
- GUZZETTI**, Barbara J.; **HYND**, Cynthia R.; **SKEELS**, Stephanie A.; **WILLIAMS**, Wayne. O. Improving physics texts : students speak out. *Journal of Reading*, 38 : 8, p. 656-663, 1995.
- JENKINS**, Edgar W. Making meaning. *Studies in Science education*, 33, p. 117-120, 1999.
- KAFI**, Yasmin B.; **GILLILAND-SWETLAND**, Anne J. The Use of Historical materials in Elementary Science Classrooms. *Science Education*, v. 85, nº 4, 2001.

- KOCH, A., ECKSTEIN, S. G.** Skills needed for reading comprehension of physics texts and their relation to problem-solving ability. *Journal of Research in Science Teaching*, 32, n. 6, p. 613-628, 1991.
- KUHN, T.S.** *Função do Dogma na Investigação Científica in Deus, J.D. A Crítica da Ciência*, Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1974.
- JUSTI, Rosária.** History and philosophy of science through models: some challenges in the case of "the atom". *International Journal of Science Education*, v. 22. n. 9, p. 993-1009, 2000.
- LANNES, D.; FLAVONI, L.; DE MEIS, L.** The **Concept** of **Science** among Children of Different Ages and Cultures. *Biochemical Education*, v. 26, n. 3, p. 199-204, 1998.
- MACH, E.,** *The Science of Mechanics*, Open Court Publishing Company, LaSalle II, 1960.
- MATTOS, M. G.; VALADARES, J.** O efeito da actividade experimental na aprendizagem da ciência pelas crianças do primeiro ciclo do Ensino Básico. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*. UFRS, Porto Alegre, v.6, n°2, 2001.
- MAXWELL, James C.** "On induction of eletric currents". In: Harvard Project Physics Reader An Introduction to Light and Eletromagnetism. Nova York: Holtt, Rinehart and Winston, Inc., p. 165-7, 1969.
- MOJE, Elisabeth B.** 'I teach students, not subjects': Teacher-student relationships as contexts for secondary literacy. *Reading Research Qyarterly*, 31, n. 2, p. 172-195, 1996.
- MORAES, A.G.; VIANNA, D.M.; FREITAS, J. D.; REIS, J. C. O.; PINTO, K. N.; BRAGA, M. A. B.** Representações sobre Ciência e suas implicações para o Ensino de Física. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, v. 7, n. 2, p.120-7, 1990.
- MORTIMER, Eduardo.** Conceptual change or conceptual profile change? *Science Education*, v. 4, p. 267-285, 1995.
- NIELSEN, H. & THOMSEN, P. V.** History and Phylosophy of Science in Physics Education. *International Journal of Science Education*, 12(3), 308-316, 1990.
- NEWTON, Lynn .; NEWTON, DouglasP.** Primary Children's **Conceptions** of **Science** and the **Scientist**: Is the Impact of a National Curriculum Breaking Down the Stereotype? *International Journal of Science Education*; v. 20, n. 9, p. 1137-49, 1998.
- OLIVEIRA, Odisséa B.** *Possibilidades da Escrita no avanço do senso comum para o saber científico na 8ª série do ensino Fundamental*. 128p. Dissertação (Mestrado em educação) Faculdade de Educação UNICAMP. Campinas cap. III e IV, 2001.

**ORLANDI**, Eni Puccinelli. *Interpretação; autoria, leitura e efeitos do trabalho simbólico*. Petrópolis: Editora Vozes, 1996.

\_\_\_\_\_. *Discurso e leitura*. Cortez, 5. ed., Campinas: Editora da Universidade Estadual de Campinas.(Coleção Passando a limpo), 2000.

\_\_\_\_\_. *Análise de discurso: princípios e procedimentos*. 4ª ed., Campinas: Pontes,, 2002.

**PECHEUX**, Michel. *Papel da memória*. In: **ACHARD**, Pierre et al. *Papel da memória*. Campinas: Pontes, p. 49-57, 1999.

**PEDRISA**, Cíntia Mara. Características Históricas do ensino e Ciências. *Ciência & ensino*, Campinas, n. 11, p. 9-12, 2001.

**PESSOA**, Osvaldo Jr .Quando a abordagem histórica deve ser usada no ensino de ciências? *Ciência & Ensino*, número 1, Jornal semestral do gepCE – FE – Unicamp, 1996.

**POCOVI**, M. Cecilia; **FINLEY**, Fred. Lines of Force : Faraday's and Student's Views. *Science & Education*, n. 11, p. 459-474, 2002.

**RABONI**, Paulo César de Almeida. Textos no Ensino de Física do 2º grau : um Relato. *Caderno Cedes*, ano XVIII, nº 41, 1997.

