



**Mônica de Cassia Vieira Waldhelm**

**COMO APRENDEU CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA  
QUEM HOJE PRODUZ CIÊNCIA?**

O papel dos professores de ciências na trajetória acadêmica e profissional  
de pesquisadores da área de ciências naturais

**Tese de Doutorado**

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação  
em Educação do Departamento de Educação da  
PUC-Rio como parte dos requisitos parciais para  
obtenção do título de Doutor em Educação.

Orientador: Prof<sup>ª</sup>. Hermengarda Alves Lüdke

Rio de Janeiro  
Setembro de 2007

# **Livros Grátis**

<http://www.livrosgratis.com.br>

Milhares de livros grátis para download.



**Mônica de Cassia Vieira Waldhelm**

**COMO APRENDEU CIÊNCIAS NA EDUCAÇÃO BÁSICA  
QUEM HOJE PRODUZ CIÊNCIA?**

O papel dos professores de ciências na trajetória acadêmica e profissional  
de pesquisadores da área de ciências naturais

Tese apresentada como requisito parcial para  
obtenção do título de Doutor pelo Programa de  
Pós-Graduação em Educação do Departamento  
de Educação do Centro de Teologia e Ciências  
Humanas da PUC-Rio. Aprovada pela Comissão  
Examinadora abaixo assinada.

**Prof<sup>a</sup>. Hermengarda Alves Lüdke**  
Orientadora  
Departamento de Educação - PUC-Rio

**Prof. Francisco Creso Junqueira Franco Jr.**  
Departamento de Educação – PUC-Rio

**Prof<sup>a</sup> Hedy Silva Ramos de Vasconcellos**  
Departamento de Educação - PUC-Rio

**Prof<sup>a</sup>. Glória Regina Pessoa Campello Queiroz**  
UERJ

**Prof<sup>a</sup>. Marcia Serra Ferreira**  
UFRJ

**Prof. Paulo Fernando C. de Andrade**  
Coordenador Setorial do Centro de  
Teologia e Ciências Humanas

Rio de Janeiro, 10 de setembro de 2007

Todos os direitos reservados. É proibida a reprodução total ou parcial do trabalho sem autorização da universidade, da autora e do orientador.

## Mônica de Cassia Vieira Waldhelm

Mônica de Cassia Vieira Waldhelm cursou a Escola Normal Carmela Dutra. Graduiu-se em Ciências Biológicas pela UFRJ em 1990. Lecionou na rede municipal, estadual e federal (Colégio Pedro II) e privada no Rio de Janeiro. Em 1998 concluiu o Curso de Mestrado em Educação na UFF apresentando a dissertação "*Produção sócio-política do corpo em livros didáticos de ciências editados nas décadas de 60 e 90*". Trabalha no CEFET-RJ na Divisão de Projetos Educacionais e no Mestrado Profissional em Ensino de Ciências e Matemática. É consultora em Projetos Educacionais e co-autora em livros didáticos de Ciências e Biologia.

### Ficha Catalográfica

Waldhelm, Mônica de Cassia Vieira

Como aprendeu ciências na educação básica quem hoje produz ciência ? : o papel dos professores de ciências na trajetória acadêmica e profissional de pesquisadores da área de ciências naturais / Mônica de Cássia Vieira Waldhelm ; orientadora: Hermengarda Alves Lüdke . – 2007.

244 f. ; 30 cm

Tese (Doutorado em Educação)–Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, 2007.

Inclui bibliografia

1. Educação – Teses. 2. Ciências. 3. Professores. 4. Cientistas. 5. Educação básica. 6. Vocação científica I. Lüdke, Hermengarda Alves. III. Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro. Departamento de Educação. IV. Título.

CDD: 370

À minha sogra, Dona Zisa, *in memoriam*,  
cuja coragem e vontade de viver  
serão sempre lembradas em nossos corações.

## Agradecimentos

A Deus, que me deu a vida e a de todos os cientistas.

Aos meus pais, Manoel e Milza, por todos os sacrifícios e renúncias feitos, pelo amor e segurança com que cercaram minha infância, pelo voto de confiança diário e por acreditarem que a escola poderia mudar minha vida e de meus irmãos.

Aos meus irmãos Waldeck, Wagner, Wanderson e Kassia por compartilharem comigo muito mais que a carga genética.

Ao meu amado filho Victor, que me faz querer ser uma pessoa melhor e repensar todas as minhas “certezas”.

Ao meu marido Luiz, pelo amor, cumplicidade e estímulo em todos os momentos.

Aos meus amigos e amigas, irmãos e irmãs que meu coração escolheu ao longo da vida.

Ao CEFET-RJ pelo apoio e confiança.

Aos professores, colegas e funcionários da PUC - Rio, meus parceiros nesta empreitada.

Aos cientistas entrevistados que gentilmente compartilharam comigo suas memórias e emoções.

A todos que efetivamente acreditam e batalham por uma escola pública onde a aprendizagem e a alegria coexistam.

À Ciência e aos cientistas em geral, cujo trabalho permite que meu coração continue batendo.

## Resumo

Waldhelm, Mônica de Cássia Vieira; Lüdke, Hermengarda Alves. **Como aprendeu ciências na educação básica quem hoje produz ciência? O papel dos professores de ciências na trajetória acadêmica e profissional de pesquisadores da área de ciências naturais.** Rio de Janeiro, 2007, 244 p. Tese de Doutorado – Departamento de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

Que tipo de professor de ciências da Educação Básica pode levar um aluno a querer ser um cientista? Como aprendeu Ciências na Educação Básica quem hoje produz Ciência? Para responder a estas questões, investigou-se em que medida e de que modo a prática de professores de Ciências da Educação Básica influenciou cientistas em sua opção profissional. Foram aplicados questionários e gravados relatos de cientistas da área de Ciências Naturais em atividade, a fim de identificar quais fatores consideram decisivos e marcantes em sua trajetória escolar como alunos de Ciências. Destes fatores, mereceram destaque aqueles relacionados ao papel dos seus professores de então, em sua opção profissional pela pesquisa científica. Através da evocação das lembranças desses cientistas, procurou-se detectar o papel representado por seus antigos professores de Ciências. Que características são atribuídas aos bons professores desta área? O que pensam os cientistas sobre formação de professores de ciências? Estes relatos trouxeram pistas que apontam como alguns dos entrevistados decidiram-se tornar cientistas na área de Ciências Naturais “por causa de” ou “apesar de” seus professores de Ciências, bem como a influência de outros fatores em sua opção de carreira. Espera-se assim, que este trabalho possa trazer novos subsídios ao campo de formação e prática de professores de Ciências.

### Palavras-chave:

Ciências; professores; cientistas; Educação Básica; vocação científica.

## Abstract

Waldhelm, Mônica de Cássia Vieira; Lüdke, Hermengarda Alves (Advisor). **How have learned sciences on basic education a person that now produces science? The importance of science teachers on the academic and professional trajectory of researchers on Natural Sciences field.** Rio de Janeiro, 2007, 244 p. Tese de Doutorado– Departamento de Educação, Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro.

What kind of science teacher of Basic Education would make a student wonders to be a scientist? How have learned science on Basic Education a person that now produces Science. To answer those questions, it was investigated how much and in which way the practice of science teachers of Basic Education had influenced scientists on their professional option. Questionnaires were applied and interviews with scientists currently working on Natural Sciences were taped with the purpose to identify which factors they considered decisive and remarkable on their school trajectory as science students. Any kind of influence of the teachers on the professional option of the scientists was highlighted. The evocation of the memories of these scientists was done trying to detect the importance of their science teachers. Which are the characteristics that make them good teachers on the field? What scientists think about the formation of science teachers? These reports gave clues hinting how some of the interviewees had decided to be scientists on the Natural Sciences field “because of” or “in spite of” their science teachers, as well as the influence of other factors in their career option. One expects thus, that this work can bring new subsidies to the field of formation and practices of Science teachers.

## Keywords

Sciences; Teachers; Scientists; Basic Education; Scientific Vocation.



## Sumário

|   |     |
|---|-----|
| 1. Introdução .....   | 09  |
| 2. Formação do professor de Ciências: (des) encontros entre teoria, prática e pesquisa .....        | 12  |
| 3. O Ensino de Ciências no Brasil: um breve resgate histórico .....                                 | 32  |
| 4. O estudo realizado .....   | 77  |
| 4.1. A composição da amostra .....  | 77  |
| 4.2. O que dizem os dados obtidos pelos questionários .....   | 81  |
| 4.3. Os fatores e sua influência na opção pela carreira científica .....                            | 85  |
| 4.4. A amostra definitiva .....   | 101 |
| 4.5. O que dizem os cientistas .....  | 106 |
| 4.6. Identificando traços de um bom professor de Ciências .....                                     | 124 |
| 4.7. Outras influências na escolha pela Ciência .....   | 179 |
| 4.8. O que dizem os cientistas sobre a formação do professor de Ciências .....                      | 185 |
| 4.9. O que dizem os cientistas entrevistados acerca da relação entre pesquisa e docência .....      | 193 |
| 5. À guisa de conclusão: entre as constatações de uma cientista e as apostas de uma educadora. .... | 198 |
| 6. Referências Bibliográficas .....   | 224 |
| Anexos .....  | 241 |

# 1 Introdução

*“Ensino porque busco, porque indaguei, porque indago e me indago. Pesquisa para constatar, constatando, intervenho, intervindo educo e me educo. Pesquisa para conhecer o que ainda não conheço e comunicar ou anunciar a novidade.”*

(Freire, 1998: 32)

A escola, principalmente a pública, sempre fez parte da minha história. Passei pelo âmbito municipal, estadual e federal como aluna e professora em diferentes níveis. Presenciei (e quase compartilhei) tanto o choro do primeiro dia de “aula” de alunos na educação Infantil quanto o de orientandos felizes após defenderem suas monografias em cursos de pós-graduação. Nascida e criada na Baixada Fluminense, em uma família numerosa, sofri restrições, mas não necessidades materiais severas. Meu destino, porém, foi determinado, em grande parte, pelo fato de meu pai, mecânico, e minha mãe, dona de casa, apesar de mal dominarem as letras e números, ou talvez justamente por esse motivo, terem priorizado a escola, a educação formal, em minha vida e de meus irmãos.

Ingressei ainda menina-moça, aos 13 anos de idade, no antigo segundo grau em Formação de Professores da Escola Normal Carmela Dutra, em Madureira, após o veredicto de meu pai, o “Seu” Russo, mecânico aposentado:

— *Pobre não tem vocação, tem falta de opção!*

Isto “determinou” minha ida para o magistério e a de meus três irmãos para a Aeronáutica, convencidos da importância de ter empregos seguros. Entretanto, o que era falta de opção acabou revelando-se vocação. Pelo menos para mim.

Sou professora e co-autora de livros didáticos de Ciências e Biologia do Ensino Fundamental e Médio. Também atuo como professora formadora, lecionando Metodologia do Ensino das Ciências para estudantes de Pedagogia. Ao longo de minha carreira na Educação Básica, tive a oportunidade de ver diversos ex-alunos ingressando em programas de pós-graduação e participando de pesquisas em Ciências Naturais. De muitos ouvi a carinhosa frase: Foi por sua causa! Ao mesmo tempo em que ficava feliz e orgulhosa pelo novo colega de área, sentia-me particularmente incomodada e instigada a investigar até que ponto e de que modo, nós professores de Ciências influenciemos nossos alunos a adotarem uma prática de olhar o mundo com curiosidade, buscando respostas a

inquietações, de tal forma que se sintam impelidos para a profissão de cientistas. O quanto nossa prática docente abre efetivamente espaço na sala de aula para a pergunta e a busca? Em que medida inibimos ou estimulamos a investigação na escola com nossas falas e práticas, nos currículos que construímos e vivemos? Por que e quando promover a iniciação científica na escola básica? Como evitar as amarras do determinismo biológico que existe por trás da concepção de vocação científica em grande parte dos educadores? Por que em um mesmo espaço de trabalho, alguns professores de Ciências privilegiam as perguntas no lugar de respostas prontas enquanto outros não ultrapassam limites da aula expositiva? Na falta de laboratórios e outros recursos tradicionalmente associados à pesquisa em Ciências, que possibilidades podem existir em nosso cotidiano na escola? O que pensa o cientista sobre a formação e prática dos professores de Ciências?

No âmbito dessa complexa discussão, optei por fazer minha pesquisa sob um recorte que, acredito, possa trazer novos subsídios ao campo de formação e prática de professores de Ciências. Investiguei em que medida e de que modo a prática de professores de Ciências da Educação Básica influenciou cientistas em sua opção profissional.

Dada a natureza polissêmica do conceito de vocação, vale esclarecer que apesar de graduada em Biologia, não foi meu objetivo investigar no recorte que fiz, se existem ou não componentes biológicos tais como aptidões ou dons “natos” que possam predispor os indivíduos a esta ou aquela atividade profissional. De fato, como professora, interessa-me justamente a influência do meio, dos sujeitos e suas interações sobre os indivíduos e não um improvável determinismo biológico voltado para a atividade científica.

Assim, para tentar responder a essa questão - **como aprendeu Ciências na Educação Básica quem hoje produz Ciência?** - busquei identificar junto a cientistas, pesquisadores da área de Ciências Naturais<sup>1</sup> em atividade, quais fatores consideram decisivos e marcantes em sua trajetória escolar como alunos de Ciências, principalmente aqueles relacionados ao papel<sup>2</sup> os seus professores de

---

<sup>1</sup>Neste estudo o termo Ciências Naturais é usado como sinônimo de Ciências da Natureza, nomenclatura utilizada pelo Ministério da Educação nos documentos referentes ao Ensino Médio para a área que inclui Biologia, Química e Física.

<sup>2</sup>Aqui a noção de papel é concebida como um conjunto de idéias associadas a um determinado *status* social, assim como determinado padrão de comportamento esperado e exigido socialmente por conta de certa condição.

então, em sua opção profissional pela pesquisa científica. Através da evocação das lembranças, dos relatos da vivência desses cientistas, procurei detectar o papel representado por seus antigos professores de Ciências. Os relatos dessas memórias trouxeram pistas que apontam como alguns dos entrevistados decidiram se tornar cientistas na área de Ciências Naturais “por causa de” ou “apesar de” algum (ns) de seus professores de Ciências.

Esclareço que neste estudo mobilizei ferramentas cognitivas, experiências, impressões, concepções, crenças, representações, expectativas, valores, certezas e incertezas que compõem minha identidade de professora de biologia - bióloga. Assim, assumo explicitamente as implicações que esta identidade trouxe às minhas análises e ao meu discurso, sempre na primeira pessoa e entremeado por depoimentos pessoais. Além disso, sem querer comprometer o rigor esperado de uma pesquisa, gostaria de registrar a emoção com que vivenciei cada etapa, principalmente o momento em que os cientistas compartilharam comigo suas memórias.

## 2

### Formação do professor de Ciências: (des) encontros entre teoria, prática e pesquisa

*“[...] e não se diga que, se sou professor de Biologia, não posso me alongar em considerações outras, que devo apenas ensinar Biologia, como se o fenômeno vital pudesse ser compreendido fora da trama histórico-social, cultural e política. Como se a vida, a pura vida pudesse ser vivida de maneira igual em todas as suas dimensões, na favela, no cortiço ou numa zona feliz dos “Jardins “de São Paulo.”*

(Paulo Freire, 1999:78)

O que existe de singular na formação do futuro professor em comparação ao curso que forma o pesquisador das Ciências Naturais? O mesmo curso que prepara para a docência pode também instrumentalizar para a pesquisa? De que modo? Considero relevante pensar no papel que a pesquisa ocupa na formação e atividade de professores de Ciências. Embora haja consenso entre educadores sobre a importância do papel da pesquisa na formação inicial e continuada, e na prática dos professores, muitas questões têm sido formuladas quanto ao modo de inserir esta pesquisa na prática docente e nos cursos de licenciatura, como bem diz André (2001).

A própria concepção de pesquisa mostra-se polissêmica. Neste estudo, adotarei a concepção de Beillerot (2001) que sugere algumas condições para pesquisa: produção de novos conhecimentos; produção rigorosa de encaminhamento e comunicação de resultados. Contudo, assim como Cochran Smith e Lytle (1999) e Anderson e Herr (1999), que pregam a legitimidade e valorização da pesquisa feita pelo professor, dentro de critérios mais flexíveis sem, entretanto, abrir mão do rigor, concordo que devemos considerar o contexto de trabalho nas escolas, suas condições e especificidades. Neste sentido, também reforça Galiazzi (1998 p. 207):

*“São as ênfases, as interpretações, o detalhamento, e toda uma gama complexa de relações em sala de aula, que exigem que o professor crie situações na prática e aponte saídas. Este é o espaço de pesquisa do professor ao qual não é dada atenção e ele se esgota no tempo da sala de aula. (.. ) As situações da prática educativa são únicas, com incerteza e com conflitos de valores, às quais não se aplicam as soluções técnicas recomendadas a partir da pesquisa com base no positivismo.”*

O trabalho de Stenhouse também merece destaque quando abordamos pesquisa e prática docente. Stenhouse reconhecia e valorizava nos professores a capacidade de investigarem, pois, como afirmava: “os professores levantam hipóteses que eles mesmos testam ao investigarem as situações em que trabalham” (1975:141). Em sua obra o autor considera que a investigação e o desenvolvimento curriculares devem pertencer aos professores:

“[...] o desenvolvimento curricular de alta qualidade, efetivo, depende da capacidade dos professores adotarem uma atitude de investigação perante o seu próprio ensino” especificando que, por atitude de investigação entendia “uma predisposição para examinar a sua própria prática de uma forma crítica e sistemática” (1975:156).

Defendia, assim, uma prática docente “baseada na investigação sobre o seu ensino” e a idéia de “uma ciência educativa em que cada sala de aula é um laboratório e cada professor um membro da comunidade científica” (1975:141-142).

A produção de Schön (1992), que introduz a concepção do professor reflexivo e para quem a complexidade da sala de aula comporta situações problemáticas que requerem decisões em um ambiente marcado pela singularidade e imprevisibilidade traz importantes contribuições para a discussão acerca do papel da pesquisa na prática docente. Considerando a natureza do trabalho investigativo destaco a afirmativa de Schön (2000, p. 57):

“[...] Reflexão na ação é um tipo de experimentação. Porém, as situações práticas são notoriamente resistentes a experimentos controlados. Como o profissional escapa dos limites práticos do experimento controlado, ou os compensa? Em que sentido há rigor, se é que há algum, em sua experimentação? Quando a ação acontece apenas para ver o que dela deriva, sem que a acompanhem previsões ou expectativas, eu a chamo de exploratória. Isso é o que uma criança faz ao explorar o mundo à sua volta, o que um artista ao justapor cores para ver o efeito que elas produzem e o que uma pessoa faz quando simplesmente caminha por um bairro para onde acaba de mudar-se. É também o que um cientista muitas vezes faz quando encontra e investiga uma substância estranha para ver como ela irá responder. O experimento exploratório é a atividade investigativa e lúcida, pela qual somos capazes de obter uma impressão das coisas. Ela é bem-sucedida quando leva a alguma descoberta.”