**RICON**, Alan E.; **ALMEIDA**, Maria José P. M. *Ensino de Física e leitura*. *Leitura: Teoria e Prática*, 10, n. 18, p. 716, 1991.

**ROBILOTTA**, M.; **BABICHAK**, C. Definições e conceitos em Física. *Caderno Cedes*, ano XVIII, n. 41, 1997.

**ROBILOTTA**, M. *Construção e realidade no ensino de física*. São Paulo, Publicações do Instituto de Física da Universidade de São Paulo. 1985.

**SEROGLOU**, Fanny; **KOUMARAS**, Panagiotis. The contribution of the History of Physics in Physics Education: A Review. *Science & Education*, n. 10, p. 153-172, 2001.

**SILVA**, Henrique César da. *Discursos escolares sobre gravitação newtoniana: textos e imagens na física do ensino médio*. Tese de doutorado. FE, Unicamp. Campinas, 2002.

**SONG**, Jinwoong; **KIM**, Kwang-Suk. How Korean Students See **Scientists**: The Images of the **Scientist**. *International Journal of Science Education*, v. 21, n. 9, p. 957-77, 1999.

**SOUZA**, Suzani Cassiani; **ALMEIDA**, Maria José P. M. Leituras na mediação escolar em aulas de Ciências: A fotossíntese em textos originais de cientistas. *Pro-Posições*, v. 12, n. 1(34), 2001.

**VIANNA**, Deise Miranda. Da Criação à difusão : A ciência que ensinamos. *Pro-Posições*, v. 7, n. 1 [19], p. 95-102, 1996.

**VILLANI, C. E. P.; NASCIMENTO, S.S.** A argumentação e o ensino de ciências: uma atividade experimental no laboratório didático de Física do Ensino Médio. *Revista Investigações em Ensino de Ciências*. UFRS, Porto Alegre, v.8, nº3, 2003.

**XAVIER, Roberto Moreira.** O Papel da História da Ciência e da tecnologia na Formação da cultura científica e Tecnológica. *Revista da SBHC*, edição especial, p. 63-9, 1990.



## 10. BIBLIOGRAFIA UTILIZADA NA UNIDADE DE ENSINO

**ENCICLOPÉDIA AMERICANA.** De Luxe Library edition. Grolier Incorporated. Connecticut, EUA, v. 11, 1991.

**ENCICLOPÉDIA BRITÂNICA.** Willian Benton Publisher. London. England. V. 9, 1960.

**GOODING, David; JAMES, Frank A. J. L.** (1989) *Faraday Rediscovered*. England, Macmillan Press..

**GUIMARÃES, L. A.; BOA, M. F.** *Eletricidade e Ondas*. São Paulo : Editora Harbra,p. 161, 1998.

**MAGIE, Willian Francis.** *A source book in Physics*. Cambridge: Harward University Press, p. 472-510, 1963.

**PROJECTO DE FISICA.** Unidade 4 - Luz e eletromagnetismo. Fundação Calouste Gulbenkian. 1985.

**RIVAL, Michel .** *Os grandes experimentos científicos*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar editor, 1997.

**VALADARES, Eduardo de Campos.** *Física mais que divertida*. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2002, p. 113- 4



## 11. BIBLIOGRAFIA CONSULTADA

- BABIN, P. e KOULOUMDJIAN, M.F.** *Os novos modos de compreender*. São Paulo: Edições Paulinas, 1989.
- BASTOS, Fernando.** *O Ensino de conteúdos de História e Filosofia da Ciência*. *Ciência & Educação*, 5(1), p. 55-72, 1998.
- CHALMERS, Alan F.** *O que é a ciência afinal?* Trad. Raul Fiker. 5. ed. São Paulo: Brasiliense, 2001.
- FERRACINI, Gerson.** *Aprendendo Física - Biografias*. São Paulo: Editora Scipione, São Paulo, 1996.
- DUHEM, P.** *Théorie physique: son objet, sa structure*. Paris: J.Vrin., 1981 (1. ed., 1906).
- KAWAMURA, Maria Regina Dubeux.** Linguagem e novas tecnologias. *Coleção Leituras no Brasil*. p. 87-103, 1996.
- LIMA, M. C. Barbosa; CARVALHO, A. M. P. de.** Linguagem e o Ensino de Física na Escola Fundamental. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, v. 20, n. 1, p. 86-97, 2003.
- MACHADO, José Luís M.** *O funcionamento de textos divergentes sobre energia com alunos de Física: a leitura no ensino superior*. Tese de doutorado. Campinas, SP, 2001.
- MATHEWS, Michael R.** História, filosofia e Ensino de Ciências: A Tendência Atual de Reaproximação. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, v. 12, n. 3, p.164-214, 1995.
- RESNICK, Robert ; HALLIDAY, David.** *Física 3*. Livros Técnicos e científicos. Rio de Janeiro, Editora Ltda., 1991.
- SHAMOS, Morris H.** *Great Experiments in Physics*. Nova York: Dover Publications, Inc., 1959, p. 128-158
- SILVA, Henrique C.; ALMEIDA, Maria José P. M.** *Condições de produção da leitura em aulas de física no ensino médio: um estudo de caso*. In: Almeida, Maria José P. M., Silva, Henrique C. (Orgs.) *Linguagens, leituras e ensino de ciência*. Campinas, SP : Mercado das Letras : Associação de Leitura do Brasil, 1998. p. 131-162.