Como investigarei a prática de professores de Ciências, em função da natureza dos cursos de licenciatura onde são formados, considero particularmente significativo o fato de Schön apontar os limites da racionalidade técnica, como base para a preparação de profissionais, introduzindo o papel da reflexão como

forma de minimizar os efeitos de formação por vezes marcada por uma perspectiva de predominância técnica.

Quadros et al. (2005) levantam a hipótese de que o fato do egresso da licenciatura, mesmo estudando teorias de aprendizagem, acabar assumindo uma postura de mero “transmissor de conceitos”, pode ser consequência, dentre outros fatores, da concepção deste tipo professor já formada durante toda a vida escolar deste licenciado. Para estes autores, sabendo que há um "modelo" de professor já posto, uma das possibilidades de “perturbar” esse modelo seria trabalhar a memória de cada um, para que, através de um processo de autoformação, o indivíduo possa identificar as concepções que tem sobre professor, ensino, aprendizagem, escola, etc. e como elas foram construídas. Propõem assim, que essas concepções sejam percebidas e questionadas dentro do âmbito das próprias licenciaturas, de forma que evoluam e que o aluno perceba que, dentro de uma nova realidade, um novo modelo de professor se faz necessário. Argumentam ainda, que a racionalidade técnica que caracteriza os cursos de formação de professores desprivilegia outras dimensões importantes, entre elas a convivialidade dos alunos com seus professores, durante a vida escolar. Em um outro aspecto referente à convivialidade, Menezes (2007) defende a idéia de que licenciandos, em sua formação, possam efetivamente conhecer a escola e conviver com professores experientes, que atuem como tutores e sejam remunerados para tal. Para o autor, a importância disso é tão óbvia quanto reconhecer que anatomia teórica e psicologia infantil são importantes, mas não suficientes para formar cirurgiões e pediatras. Com esta convivência, Menezes (2007) argumenta que os futuros professores poderiam entrar em contato com a realidade das escolas de Educação Básica e, nelas, aprender a ensinar com bons mestres, em uma espécie de “residência pedagógica”.

Morin (2000) é um dos autores que fornecem pistas para a busca de uma nova racionalidade que contemple os saberes necessários para a educação. Crítico da racionalidade moderna que pretende organizar o conhecimento na forma instrumental e técnica, conforme afirma Martinazzo (2002 apud Santos e Greca, 2006 p. 50), Morin defende a reforma geral do pensamento e, como consequência, a reforma do pensamento educacional. Ele reconhece que a racionalidade é uma condição necessária para a produção de saberes válidos e que consiste no estabelecimento de adequação entre coerência lógica e uma realidade empírica,

mas a distingue da racionalização, vista como a construção totalizante do universo a partir de dados parciais, ou de um princípio único. Morin (2001) atenta que as situações práticas, que envolvem as relações pedagógicas na formação escolar e universitária, são sempre complexas e, portanto exigem um novo paradigma de racionalidade. As racionalizações já produzidas não deram e não dão conta, pois tomam como todo o que é apenas parcial, fragmentado, separando sujeito do objeto e fins dos meios. As soluções propostas, dentro da racionalidade técnica, que cinde o objeto complexo tirando-o de seu contexto, produzem, por vezes, mais problemas do que aqueles que procuram resolver (Schön, 1983, 1987). Sob este paradigma, faz-se necessário pensar em soluções através de métodos que permitam a abordagem das múltiplas dimensões, que possam contemplar a complexidade.

Também acerca da racionalidade técnica, paradigmas científicos e estrutura dos currículos nas universidades, Cunha (1998), discorre sobre como a emergência de indissociar ensino, pesquisa e extensão acaba ficando apenas no plano do discurso legal. Para esta autora, nem mesmo o conceito de indissociabilidade é claro para aqueles que compõem a comunidade universitária. Para alguns, ele se centra no professor e quando este realiza tarefas das três naturezas, haveria indissociabilidade. Para outros, o conceito amplia-se para a Universidade, entendendo que esta responde a este desafio quando abriga experiências nas três esferas, mesmo que em espaços, locais e áreas diferentes. Para Cunha, esta visão acaba por distanciar a idéia de ensino indissociado da pesquisa e da extensão, tendo o aluno como sujeito. A exceção ficaria por conta dos estudantes bolsistas em pesquisas. Estes, porém, beneficiados com a possibilidade científica, nem sempre encontram valorização de sua experiência na prática cotidiana da maioria das aulas. A lógica que preside os currículos estaria, portanto para Cunha, alicerçada numa concepção de conhecimento decorrente de um paradigma de ciência e de mundo, construído sobre o conceito de racionalidade, com o intuito de dominar a natureza, subjugá-la ao homem, negando o pensamento dominante até o renascimento, de que a fé e a natureza eram as grandes forças universais. De acordo com Kincheloe (1997 apud Cunha 1998, p. 198):



“[...] a racionalidade foi deificada e, em torno do panteão científico, o credo da modernidade foi desenvolvido: o mundo natural é racional (egocêntrico) e existe somente um sentido único para ele. Todo o fenômeno natural pode ser pintado dentro de uma moldura desta racionalidade monolítica, não importando se estamos estudando a pólvora, engenhos, sonhos ou mesmo aprendendo.”

Ainda para Cunha, esta racionalidade presidiu e ainda preside a concepção epistemológica do pensamento convergente e a pedagogia da resposta única, que não desafia os alunos com questões significativas. Sob esta lógica, o conhecimento, para ser apreendido, deve ser separado em partes e distribuído em doses compatíveis com a capacidade de armazenar. O professor não precisaria entender a estrutura e as relações interdisciplinares de sua disciplina, nem seus aportes no espectro histórico e sócio-cultural. Bastaria sistematizar a organização em partes lógicas. Assim, os currículos, ao refletirem os princípios da ciência moderna e, como parte do saber pedagógico, estruturam-se de forma fragmentada. Nessa perspectiva, segundo Cunha (1998, p. 198) seria ingênuo falar em ensino indissociado da pesquisa, porque, para isso, o ensino teria que incorporar os processos metodológicos investigativos:

“[...] Não há pesquisa sem dúvida, sem questão, sem problema e, estas, só nascem da leitura de como o campo científico se instala na prática, na realidade. Na lógica tradicional do currículo, esta prática, quando existe, está sempre colocada ao final da trajetória acadêmica, impedindo completamente o estudante de aprender através de suas dúvidas epistemológicas, que gerariam um ensino com pesquisa, tendo a extensão como ponto de partida e de chegada do conhecimento produzido. [...] Compreender que o ensinar e o aprender estão alicerçados numa concepção de mundo e de ciência facilitou uma visão mais global e elucidativa, especialmente numa época em que a supremacia da ciência tem sido amplamente reconhecida. A universidade, principal instituição de produção e distribuição da ciência, tem sido ao mesmo tempo, também lugar de reprodução dos modos de fazer ciência, nem sempre explicitados entre aqueles que dela se ocupam.”

Para Borges (2004 p. 49), há um distanciamento hierárquico e temporal entre o conhecer e o fazer no modelo de formação docente calcado na racionalidade técnica:

“Hierárquico, porque, como disse Schön (1983), na lógica da “racionalidade técnica”, o conhecimento das ciências básicas e aplicadas, isto é, o conhecimento produzido pelos cientistas, tem mais valor que o conhecimento produzido pelos profissionais em sua prática. Isto porque os primeiros são mais estáveis, objetivos etc. e produzidos no interior das práticas reconhecidas pela comunidade científica, enquanto os segundos são sincréticos, instáveis, pragmáticos, marcados por fatores subjetivos etc. Temporais porque, durante a formação profissional, os professores devem primeiro, apropriar-se desses conhecimentos disciplinares para, em seguida,

aplicá-los à prática, ou aos problemas encontrados na prática. “O fazer está subordinado ao conhecer”, diz Tardif (2002, p. 273). Ou seja, o estudante, futuro professor, deve primeiro dominar esses conhecimentos para depois aplicá-los à prática e aos problemas que nela encontrar. O que nem sempre é possível, já que problemas da prática não podem ser reduzidos a problemas técnicos, em relação aos quais se aplica uma ou outra teoria visando a sua resolução (Schön, 1983).”

Quanto à singularidade que caracteriza a prática cotidiana da docência, onde os professores estão sempre recorrendo à reflexão, ao “agir na urgência e decidir na incerteza”, considero essencial a produção de Perrenoud (1996). Este autor tem inúmeras obras dedicadas à formação de professores e suas competências<sup>3</sup> e à discussão do papel da pesquisa tanto na formação, quanto na prática docente. Para Perrenoud (2002), a prática de ensino nunca será uma prática de pesquisa, pois é exercida em condições nas quais a decisão é urgente e o valor do saber é medido mais pela sua eficácia pragmática do que pela coerência teórica ou pelas regras do método, as quais permitiram sua elaboração controlada. O autor afirma ainda que aquilo que os professores mais podem aprender em contato com a pesquisa provém do olhar, das questões que ela suscita, e não tanto dos métodos e das técnicas. Seria próprio da pesquisa subverter a percepção, revelar o oculto, suspeitar o inconfessável, estabelecer ligações que não saltam aos olhos, reconstituir as coerências sistêmicas sob a aparente desordem. Formar-se professor imerso na pesquisa seria, então, aprender a fazer as perguntas adequadas, a construir objetos conceituais e hipóteses plausíveis que, potencialmente pudessem defender uma parte das observações que apresentam uma coerência interna e que estimulam a imaginação e reflexão.

Ainda segundo Perrenoud, a pesquisa e a prática reflexiva não exigem a mesma postura, nem têm a mesma função. A pesquisa pretende descrever e explicar, exhibe sua exterioridade. A prática reflexiva deseja compreender para regular e ordenar, provocando a evolução de uma prática particular a partir do interior. A pesquisa visaria aos saberes duradouros, de alcance geral, que podem ser integrados a teorias. Já a prática reflexiva limitar-se-ia aos saberes de experiência localmente úteis.

Para Zeichner (1993), argumentando em defesa do exercício de uma pesquisa próxima à realidade do professor que atua em sala de aula, ou na escola -

---

3 A noção de competência designará aqui a capacidade de mobilizar recursos cognitivos para enfrentar situações-problema (Perrenoud, 2000 p. 15).

o *practitioner* - o ensino reflexivo é definido como sendo formado por professores críticos e que desenvolvem suas teorias e práticas à medida que se debruçam sobre o conjunto de sua ação, refletindo sobre o ensino e as condições sociais nas quais suas experiências estão inseridas. O professor reflexivo, deste modo, avalia sua prática com perguntas do tipo “estou satisfeito com os resultados?“, e não simplesmente perguntando a si mesmo se os objetivos propostos foram atingidos.

Dentre os pesquisadores brasileiros, destaco os trabalhos de Lüdke (2001, 2004 e 2005) sobre a pesquisa do professor na Educação Básica, nos quais constata uma distância entre duas óticas sob as quais freqüentemente visualiza-se a pesquisa: a de predomínio acadêmico e aquela mais voltada para a realidade vivida pelos professores em seu dia-a-dia. Para esta autora, em muitos casos o próprio professor não percebe a coabitação dessas duas óticas em sua concepção de pesquisa: uma que para ele seria a pesquisa ideal e outra voltada para a pesquisa que ele faz ou acha que poderia fazer.

Demo (2002) defende a indissociabilidade entre ensino e pesquisa e o caráter formador da atividade de pesquisa. Para este autor, a proposta de educar pela pesquisa na Educação Básica, teria pelo menos quatro pressupostos cruciais: a convicção de que a educação pela pesquisa é a especificidade mais própria da educação escolar e acadêmica; o reconhecimento de que o questionamento reconstrutivo com qualidade formal e política é o cerne do processo de pesquisa; a necessidade de fazer da pesquisa atitude cotidiana no professor e no aluno e a definição de educação como processo de formação da competência histórica humana. Ainda para Demo, o que melhor distingue a educação escolar de outros tipos de espaços educativos é o fazer-se e refazer-se na e pela pesquisa.

No âmbito da formação específica dos professores de Ciências, têm grande relevância, dentre outros, os trabalhos de Carvalho e Gil Pérez, Delizocoiv, Krasilchik, Maldaner e Schnetzler, Villani e Pacca, Mortimer e Menezes. Estes autores têm um conjunto de obras baseadas em pesquisas acerca da identidade, da formação inicial e continuada, das concepções, e práticas do professor de Ciências. Neste grupo temos pesquisadores do campo do Ensino da Biologia, Química e Física, o que considero importante, dada a pluralidade que caracteriza os currículos de Ciências na Educação Básica.

Dentre as reflexões feitas por Soares (2001), nas quais se discute como as pesquisas nas áreas específicas influenciam o curso de formação de professores,

defende-se a idéia de que só estará habilitado para uma ação pedagógica pertinente e competente, um professor cuja formação tenha sido marcada pelas pesquisas em sua área específica. Para esta autora, é fundamental compreender como o conhecimento da área é construído, para que possa socializá-lo (ensiná-lo). Assim, produção do conhecimento (pesquisa) e socialização do conhecimento (ensino) seriam indissociáveis.

Considerando-se o campo de formação de professores de Ciências, podem ser feitas algumas reflexões a partir das contribuições dos vários trabalhos citados. Na pesquisa coordenada por Lüdke (2001), sobre a prática da pesquisa de professores da Educação Básica, a questão do espaço físico foi bastante salientada pelos professores entrevistados, como um dos fatores importantes para a atividade de pesquisa na escola básica. Uma infra-estrutura adequada, que garantisse desde o espaço para reuniões entre os professores até laboratório ou sala-ambiente, foi apontada como condição que favoreceria significativamente o trabalho de pesquisa. Ora, se pensarmos nos professores da Educação Básica da área de Ciências Naturais, tentando fazer pesquisa similar à que é feita nos laboratórios das universidades onde foram formados (respeitando-se, por certo, os limites de aprofundamento da pesquisa dado o nível de escolaridade dos alunos), a precariedade na infra-estrutura será um elemento imobilizador desse movimento. É preciso, portanto, lembrar que há outros instrumentos e estratégias que o professor dessa área pode lançar mão em suas pesquisas quando falta o laboratório, tais como entrevistas, material alternativo de baixo custo, colaboração em pesquisas externas, etc. Por que isso em geral não acontece?

Percebe-se que existe uma cultura própria da área de formação em Ciências Naturais que privilegia o espaço do laboratório como ambiente de pesquisa. Latour e Woolgar (1997) fizeram um estudo antropológico sobre a produção dos fatos científicos dentro do Laboratório de pesquisa em Neuroendocrinologia do Professor Roger Guillemin, Prêmio Nobel de Medicina em 1978, no Instituto Salk de San Diego, Califórnia, USA. Durante dois anos, cada membro do laboratório foi acompanhado, passo a passo. Em seu trabalho, Latour e Woolgar procuram relatar o cotidiano da 'vida do laboratório', os diálogos entre os profissionais, correspondências trocadas, textos preliminares enviados a colegas de outras instituições, telefonemas dados, as angústias e inquietações de um cientista ao propor uma nova explicação. A partir do que observaram no dia a dia

deste grupo de cientistas, questionam a indiscutibilidade da técnica como forma de estabelecer padrões de crédito que acabariam por favorecer alguns tipos e grupos de pesquisa, em detrimento de outros.

Acerca dos cientistas e sua cultura de laboratório, estes autores comentam:

“[...] Os próprios cientistas fazem suas Ciências, seus discursos sobre a ciência, sua ética da ciência, suas políticas da ciência e, quando são de esquerda, suas críticas e autocríticas da ciência. Os outros ouvem. O ideal político e epistemológico é que não haja uma palavra da meta linguagem da ciência que não seja tomada dos próprios cientistas [...]” (Latour e Woolgar, 1997, p. 43).

Considerando-se que esta “cultura“ do cientista seja compartilhada, ainda que em menor grau, pelos professores de Ciências, talvez a prática de pesquisa no campo pedagógico seja vista por eles como de menor importância. Provavelmente a busca de respostas a questões demandadas do dia a dia na escola, seja vista por grande parte dos professores de ciências como uma opção secundária de pesquisa, um “plano B”, na impossibilidade de realizar pesquisa experimental, a “verdadeira pesquisa” na cultura do laboratório.

Não compartilho desta concepção que hierarquiza a pesquisa na escola. Embora impossibilitado de fazer pesquisa em Genética no seu *locus* de trabalho, o professor de Ciências pode fazer um estudo investigativo, sistemático e formal, acerca das concepções iniciais<sup>4</sup> de seus alunos sobre os genes, por exemplo. Este tipo de pesquisa pode favorecer o desenvolvimento de estratégias didáticas que aproximem a Ciência produzida nos laboratórios à sala de aula e à vida do aluno, instrumentalizando-o para opinar e posicionar-se frente a questões contemporâneas tais como implicações éticas da clonagem, transgênicos, pesquisas com células-tronco, testes de paternidade e outras no campo da biotecnologia.

Quanto à pesquisa em colaboração, onde o professor participa das atividades de um grupo de pesquisa coordenado por um Doutor vinculado a uma Universidade, verifica-se que se por um lado esta modalidade de pesquisa representa uma possibilidade concreta do professor de Ciências ter acesso a laboratórios equipados, tecnologia de última geração e produção científica atualizada, existe um risco significativo de ele ser cooptado pelo ambiente

---

<sup>4</sup>Utilizei o termo concepções iniciais ao referir-me às idéias previamente concebidas pelos alunos, mas respeitei a adjetivação utilizada pelos autores quando citados (espontâneas, prévias, alternativas, etc.)

acadêmico e afastar-se da escola, seu campo de atuação profissional original, ignorando as problemáticas que nele surgem. Sob esta perspectiva de colaboração, Maldaner (1997, p. 11), aponta algumas condições iniciais para a criação de um grupo de pesquisa na escola:

- 1 Que haja professores disponíveis e motivados para iniciar um trabalho reflexivo conjunto e dispostos a conquistar o tempo e local adequados para fazê-los;
- 2 que a produção científico-tecnológica se dê sobre a atividade dos professores, sobre as suas práticas e seu conhecimento na ação, sendo as teorias pedagógicas a referência e não o fim;
- 3 que os meios e os fins sejam definidos e redefinidos constantemente no processo e de dentro do grupo;
- 4 que haja compromisso de cada membro com o grupo;
- 5 que a pesquisa do professor sobre a sua atividade se torne, com o tempo, parte integrante de sua atividade profissional e se justifique primeiro para dentro do contexto da situação e, secundariamente, para outras esferas;
- 6 que se discuta o ensino, a aprendizagem, o ensinar, e o aprender da ciência, ou outras áreas do conhecimento humano, que cabe à escola proporcionar aos alunos, sempre referenciado às teorias e concepções recomendadas pelos avanços da ciência pedagógica comprometida com os atores do processo escolar e não com as políticas educacionais exógenas;
- 7 que os professores universitários envolvidos tenham experiência com os problemas concretos das escolas e consigam atuar dentro do componente curricular objeto de mudança, que pode ser interdisciplinar ou de disciplina única.