## ANEXO I: UMA BREVE BIOGRAFIA DE MICHAEL FARADAY<sup>5</sup>

Anisabel Montenegro

Originário de uma família humilde, era o terceiro filho de um ferreiro de Newington, subúrbio de Londres, onde nasceu em 22 de setembro de 1791. Seus pais pertenciam a um pequeno setor presbiteriano conhecido como *sandemanians*, que combinavam a crença na verdade das escrituras com o amor e a simplicidade do início do cristianismo.

Com apenas treze anos Faraday foi obrigado a abandonar os estudos e procurar trabalho, colocando-se a serviço do livreiro G. Riebau. Este, além de lhe ensinar a arte de encadernar, também lhe facilitou o acesso aos livros, abrindo ao garoto o mundo do conhecimento.

Com a curiosidade voltada para a Ciência, a partir de 1810 ele começou a frequentar as palestras da Sociedade Filosófica da Cidade, entidade que se dedicava particularmente à Filosofia Natural (nome que designava as ciências físicas e químicas na época). Os membros dessa Sociedade reuniam-se para ler e discutir os temas científicos mais recentes e, além dos debates, tinham a preocupação de sempre apresentar experiências relativas ao assunto.

Faraday era tão interessado nesses encontros que, já em 1812, tendo levantado inúmeras dúvidas durante uma das conferências, foi convidado a fazer, ele próprio, uma explanação para defender seus pontos de vista.

Em 1799 havia sido fundada, em Londres, a Royal Institution da Grã-Bretanha. A instituição, que sobrevive até nossos dias, era uma associação que, atenta ao desenvolvimento da Revolução Industrial na Inglaterra, se propunha a "ser um centro para a divulgação de conhecimentos mecânicos práticos para os que se dedicam ao artesanato". Além disso, pretendia consagrar-se ao ensino, por meio de cursos, preleções filosóficas e experimentações, para a aplicação da Ciência aos objetivos comuns da vida diária. Seu principal orador era Sir Humphry Davy, renomado professor de Química e brilhante conferencista.

Em março de 1812, Faraday obteve, através de um amigo, um convite para assistir a quatro palestras de Sir Davy sobre seus trabalhos em Eletroquímica. Ele apreciou muito essas conferências, anotando-as por inteiro, para comentá-las e ampliá-las posteriormente com desenhos – como sempre fazia em todos os seus estudos.

---

<sup>5</sup> Texto escrito com base em informações retiradas da Enciclopédia Britânica e da Enciclopédia Americana.

Nessa época, a complexidade de seus trabalhos já exigia um laboratório de pesquisas; mas como o salário da livraria mal dava para o sustento pessoal, Faraday resolveu, em dezembro de 1812, escrever para Sir Humphry Davy – com quem já trabalhara alguns dias, substituindo um empregado doente –, para pedir-lhe uma colocação na Royal Institution. Junto com a carta, enviou as anotações que fizera durante as conferências a que pudera assistir. Sir Davy ficou muito impressionado e mesmo lisonjeado com os escritos, mas comunicou-lhe que, infelizmente, não havia vagas.

Finalmente, a 1º de março de 1813, foi oferecido um lugar de assistente de laboratório da Royal Institution, além de dois quartos nos altos do instituto, combustível para o aquecedor e velas para a iluminação. Também lhe foi concedida autorização para usar a aparelhagem do laboratório em estudos pessoais.

Além disso, nesse mesmo ano Sir Davy iniciou uma longa viagem pela Europa e Faraday o acompanhou, como assistente e criado de quarto. Esta última condição só lhe foi comunicada às vésperas do embarque, quando se soube que o empregado habitual não poderia viajar.

A viagem durou dois anos, durante os quais Faraday conheceu a Europa mediterrânea, entrando em contato com personalidades como Volta, Ampère e outros cientistas da época. Nesse período, sob a influência de Davy, ele se especializou em Química.

Na volta da viagem, em 1815, cheio de idéias novas, Faraday começou uma série de trabalhos. Conseguiu obter em laboratório o elemento cloro puro, em estado líquido; e, numa experiência pioneira, liquefez, entre outros, o dióxido de enxofre, o gás sulfídrico e o dióxido de carbono.