Ainda em relação à formação inicial dos professores, Canto (1998) em seu estudo, aponta para a desarticulação dos “ciclos básicos” e a licenciatura propriamente dita nas instituições de ensino superior. Historicamente, observa-se uma primazia do bacharelado sobre a licenciatura. No primeiro estariam os produtores do conhecimento, no segundo, os transmissores. Estudos como o de Candau (1988) e Lüdke (1994) trazem muitos subsídios para esta discussão. Nas universidades, ainda parece forte a crença de que a opção pelo curso de licenciatura seria uma forma de fazer um caminho mais fácil em relação ao bacharelado. Esta hierarquia subjacente na cultura universitária talvez influencie os licenciandos em Ciências Naturais a considerarem que só o bacharel - o biólogo, químico ou físico - torna-se de fato pesquisador, subestimando-se ou negando-se a possibilidade de fazer pesquisa na prática docente.

Astolfi e Develay (1995) apontam o isomorfismo como um princípio essencial na formação dos professores. Segundo este princípio, os licenciandos

devem vivenciar e analisar situações homólogas àquelas que irão propor a seus alunos. Se analisarmos esta afirmação quando pensamos na atividade de pesquisa, a ausência deste componente na formação do professor pode comprometer a formação de alunos na Educação Básica voltada para a atitude investigativa. É extremamente contraditório o fato de a argumentação ser o centro do trabalho do cientista e acabar tendo um papel secundário ou inexistente na educação em ciências. Verifica-se que na maioria dos currículos escolares, o “método científico”<sup>5</sup>, torna-se um “conteúdo” estanque, estudado de forma acrítica e descontextualizada. No lugar de atravessar a prática pedagógica, estimulando os alunos ao questionamento, à investigação, ao levantamento de hipóteses, acaba por ser estudado de modo linear e absoluto, como uma lista de etapas rígidas adotadas por cientistas de jaleco branco e óculos em seus laboratórios, segundo representações sociais frequentes entre alunos da Educação Básica. Talvez a vivência do “método científico”, em uma abordagem crítica, nas diferentes disciplinas da licenciatura, e não apenas como um conteúdo trabalhado nas primeiras aulas de uma disciplina qualquer do primeiro semestre de formação, favorecesse uma cultura de pesquisa na escola básica nos futuros professores. Claro que o “método científico” deve se compreendido como historicamente determinado, visto que reflete as necessidades, as perguntas e recursos disponíveis, ao mesmo tempo em que interfere nestes elementos.

Marsulo e Silva (2005) relembram em seu estudo, que nos anos 60, investigações nos EUA e Reino Unido foram diretamente articuladas com projetos de desenvolvimento curricular e orientadas para centralizar o ensino nos processos de pesquisa. Os materiais didáticos davam ênfase à experimentação, a formação de mini-cientistas e tinham como base o “método científico”.

Para essas autoras, este modelo de ensino criou nas escolas o “mito do método científico” como o único método capaz de contribuir efetivamente para a construção do conhecimento. Os professores, principalmente, os de Ciências, baseavam-se no pressuposto de que apenas tal método conduzia ao conhecimento verdadeiro. E, assim, seguiam suas etapas de forma mecânica e linear, o que contribuiu para fazer prevalecer uma visão empirista/indutivista no trabalho escolar (Santos e Praia, 1992). Ora, como o empirismo baseia-se na

---

5 As aspas têm aqui o propósito de relativizar este conceito, muitas vezes tratado de modo dogmático, visto como infalível, rígido e linear.

experimentação, validando nela dados mensurados com precisão, o conhecimento gerado fora da experiência da realidade –crenças, valores – acabam julgados como suspeitos. Este ideário faz parte de um senso comum disseminado que sustenta a concepção de imitações ingênuas da investigação científica na prática pedagógica, ou seja, que seguindo o “método científico” se obtém resultados análogos aos dos cientistas. Marsulo e Silva (2005) alertam que muitas dessas idéias se refletem até hoje no ensino, principalmente de Ciências, sob diversas formas e manifestações, permeando, conseqüentemente, o currículo das escolas. Desse modo, argumenta-se que as origens da insatisfação e preocupações decorrentes com o ensino de Ciências podem ser mais bem compreendidas quando se resgata a concepção positivista responsável pela consolidação dos paradigmas científicos atuais. Entretanto, deve-se admitir que o desenvolvimento das civilizações modernas é, em grande parte, devido ao desenvolvimento da ciência objetiva e da aplicação do método científico ao processo de construção dos conhecimentos. Ainda para Marsulo e Silva (2005), este método contribuiu significativamente para o desenvolvimento da ciência, mas, ao mesmo tempo, constituiu-se em paradigma epistemológico que foi responsável, com seus princípios e leis, pela lógica da construção e organização curricular escolar e nas ações desenvolvidas em sala de aula.

Outro aspecto a discutir é a idéia bastante comum de considerar-se a vontade pessoal como sendo o fator principal para que ocorra a vivência da pesquisa por parte do licenciando. É preciso ser cauteloso neste tipo de afirmação. Como ex-licencianda considero esta visão um tanto equivocada e calcada na meritocracia. Outros fatores como o reduzido número de vagas disponíveis nos laboratórios, pouco tempo livre (os licenciandos têm uma carga horária significativa de estágio em escolas a ser cumprido) e o próprio distanciamento do foco das pesquisas em andamento nos laboratórios em relação à realidade de sala de aula podem obstacularizar ou desestimular a inserção de licenciandos. Não se pode ignorar também, que significativa parte dos responsáveis pelos laboratórios ainda vê a participação do licenciando em pesquisas como desperdício de tempo e recursos, que poderiam ser canalizados para estudantes que ao optarem pelo bacharelado, teriam maior probabilidade de continuarem na pesquisa, aprofundando seus estudos no mestrado e doutorado da área.

Villani e Pacca (2001) ao debaterem os modos de avaliação de projetos de pesquisa em educação em Ciências afirmam que uma pesquisa genuína só pode



surgir do que o pesquisador conheça bem, e não apenas a partir do que outros conhecem bem. A vivência e reflexão sobre o contexto de onde emerge a problemática gerariam guias para obter informações. Quando este guia é a própria cultura do pesquisador, sua síntese da experiência no campo, a fundamentação da pesquisa se mostraria segundo estes autores, mais consistente. Esses autores defendem o que chamam competência dialógica do professor, que se refere à sua disponibilidade para acompanhar de perto a atividade e o modo de pensar dos alunos, avaliando e orientando a aprendizagem e, quando os alunos tiverem adquirido perspectivas próprias, afastar-se para transformar-se em um tipo de assessor. A participação em projetos de pesquisa seria segundo estes, especialmente significativa para a formação dessa competência dialógica. Destacam o clima de reflexão e de abertura para novas observações, normalmente associado à pesquisa e que se manifesta nas questões ou observações dos pesquisadores envolvidos, nas entrevistas ou questionários utilizados, nas análises elaboradas e, sobretudo nos modos de raciocínio utilizados na condução da pesquisa, como sendo favoráveis à construção da competência em questão.

No âmbito do Ensino de Física, Nersessian (apud Krapas, Queiroz, Colinvax e Franco, 1997), questiona até que ponto o conhecimento das práticas de pensamento dos cientistas pode nos inspirar para elaborar estratégias pedagógicas efetivas. Esta autora argumenta que pesquisas comparativas entre as maneiras de abordar um problema por novatos e por *experts* têm mostrado que estes últimos desenvolvem a habilidade<sup>6</sup> de trabalhar com modelos mentais genéricos, que podem ser transferidos a situações novas. Tal linha de pesquisa se baseia na suposição de que “teremos mais sucesso treinando estudantes a pensar cientificamente se eles forem ensinados, explicitamente, a como se engajar nas práticas de modelagem daqueles considerados *experts* em Física”.

Villani e Pacca (1997) destacam que o conhecimento do conteúdo específico da disciplina sempre foi considerado um requisito fundamental do bom professor de Ciências. Sob uma visão tradicional do ensino como transmissão de conhecimentos privilegiava-se a amplitude e a profundidade do conhecimento do docente relacionando-as diretamente com a qualidade da aprendizagem dos

---

6 A maior parte dos documentos do MEC tais como os Parâmetros Curriculares Nacionais de Ensino Médio apresentam competências e habilidades em conjunto, sem distingui-las. Sugere-se, de forma geral, conceber cada competência como um feixe ou uma articulação coerente de habilidades.

estudantes. Nas décadas de 60 e 70 o desenvolvimento de recursos tecnológicos e didáticos quase autônomos, colocando o professor como gerente dos recursos e fonte de estímulo para a aprendizagem dos estudantes (Gouveia, 1992 apud Villani e Pacca 1997 p. 23) obscureceu de certo modo a importância do conhecimento científico do docente em favor de habilidades de organização. Durante estas décadas, o Banco Mundial financiou projetos didáticos considerados "à prova de professor", nos quais a qualidade do conteúdo ensinado seria garantida pelo material distribuído aos alunos. A coordenação das atividades didáticas ficaria a cargo de monitores preparados mediante cursos de treinamento específico, dispensando a formação na disciplina específica. Para Villani e Pacca (1997), as licenciaturas de curta duração, em que o conteúdo específico é bastante restrito para dar lugar aos conteúdos de caráter pedagógico, podem ser consideradas as versões brasileiras dessa visão.

Para entender o contexto de oferta destes cursos de licenciatura curta, precisamos voltar no tempo. Desde o início da década de 70, a maioria dos docentes já era oriunda de instituições particulares isoladas e por consequência os docentes da área de ciências eram formados longe do ambiente da produção do conhecimento. A grande maioria dos docentes, antes formada em cursos de licenciatura plena, seria então licenciada em cursos de curta duração (dois anos) oficializados pelo Conselho Federal de Educação (resolução CFE nº 30/74). Dentre outros impactos, as mudanças na legislação pós-acordo MEC/USAID, levaram à seguinte situação: primeiro passou-se a ter no final dos anos 70 duas classes de professores de ciências (os formados nas Instituições de Ensino Superior (IES) públicas e os que passaram a se licenciar nos cursos de curta duração, em sua maioria em IES privadas). A maioria dos docentes formados nos cursos de curta duração complementou a licenciatura em áreas como a Matemática ou Biologia. Os altos custos para instalação de laboratórios de Física e Química impediram por parte da iniciativa privada a abertura de cursos dessas disciplinas, com isso, reforçou-se a idéia de que o ensino de ciências no nível fundamental é uma tarefa exclusiva de licenciados em ciências biológicas (Rosa, 2005, p. 95)

Pereira (2000 apud Nardi, Bastos e Diniz 2004 p. 60), em sua análise acerca da formação inicial de professores no período de 1980 – 95 apresenta uma retrospectiva histórica sobre o tema. Este autor mostra que a formação de

professores passou a ter destaque a partir da década de 70 e início da década de 80, período no qual foi discutida a reformulação dos cursos de Pedagogia e das licenciaturas no Brasil. No início da década de 70, a formação de professores privilegiava uma dimensão técnica, em que o professor era entendido como um organizador dos componentes do processo ensino-aprendizagem (objetivos, seleção de conteúdos, estratégias de ensino, avaliação etc.) que deveriam ser rigorosamente cumpridos. Tal configuração se atribui à influência da psicologia comportamental e da tecnologia educacional (Nardi, Bastos e Diniz, 2004). Entretanto, verifica-se que a partir da segunda metade da década de 1970, a formação de professores volta-se à outra perspectiva: a educação sendo vista como prática social intimamente ligada ao sistema político e econômico vigente (Candau, 1982, apud Nardi, Bastos e Diniz 2004 p. 60).

Segundo Pereira (2000 apud Nardi, Bastos e Diniz, 2004 p. 60) este posicionamento ganha força na década de 80 e passa-se a privilegiar na formação do educador o caráter político da prática pedagógica e o compromisso docente com as classes menos favorecidas. Nesse período, valoriza-se a discussão sobre a função da escola, ressaltando-se a importância do professor enquanto sujeito na transformação da realidade social de seus alunos, e a prática educativa sob uma perspectiva social mais global. Ainda na década de 80, o compromisso político e a competência técnica são aspectos amplamente debatidos, bem como a relação teoria e prática na sua formação.

Nesse contexto, têm grande impacto as idéias de Schön (1992), ressaltando o papel da reflexão na prática profissional. Segundo Nardi, Bastos e Diniz (2004), nos anos 90, quando a Educação passa por uma “crise de paradigmas”, passa-se a dar prioridade à formação do professor-pesquisador, inserida no conceito de profissional-reflexivo. Contudo, como atentam esses autores, esta prática reflexiva, deve focar diferentes objetos, ora o conteúdo, ora a qualidade de ensino dentre outros, não podendo se limitar às questões técnicas de métodos e de organização interna de sala de aula, mas sim levar as discussões às questões sociais e institucionais nas quais o ensino está inserido, para que não caia na superficialidade.

Ao refletir sobre a formação acadêmica e continuada do professor de Ciências Naturais, Silva (1999) afirma que o equacionamento da relação conteúdo-forma é um fator crucial na delimitação do conhecimento escolar. A

aproximação dessas duas dimensões, dicotomizadas nas licenciaturas sob a forma de disciplinas “específicas“ (conteúdo) e “pedagógicas“ (forma) faz-se urgente. Para este autor, a forma como a matéria de ensino é concebida, pedagogicamente, é um aspecto essencial para a “desfragmentação“ no ensino. No estudo feito por este autor, vários professores entrevistados (de diferentes Ciências Naturais) argumentam não terem tido oportunidade, ao longo de sua formação, de discutirem formas alternativas de fazer uso da organização do seu conhecimento específico e que, por este motivo, hoje se vêem como que “presos aos conteúdos estabelecidos“.

Concordo com Silva, para quem isto é preocupante, se considerarmos a prática pedagógica em Ciências uma instância na qual o conteúdo específico de uma área científica deve ser flexibilizado, no sentido de adequar-se à complexidade do processo pedagógico e à multiplicidade de enfoques que ele demanda. Como bem atenta este autor, um “corpo de conhecimentos“ fragmentado e rígido não serve a este propósito. Por isso, para ele, a ênfase dada, ao longo da formação docente, ao conteúdo científico, de maneira exclusivista e em detrimento do seu uso pedagógico, termina por isolar essas duas formas de saber e acarreta um prejuízo significativo ao futuro educador científico.

Para Araújo-Jorge e Borges (2004), o fazer escolar e boa parte das pesquisas, ainda são conduzidos pela concepção de que a qualificação é pré-requisito para a transformação da realidade e que o conhecimento específico é condição suficiente para o exercício da prática docente. Assim, para estas autoras, contrariando a legislação e os discursos dos seus atores, os cursos de formação de professores (em especial os de Ciências Naturais) ainda funcionam no modelo cartesiano da racionalidade técnica, no qual a prática é entendida como o momento de aplicação do conhecimento científico e pedagógico. Acerca da fragmentação entre o “conhecimento pedagógico” e o “conhecimento específico” nos cursos de licenciatura, alertam que o caráter complementar de cada momento do processo de formação de educadores é o que assegura que nenhum dos dois se torne o único domínio da sua formação: nem só a prática em sala de aula nem só o acúmulo de conhecimentos específicos ou pedagógicos, evitando-se assim negligenciar algo essencial para a construção de um ensino voltado para a aprendizagem significativa: a relação entre o conhecimento específico e o pedagógico.

Galiazzi e Moraes (2002) defendem a idéia de que a organização da formação docente, tendo como princípio formativo a educação pela pesquisa possibilita um avanço qualitativo nesta formação, podendo contribuir de forma efetiva especialmente num exercício de aproximação teoria e prática ao fazer uma aproximação dialética entre disciplinas de conteúdos específicos e disciplinas pedagógicas. Esta aproximação necessariamente precisa dar-se a partir do sujeito que pensa e age. O desenvolvimento de projetos integrados por meio do educar pela pesquisa poderia, segundo as autoras, aproximar o mundo da formação acadêmica da realidade da sala de aula, tornando a prática mais significativa e ajudar os formandos a se impregnarem na teoria dentro da prática ao possibilitar ir à realidade e examiná-la a partir de bases teóricas. As autoras atentam que por ser essencialmente um processo de questionamento e argumentação, o educar pela pesquisa constitui-se num exercício permanente de reflexão sobre a prática e é importante que esta se inicie sobre as próprias teorias e práticas dos licenciandos, ajudando no conhecimento das próprias idéias e modelos pedagógicos, propiciando avançar em relação a eles. A partir disto a pesquisa pode direcionar-se a refletir sobre conhecimentos e práticas das realidades em que os futuros professores atuarão, criando alternativas de intervenção nestes contextos (Harres, 2000; Porlán, 1998 apud Galiazzi e Moares 2002 p. 250).

Como atentam Santos e Greca (2006), os formadores de professores nas licenciaturas, têm compreensões diferentes sobre a formação de outras pessoas, e muitas delas vêm do saber prático da vida. Incluem-se aí os hábitos, as emoções, a intuição, o conhecimento cotidiano. Estas persistem, muitas vezes, na prática de quem vai formar professores. Mesmo profissionais com Pós-Graduação, tornando-se docentes universitários sem terem tido a oportunidade de construir, na interação pedagógica intencional, os saberes específicos da profissão de professor, podem continuar a agir com base nessas compreensões simplificadas, ainda que altamente especializados em outro campo do conhecimento humano, como na Química, Física, Biologia.

Para Alarcão (1996), em decorrência da falta de articulação entre o conteúdo ensinado e a prática efetiva nas licenciaturas, cabe ao professor novato fazer a ponte entre estes, o que resulta em uma “didática de sobrevivência” na sala de aula. Verifica-se que além das deficiências que os licenciandos precisam superar

nos aspectos pedagógicos de sua prática, há aquelas que se referem aos próprios conteúdos específicos da disciplina que vão lecionar.

Segundo Carvalho (1992 apud Nardi, Bastos e Diniz, 2004 p. 101) os professores novatos, quando vão para a sala de aula, na maior parte das vezes, deparam-se com situações com as quais não sabem trabalhar. Sem alternativas, acabam reproduzindo práticas “aprendidas” na condição de alunos, com seus ex-professores; mesmo se anteriormente rejeitassem muitas delas. Para Bejarano (2001), os professores novatos também podem encarar as contribuições da licenciatura como superficiais, o que os leva a manter suas crenças prévias através de um “filtro próprio”. Já para Guarnieri (2000 apud Nardi, Bastos e Diniz, 2004 p. 102), o professor novato, ao se deparar com sua prática, pode rejeitar ou até mesmo abandonar os conhecimentos pedagógicos recebidos durante seu curso de formação, assumindo uma postura pragmática, integrando-se à cultura da escola, tornando-se passivo e resistente às mudanças.

Percebe-se, conforme as pesquisas citadas, que muitas das idéias que os licenciandos trazem do seu período de formação são mantidas, principalmente no momento da prática em sala de aula. Como aponta Gatti (1997 apud Nardi, Bastos e Diniz, 2004 p. 205), na maior parte das vezes, os licenciandos são orientados mais pelas idéias que carregam de sua formação prévia do que pelas teorias que estudaram durante sua formação como professores. Para Tancredi (1998 apud Nardi, Bastos e Diniz, 2004 p. 205), todas as propostas poderão se tornar ineficazes se os professores não estiverem predispostos à mudança, o que é conseguido através da oportunidade de o docente perceber a necessidade e a importância de mudar.