Em 1821, o cientista foi convidado a escrever um artigo sobre um novo ramo de Ciência, a Eletricidade, explicando os trabalhos do físico dinamarquês Hans Christian Oersted nesse campo. Na época, ele estava ocupado com suas tentativas de melhorar uma liga de ferro para uso em instrumental de precisão, fazia experiências sobre o cloro e seus compostos como carbono, e preparava seu casamento com Sarah Barnard. Apesar disso, Faraday começou a estudar as últimas idéias desenvolvidas no terreno da Eletricidade.

A descoberta de Oersted abalou as imagens mecânicas da eletricidade, pois todas as forças até então conhecidas sempre agiam segundo a concepção de ação a distância da mecânica newtoniana, atuando segundo uma reta que une os dois corpos, o que não ocorreria com a nova força.

Como a maioria dos cientistas da época, Faraday começou a estudar as diversas possibilidades surgidas com a descoberta de Oersted. Colocando uma pequena agulha magnética em diferentes posições com relação a um fio reto, pelo qual passava uma corrente elétrica, Faraday concluiu que existe uma tendência do pólo da agulha de girar ao redor do fio.

Em 1824, ele publicou o resultado dessas experiências e a descrição do instrumental usado que era, na realidade, um motor elétrico na sua forma mais simplificada. Na época, porém, Faraday não se preocupou com suas aplicações práticas, usando-o apenas para demonstrar suas idéias.

Com esse trabalho, seu nome cresceu nos meios científicos e, no mesmo ano, ele foi convidado para ser membro da Royal Institution, honraria concedida apenas aos cientistas de renome mundial. No ano seguinte, Sir Davy indicou-o para o cargo de diretor dos laboratórios da entidade e o casal Faraday passou a habitar o apartamento que, ainda hoje, é ocupado pelos que assumem o posto.

Já em 1831 realizou a demonstração da indução eletromagnética. Enrolando várias voltas de fio metálico ao redor de um anel de ferro, ligou-o a um galvanômetro (aparelho usado para assinalar passagem de corrente), denominando esta bobina de A. Em seguida, montou ao redor do mesmo anel uma bobina B – que não tocava a bobina A em ponto algum – e ligou-a à bateria. No momento exato em que fazia esta ligação, Faraday notou que a agulha do galvanômetro de A dera um pulso, imobilizando-se em seguida. Ao desligar a bateria de B, mais uma vez o galvanômetro de A acusou passagem de corrente. Constatou, então, que o galvanômetro do circuito A não se manifestava estando a bateria correspondente ligada ou desligada; porém, no instante em que estabelecia ou interrompia sua ligação com o circuito B, evidenciava-se a passagem momentânea de corrente em A.

Continuando suas experiências, percebeu que, introduzindo um ímã dentro de uma bobina, esta acusava a presença de uma corrente elétrica. Imaginou, então, que para obter uma corrente contínua num fio condutor, bastava que este se movesse ininterruptamente próximo ao ímã, processo que corresponde ao princípio do dínamo elétrico.

Outra verificação importante do cientista foi que a intensidade da corrente induzida depende da velocidade com que o ímã (ou bobina) se aproxima ou se afasta do circuito desligado e que o sentido da corrente induzida é invertido quando o ímã se aproxima ou se afasta.

Faraday apresentou essas observações à Royal Institution, no dia 24 de novembro de 1831, num volume que denominou Pesquisas Experimentais em Eletricidade.

A propósito dessas descobertas no campo da indução eletromagnética, consta que Gladstone, primeiro-ministro britânico, teria perguntado ao cientista: "Senhor Faraday, isto tudo é interessante, mas qual é sua utilidade?". Ao que Faraday respondeu secamente: "Talvez, senhor, esta descoberta dê lugar a uma grande indústria, da qual o senhor possa arrecadar impostos".

Antes de Faraday, considerava-se que as forças elétricas e magnéticas, bem como as gravitacionais, atuavam, de modo instantâneo, através do espaço vazio que separa as partículas em interação. Esta "ação a distância", que constituía a base da mecânica newtoniana, não tinha sentido para Faraday: ele imaginava que o espaço entre as cargas elétricas e os ímãs estivesse preenchido por "algo", pois as forças exigem tempo e meios para serem transmitidas. Esse "algo" são as linhas-de-força. Desta forma, ele relegou as partículas a uma condição secundária, dando primazia às linhas-de-força continuamente distribuídas através do espaço. Para ele, o importante não eram as cargas elétricas e os ímãs, mas o espaço em que atuavam. Esta é a idéia de campo de força, ou simplesmente campo, que destaca a importância fundamental das propriedades físicas e geométricas do próprio espaço.

Apesar de Faraday não possuir uma formação que lhe permitisse analisar tais fenômenos matematicamente, ele dispunha de uma grande habilidade para observar e desenhar, e também para visualizar fenômenos espacialmente. Foi assim que, ao espalhar limalha de ferro em cima de um papel sobre um ímã, notou que os fragmentos se espalhavam formando padrões curvos, que como citado acima, denominou de linhas de força. Esta imagem lhe pareceu satisfatória para explicar o fenômeno da corrente induzida na segunda espira do anel: quando se fechava o circuito, fazendo com que surgisse a corrente, formavam-se linhas de campo magnético ao redor da primeira espira, as quais se espalhavam pelo espaço. Enquanto atravessavam a segunda espira, tais linhas provocavam o movimento de cargas elétricas, fazendo ali surgir uma nova corrente elétrica. Quando as linhas estacionavam, a nova corrente era interrompida. Um processo análogo ocorria ao se desligar o primeiro circuito.

O cientista inglês expôs essas conclusões baseando-se apenas em dados qualitativos. Porém, foram suas idéias que possibilitaram a James Clerk Maxwell a obtenção das suas famosas equações do campo eletromagnético, que permitiram estabelecer a natureza eletromagnética da

luz. Também foram essas idéias que abriram o caminho que levou Einstein a elaborar a Teoria da Relatividade.

Esses trabalhos aumentaram ainda mais o prestígio de Faraday e, assim, apesar de nunca ter tido uma instrução escolar completa, ele recebeu, em 1832, o Diploma Honorário da Universidade de Oxford, sendo homenageado, logo depois, com a medalha Copley da Royal Institution, a maior honraria concedida pela entidade.

Depois da descoberta da indução eletromagnética, Faraday continuou investigando a influência dos corpos materiais sobre os campos de força.

Em 1837 descobriu que, conforme a qualidade do material isolante, varia a quantidade de carga que um condensador (duas placas condutores separadas por um isolante) pode receber de uma fonte mantida a uma diferença de potencial constante. Percebeu que o condensador recebe menos carga quando há vácuo entre suas placas. À proporção de carga que um condensador pode receber chamou a capacidade elétrica desse condensador. Em sua homenagem, a unidade de capacidade é chamada de *farad*.

Foi uma pessoa extremamente religiosa e avessa às honrarias. Recusou, por isso, medalhas, títulos de nobreza e até pensões. Durante a guerra da Criméia (entre Inglaterra e Rússia) foi consultado sobre a possibilidade de chefiar um projeto para preparação de gases venenosos para fins militares. Respondeu que a tarefa era perfeitamente realizável, mas que se recusava a envolver-se nela.

A partir de 1858, Faraday começou a afastar-se da vida pública, abalado por uma doença que lhe causava períodos de perda de memória. Na época, por graça da rainha Vitória, foi-lhe oferecida, por seus "inestimáveis serviços pelo bem-estar público", uma casa para morar. Porém, durante quatro anos ele ainda esteve bastante ocupado com seus afazeres científicos. Sua saúde, entretanto, foi piorando, e a partir de 1862 ele permaneceu a maior parte do tempo em casa, onde veio a falecer a 25 de agosto de 1867. Seu cortejo fúnebre foi um acontecimento de importância oficial na Grã-Bretanha, sendo enterrado na Abadia de Westminster, ao lado de Newton.

Os trabalhos de Faraday, posteriormente utilizados por Maxwell, levaram ao desenvolvimento da física moderna e, a partir do estudo dos fenômenos eletromagnéticos, à criação de novos conceitos, principalmente no campo da Mecânica.



## ANEXO II: TRECHOS DA TRADUÇÃO<sup>6</sup> DO DIÁRIO DE FARADAY

1. O poder que a eletricidade de tensão possui de causar um estado elétrico oposto em sua vizinhança tem sido expresso pelo termo geral de indução; que, como tem sido recebido dentro da linguagem científica, pode também, com propriedade, ser usado com o mesmo sentido geral para expressar o poder que correntes elétricas podem possuir de induzir qualquer estado particular sobre a matéria em seus vizinhos imediatos, que de outra forma, permaneceriam indiferentes. Este é o significado que proponho usar neste presente artigo.
2. Certos efeitos da indução de correntes elétricas têm sido reconhecidos e descritos: como aqueles de magnetização; os experimentos de Ampère com o disco de cobre próximo a uma espiral plana; sua repetição com eletromagnetos dos experimentos de Arago<sup>7</sup> e, talvez, uns poucos outros. Ainda que pareça desagradável que estes possam ser todos os efeitos de indução produzidos por correntes.
3. Além disso: embora a bonita teoria de Ampère tenha sido adotada, ainda que pareça muito extraordinário que toda corrente elétrica seja acompanhada de uma correspondente intensidade da ação magnética em ângulos retos de corrente, bons condutores de eletricidade, quando localizados dentro da esfera desta ação, podem não ter nenhuma corrente induzida através deles, nem produzir nenhum efeito sensível equivalente em força correspondente àquela corrente.
4. Estas considerações, com suas conseqüências, a esperança de obter eletricidade pelo magnetismo comum, levaram-me, em diferentes épocas, a experimentar o efeito indutivo de correntes elétricas. Ultimamente, consegui resultados positivos, e por assim dizer, encontrei uma chave que me pareceu esclarecer inteiramente os fenômenos magnéticos do sr. Arago e desvelar um novo estado que pode provavelmente ter uma grande influência sobre alguns dos efeitos mais importantes das correntes elétricas.