Minha experiência como docente leva-me a concordar com o que dizem Wallace e Loudon (1992 apud Nardi, Bastos e Diniz, 2004 p. 205): o conhecimento dos professores não se desenvolve por saltos ou *insights*, e sim através da experimentação com estratégias diferenciadas em sala de aula, reformulações de idéias antigas, tentativas de novas idéias e soluções de problemas. Diante dessas constatações, uma questão sobre formação inicial de professores se remete então às dificuldades de operar mudanças nas crenças e visões acerca do papel e prática do professor. É preciso levar estes fatores em conta ao se propor reformas educacionais que impliquem mudança efetiva da prática pedagógica e na organização de programas de formação docente.

Segundo Nardi, Bastos e Diniz (2004 p. 101), um outro aspecto importante na formação docente reside na questão de que os próprios professores das licenciaturas, em sua maioria, não agem como formadores de professores e sim como preparadores de “técnicos em ensinar”, o que parece deixar transparecer uma visão de educação completamente equivocada, segundo a qual caiba ao professor somente transmitir os conhecimentos de sua disciplina, e ao aluno, somente incorporar esse conhecimento pronto e acabado. Neste sentido, esses autores alertam que se deve, portanto atentar, para a possibilidade de que muitos licenciandos acabem espelhando-se em seus professores, segundo um processo que Carvalho e Gil-Pérez (1995) designaram “formação ambiental”, na qual os alunos incorporam, ainda que inconscientemente, a visão de educação que seus professores deixam transparecer durante suas aulas.

Bejarano e Carvalho (2003), em um estudo qualitativo sobre crenças e conflitos de professores de Ciências em formação, verificaram que professores novatos ao observarem a realidade de seu trabalho apoiando-se em suas crenças podem desenvolver conflitos ou preocupações educacionais, especialmente em contextos que afrontem essas crenças. Para estes autores, ao usarem estratégias pessoais de resolução desses conflitos e/ou preocupações numa perspectiva de longo prazo, é que esses professores demonstram genuíno desenvolvimento profissional. Essas crenças educacionais se originam de uma maneira mais intensa, durante o período em que o futuro professor se encontra na situação de aluno da Educação Básica. Seria segundo os autores, nesse período, que ele constrói numa aprendizagem por observação, formas peculiares de entender os processos de ensino/aprendizagem; o papel da escola, além de criar um modelo de professor, entre outros aspectos de crenças educacionais. Dentre os exemplos de crenças educacionais dos professores citados no estudo de Bejarano e Carvalho têm-se: confiança para influenciar a *performance* dos alunos, ou seja, crença na eficiência do professor; crença sobre a natureza do conhecimento, ou seja, uma crença mais de caráter epistemológico; papéis que devem representar os professores e papéis reservados aos alunos; motivação acadêmica dos alunos e motivação do próprio professor; percepção de si mesmo como professor e sentimento de crescimento pessoal e/ou profissional e crenças educacionais sobre as disciplinas ou conteúdos específicos (Pajares, 1992, p. 316 apud Bejarano e Carvalho, 2003, p. 2). Segundo os autores do estudo, crenças dos professores

passam a ser os melhores indicadores das decisões que os indivíduos fazem através de suas vidas. Compreender a estrutura das crenças dos professores ou dos licenciandos seria uma promissora rota de pesquisa na medida em que crenças influenciam percepções e julgamentos das pessoas e estes, por seu lado, afetam comportamentos docentes em sala de aula. Os alunos quando chegam às licenciaturas, trazem imagens vivas do trabalho do professor, raramente alinhadas com as orientações desses cursos, que se inspiram nos desejos atuais da reforma do ensino de Ciências, enquanto que as crenças dos licenciandos, em geral, foram cunhadas num contexto de ensino tradicional.

Também Adams e Krockover (1997 apud Nardi, Bastos e Diniz, 2004 p. 101) afirmam que os licenciandos, quando vão para sala de aula, carregam visões do que é ser professor, adquiridas durante seu período enquanto aluno na Educação Básica e superior. Deste modo, para responder às situações de aula, os novos professores acabam agindo segundo experiências prévias adquiridas.

No contexto desta pesquisa, indago-me o quanto certos tipos de crenças docentes, e seus reflexos na prática, podem favorecer ou desencorajar alunos para o aprendizado de ciências e para a carreira científica. Em que medida a escola e os professores reforçam a idéia de que a Ciência é para gênios e que aprender Química, Física e Biologia é difícil? Que tipo de Ensino de Ciências pode desconstruir esta “cultura do fracasso” do aluno?

Para subsidiar estas e outras reflexões, proponho no capítulo seguinte, resgatar, ainda que brevemente, a trajetória do ensino de Ciências no Brasil. Busco estabelecer algumas relações entre o contexto histórico onde foram produzidos movimentos e reformas curriculares que marcaram a Educação neste campo e reflexos destes processos nas salas de aula. Com isto, pretendo obter elementos que ajudem a compor a figura do professor com quem os cientistas participantes deste estudo aprenderam ciências de modo tão significativo a ponto de impulsioná-los para a carreira científica.



### 3

## O Ensino de Ciências no Brasil: um breve resgate histórico

*“A atividade do professor é marcada por uma dialética de crer e descrever, de convicção e dúvida”.*

(Konder, 1998)<sup>7</sup>

A Biologia, a Física e a Química, nem sempre foram objeto de ensino nas escolas. O espaço conquistado por essas ciências no ensino formal (e informal) seria, segundo Rosa (2005), consequência do *status* que adquiriram principalmente no último século, em função dos avanços e importantes invenções proporcionadas pelo seu desenvolvimento, provocando mudanças de mentalidades e práticas sociais. Segundo Canavarro (1999 apud Rosa p. 89) a inserção do ensino de ciências na escola deu-se no início do século XIX quando então o sistema educacional centrava-se principalmente no estudo das línguas clássicas e da Matemática, de modo semelhante aos métodos escolásticos da idade média. De acordo com Layton (1973 apud Rosa p. 89) já naquela época as diferentes visões de ciência dividiam opiniões. Havia os que defendiam uma ciência que ajudasse na resolução de problemas práticos do dia a dia. Outros enfocavam a ciência acadêmica, defendendo a idéia de que o ensino de ciências ajudaria no recrutamento dos futuros cientistas. A segunda visão acabou prevalecendo e embora essa tensão original ainda tenha reflexos no ensino de ciências atual, este permaneceu bastante formal, ainda baseado no ensino de definições, deduções, equações e em experimentos cujos resultados são previamente conhecidos.

A revolução industrial deu novo poder aos cientistas institucionalizando socialmente a tecnologia. Este reconhecimento da ciência e da tecnologia como fundamentais na economia das sociedades levou à sua admissão no ensino com a criação de unidades escolares autônomas em áreas como a Física, a Química e a Geologia e com a profissionalização de indivíduos para ensinar estas áreas.

O estudo da Biologia seria introduzido mais tarde devido à sua complexidade e incerteza (Canavarro 199 p. 81-84 apud Rosa p. 90).

Santos e Greca (2006) lembram que preocupação com o processo ensino e aprendizagem nas Ciências Naturais, como um campo específico de pesquisa e

---

7 In: CHASSOT, A. e Oliveira, J. R. (org). Ciência, ética e cultura na educação. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1998, p. 25.

desenvolvimento, já completa praticamente meio século, se considerarmos como marco inicial a criação dos grandes projetos americanos e ingleses para a didática da ciência na Educação Básica. Pode-se dizer que nas primeiras décadas desse período, mais especificamente nas décadas de 60 e 70 do século passado, havia uma preocupação maior com a estruturação do conhecimento científico tal como ele se constituiu no âmbito dos campos científicos da Física, Química, Biologia e Geologia.

No Brasil, que mudanças vem sofrendo o Ensino de Ciências? Que relação essas mudanças têm com o contexto sócio-político-econômico nacional e internacional? Que impacto estas mudanças têm no trabalho docente e no aprendizado em Ciências? Que pesquisas têm sido feitas nesta área? Em que medida e de que forma estas pesquisas têm efetivamente chegado ao professor de ciências? Neste capítulo pretende-se traçar um breve histórico das tendências, iniciativas, movimentos e pesquisas neste campo da docência, considerando legítima a preocupação de Schnetzler (1998 p. 386):

"[...] é voz corrente que entre a produção da pesquisa e o seu uso na sala de aula há obstáculos e entraves seríssimos. Apesar do rápido desenvolvimento da pesquisa sobre Educação em Ciências nestes últimos 40 anos, e de suas potenciais contribuições para a melhoria da sala de aula, elas não têm chegado aos professores e professoras que, de fato, fazem acontecer a educação científica em nossas escolas. Constata-se que a pesquisa educacional tem sido desenvolvida sem a participação daqueles atores. Porque estes, então, se sentiriam compromissados com a sua adoção? Muito se tem produzido e dito sobre o que os professores e professoras deveriam fazer, usar e pensar para darem "boas aulas de ciências". Do alto das estruturas acadêmicas e governamentais, prescrições têm sido propostas que, em sua maioria, são literalmente ignoradas pelo professorado ou implementadas, na prática da sala de aula, de forma bastante distinta. Na realidade, o professor tem sido afastado da pesquisa educacional porque o espaço para tal não foi criado durante a sua formação inicial e nem em sua formação continuada. Concebidos como meros executores, aplicadores de propostas e idéias gestadas por outros, os professores e as professoras têm sido ainda culpabilizados pela baixa qualidade da nossa educação. "

Segundo Krasilchik (2000), tomando como marco inicial a década de 50, é possível reconhecer nestes últimos 50 anos movimentos que refletem diferentes objetivos da educação modificados evolutivamente em função de transformações no âmbito da política e economia, tanto nacional como internacional. Para esta autora, na medida em que a Ciência e a Tecnologia foram reconhecidas como essenciais no desenvolvimento econômico, cultural e social das nações, o ensino das Ciências em todos os níveis foi igualmente crescendo em importância, e ao ser

objeto de inúmeros movimentos de transformação do ensino, pode servir de ilustração do impacto das reformas educacionais.

Durante a “guerra fria“, nos anos 60, os Estados Unidos da América, no afã de vencer a “batalha“ espacial, fizeram grandes investimentos de recursos humanos e financeiros na Educação, para produzir os hoje chamados projetos de 1ª geração do ensino de Física, Química, Biologia e Matemática para o Ensino Médio. A justificativa desse empreendimento baseava-se na idéia de que a formação de uma elite que garantisse a hegemonia norte-americana na conquista do espaço dependia, em boa parte, de uma escola secundária em que os cursos das Ciências identificassem e incentivassem jovens talentos a seguir carreiras científicas. Nesse movimento, que teve a participação intensa das sociedades científicas, das Universidades e de acadêmicos renomados, apoiados pelo governo, foi produzido o que também é denominado na literatura especializada de “sopa alfabética“, em razão dos projetos de Física (*Physical Science Study Commitee – PSSC*), de Biologia (*Biological Science Curriculum Study – BSCS*), de Química (*Chemical Bond Approach – CBA*) e (*Science Mathematics Study Group-SMSG*) serem conhecidos universalmente por suas siglas.

Na fase dos projetos de 1ª geração, a Ciência era considerada neutra, isentando os pesquisadores de julgamento de valores sobre seu trabalho. Mesmo os cientistas que tiveram uma atuação significativa na produção da bomba atômica procuravam não assumir sua responsabilidade no conflito bélico. O objetivo do trabalho em Ciências era desenvolver a racionalidade, a capacidade de fazer observações controladas, preparar e analisar estatísticas, respeitar a exigência de replicabilidade dos experimentos. No período 1950-70, prevaleceu a idéia da existência de uma seqüência fixa e básica de comportamentos, que caracterizaria o “método científico” na identificação de problemas, elaboração de hipóteses e verificação experimental dessas hipóteses, o que permitiria chegar a uma conclusão e levantar novas questões.

Para Santos e Greca (2006), estes projetos iniciais de ensino tiveram a preocupação de proporcionar uma visão globalizada de cada campo e com os processos de sua produção e desenvolvimento realizados pelos cientistas. Segundo as autoras, a compreensão do que era ciência, sua produção e validação pela comunidade científica, encontrava-se fortemente apoiada na concepção positivista de ciência e na crença de que a aplicação de seus resultados pudesse resolver os

graves problemas que afligiam a humanidade, bem como prever e evitar que novos problemas surgissem.

Esse período foi marcante na história do ensino de Ciências e até hoje influencia as tendências curriculares de várias disciplinas do Ensino Médio e fundamental. Ao longo dessas últimas décadas, as modificações no contexto político, econômico e social resultaram em transformações das políticas educacionais e em mudanças no ensino de Ciências.

A Lei nº. 4024, de Diretrizes e Bases da Educação, de 21 de dezembro de 1961, ampliou bastante a participação das Ciências no currículo escolar, que passaram a figurar desde o 1º ano do então curso ginasial. No curso colegial, houve também substancial aumento da carga horária de Física, Química e Biologia. Reforçou-se a crença de que essas disciplinas exerceriam a “função“ de desenvolver o espírito crítico através do exercício do “método científico”.

A ditadura militar em 1964 mudou o cenário político do país, e também o papel social esperado da escola. No contexto da Teoria do Capital que se expande no Brasil em fins dos anos 60 e início dos anos 70, verifica-se a interferência mais direta dos EUA na política educacional brasileira. Sob a concepção de educação baseada no modelo norte-americano, para Gadotti (1991) escondia-se a ideologia desenvolvimentista visando o aperfeiçoamento do sistema industrial e econômico capitalista. Supostamente norteadas para uma filosofia voltada para a vida, esta escola voltava-se à industrialização, à “modernização“, formando, no curso secundário, mão-de-obra especializada (Lei 5. 692/71). Esta interferência tornou-se clara e aberta a partir de 1964, com o golpe militar e, em especial, após 1968. Com o acordo MEC/ USAID (*United States Agency for International Development*), em 1966, definiu-se que a formação técnica profissional seria a ideal para a educação brasileira.

O MEC criou em 1963 seis centros de Ciências nas maiores capitais brasileiras: São Paulo, Rio de Janeiro, Salvador, Recife, Porto Alegre e Belo Horizonte. A estrutura institucional desses centros era variada. Alguns, como os de Porto Alegre e Rio de Janeiro, tinham vínculos com Secretarias de Governo da Educação e de Ciência e Tecnologia, enquanto os de São Paulo, Pernambuco, Bahia e Minas Gerais eram ligados às Universidades. Algumas dessas instituições com trajetórias e vocações diferentes persistem até hoje, como a de Belo Horizonte, estreitamente associada à Faculdade de Educação da UFMG, e o

Centro do Rio, hoje mantido pela Secretaria de Ciência e Tecnologia. Os outros desapareceram ou foram incorporados pelas universidades onde passaram a se estruturar grupos de professores para preparar materiais e realizar pesquisas sobre o ensino de Ciências. Com a expansão dos programas de pós-graduação e delineamento de uma área específica de pesquisa – Ensino de Ciências –, as organizações acadêmicas assumiram a responsabilidade de investigar e procurar fatores e situações que melhorassem os processos de ensino-aprendizado nesse campo. Esse movimento ocorre agora nos Centros de Ciências ou nas Universidades e ganha atenção das autoridades federais e instituições internacionais, estabelecendo programas como o Premem (Projeto de Melhoria do Ensino de Ciências e Matemática) e o SPEC (Subprograma de Educação para a Ciência), vinculado à Capes (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior) e mais recentemente o pró-Ciências e os programas de educação científica e ambiental do CNPq (Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico). No plano internacional o processo foi equivalente.

Outros valores e outras temáticas ligadas a problemas sociais de âmbito mundial foram sendo incorporados aos currículos e tiveram repercussões nos programas vigentes. Os estudos de ciência, tecnologia e sociedade (CTS), como campo interdisciplinar, originaram-se dos movimentos sociais das décadas de 60 e 70, sobretudo devido às preocupações com as armas nucleares e químicas e ao agravamento dos problemas ambientais decorrentes do desenvolvimento científico e tecnológico (Cutcliffe, 1990, apud Santos e Mortimer, 2003, p. 96). Em relação direta a esses movimentos, cresceram o interesse e o número de pesquisas sobre as conseqüências do uso da tecnologia e sobre os aspectos éticos do trabalho dos cientistas, como a sua participação em programas militares e a realização de experimentos na medicina e biotecnologia. Para Santos e Mortimer (2001), o movimento CTS surgiu em contraposição ao pressuposto cientificista que impregnava os currículos na década de 60 e valorizava a ciência por si mesmo, depositando uma crença cega em seus resultados positivos. A ciência era vista como uma atividade neutra, de domínio exclusivo de um grupo de especialistas, que trabalhava desinteressadamente e com autonomia na busca de um conhecimento universal, cujas conseqüências ou usos inadequados não eram de sua responsabilidade. Segundo Santos e Greca (2006), essa crença perdeu força na década de 70, pois os profissionais formados para aplicar os resultados dos

avanços científicos e tecnológicos começaram a ter dificuldade em dar conta dos problemas e “parecem ter perdido o rumo de suas atividades à medida que o seu conhecimento adequava-se cada vez menos às situações práticas demandadas pela sociedade” (Maldaner, 2003, p. 49-50).

Segundo Krasilchik (2004 apud Borges e Lima 2007 p. 167), nesse período o ensino de Ciências no país apresentou-se contraditório. Embora os documentos oficiais (LDB/1971) valorizassem as disciplinas científicas, o período de ensino a elas disponibilizado fora reduzido por força de um currículo de viés tecnicista, fortemente impregnado por um caráter profissionalizante. Além disso, apesar de os currículos enfatizarem “aquisição de conhecimentos atualizados” e a “vivência do método científico”, o ensino de ciências, na maioria das escolas brasileiras, continuou a ser descritivo, segmentado e teórico.

Superada a idéia de produção de projetos de ensino, já nos anos 70 começou-se a constatar as enormes lacunas na formação científica e na educação em geral das novas gerações diante das necessidades sempre maiores de conhecimentos e que mudavam rapidamente. A crítica à concepção da Ciência como neutra levou a uma nova filosofia e sociologia que passou a reconhecer as limitações, responsabilidades e cumplicidades dos cientistas, enfocando a ciência e a tecnologia (C&T) como processos sociais. As implicações sociais da Ciência incorporaram-se às propostas curriculares nos cursos ginásiais da época e, em seguida, nos cursos primários. Simultaneamente às transformações políticas ocorreu a expansão do ensino público cuja principal pretensão não mais era formar cientistas, mas fornecer ao cidadão elementos para viver melhor e participar do breve processo de redemocratização ocorrido no período.

A admissão das conexões entre a ciência e a sociedade implica que o ensino não se limite aos aspectos internos à investigação científica, mas à correlação destes com aspectos políticos, econômicos e culturais. Os alunos passam a estudar conteúdos científicos relevantes para sua vida, no sentido de identificar os problemas e buscar soluções para os mesmos. Surgem projetos que incluem temáticas como poluição, lixo, fontes de energia, economia de recursos naturais, crescimento populacional, demandando tratamento interdisciplinar. Essas demandas dependiam tanto dos temas abordados como da organização escolar. Este movimento de Ciência Integrada, que teve apoio de organismos internacionais, principalmente a Unesco, provocou reações adversas dos que defendiam a

identidade das disciplinas tradicionais, mantendo segmentação de conteúdos mesmo nos anos iniciais da escolaridade. Os processos que ocorriam na sociedade – tais como o fim da “guerra fria“, a competição tecnológica entre países e o agravamento dos problemas sociais e econômicos – também tiveram impacto nos currículos escolares, que passaram a destacar a importância dos estudantes estarem preparados para compreender a natureza, o significado e a importância da tecnologia para sua vida como indivíduos e como cidadãos. Para tanto, os cursos deveriam incluir temas sociais relevantes que tornassem os alunos aptos a participar de modo melhor qualificado de decisões que afetariam não só sua comunidade, no âmbito local, mas que também teriam efeitos de alcance global.

Para Gil Pérez (2001), esta “neutralidade” (grifo meu) da Ciência seria resultado do que ele denomina uma visão deformada, que transmite uma imagem descontextualizada e socialmente neutra da ciência, quando são ignoradas as complexas relações entre ciência, tecnologia, sociedade (CTS) e proporciona-se uma imagem também deformada dos cientistas como seres “acima do bem e do mal”, fechados em torres de marfim e alheios à necessidade de fazer opções. A avaliação de atitudes dos cientistas é, quase sempre, esquecida, senão mesmo ignorada. Em um estudo feito na Espanha, Solbes e Vilches (1992 apud Auler e Delizoicov 2006 p. 340) analisaram livros-texto, e realizaram uma pesquisa com estudantes secundários de 15 a 17 anos. Da análise dos livros, destacam que estes oferecem uma imagem de ciência empirista, cumulativa e que não consideram aspectos qualitativos, do tipo histórico, sociológico, humanístico, tecnológico, e o trabalho de campo. Em síntese, não aparecem interações entre CTS. Em relação à pesquisa com os estudantes, Solbes e Vilches (1992 apud Auler e Delizoicov 2006 p. 340) concluem:

- Em relação aos cientistas: são consideradas pessoas imparciais, objetivas, possuidoras da verdade, gênios, às vezes um pouco loucos, que lutam pelo bem da humanidade;
- Para a grande maioria dos alunos, a física e a química, ensinadas na escola, nada ou pouco tem a ver com a sociedade. Em outros termos, uma física e química desvinculada do mundo real.

Os resultados encontrados com estudantes e citados acima não são muito diferentes daqueles obtidos com professores. Em um trabalho realizado com professoras das séries iniciais do Ensino Fundamental, sobre o conhecimento

físico em aulas de ciências, Monteiro e Teixeira (2004, p. 3) gravaram relatos que mostram uma visão ambígua da Física, construída em parte, pelas lembranças que têm de seus antigos professores:

*"A Física é muito difícil. Não é para qualquer um. Você não vê os cientistas? Eles são uns loucos, pirados. Não pensam em outra coisa. Mas ela é muito importante. Já pensou o que seria do mundo sem a Física? Não teria carros, microondas, geladeira, televisão, telefone. Isso sem falar nesses equipamentos que os médicos usam para fazer exames e salvar vidas. Então, não se pode dizer que a Física não seja importante, mas ela é muito difícil. (MAR)"*.

Na análise dos autores deste estudo, estas falas revelam que:

“O processo acrítico pelo quais os exercícios, fórmulas e equações foram apresentados a estas professoras, quando alunas, descaracterizou o real objetivo do ensino de Física. Além disso, os trabalhos sobre as biografias de cientistas, de que a professora se recorda muitas vezes embasados nos próprios livros didáticos, evidenciam os cientistas como indivíduos dotados de grande capacidade intelectual e, de forma geral, não se referem adequadamente à contribuição da comunidade científica e ao contexto sociocultural no qual uma pesquisa científica se desenvolve. Essas condições tendem a mitificar o cientista, a Ciência e, *conseqüentemente*, o ensino de Física”. (Monteiro e Teixeira 2004, p. 3).

Fernández *et al.* (2002 apud Auler e Delizoicov 2006 p. 340) fizeram uma extensa revisão bibliográfica relativa às visões simplistas e deformadas da Ciência transmitidas pelo ensino, dentre elas: empírico-indutivista; a-histórica e dogmática; individualista-elitista e socialmente descontextualizada.

O questionamento destas visões e sua superação são urgentes para uma concepção epistemológica mais consistente no ensino de ciências. Segundo levantamento de Auler e Delizoicov (2006), no contexto brasileiro ainda são incipientes as pesquisas envolvendo a compreensão de professores sobre interações entre CTS.

Ziman (1985) propõe que na Educação Básica, CTS seja ensinado pelos professores de Ciências, mas com características de aplicação e orientação interdisciplinar no tratamento dos temas científicos ordinários. Contudo, alerta Ziman, os professores, embora se mostrem entusiasmados com a educação em CTS, não costumam ter confiança em suas competências para ensinar em novas bases. No caso da formação acadêmica desses professores, Ziman adverte que há obstáculos a serem enfrentados relativos à institucionalização de inovações: legitimação nos currículos; abertura de espaço nos departamentos das



universidades para abordagens interdisciplinares e transdisciplinares; treinamento pessoal em estudos e pesquisas avançadas de CTS; criação de periódicos para divulgação da produção; etc.

Para Apple (1982 apud Teixeira 2003 p. 178), a ciência que é ensinada nas escolas, ainda sustenta uma imagem idealizada e distante da realidade do trabalho dos cientistas, omitindo antagonismos, conflitos e lutas que são travadas por grupos responsáveis pelo progresso científico. A consequência disso é a construção de uma visão ingênua de uma ciência altruísta, desinteressada e produzida por indivíduos igualmente portadores destas qualidades (Leal e Selles, 1997 apud Teixeira 2003 p. 178).

Teixeira (2000), entrevistando professores de ciências e biologia revelou interessantes características que permeiam as representações dos docentes sobre os objetivos educacionais e a questão da cidadania na sociedade contemporânea. Constatou a tendência dos docentes em reproduzir o discurso hegemônico dos objetivos educacionais inovadores, mas não efetivamente promover mudanças na prática, que se mantém conservadora e reprodutivista, com pequenos retoques que tentam configurá-la como progressista.

Reconhece-se hoje que a ciência não é uma atividade neutra e o seu desenvolvimento está diretamente imbricado com os aspectos sociais, políticos, econômicos, culturais e ambientais. Portanto a atividade científica não diz respeito exclusivamente aos cientistas e possui fortes implicações para a sociedade. Sendo assim, ela precisa ter um controle social que, em uma perspectiva democrática, implica em envolver uma parcela cada vez maior da população nas tomadas de decisão sobre C&T. Essa necessidade do controle público da ciência e da tecnologia contribuiu para uma mudança nos objetivos do ensino de Ciências, que passou a dar ênfase na preparação dos estudantes para atuarem como cidadãos no controle social da ciência. Esse processo teve início nos países europeus e da América do Norte e resultou no desenvolvimento de diversos projetos curriculares CTS destinados ao Ensino Médio. Em contraste com os movimentos ocorridos nas décadas de 50 e 60, que eram centrados na preparação dos jovens para agirem na sociedade como cientistas ou optarem pela carreira científica, nesse novo contexto, o objetivo é levar os alunos a compreenderem como C&T influenciam-se mutuamente; a tornarem-se capazes de usar o conhecimento científico e tecnológico na solução de seus problemas no dia-a-dia; e a tomarem decisões com

responsabilidade social. Hofstein, Aikenhead e Riquarts (1988, p. 362 apud Santos e Mortimer 2001 p. 96), ao resumirem os objetivos dos currículos CTS, identificaram o foco no desenvolvimento das seguintes habilidades e conhecimentos pelos estudantes: a auto-estima, comunicação escrita e oral, pensamento lógico e racional para solucionar problemas, tomada de decisão, aprendizado colaborativo/cooperativo, responsabilidade social, exercício da cidadania, flexibilidade cognitiva e interesse em atuar em questões sociais.

O ensino de Ciências para ação social responsável implica considerar aspectos relacionados aos valores e às questões éticas. Uma decisão responsável é caracterizada por uma explícita consciência dos valores que a orientou. Além disso, deve-se considerar que a ciência não é uma atividade política e eticamente neutra. Como aponta Fourez (1995), todo discurso científico é ideológico. Assim, a tomada de decisão relativa à C&T tem um forte componente ideológico que necessita ser levado em consideração. Para se tomar uma decisão é fundamental que se entenda o contexto político e econômico em que se produz C&T.

Aikenhead (apud Santos e Mortimer 2001 p. 98), por exemplo, apresenta dados sobre as concepções dos estudantes que mostram que a televisão tem mais influência sobre as crenças dos estudantes sobre Ciências do que os cursos de Ciências das escolas. Ele usou esses dados para levantar uma crítica ao ensino convencional de Ciências que, ao ignorar o contexto social e tecnológico da mesma, contribuiria para que os estudantes confiassem mais na versão da mídia popular do que na ciência e no que os cientistas fazem. Segundo o autor, mesmo quando o conteúdo do currículo escolar é apropriado, estudantes ainda parecem encontrar alguma dificuldade em passar do domínio do conhecimento do senso comum, caracterizado por interações sociais e pelo consenso, para o domínio do conhecimento científico formal, caracterizado pelo raciocínio lógico, quando vão discutir questões sociais. Somente alguns são bem sucedidos nisto, embora todos contribuam bem para as discussões a partir do seu próprio conhecimento informal e de seus sistemas de valores pessoais.

A preocupação com a qualidade da “escola para todos“ incluiu um novo componente no vocabulário e nas preocupações dos educadores, “a alfabetização

científica“ ou ”letramento científico”<sup>8</sup>, como preferem alguns. A relação entre ciência e sociedade provocou a intensificação de estudos da história e filosofia da ciência, componentes sempre presentes nos programas com maior ou menor intensidade servindo em fases diferentes a objetivos diversos. O crescimento da influência construtivista como geradora de diretrizes para o ensino levou à maior inclusão de tópicos de história e filosofia da Ciência nos programas, principalmente para comparar linhas de raciocínio historicamente desenvolvidas pelos cientistas e as concepções dos alunos. Fortalece essa linha o já mencionado movimento denominado “Ciência para todos“, que relaciona o ensino das Ciências à vida diária e experiência dos estudantes, trazendo, por sua vez, novas exigências para compreensão da interação estreita e complexa com problemas éticos, religiosos, ideológicos, culturais, étnicos e as relações com o mundo interligado por sistemas de comunicação e tecnologias cada vez mais eficientes com benefícios e riscos no globalizado mundo atual. A exclusão social, a luta pelos direitos humanos e a conquista da melhora da qualidade de vida não podem ficar à margem dos currículos e, no momento, assumem uma importância cada vez mais evidente. Em particular no século do *boom* da Biotecnologia, a escola não pode alijar seus alunos da discussão sobre questões da vida cidadã tais como clonagem, células-tronco e de decisões políticas como as referentes a Protocolos Internacionais que regulam emissão de carbono no monitoramento do aquecimento global.

Krasilchik (2000 e 2004) faz um ótimo trabalho de mapeamento da história do Ensino de Ciências no Brasil e destaca a relação entre Ensino de Ciências e cidadania. Para esta autora, o Ensino de Ciências passou de uma fase de apresentação da Ciência como neutra para uma visão interdisciplinar. Nela, o contexto da pesquisa científica e suas conseqüências sociais, políticas e culturais são elementos marcantes. Destaca ainda, que o processo de alfabetização científica dos estudantes raramente chega ao estágio que ela denomina “multidimensional“, no qual se tem uma compreensão integrada dos conceitos científicos envolvendo suas conexões e vínculos com as diversas disciplinas. Para

---

8 Santos e Mortimer (2001), por exemplo, empregam o termo letramento no lugar de alfabetização, adotando a versão para o português da palavra da língua inglesa *literacy*. Nesse caso letramento científico e tecnológico seria a condição de quem não apenas reconhece a linguagem científica e tecnológica, mas cultiva e exerce práticas sociais que usam tal linguagem.

Krasilchik, o “estágio funcional“, no qual o estudante define os termos científicos sem compreender plenamente seu significado ainda é o predominante ao fim da Educação Básica.

Verifica-se que os núcleos catalisadores dos movimentos dos anos 60 foram incorporados pelas universidades. Alguns centros permanecem como o *Biological Science Curriculum Study*, que até hoje está produzindo inovações no ensino de Biologia. Nos Estados Unidos foram importantes as sociedades científicas ao longo das décadas consideradas neste trabalho, especialmente a *American Association for the Advancement of Science – AAAS*, que teve persistente preocupação com o ensino elaborando seus próprios projetos curriculares. Nos anos 70, influenciada pelas tendências comportamentalistas proeminentes na época, ela foi responsável por preparar material em ensino de Ciências para crianças de escola primária. Hoje conduz o chamado *Project 2061*, que reúne cientistas e educadores no sentido de estabelecer o que “todos os estudantes devem saber ou fazer em Ciência, Matemática e tecnologia desde os primeiros anos de estudo até o final do curso médio, de modo a promover a sua ‘alfabetização científica’“ (AAAS, 1989). Outras associações científicas, como a Unesco e o *International Council of Scientific Unions – ICSU*, além das sociedades internacionais de Física, Química e Matemática, realizam reuniões e promovem atividades visando o desenvolvimento do ensino de Ciências.

A Lei de Diretrizes e Bases da Educação nº. 5692, promulgada em 1971, norteou as modificações educacionais e, conseqüentemente, as propostas de reforma no ensino de Ciências ocorridas neste período. As disciplinas do campo das Ciências Naturais revestiram-se de um caráter mais instrumental, dentro do contexto do então 2º grau profissionalizante.

Em 1974 foi criado, na Universidade Estadual de Campinas, UNICAMP, um programa de Mestrado em Ensino de Ciências e Matemática [integradas] sob patrocínio da Organização dos Estados Americanos e do Ministério de Educação do Brasil. Em quatro anos o programa recebeu 128 bolsistas de todos os países da América Latina e Caribe e de todos os estados do Brasil. Segundo D’Ambrosio (1984), não há notícia de outro programa de pós-graduação integrada em Ciências e Matemática anterior a esse.

Verifica-se que à medida que a influência cognitivista foi ampliando-se com base nos estudos piagetianos, passou-se a encarar o laboratório como elemento de

aferição do estágio de desenvolvimento do aluno e de ativação do progresso ao longo desses estágios e do ciclo de aprendizado. Na perspectiva construtivista, as concepções iniciais dos alunos sobre os fenômenos e sua atuação nas aulas práticas representam férteis fontes de investigação para os pesquisadores como elucidação do que pensam e como é possível fazê-los progredir no raciocínio e análise dos fenômenos. Porém, o que na prática aconteceu foi que as prescrições oficiais de reforma em curso sempre trataram do assunto superficialmente, tanto nos documentos quanto nos programas de formação docente, havendo descompasso entre a “proposta construtivista“ e a realidade das salas de aula. Pesquisas realizadas na década de 1970 mostraram que (a) as crianças possuem concepções “sobre uma variedade de tópicos em ciência, desde uma idade precoce e antes da aprendizagem formal da ciência”; (b) as concepções “das crianças são freqüentemente diferentes das concepções dos cientistas”; e (c) as concepções “das crianças podem não ser influenciadas pelo ensino de ciências, ou ser influenciadas de maneira imprevista” (Osborne e Wittrock, 1985, p. 59 apud Nardi, Bastos e Diniz, 2004 p. 9).

Para Borges e Lima (2007), os anos 80 caracterizaram-se por proposições educacionais desenvolvidas por diversas correntes educativas, todas elas refletindo os anseios nacionais de redemocratização da sociedade brasileira. Desta forma, a preocupação com a reconstrução da sociedade democrática repercutiu também no ensino de Ciências e a gama de projetos desenvolvidos nessa década apresentou grande variabilidade de concepções sobre o ensino das ciências, mobilizando instituições de ensino de vários tipos, como Secretarias de Educação, Universidades e grupos independentes de professores. Em 1998, o Ministério da Educação colocou à disposição da comunidade escolar, no documento intitulado Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN), uma proposta de reorganização curricular coerente com o ideário presente na Lei nº 9.394/96. Embora o Ministério da Educação o tenha apresentado como um conjunto de princípios norteadores para a educação brasileira, sem pretensões normativas, Borges e Lima (2007) lembram que uma parcela dos professores considerou-o impositivo e homogeneizador. A este respeito, incomoda-me a visão um tanto maniqueísta em relação aos PCN por parte de alguns professores. Sem ignorar o contexto histórico-político-social de produção destes documentos, e o trabalho sério de pesquisadores (tais como Lopes, 2002 e Macedo, 2002) que debruçaram-se sobre

este material para análise e questionamento, parece-me um tanto complicado e simplista, a crítica sem a devida leitura e reflexão do que eles propõem. Nas várias oportunidades que tive de debater com professores da rede estadual de norte ao sul do Brasil, percebi que em geral quando estes abandonavam a postura “se veio do MEC não pode ser bom”, acabavam por vislumbrar possibilidades de melhoria na aprendizagem calcadas nos princípios de contextualização e interdisciplinaridade propostos pelos PCN. Do mesmo modo, questiono se tem sentido descartar a proposta de um currículo com foco no desenvolvimento de competências argumentando-se que desta forma a escola estaria impregnando-se da lógica empresarial do mercado. Considero possível investir na autonomia intelectual do aluno, sem perder o senso crítico e o olhar atento para as questões sociais ou cair no esvaziamento e ligeireza curricular.

Na década de 1980, a preocupação em relação ao fenômeno das concepções iniciais deu origem a debates e pesquisas que visavam estabelecer de que forma essas concepções poderiam ser eliminadas ou transformadas, dando lugar a concepções que fossem coerentes com os conhecimentos científicos atuais. Surgiram então diversos trabalhos que tinham como finalidade discutir os processos mentais que conduzem à mudança conceitual e identificar as condições objetivas (contextos de ensino e aprendizagem) que estimulam o indivíduo a voluntariamente substituir suas concepções iniciais por concepções mais adequadas do ponto de vista científico (cf., por exemplo, Posner et al., 1982; Hewson e Thorley, 1989; Pintrich et al., 1993. Vosniadou, 1994; Venville e Treagust, 1998 apud Nardi, Bastos e Diniz 2004 p. 9).