---

<sup>6</sup> Tradução não autorizada realizada por Anisabel Montenegro a partir dos livros: *A source book in Physics*, de Willian Francis Magie, *Faraday Rediscovery: essays on the life and work of Michael Faraday*, de David Gooding e *Great experiments in Physics* de Morris H. Shamos.

<sup>7</sup> O físico francês François Arago mostrou em 1824 que era possível provocar a rotação de um disco de cobre fazendo girar uma barra imantada situada abaixo dele, em seu campo magnético (Rival, 1997) .

## Indução de correntes elétricas

10. Duzentos e três pés de fio de cobre em um comprimento foi passada ao redor de um largo bloco de madeira; outros 203 pés de fio similar foram interpostos como espiral entre as voltas da primeira espiral, e em qualquer local o contato metálico era prevenido por barbante. Uma destas hélices foi conectada com um galvanômetro, e a outra com uma bateria de 100 pares de placas, com quatro polegadas quadradas, com duplo cobre e bem carregada. Quando o contato era feito, havia um repentino e muito leve efeito no galvanômetro, e existia também um efeito leve quando o contato da bateria era quebrado. Mas enquanto a corrente voltaica continuava passando através de uma hélice, não aparecia nenhum efeito como a indução sobre a outra hélice que pudesse ser percebido, embora o poder da bateria tivesse provado ser grande, pelo aquecimento completo da própria hélice, e pelo brilho da descarga quando feita através do carvão.

11. Repetições dos experimentos com a bateria de 120 pares de placas não produziram nenhum outro efeito; mas estes foram averiguados, ambos neste e no momento anterior, nos quais a leve deflexão do ponteiro ocorreu no momento em que completava a conexão. Eram sempre em uma mesma direção quando uma deflexão igual era produzida, e quando o contato era quebrado, ocorria em outra direção. Também estes efeitos ocorreram quando as primeiras hélices foram usadas.

12. Os resultados que havia obtido com magnetos<sup>8</sup> levaram-me a acreditar que a corrente da bateria que atravessava um fio induzia uma corrente similar através do outro fio, mas esta continuava somente por um instante, e compartilhava mais da natureza da onda elétrica que passava através do choque com uma garrafa de Leyden comum do que da bateria voltaica.

13. Esta expectativa foi confirmada, substituindo uma pequena hélice oca, formada ao redor de um copo de vidro, pelo galvanômetro; introduzindo uma agulha de aço, fazendo contato antes com a bateria e o fio indutor (7,10), e então removendo a agulha antes que o contato com a bateria fosse quebrado, este se achava magnetizado.

14. Quando o contato com a bateria era feito primeiro, então uma agulha não magnetizada era introduzida dentro da hélice indutora e depois o contato com a bateria era quebrado, a agulha encontrava-se aparentemente magnetizada com o mesmo grau que a primeira; mas os pólos eram de naturezas contrárias.

---

<sup>8</sup> Segundo o Dicionário da Língua portuguesa, magneto é o mesmo que ímã.

15 Os mesmos efeitos tinham lugar com o uso de largas hélices que compunham o que foi descrito primeiro.

16. Quando uma agulha não magnetizada era posta dentro da hélice indutora, antes de contactar o fio de indução com a bateria, e permanecendo lá até que o contato fosse quebrado, este exhibia um pequeno ou nenhum magnetismo. O primeiro efeito foi quase neutralizado pelo segundo (13,14). A força da corrente induzida sobre o contato feito foi considerada sempre maior do que a da corrente induzida na quebra de contato; e se conseqüentemente o contato fosse feito e quebrado várias vezes sucessivas, embora a agulha permanecesse na hélice indutora, esta ficava não desmagnetizada, mas a agulha magnetizava-se como se a corrente do momento em que se fez contato agisse sozinha. Este efeito talvez seja devido à acumulação (como esta é chamada) nos pólos da não conectada pilha, rendendo que uma corrente do primeiro contato é mais poderosa do que a de depois, a do momento da quebra de contato.

17. Se o circuito entre a hélice ou fio sob indução e o galvanômetro ou a espira indutora não fosse completamente restituído antes que a conexão entre a bateria e o fio indutor fosse completada ou quebrada, então os efeitos eram percebidos no galvanômetro. Logo, se as baterias de comunicações fossem feitas primeiro, e então o fio sob indução fosse conectado com a hélice indutora, nenhuma força magnetizante era ali exibida. Mas ainda retendo as últimas comunicações, quando estas com a bateria eram quebradas, um magneto era formado na hélice, mas do segundo tipo, isto é, com pólos indicando a corrente na mesma direção da pertencente à corrente da bateria, ou então sempre da induzida pela corrente que cessava.

18. Nos experimentos anteriores os fios eram colocados próximos uns dos outros, e o contato do indutor com a bateria era feito quando o efeito indutivo era requerido; mas também algumas ações particulares podiam ser supostas a serem exercidas nos momentos em que era feito ou quebrado o contato, a indução era produzida em outro caminho. Alguns pés de fio de cobre foram esticados em forma de ziguezague, representando a letra W, em uma superfície de uma mesa espaçosa; um segundo fio foi esticado de forma precisamente similar em um segundo quadro, então colocado perto do primeiro. Os fios deveriam se tocar em todos os lugares, exceto onde uma fina folha de papel estava interposta. Um desses fios era conectado a um galvanômetro, e o outro à bateria voltaica. O primeiro fio era então movimentado na direção do segundo, e como era esperado, a agulha era defletida. Sendo então removido, a agulha era defletida na direção oposta. Primeiro os fios eram aproximados e depois afastados, simultaneamente, com os

movimentos da agulha, o último rapidamente tornava-se muito extenso, mas quando o fio parava de mover-se na direção de cada um, a agulha do galvanômetro ia rapidamente para sua posição usual.

19. Quando o fio se aproximava, a corrente induzida era na direção contrária a da corrente indutora. Quando o fio era retirado, a corrente induzida era na mesma direção da corrente indutora. Quando o fio permanecia estacionário, não havia corrente induzida.

### ANEXO III: A LEI DE INDUÇÃO ELETROMAGNÉTICA

Faraday dedicou-se a pesquisas que objetivavam produzir corrente a partir do magnetismo. No entanto, como mostram os relatos em seu diário, nos anos posteriores a 1824, muitas das descrições de suas experiências acabam com uma nota que diz: “não manifestou ação” ou “sem efeito.

Ele realizou investigações sobre vários aspectos do assunto. As suas primeiras experiências e idéias sobre linhas de força tinham sugerido que uma corrente que passava num fio devia induzir uma corrente em outro fio colocado nas proximidades. Oersted e Ampère tinham mostrado que uma corrente elétrica produzia um campo magnético estacionário à volta do circuito elétrico onde passava a corrente. Nesse caso, talvez se pudesse gerar uma corrente estacionária se se colocasse um fio perto ou à volta de um ímã muito forte. Ou talvez se pudesse produzir uma corrente estacionária num fio se existisse uma corrente estacionária em outro fio próximo. Faraday experimentou estas possibilidades sem sucesso.

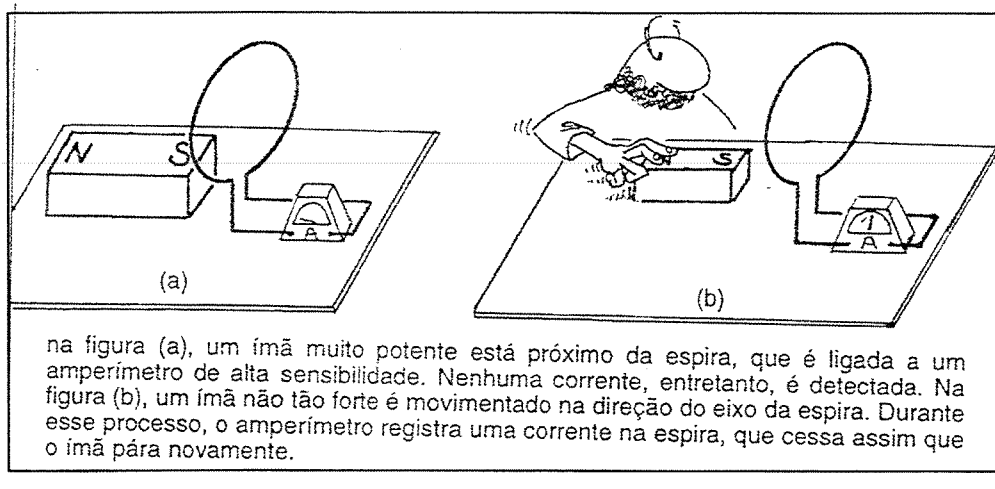
Contudo, em 1831, quando estava realizando uma experiência com dois fios enrolados em espiral à volta de um anel de ferro, notou que aparecia uma corrente numa das bobinas sempre que ligava ou desligava a corrente que passava na outra bobina.