Raboni (2002) relembra em seu estudo, um recurso produzido nos anos 80, o Laboratório Básico Polivalente de Ciências para o 1o Grau (FUNBEC, 1987), elaborado pela FUNBEC – Fundação Brasileira para o Desenvolvimento do Ensino de Ciências – como prova da tendência, naquele momento, da incorporação, sob nova ótica, do uso do laboratório no ensino de ciências, apontando a inexistência de equipamentos, o número excessivo de alunos em cada classe e a falta de tempo para a preparação das aulas práticas como as maiores dificuldades enfrentadas pelo professor de ciências. Ainda segundo o autor, este recurso, planejado para o desenvolvimento das aulas com o uso de materiais simples e contendo todas as instruções necessárias ao professor, pretendia dar apoio ao docente nessas duas deficiências/dificuldades. O laboratório era

apontado como elemento essencial para as aulas de ciências, ao lado de bons livros e da boa formação do professor.

As pesquisas sobre concepções dos alunos e mudança conceitual foram influenciadas em maior ou menor grau por trabalhos de autores como, por exemplo, Piaget, Ausubel, Kuhn e Lakatos. Nesse sentido, esteve presente em tais pesquisas, de forma implícita ou explícita, a idéia de que os conhecimentos (cotidianos, científicos ou de outra natureza) correspondem a construções da mente humana e não a descrições objetivas da realidade concreta. O impacto dos estudos e pesquisas que propunham um ensino por mudança conceitual foi tão grande que, durante a década de 1980, mudança conceitual “tornou-se sinônimo de aprender’ ciências” (Mortimer, 1995, p. 57; Duit e Treagust, 2003, p. 673 apud Nardi, Bastos e Diniz p. 12). Além disso, estabeleceu-se gradativamente, neste período (décadas de 1970 e 1980), o que pode ser designado como “um consenso emergente” em torno de idéias construtivas. Durante o período mencionado acima (décadas de 1970 e 1980), a incorporação de abordagens interacionistas contribuiu para importantes avanços nos debates e pesquisas sobre ensino de ciências (cf. Duit e Treagust, 2003; Laburú et al. , 2003 apud Nardi, Bastos e Diniz 2004 p. 12) fornecendo bases para o questionamento de interpretações simplistas que estavam amplamente disseminadas (ensino como transmissão de informações; aprendizagem como absorção passiva de informações que eram, em seguida, gravadas na mente do aprendiz; aluno como ser sem atividade própria e de mente vazia, cuja virtude principal é a atenção e o silêncio; avaliação como verificação da capacidade do aluno em reproduzir definições, descrições, classificações, enunciados, algoritmos etc. ). Nos últimos anos, porém, vários trabalhos têm sido publicados com o intuito de analisar criticamente as propostas construtivistas para o ensino de ciências (p. ex. , Laburu e Carvalho, 2001; Mortimer, 2000; Matthews, 2000; Cachapuz, 2000; Osborne, 1996; Mortimer, 1995; Solomon, 1994; Suchting, 1992 apud Nardi, Bastos e Diniz 2004 p. 14) e muitos sugerem que as abordagens construtivistas perderam sua validade ou estão superadas.

Na década de 1990, o surgimento de trabalhos que colocavam objeções ao “construtivismo” causou, tanto no Brasil como no exterior, um enorme desconforto no interior da comunidade de pesquisadores em ensino de ciências, pois grande parte das investigações em andamento ou recém-concluídas apoiava-

se explicitamente em abordagens construtivistas. Para Nardi, Bastos e Diniz (2004), é evidente a necessidade de um “pluralismo” de alternativas para se pensar o ensino e a aprendizagem em ciências. Os contextos e processos relacionados ao ensino e à aprendizagem em ciências são extremamente diversificados, o que enfatiza a necessidade de uma pluralidade de perspectivas teórico-práticas que permitam ao professor e ao pesquisador compreender de forma mais aberta e rica o trabalho educativo a ser empreendido pelo ensino escolar de disciplinas científicas (ciências, física, química e biologia). Para estes autores, os processos e contextos que caracterizam o ensino de ciências são complexos, e qualquer modelo interpretativo ou norteador da ação que exclua outras alternativas plausíveis, é necessariamente empobrecedor da realidade. Infelizmente, lembram estes autores, isto nem sempre é observado pelos pesquisadores da área, gastando-se tempo exaltando um dado modelo em detrimento de outros, como se fosse possível estabelecer explicações únicas que contemplassem todas as situações e para sempre. Em consequência disso, impera a lógica da exclusão: o ensino por mudança conceitual vem para suplantar e substituir o ensino por descoberta, o ensino por pesquisa vem para suplantar e substituir o ensino por mudança conceitual, a noção de perfil conceitual (Mortimer, 2000) vem para suplantar e substituir a teoria da mudança conceitual (Posner et al. , 1982) etc. Compartilho com estes autores a visão de que os debates e pesquisas ocorridos nas décadas de 1980 e 1990 devem ser reavaliados sob a ótica do pluralismo, isto é, evitando-se tanto glorificar como demonizar objetos de discussão tais como “construtivismo”, ensino por mudança conceitual, estratégias visando conflito cognitivo, teoria da mudança conceitual, ensino por pesquisa, noção de perfil conceitual etc.

Pietrocola (1999), também é um dos autores que tecem contundentes críticas ao movimento construtivista no ensino de Ciências. Em sua avaliação, este movimento supervalorizou o papel das construções individuais, em detrimento da dimensão ontológica do conhecimento científico. Ressalta que se deve ficar atento às consequências do excesso de valorização das situações de confronto de idéias na concepção científica do movimento construtivista, pois isto pode infligir à ciência o perfil de uma atividade revestida de certa arbitrariedade pela falta de explicitação de critérios de cientificidade. Para este autor isto acaba por gerar certa relativização do conhecimento científico, diminuindo com isto seu conteúdo de verdade. Esta característica aliada ao enfraquecimento do papel do domínio



empírico em particular, acabaria por transmitir uma concepção de ciência menos comprometida com a apreensão de uma realidade exterior. Tal concepção poderia gerar uma expectativa negativa nos estudantes para com a pertinência do ensino de Ciências, pois não compensaria o investimento de anos de estudos de Ciências caso isto não pudesse reverter em incremento à forma de se relacionar com o mundo exterior. Assim, se a realidade deste mundo não pode ser atingida e tudo que sabemos sobre ela for fruto de padrões mais ou menos arbitrários, por que se deveriam substituir concepções pessoais sobre o mundo por outras científicas? Para Pietrocola, colocações dessa natureza poderiam ser induzidas em estudantes como resultado de interpretações mal balanceadas, tiradas de cursos científicos com base em teses construtivistas. Ele argumenta que o mundo e sua cognoscibilidade são os motivos preferenciais do fazer científico, e também deveriam ser aqueles da educação científica. Sem a possibilidade de aplicar os conhecimentos científicos aprendidos na apreensão da realidade, eles só teriam função como objetos escolares, isto é, destinados a garantir o sucesso em atividades formais de educação. Assim, fragilizada, a ciência tenderia a ser preterida na escola por opções culturais aparentemente mais atraentes como o ocultismo, a religião, a astrologia, ou mais práticas como a computação e a economia. Um objetivo claro para a educação científica seria então o de ampliar nosso conhecimento sobre a natureza gerando imagens adequadas do mundo. Este objetivo estaria associado à apreensão de conhecimento científico independentemente dos aspectos pragmáticos e utilitaristas e adequados a qualquer educação propedêutica.

Ainda no âmbito de sua análise crítica, Pietrocola (1999) afirma que a falta de vinculação do ensino das Ciências com o mundo não seria algo exclusivo do movimento construtivista. Para ele, na sala de aula, ainda distante das teses construtivistas, os conteúdos científicos são tratados pelos professores numa concepção excessivamente formal. Nela, os alunos participam de uma espécie de jogo cujas regras e táticas só são pertinentes ao contexto escolar. Este autor cita Brousseau (1982), que especifica a forma de articulação dos diversos elementos presentes no contexto escolar, definindo a existência de um contrato didático. Na área das Ciências naturais e da matemática, tal contrato privilegiaria as atividades mecânicas de resolução de exercícios padrões e memorização de conceitos e definições. Para Pietrocola, particularmente em Física e em Química, as atividades

são geradas sem a preocupação de relacionar os conteúdos ensinados com situações reais vivenciadas pelos alunos, optando-se por gerar exercícios internos à estrutura lógico-matemática de suas próprias teorias. Assim, desvinculada do mundo cotidiano e por consequência também de qualquer realidade possível, para este autor o ensino científico foi aos poucos perdendo sua vitalidade até se transformar numa atividade essencialmente restrita à sala de aula e aos livros textos. O quadro traçado na análise feita por este autor mostra uma ciência escolar cada vez mais distante da realidade vivenciada pelos alunos. A ciência passou a participar pouco das explicações requeridas pelos indivíduos no seu dia-a-dia até se converter num conhecimento restrito ao contexto escolar. É preocupante constatar que pesquisas em concepções iniciais vêm confirmando tal afirmação, ao indicarem que os estudantes estão pouco inclinados a mudanças conceituais: a maioria mantém suas concepções a despeito de todo ensino científico recebido (Santos, 1996).

Goulart (1994 p. 93), em seu estudo sobre construção de conhecimento físico com alunos de séries iniciais do Ensino Fundamental constatou que:

“O professor não tem condições de conhecer as concepções espontâneas dos alunos em classe. Primeiro, porque estas concepções representam modelos, que possuem estrutura e coerência interna e, para serem reconhecidas como tal, é necessária a realização de experimentos que compreendam situações controladas, isto é, situações onde seja focalizado um conceito e suas possíveis conexões, nas quais o professor conheça os significados das atitudes do aluno, e vice-versa. O professor, em uma situação rotineira de classe, tem condições de saber o que seu aluno pensa sobre determinado assunto, mas não suas concepções espontâneas. Em segundo lugar, a elaboração de situações experimentais demanda tempo de reflexão de análise, de investigação bibliográfica, por exemplo, um tempo que o professor não possui, e material de que a escola não dispõe para apoiar esse tipo de trabalho. Portanto, mesmo que desejasse, o professor não poderia investigar as concepções espontâneas de seus alunos. Em terceiro lugar, não é garantido teoricamente que as concepções espontâneas de uma pessoa sejam iguais às de uma outra, então o professor, para conhecer as concepções espontâneas de seus alunos, deve ter um encontro com cada um deles.”

Diante deste contexto, Goulart (1994 p. 93) então pergunta: “*Se o professor investiga um aluno, o que fazem os outros trinta?*”. Percebe-se um hiato a ser transposto entre o que dizem as teorias construtivistas e o que efetivamente é (e pode) ser feito considerando-se a realidade de nossas salas de aula.

Promulgada em 1996, a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação, nº. 9394/96 estabelece, no parágrafo 2º do seu artigo 1º, que a educação escolar

deverá vincular-se ao mundo do trabalho e à prática social. Nos atuais parâmetros curriculares, muitas das temáticas tradicionalmente vinculadas ao ensino de Ciências são hoje consideradas “temas transversais”: meio ambiente, saúde, orientação sexual. Embora a recomendação seja de uma abordagem interdisciplinar destes temas, na prática ainda verifica-se que a responsabilidade do seu ensino recai basicamente nas disciplinas científicas, principalmente a Biologia.

Que tipos de conteúdos deve abordar um currículo de ciências que alfabetize cientificamente e prepare para a cidadania? Para Hodson (1994), os alunos devem aprender ciência, aprender a fazer ciência e aprender sobre a ciência. Na prática, o currículo de Ciências de 6º a 9º ano (antigas 5ª a 8ª série) do Ensino Fundamental que vem norteando o ensino brasileiro atualmente ainda mantém uma abordagem estanque e fragmentada dos conteúdos, predominantemente do tipo factual e conceitual. Nesse currículo fragmentado os conteúdos de Ciências costumam ser assim divididos: no 6º ano: ar, água e solo; no 7º: seres vivos; no 8º: corpo humano e no 9º: Química e Física. Em geral, os conteúdos são estudados de forma desconectada entre si e com a realidade do aluno. Percebe-se também uma valorização dos conteúdos da Biologia nesse currículo, o que provavelmente se dá pelo fato da maioria dos professores de Ciências das séries em questão ter formação nessa área e nela apresentar maior segurança conceitual. A maior parte dos livros didáticos existentes no mercado editorial ratifica essa organização estanque, fragmentada e “biologizante” do currículo de Ciências. Quando autores de livros ousam propor uma coleção com abordagem menos linear e fragmentada, rompendo com a organização tradicional, têm pouco sucesso na adoção pela maioria dos professores, que parecem se sentirem mais seguros em utilizar livros da linha tradicional. Esta questão é objeto de atenção do MEC, na avaliação que faz no Programa Nacional do Livro Didático:

“Numa visão atual, o ensino das ciências também necessita superar a fragmentação dos conteúdos, organizando-se em torno de temas amplos, numa perspectiva interdisciplinar, visando apreendê-los em sua complexidade.” (Guia PNLD 2008, p. 17).

A fragmentação curricular também não tem respaldo nos Parâmetros Curriculares Nacionais de Ciências para o Ensino Fundamental, igualmente elaborado pelo Ministério da Educação, onde se pode ler:

“[...] É importante que se supere a postura “cientificista” que levou durante muito tempo a considerar-se ensino de Ciências como sinônimo da descrição de seu instrumental teórico ou experimental, divorciado da reflexão sobre o significado ético dos conteúdos desenvolvidos no interior da Ciência e suas relações com o mundo do trabalho. Durante os últimos séculos, o ser humano foi considerado o centro do Universo. O homem acreditou que a natureza estava à sua disposição. Apropriou-se de seus processos, alterou seus ciclos, redefiniu seus espaços. Hoje, quando se depara com uma crise ambiental que coloca em risco a vida do planeta, inclusive a humana, o ensino de Ciências Naturais pode contribuir para uma reconstrução da relação homem-natureza em outros termos. O conhecimento sobre como a natureza se comporta e a vida se processa contribui para o aluno se posicionar com fundamentos acerca de questões polêmicas e orientar suas ações de forma mais consciente.” (MEC, 1997, p. 22)

Também para o Ensino Médio, nas Bases Legais definidas pelo MEC para a área das Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, ressalta-se que a aprendizagem das Ciências neste segmento de ensino, qualitativamente distinta daquela realizada no Ensino Fundamental, deve:

“[...] Contemplar formas de apropriação e construção de sistemas de pensamento mais abstratos e ressignificados, que as trate como processo cumulativo de saber e de ruptura de consensos e pressupostos metodológicos. A aprendizagem de concepções científicas atualizadas do mundo físico e natural e o desenvolvimento de estratégias de trabalho centradas na solução de problemas é finalidade da área, de forma a aproximar o educando do trabalho de investigação científica e tecnológica, como atividades institucionalizadas de produção de conhecimentos, bens e serviços [...]. É importante considerar que as Ciências, assim como as tecnologias, são construções humanas situadas historicamente e que os objetos de estudo por elas construídos e os discursos por elas elaborados não se confundem com o mundo físico e natural, embora este seja referido nesses discursos [...]. E, ainda, cabe compreender os princípios científicos presentes nas tecnologias, associá-las aos problemas que se propõe solucionar e resolver os problemas de forma contextualizada, aplicando aqueles princípios científicos a situações reais ou simuladas. Enfim, a aprendizagem na área de Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias indica a compreensão e a utilização dos conhecimentos científicos, para explicar o funcionamento do mundo, bem como planejar, executar e avaliar as ações de intervenção na realidade.” (MEC, 2000, p. 20).

Os problemas no Ensino de Ciências têm sido muito comentados na literatura e discutidos nos fóruns específicos. Dentre os destacados por Lellis (2003) temos a ênfase dada aos conteúdos desprovidos de significados no contexto social do aluno; o foco na memorização; o excesso de aulas expositivas e o uso da experimentação como mera ilustração, dissociada de uma estratégia de ensino mais ampla. Em relação à situação de outros países, podemos citar Fourez (2003), que ao fazer uma análise do ensino de Ciências na Bélgica, diz que o aumento recente do número de estudantes se lançando em carreiras científicas

nestes últimos anos mostra que uma boa campanha publicitária e o argumento do emprego têm efeito sobre os jovens. Entretanto, este autor questiona: este sucesso obtido à força, dispensa de pesquisar por que foram necessários estes argumentos externos para que os jovens fizessem esta escolha? Para Fourez os jovens não subestimam a importância e o valor das Ciências. Enquetes feitas mostram que eles as consideram a maior parte do tempo como realizações humanas de primeira importância. Mas este autor alerta que esses jovens não demonstram estar preparados para se engajar em estudos científicos.

Segundo Fourez, haveria uma questão de sentido, isto é, os alunos teriam a impressão de que se quer obrigá-los a ver o mundo com os olhos de cientistas, enquanto o que teria sentido para eles seria um ensino de Ciências que ajudasse a compreender o mundo deles. Isto não quer dizer, absolutamente, que gostariam de permanecer em seu pequeno universo; mas, para que tenham sentido para eles os modelos científicos cujo estudo lhes é imposto, estes modelos deveriam permitir-lhes compreender a “sua” história e o “seu” mundo. Ou seja: os jovens prefeririam cursos de Ciências que não sejam centrados sobre os interesses de outros (quer seja a comunidade de cientistas ou o mundo industrial), mas sobre os deles próprios. Para este autor, os jovens de hoje parecem que não aceitam mais se engajar em um processo que se lhes quer impor sem que tenham sido antes convencidos de que esta via é interessante para eles ou para a sociedade. Isto valeria para todos os cursos, mas talvez ainda mais para a abstração científica. Muitos jovens de hoje pedem que lhes seja mostrado de início a importância – cultural, social, econômica ou outra – de fazer este desvio. Mas, questiona Fourez, nós, seus professores, estamos prontos e somos capazes de lhes mostrar esta importância?

Os professores de Ciências são duplamente sacrificados, diz Fourez. Inicialmente, como todos os professores, eles têm de se “virar” face à crise da escola e à perda de poder e de consideração de sua profissão. Eles também têm que enfrentar questões próprias aos professores de Ciências. Pede-se a eles que mostrem efetivamente o sentido que pode haver no estudo de Ciências para um jovem de hoje. E de novo vem à tona questão da formação dos professores. Na Bélgica, como nos conta Fourez, a formação de licenciados sempre esteve mais centrada sobre o projeto de fazer deles técnicos de Ciências do que de fazê-los educadores. Quando muito, acrescentou-se à sua formação de cientistas uma

introdução à didática de sua disciplina, com pouca ênfase nas questões epistemológicas, históricas e sociais. Fourez alerta que esses estudos não estão muito preocupados em introduzir os licenciandos à prática tecnológica, nem à maneira como Ciências e tecnologias se favorecem, nem às tentativas interdisciplinares. No melhor dos casos, eles praticaram a interdisciplinaridade, sem engajar uma reflexão sistemática a seu respeito. Muitos limitam, além disso, a noção de interdisciplinaridade ao cruzamento de disciplinas científicas escolares (física, química, biologia). Para este autor, diante de tal contexto, não é de surpreender que os professores de Ciências se sintam tão desprovidos face à crise do ensino de sua disciplina, e que muitos entre eles se refugiem em sua disciplina. Isto nos remete à situação similar da maioria dos cursos de licenciatura brasileiros, que formaram e ainda hoje formam professores excessivamente disciplinados e disciplinares, com dificuldades de fazer articulações dos conteúdos que ensinam com outros campos do conhecimento assim como realizar atividades com colegas de outras disciplinas. Deste modo, a chuva ácida da biologia é em geral apresentada ao aluno desvinculada da chuva ácida da química e da geografia. Isto me faz recordar meu início de carreira, quando um aluno da então 5ª série ( com aproximadamente 11 anos de idade) indagou-me aflito em um dia de prova: *“Professora, eu esqueci como é o vento de ciências, posso colocar na resposta o vento da geografia?”*

Até hoje me angustia pensar que colaborei para disciplinar o vento e - mais grave ainda - que provavelmente nem o vento das ciências nem o da geografia eram vistos pelo menino como o mesmo vento que ele usava para soltar pipas, já que a descontextualização em geral é “irmã” da fragmentação curricular dos conteúdos.

Ainda em sua análise do ensino de Ciências na Bélgica, Fourez nos lembra que hoje, quando se fala de objetivos e do sentido do ensino de Ciências, geralmente se faz também referência às tecnologias. No Brasil, isto também ocorre. As três áreas de ensino propostas pelo MEC no Ensino Médio agregam as tecnologias a elas associadas. Assim, temos, por exemplo, nas Diretrizes Curriculares e nos Parâmetros curriculares de Ensino Médio a área Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias, que inclui além da Matemática, as disciplinas Química, Física e Biologia. Contudo, em muitos sistemas de ensino de países industrializados – e especialmente na Comunidade Francesa da Bélgica –

não há praticamente nenhuma formação séria em tecnologias. Isto também é verdadeiro para a situação do ensino de Ciências no Brasil, apesar do discurso oficial. Aqui como na Bélgica, o ensino de Ciências limita-se às Ciências naturais, aquelas cujos objetos são supostamente “naturais“. As Ciências, diz-se então, estudam a “natureza“: são as Ciências naturais. Este autor argumenta, entretanto, que o mundo dos alunos não é absolutamente este “mundo natural“. Para ele, vivemos em uma tecno-natureza. O que a princípio faz sentido para os jovens, não é o mundo desencarnado dos cientistas, mas a natureza tal como ela existe no seio de um universo de finalidades, no qual os alunos são confrontados com situações em que tecnologias e natureza estão articuladas. Ao refletir sobre essa questão, Fourez nos interroga como os cursos de Ciências abordam este universo. Para ele, a ideologia dominante dos professores é que as tecnologias são aplicações das Ciências e desse modo, é como se uma vez compreendidas as Ciências, as tecnologias seguissem automaticamente. Assim, acaba-se por ignorar que a construção de uma tecnologia implica em considerações sociais, econômicas e culturais que vão muito além de uma aplicação das Ciências. Ao tecer considerações sobre quando e como ensinar aos alunos a representar o mundo não “natural“, mas tecno-natural, que é onde eles vivem concretamente, também é importante refletir sobre a melhor forma de mostrar-lhes que as representações das disciplinas científicas podem ajudá-los a decodificar este mundo, que tem para eles significações diretas. Assim como também é essencial mostrar-lhes que a tecnologia, bem como tudo que é produzido pela ciência, nunca é socialmente neutra. É em torno desta discussão que, para Fourez, transita a questão do sentido, o cerne de muitos problemas no ensino de Ciências.

Também no contexto da “trajetória” do ensino de Ciências, pode-se citar o trabalho de Megid Neto e Teixeira (2006), que faz um levantamento dos estudos feitos nesse campo. Estes autores destacam que no cenário mundial, o desenvolvimento de investigações sobre problemas relacionados à Educação em Ciências, enquanto movimento de pesquisa, é uma atividade que teve sua origem há aproximadamente 60 anos, intensificando suas ações na segunda metade do século XX. No Brasil, esse movimento se expande no início dos anos 70 com o tratamento dessa temática no âmbito da pós-graduação e pela realização de grande quantidade de encontros, simpósios e demais eventos que congregam pesquisadores e outros profissionais vinculados à área (Delizoicov, Angotti e

Pernambuco, 2002). Um fato também significativo foi a criação, em Setembro/2000, da área 46 da CAPES/MEC - Ensino de Ciências e Matemática. Embora revestido de muita controvérsia no âmbito acadêmico, este ato mostra o reconhecimento, pelo órgão oficial responsável pelo acompanhamento e avaliação da pós-graduação e da pesquisa inserida nesse contexto, da importância da área e da sua evolução quantitativa e qualitativa.

O estudo de Megid Neto e Teixeira (2006) buscou também analisar o impacto sobre a pesquisa e ensino de Ciências no Brasil, do crescimento das investigações na área de Educação em Ciências constatado por eles em seu levantamento. Segundo esses pesquisadores, a produção acadêmica ligada à área de Ensino de Ciências, na forma de dissertações e teses, existe desde o início da década de 1970. Em pouco mais de 30 anos se consolidou, tornando-se um campo bastante relevante no âmbito da pesquisa em Educação no país. Temos também hoje, uma ampla produção acadêmica e científica, constantemente divulgada em encontros, revistas e outros meios. Entretanto, como atentam Santos e Greca (2006 p. 52), os currículos e seus programas, os livros didáticos, os materiais de ensino, pouco mudaram nesses últimos anos. Para estas autoras, ainda prevalecem roteiros tradicionais de ensino que se consolidam em livros didáticos que conservam, em essência, as mesmas seqüências lineares e fragmentadas de conteúdos, mesmo que sempre enriquecidos com novas ilustrações que lhes dão certo *status* de atualização. Criticam também, o uso didático cada vez maior de apostilas, produzidas no âmbito dos “cursinhos” preparatórios para vestibulares, que são adotadas também dentro de escolas conveniadas. Neste tipo de material didático os conhecimentos propostos são ainda mais fragmentados e a aprendizagem vira sinônimo de capacidade de resolver repetidamente exercícios propostos para os mesmos itens de conteúdo, concebidos de forma linear e desarticulada.

Sendo co-autora de livros didáticos de ciências utilizados por quase dois milhões de alunos do ensino fundamental, na rede pública e privada, percebo cada vez mais, no âmbito desta discussão, minha responsabilidade. Muitos trabalhos sobre o livro didático têm sido realizados, o que se justifica por ser ele ainda o instrumento mais significativo em uso nas salas de aula, não só como recurso de apoio, mas muitas vezes norteando todo o trabalho pedagógico. Por vezes a distorção de papéis é tal que o professor é “adotado” pelo livro. Estudos como o de Fracalanza (1989), Alves (1986) e Waldhelm (1998) mostram muito bem isto.



Sabemos o quanto o livro se reveste de um *status* de verdade para alunos e professores e tem o poder de influenciar significativamente a dinâmica da sala de aula. Assim, as atividades sugeridas, a abordagem dos conteúdos, o tipo de discurso, figuras utilizadas, exercícios propostos etc. são fundamentais no ensino que efetivamente se dará, favorecendo a interatividade ou a mera “transmissão” de conteúdos. Quando discuto, portanto o fosso que separa o professor e a sala de aula da Educação Básica das pesquisas feitas sobre Ensino de Ciências, constato que como pesquisadora deste campo, professora de escola da Educação Básica e autora de um material que ao contrário da maioria das publicações especializadas, chega efetivamente às mãos do professor - o livro didático - posso colaborar nesta aproximação academia-escola.

Uma das reflexões presentes no cenário nacional e internacional que perpassam a complexidade de se promover a aproximação entre escola-academia, e escola-ciência, é: quando iniciar a Educação Científica? Que impacto esta educação científica tem sobre a questão vocacional dos alunos? Como a escola de Ensino Fundamental e Médio no Brasil aborda esta questão vocacional no campo das ciências naturais?

Sabemos que a competição internacional na guerra tecnológica produziu programas internacionais de avaliação que levaram à comparação do resultado obtido pelos alunos em algumas disciplinas, incluindo as Ciências. Assim como o Sputnik provocou movimento de reforma dos anos 60, o desempenho dos alunos norte-americanos nos testes internacionais produziu em 1985 um documento de grande impacto chamado “*A Nation at Risk*”. Este serviu de epicentro para uma onda de críticas ao sistema educacional norte-americano e tentativa de reformas que acabaram tendo repercussões no mundo inteiro (Gross e Gross, 1985). No Brasil, é parte das políticas governamentais no plano federal ou nos estados um conjunto de exames que se destinam a descrever a situação nas várias unidades da federação, no sentido de subsidiar decisões de políticas públicas (o SAEB-que avalia o Ensino Básico, por exemplo). Instituições internacionais como o Banco Mundial, Banco Interamericano e a Unesco valem-se desses indicadores para fomentar e financiar projetos que implementem tendências que apóiam.

O PISA (Programa Internacional de Avaliação dos Estudantes) é promovido pela Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE). Este exame avalia através de provas escritas estudantes com 15 anos de idade, de

vários países, buscando respostas para questões do tipo: “Até que ponto os alunos próximos do término da educação obrigatória adquiriram conhecimentos e habilidades essenciais para a participação efetiva na sociedade? As escolas estão preparando os alunos para enfrentarem os desafios do futuro? Quais estruturas e práticas educacionais maximizam oportunidades para alunos que vêm de contextos pouco privilegiados? Qual a influência da qualidade dos recursos das escolas nos resultados alcançados pelos alunos?”.

Na avaliação em ciências, o Brasil ficou em último lugar em um grupo de 32 países, no exame feito em 2000. Segundo Krasilchik (2000), na comunidade educacional, o resultado e a validade desses exames para avaliar o aprendizado em Ciências não constituem consenso em função dos instrumentos utilizados. Um dos pontos mais discutidos é se questões de múltipla escolha seriam adequadas para aferir tudo que se pretende produzir com alunos nas aulas de Ciências. Para esta autora, a capacidade de resolver problemas e de demonstrar a compreensão conceitual exige que se busquem também outras formas de verificar o aprendizado. O fato é que estes resultados não deixam de ser motivo de preocupação. Em 2006, o PISA teve ênfase em ciências. No Brasil participaram deste exame cerca de 12400 alunos com aproximadamente 15 anos de idade, matriculados no 8º ou 9º ano do Ensino Fundamental ou em qualquer ano do Ensino Médio. O Brasil é o único país da América do Sul que participa deste exame desde sua primeira aplicação. Até o momento não foi divulgado o resultado do PISA 2006. Será que os estudantes brasileiros conseguiram melhorar sua *performance* nas habilidades científicas, considerando-se o resultado do exame de 2000 ? Houve mudanças significativas no ensino de ciências nos últimos anos que possam trazer expectativas positivas a este respeito? Infelizmente não vejo no contexto atual razões para ficar otimista à espera de melhores resultados.

Tenreiro-Vieira (2004) destaca que em todo o mundo as atuais propostas para o ensino das ciências enfatizam a importância e a necessidade de promover as capacidades de pensamento dos alunos, designadamente de pensamento crítico. Nos Estados Unidos da América, a idéia de que a educação tem a obrigação de ensinar a pensar é reforçada em documentos basilares da reforma do ensino das ciências, como "*Science for All American*" (Association for the Advancement of Science-AAAS, 1989), "*Benchmarks for Science Literacy*" (AAAS, 1993) e "National Standards for Science Education (National Research Council-NRC, 1996)".

Também em Portugal, os currículos de ciências dos vários níveis de ensino enfatizam a idéia de que o ensino das ciências deve ser visto, em primeiro lugar, como promotor da alfabetização científica. Para Tenreiro-Vieira (2004), a crescente importância do conhecimento científico exige uma população cientificamente alfabetizada, ou seja, uma população com capacidades e compreensão suficientes para entender e seguir debates científicos e envolver-se nas questões que a tecnologia coloca, quer para eles como indivíduos quer para a sociedade como um todo. Nesta conjuntura, o ensino das ciências deve, pois, fomentar a aquisição de conhecimentos e o desenvolvimento de capacidades de pensamento crítico dos alunos que lhes permitam enfrentar as mudanças e participar numa sociedade democrática onde as decisões pessoais e políticas ligadas à ciência e à tecnologia não são isentas de valores por envolverem, muitas vezes, interesses econômicos e sociais.

Um livro organizado por Werthein e Cunha (2005) reúne sugestões e idéias de vinte e dois destacados cientistas de ações para uma ampla disseminação da ciência no Brasil. Questões como a falta de estrutura física e os baixos salários dos docentes do Ensino Médio foram várias vezes citadas, ao lado da constante afirmação da presença de uma massa de excluídos na sociedade. Ações estruturais de combate à desigualdade foram elencados e chama atenção uma recomendação em “alfabetizar mais e melhor”, já que apenas uma ínfima parcela da população estaria realmente em condições de ler sobre ciência. Em outras palavras, não haveria no país um público-alvo para campanhas e ações voltadas para a disseminação da ciência e, portanto, criar este público seria uma primeira e urgente tarefa. A UNESCO (2005 p. 2) é contundente em suas considerações sobre o risco de uma educação científica deficiente:

“Ensinar mal as Ciências é matar a galinha dos ovos de ouro. Vital para o desenvolvimento da economia e da indústria, a educação científica e tecnológica é também essencialmente importante no processo de promoção da cidadania e inclusão social, uma vez que propicia às pessoas oportunidades para discutir, questionar, compreender o mundo que as cerca, respeitar os pontos de vista alheios, resolver problemas, criar soluções e melhorar sua qualidade de vida. Além disso, a aprendizagem dos alunos na área científica é reconhecidamente importante, uma vez que está relacionada à qualidade de todas as aprendizagens, contribuindo para desenvolver competências e habilidades que favorecem a construção do conhecimento em outras áreas. Portanto, quando se melhora a educação científica não se melhora só a aprendizagem de Ciências: o seu impacto atinge outros campos.”

Acerca da discussão se o aprendizado de ciências pode colaborar no desenvolvimento cognitivo do aluno como um todo, favorecendo o aprendizado de outras áreas, podemos citar Borges e Gomes (2004) que debatem evidências empíricas e algumas teorias, apontando intervenções no ensino de ciências, como passíveis de induzir alterações e mudanças do fluxo do desenvolvimento intelectual dos alunos. Estes autores citam o Projeto Aceleração Cognitiva através da Educação em Ciências (CASE – *Cognitive Acceleration through Science Education*), desenvolvido em meados dos anos oitenta na Inglaterra. Segundo eles há boas evidências de que o projeto conseguiu provocar alterações estruturais na inteligência dos alunos. Seus criadores tinham como hipótese que a presença de um professor mediador, juntamente com atividades do conteúdo de ciências elaboradas especialmente para ativar as operações formais piagetianas poderiam, juntas, fazer com que alunos de onze, doze anos, saltassem da condição mental operatória concreta para a condição do pensamento formal (Shayer e Beasley, 1987, Shayer, 1988 apud Borges e Gomes 2004, p. 6). Para isso, eles analisaram os principais problemas encontrados em vários projetos de intervenções cognitivas realizados no campo do ensino de ciências nos anos sessenta e setenta. Segundo Borges e Gomes (2004 p. 6), as evidências do CASE sugerem que a estrutura intelectual pode ser mobilizada e alterada através de práticas educacionais centradas em habilidades cognitivas e que efetivamente é possível mudar o ritmo do desenvolvimento da inteligência das pessoas e, além disso, fazer com que o novo padrão alcançado seja transferível para sistemas simbólicos diferentes e áreas de domínios específicos. Para estes autores, os resultados do CASE e outros estudos neste campo indicam ser possível desenvolver através da ação educativa específica e no interior de um campo disciplinar bem delimitado- ensino de ciências- os processos cognitivos gerais, em suma, a inteligência do aluno.

▪ **Educação científica, ensino de ciências e formação de cientistas.**

Atualmente para cada milhão de habitantes, o Brasil possui 180 cientistas. Segundo dados da UNESCO (2003), a Argentina tem 700 e os Estados Unidos, 3800. No campo da ciência e tecnologia, aumentar estes números em nosso país, considerando-se a situação do ensino de ciências no Brasil, representa uma meta desafiadora. No contexto histórico atual, podemos citar o estudo de Velloso

(2004), que traçou um perfil dos cientistas brasileiros. A pesquisa abrangeu nove mil mestres e doutores e se centrou na década de 90. Entre outros detalhes, apurou-se que os cientistas brasileiros representam apenas 0,1% do total da população, dado que pode ser comparado às informações de outros países, como a Coreia do Sul, cujo total de pesquisadores representa 0,4% da população, e os Estados Unidos, cujo total de cientistas representa 0,8% da população.

Embora a produção científica brasileira segundo a CAPES tenha crescido 19% em 2005, comparado a 2004, como outros países do mundo, o Brasil vive atualmente uma grave crise na educação científica. Dentre os aspectos relacionados a essa crise podem ser citados a produção do conhecimento em grande volume e velocidade (Leta e De Meis, 1997 apud Jorge e Borges 2004 p. 100), bem como uma educação científica orientada por uma concepção positivista do conhecimento, associada a currículos e livros didáticos de ciências em muitos aspectos equivocados e defasados (Bizzo, 2000), que sinalizam para a apropriação de saber científico de forma pouco crítica e cumulativa. Para Jorge e Borges (2004), o desinteresse dos jovens pela ciência, o analfabetismo científico da população em geral e de seus representantes políticos, e a mitificação da ciência pela mídia, são conseqüências dessa crise.

Jorge e Borges (2004) destacam a ação de órgãos públicos e sociedades científicas que vêm desenvolvendo programas para enfrentar as dificuldades de qualificar e manter atualizados os professores da Educação Básica e mesmo os universitários: os Ministérios da Educação (MEC) e da Ciência e Tecnologia (MCT), a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (Capes), o Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq); e sociedades científicas como a Academia Brasileira de Ciências (ABC), a Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), a Sociedade Brasileira para o Ensino de Biologia (SBenBio), a Associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências (Abrapec), as Sociedades Brasileiras de Física (SBF) e de Química (SBQ), a Associação Brasileira de Química (ABQ), entre outras. Citam ainda o subprograma “Educação para a Ciência/SPEC-PADCT-Capes” que, entre 1983 e 1997, subsidiou várias instituições de ensino e pesquisa na busca de melhoria da qualidade dos ensinamentos de Ciências e Matemática no Brasil (Gurgel, 2002) como um exemplo desse tipo de ação. Entretanto, as autoras alertam que apesar do impacto positivo que esses programas vêm proporcionando

na área de Ensino de Ciências, a abrangência dos seus resultados ainda é incipiente, em termos territoriais e populacionais para o Brasil.

Verifica-se que a cultura prevalecente no âmbito da ciência ainda orienta-se por uma visão pura, apolítica e desnacionalizada da pesquisa. Estudos mostram que o universo do cientista e o seu mundo de investigação nem sempre apresentam alguma conexão com a vida do seu país. No Brasil, essa situação é delicada, considerando-se a natureza estatal do financiamento e apoio aos esforços de desenvolvimento científico e tecnológico. Com a escassez de recursos disponíveis, a sociedade cobra, com legitimidade crescente, resultados que produzam aumento efetivo da qualidade de vida. Segundo a UNESCO (2003), oitenta por cento da pesquisa realizada no Brasil são financiados com recursos públicos, em geral por intermédio da rede de universidades, laboratórios e institutos de pesquisa criados e mantidos pelo Governo.