Assim, após várias tentativas, ele conseguiu observar experimentalmente que uma corrente elétrica era induzida em um circuito fechado quando este estivesse sujeito a um campo magnético que variasse com o tempo, e que o sentido da corrente variava de acordo com o sentido da variação do campo que a induziu.

É importante salientar que a indução não foi desenvolvida de forma isolada por Faraday, que foi o primeiro a publicar os resultados que obteve, mas também que existiam outros cientistas trabalhando no mesmo caminho, como era o caso de Joseph Henry<sup>9</sup>.

---

<sup>9</sup> Muitos atribuem a este o desenvolvimento da teoria de indução eletromagnética, apesar de Faraday ter feito primeiro a sua publicação (Projecto de Física, v. 4).



**Figura retirada do livro *Eletricidade e ondas* da Editora Ática<sup>10</sup>**

<sup>10</sup> GUIMARÃES, L. A.; BOA, M. F.(1998). *Eletricidade e Ondas*. São Paulo: Editora Harbra, , p. 161.

## ANEXO IV: MOTOR ELÉTRICO<sup>11</sup>

### 1. Material:

- ❑ 1 m de fio de cobre esmaltado, por exemplo, 0,51 mm de diâmetro (fio 24)
- ❑ 2 pedaços de arame de 20 cm cada
- ❑ 1 pilha grande de 1,5V
- ❑ 1 ímã (do tamanho do de um alto-falante)
- ❑ fita adesiva
- ❑ lixa fina

### 2. Procedimento:

- ❑ Enrole o fio esmaltado ao redor da pilha para obter a espira.
- ❑ Reserve 2 cm de fio em cada uma das ponta para o eixo do motor. Faça dois suportes para a espira com pedaços de arame.
- ❑ Fixe com fita adesiva os suportes na pilha, de modo que fique em contato com os pólos.
- ❑ Retire totalmente o esmalte de um dos eixos com o estilete e apenas a metade da área do outro eixo, como indicado.
- ❑ Apóie os eixos da espira nos suportes de arame com o ímã em cima da pilha.
- ❑ Se necessário dê um empurrão inicial na espira para dar a partida no motor.

---

<sup>11</sup> VALADARES, Eduardo de Campos (2002). *Física mais que divertida*. 2. ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, p. 113- 4.

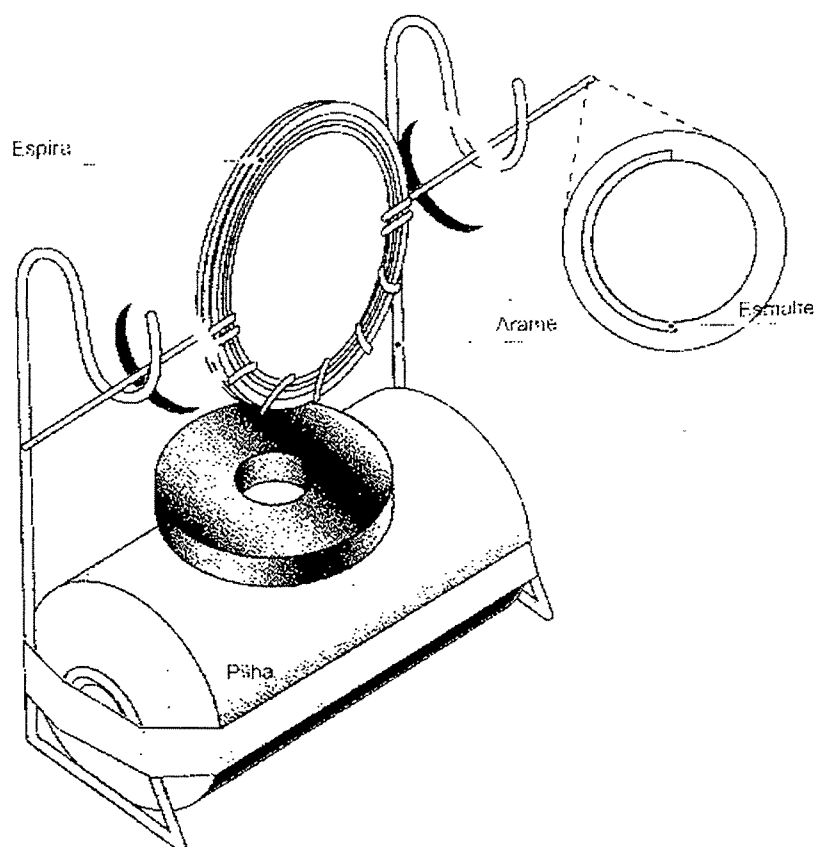


Figura extraída do livro *Física mais que divertida*, da UFMG