Uma pesquisa nacional promovida pelo Ministério da Ciência e Tecnologia, em parceria com a Academia Brasileira de Ciências<sup>9</sup>, realizada em 2006 através de entrevistas domiciliares com população adulta fez o levantamento do interesse, grau de informação, atitudes, visões e conhecimento que os brasileiros têm da Ciência e Tecnologia. Os resultados desta pesquisa mostraram que o brasileiro, em grande parte, acredita que os cientistas devam ser olhados com atenção, ("72% admitem que eles dispõem de poderes que os tornam perigosos" e "88% querem que eles exponham publicamente os riscos do desenvolvimento científico"). Mais ainda: 89% dos entrevistados julgam que a sociedade deve ser ouvida nas grandes decisões sobre os rumos da ciência e da tecnologia, o que reforça a idéia de que a ciência e a tecnologia não devem permanecer restritas a um grupo de privilegiados. A pesquisa também mostrou que 81 % dos entrevistados não subestimam a sua capacidade de entender a ciência e a tecnologia e afirmam ser capaz de compreendê-las se "o conhecimento científico for bem explicado". Os resultados apontam para a importância da divulgação científica bem como para a necessidade de incremento do ensino de ciências.

A preocupação com a produção científica, seu acesso e utilização, é expressa no documento da UNESCO (2003, p. 27):

---

9 In : <http://www.mct.gov.br/index.php/content/view/50877.html>

“[...] o acesso ao conhecimento científico, a partir de uma idade muito precoce, faz parte do direito à educação de todos os homens e mulheres, e que a educação científica é de importância essencial para o desenvolvimento humano, para a criação de capacidade científica endógena e para que tenhamos cidadãos participantes e informados [...]”

A importância do professor nesta alfabetização científica e tecnológica também é destacada neste documento, bem como a necessária reformulação dos currículos:

“[...] Os professores de ciências de todos os níveis do ensino, bem como o pessoal engajado em educação científica devem ampliar seus conhecimentos para o melhor desempenho possível de suas tarefas educacionais. Devem ser desenvolvidos pelos sistemas educacionais nacionais novos currículos, metodologias de ensino e novos recursos que levem em conta o gênero e a diversidade cultural, como resposta às mudanças ocorridas nas necessidades educacionais das sociedades [...]” (UNESCO 2003, p. 54).

Entretanto, muitos professores de ciências parecem ver sua prática pedagógica como totalmente desvinculada da formação de cientistas. Foi o que detectou Pretto (1983 apud Carraher 1985), quando através de um questionário aplicado a professores de ciências, observou que aproximadamente 80% dos entrevistados nada respondiam às perguntas “Quais as características do cientista?” e “Quem pode ser um cientista?”, como se sua prática enquanto professores de ciências não exigisse reflexão sobre este tema. Dentre aqueles que respondiam a essas questões, as respostas trataram as características do cientista como traços pessoais — vocação, capacidade intelectual, interesse etc. — desvinculando a formação do cientista da atuação de seus professores de ciências. Diante desta constatação, indago-me :Que imagem da ciência e dos cientistas a escola e esses professores ajudam a formar entre os alunos? De que modo isto pode comprometer uma possível vocação científica?

Em um estudo qualitativo das concepções acerca da natureza da ciência de um grupo de 48 alunos do 1º Ciclo do Ensino Básico (2º e 4º anos de escolaridade em escolas portuguesas), Reis, Rodrigues e Santos (2006), através da análise de conteúdo dos enredos de histórias e de desenhos sobre o trabalho de cientistas, elaborados pelos alunos, identificaram-se possíveis concepções acerca do empreendimento científico e da atividade dos cientistas. Segundo estes autores,

este e outros estudos feitos por diversos pesquisadores revelam que os alunos apresentam diversas idéias estereotipadas sobre os cientistas, dentre elas:

1. A imagem caricaturada do cientista – descrevendo o cientista como um homem de idade, careca (por vezes, algo louco ou excêntrico) que usa óculos e bata branca, trabalha sozinho e faz experiências perigosas (de resultados completamente imprevisíveis) num laboratório ou numa cave, com o objetivo de fazer descobertas.
2. O cientista como vivisseccionista – representando o cientista como uma pessoa disposta a infligir sofrimento em animais inocentes através da realização de experiências com resultados imprevisíveis.
3. O cientista como pessoa que sabe tudo – descrevendo o cientista como uma pessoa com imensos conhecimentos e que, como tal, conhece antecipadamente os resultados das experiências.
4. O cientista como tecnólogo – concebendo o cientista como um inventor de artefatos (e não de conhecimentos) destinados a auxiliar a população.
5. O professor como cientista – vendo os seus professores como cientistas com imensos conhecimentos que, pelo fato de já terem realizado as “experiências”, já conhecem as “respostas certas”.
6. Os alunos como cientistas – considerando que os alunos também podem ser cientistas e recorrendo à sua experiência pessoal nas aulas para descreverem a atividade científica como a realização de “experiências” que nem sempre “funcionam”.
7. O cientista como empresário – descrevendo o cientista como uma pessoa que, motivada pelo lucro, procura novos conhecimentos e produtos de forma competitiva e desleal. (Reis, Rodrigues e Santos, 2006, p. 54- aspas originais)

Existem evidências de que os meios de comunicação são responsáveis pela veiculação de imagens estereotipadas e distorcidas atrás referidas (Aikenhead, 1988; Fort e Varney, 1989; Matthews e Davies, 1999; Reis e Galvão, 2004 apud Reis, Rodrigues e Santos, 2006 p. 55). Matthews e Davies (1999 apud Reis, Rodrigues e Santos, 2006 p. 55), em um estudo em que entrevistaram 281 alunos do ensino primário (5-11 anos), constataram que apenas 5% das crianças se recordam dos seus professores do ano anterior terem falado acerca da ciência e dos cientistas, apesar de 33% se recordarem de terem discutido ciência sem qualquer referência aos cientistas. Apenas 5% dos alunos referiram diretamente os professores ou as experiências escolares como a principal influência nos seus desenhos. Concordo com Reis, Rodrigues e Santos (2006), quando afirmam que sem desconsiderar as possíveis influências dos meios de comunicação social, a



escola também contribui, implícita e explicitamente, para a construção de concepções limitadas acerca da natureza da ciência (Monk e Dillon, 2000; Reis, 2004 apud Reis, Rodrigues e Santos, 2006 p. 55). A “ciência escolar” ao privilegiar a ilustração, verificação e memorização de um corpo de conhecimentos perfeitamente estabelecido e não controverso, apresenta a ciência como um processo objetivo, isento de valores, que conduz a verdades absolutas, inquestionáveis, através da observação rigorosa de regularidades nos fenômenos e do estabelecimento de generalizações.

Segundo Haynes (2003); Weingart, Muhl e Pansegrau (2003) apud Reis, Rodrigues e Santos (2006 p. 73), desde as histórias medievais sobre alquimistas, até aos filmes e desenhos animados atuais sobre clonagem, as narrativas sobre cientistas raramente os retratam de forma positiva, traduzindo o receio do poder e da mudança inerente à ciência e recorrendo a um número restrito de estereótipos: o alquimista diabólico; o cientista como herói e salvador da sociedade; o cientista louco; o investigador desumano e insensível; o cientista como aventureiro que transcende as fronteiras do espaço e do tempo; o cientista louco, mau, perigoso e inescrupuloso no exercício do poder; e o cientista incapaz de controlar o resultado do seu trabalho. Portanto, torna-se necessário que a escola encare os filmes, os desenhos animados e as notícias divulgadas pela mídia como uma oportunidade para explorar os conteúdos de ciência envolvidos, refletir sobre as interações ciência-tecnologia-sociedade, discutir idéias acerca da natureza da ciência e dos cientistas e desenvolver a capacidade de análise crítica da informação. O papel dos educadores é fundamental ao reconhecerem que o discurso acerca da natureza da ciência e dos cientistas, veiculado pelos meios de comunicação social podem representar um conjunto de experiências informais de aprendizagem, que, ao serem apropriadas pelos alunos, influenciam e interagem com a aprendizagem da ciência na sala de aula. Para Reis, Rodrigues e Santos (2006), cabe aos professores aproveitarem as vias de educação não-formal para despertar nos alunos o gosto e a vontade de aprender ciência. Contudo, segundo estes autores, para que tal seja possível, torna-se essencial que a formação de professores capacite os docentes para a exploração das potencialidades dessas vias. Temos mais uma vez, por outro viés (mídia na escola), o destaque para a importância da formação docente.

Orion (1998 apud Dourado 2006 p. 196) defende que uma reforma da Educação em Ciências deverá contemplar uma abordagem holística dos diferentes ambientes, de aprendizagem (campo, museu, laboratório e sala de aula), cabendo ao professor a responsabilidade de usar esses diferentes ambientes de forma a que cada um deles complemente o outro, interligando as atividades realizadas no exterior da sala de aula com as realizadas no seu interior. O trabalho de Dourado (2006) mostra que uma dificuldade que a implementação integrada do trabalho de laboratório e trabalho de campo nas escolas enfrenta, relaciona-se com a inexistência de espaços adequados à realização do trabalho de campo próximo da escola. Como sugestão para vencer esta dificuldade, Del Carmen (1999 apud Dourado 2006 p. 198) sugere um conjunto de ambientes que podem corresponder a objetos a serem estudados pelos alunos, integrando trabalhos de laboratório com os de campo. Propõe, por exemplo, o estudo de muros, de edifícios antigos, de ruas arborizadas, caminhos e de charcos. Entretanto, Dourado (2006) alerta que o reconhecimento do valor didático destes objetos de estudo requer uma grande alteração nas concepções dos professores que não estão habituados a usá-los como recursos didáticos. Este autor português, ao apontar que mesmo na implementação independente do trabalho de laboratório ou de campo, existem razões externas e independentes da atuação do professor, como as de tipo estrutural (ex: rigidez de horários, elevado número de alunos por turma), de tipo organizativo (ex: problemas de preparação da infra-estrutura, dificuldades financeiras, falta de material, disponibilidade de espaço, documentação de apoio) e do tipo legal (ex: falta de apoio da administração da escola, responsabilidade civil), que dificultam a realização destas atividades, nos mostra um cenário não muito diferente do que podemos encontrar na maioria das escolas brasileiras.

Nesta perspectiva, o desenvolvimento da docência não pode ser visto como um processo isolado e solitário, mas compartilhado pela comunidade educacional, no qual todos podem aprender. É preciso criar ações desafiadoras, tanto para o professor quanto para o aluno, de modo que, refletindo e atuando, possam empreender-se num processo de indagação orientada, alimentando o interesse, a auto-estima e a autoconfiança, ingredientes indispensáveis para desenvolver a criatividade de alunos e professores em sala de aula. Neste sentido, argumentam que:

“[...] Não é a falta de recursos, de um laboratório ou de qualquer outra infraestrutura física que impede o desenvolvimento de um programa de iniciação científica na escola. Qual escola que não tem formigas? E quantas patas tem uma formiga? O que elas comem? Têm outros animais na escola? E os que vivem fora da escola? Tem mamífero entre eles? E ainda tem o sol, o vento, as plantas, as pedras do pátio.. Peça para que cada aluno recolha uma pedra do pátio (pode ser uma folha de alguma planta, uma semente ou outros objetos), a observe cuidadosamente e registre suas características (tamanho, peso, cor, tudo). Depois misture todas elas e peça ao aluno para descobrir qual é sua pedra. Agora tente trocar os registros entre os alunos e repetir a experiência de identificar as pedras. Mesmo simples essa é uma prática científica importante, que exercita a observação, medidas e registros, aspectos fundamentais na pesquisa científica [...]” (Guia PNLD, 2007, p. 8).

Nas pesquisas específicas da área das Ciências Naturais, o espaço do laboratório tem a hegemonia. Entre microscópios e bancadas, os biólogos e outros cientistas transitam testando suas hipóteses. O que acontece então com o professor de Ciências que deseja pesquisar na escola? Ou estimular seus alunos a investigarem? A maioria das escolas públicas de Educação Básica (mesmo as privadas) não dispõe de laboratórios equipados. É comum no dia a dia do professor a falta de tempo, espaço, recursos e apoio. A pesquisa na escola básica seria então inviável ou desnecessária? Que tipo de pesquisa? Como viabilizar a iniciação científica na escola? Por que esta iniciação é necessária? De que modo a prática investigativa na escola básica pode influenciar a vida do cidadão, do professor e do cientista?

Percebe-se que ainda é tarefa difícil desmistificar o microscópio como sendo o artefato essencial para aulas de Ciências interessantes e instigadoras. É como se sua ausência na escola comprometesse qualquer iniciativa ou desejo de trabalho investigativo por parte de professores e alunos. Embora a dimensão “invisível“, microscópica, seja importante nas Ciências naturais, na realidade o microscópio óptico pouco pode mostrar aos alunos da escola básica. Além disso, o que os livros didáticos apresentam em suas ilustrações em relação à dimensão microscópica é muito diferente do que é possível visualizar ao microscópio óptico ou em lupas. Organelas celulares e vírus, por exemplo, só se “concretizam“ visualmente para os alunos na forma de ilustrações, fotos ou vídeos.

O contexto de trabalho do professor da Educação Básica em geral é marcado por baixa remuneração, turmas numerosas, carga horária excessiva (inclusive em número de escolas onde ele leciona), falta de tempo e espaço físico para reunião com colegas e planejamento de atividades, acesso reduzido a bens

culturais e a oportunidades de formação continuada. As Secretarias de Educação e rede privada, com poucas exceções, não costumam investir em programas de formação bem estruturados e que privilegiem a discussão e socialização de experiências no âmbito da escola. Eventos pontuais como palestras e oficinas costumam caracterizar o quadro de formação docente. Lüdke e Boing (2004) discutem em seu trabalho a questão da precarização do trabalho docente tendo como pano de fundo o conceito de profissão. Embora não pretenda aqui discutir a profissionalização ou proletarização docente, não podemos ignorar que esta última deve desfavorecer a prática de pesquisa pelo professor.

Krasilchik (1987) relatou os resultados de um estudo realizado e apontou, entre outros aspectos, aqueles “que influenciam negativamente a prática do professor de Ciências“, dentre eles: preparação deficiente do professor, programação dos guias curriculares, má qualidade do livro didático, falta de laboratório nas escolas, falta de equipamentos ou material para aulas práticas, obstáculos criados pela administração na escola, sobrecarga de trabalho dos professores, falta de auxílio técnico para a separação e conservação do material. Julgamos que, ainda que com prováveis mudanças, esses aspectos continuam influenciando e caracterizando o dia a dia do professor de Ciências e Biologia em sala de aula. É nesse contexto de trabalho que os saberes seriam construídos e/ou reconstruídos. Para Campos e Diniz (2001), a compreensão desse contexto, ou seja, da prática cotidiana do professor, pode ser favorecida por estudos mais recentes sobre competências e habilidades necessárias ao professor de Ciências, pois entendem que ao se buscar um provável perfil desse profissional, implicitamente, se teria como referência as condições concretas do cotidiano escolar.

Verifica-se na prática que os currículos de Ciências ainda são marcados pela linearidade, fragmentação e pela lógica rígida dos pré-requisitos. Assim, ainda é a minoria dos professores de Ciências que “ousam“ romper com as tradicionais abordagens e seqüências de conteúdos. Isto é agravado pelo fato da maioria dos livros didáticos seguirem esta organização curricular. A dificuldade de ser menos “disciplinar“ também dificulta a articulação do professor de Ciências com colegas de outras disciplinas e o diálogo interdisciplinar necessário ao ensino dos conteúdos no âmbito da própria disciplina.

Silva (1999) nos lembra o quanto é especialmente interessante na condição de um professor de Ciências (ou de qualquer outro professor) o fato dele ser um “especialista interdisciplinar“, alguém que necessita “transitar“ no conhecimento. O professor em atividade é exposto a um universo de questões, cercado por problemas que são desconhecidos dos cientistas nos laboratórios e que precisam ser investigados. Além disso, questões identificadas no universo escolar podem instigar pesquisas em novos campos de investigação que extrapolem os muros da escola, demandando quem sabe, outras pesquisas, inclusive no *locus* laboratorial. Isto parece sinalizar então para uma proposta de formação “híbrida“, onde a componente pesquisa faça parte do currículo das licenciaturas, de modo transversal, não estanque, atravessando tanto as disciplinas específicas quanto as pedagógicas. Talvez, assim, o professor de Ciências possa aproximar-se do modo específico de produção do conhecimento da sua área sem ver excluída a vivência da pesquisa em educação. Um currículo capaz de formar um professor assim não pode ser apenas uma versão simplificada do bacharelado. Parece se aproximar mais de uma versão ampliada, onde a segurança conceitual no campo disciplinar, no conhecimento biológico, seja garantida, favorecendo a autonomia necessária para a ousadia metodológica e para a prática da pesquisa.

Maldaner e Schnetzler (1998) lembram que na sala de aula real não há situação-padrão para a qual se pode aplicar soluções estudadas das quais se abstraíram as condições reais. O ato pedagógico, em sua complexidade, exige a pesquisa como competência profissional. É preciso que o professor seja capaz de observar, surpreender, buscar respostas não evidentes à primeira vista, entender o processo de ensino e aprendizagem em sua concretude, atuar sobre o real, que é único e repleto de incertezas. Estas incertezas também caracterizam o universo da Ciência. Trabalhar a partir deste ponto de interseção entre o conhecimento científico e o saber pedagógico poderia ser uma possibilidade interessante ao se repensar a formação do futuro professor.

Delval (2003), afirma que o professor não pode simplesmente “ensinar“, ele deve sim, criar condições para que os alunos aprendam. Propondo-lhes novos problemas, novas questões e fazendo com que percebam a insuficiência das soluções aventadas quando não forem satisfatórias. Para este autor, o aluno que desenvolve capacidade de pensar e de encontrar soluções para os problemas é aquele que realmente aprende a aprender e que pode buscar seus próprios

conhecimentos. A escola deveria, portanto, fomentar situações em que o aluno se visse obrigado a pensar e não a repetir. As respostas certas são para este autor o que menos importa, pois podem ser resultado de simples memorização. As respostas incorretas por sua vez, podem ser interessantes ao revelar deficiências de compreensão e problemas que o aluno esteja enfrentando.

Moreira (1991), afirma que o professor está em melhores condições de investigar as situações de ensino e aprendizagem, em sua sala de aula, do que um pesquisador externo. Tobin (1989) coloca problemas éticos nessa questão de um pesquisador externo realizar a sua pesquisa sobre um professor e sua sala de aula, que acabam, segundo o autor, não permitindo o aprofundamento das questões surgidas da pesquisa devido a constrangimentos e preconceitos em relação aos pesquisadores. Isto não desapareceria, para este autor, mesmo quando a pesquisa é realizada com o professor. Tobin vê a pesquisa do professor como uma atividade indissociável do ato pedagógico e não como uma tarefa a mais que o professor queira realizar por um motivo ou outro.

Ora, embora possa parecer pouco viável um movimento de “contracultura” em relação à hegemonia do laboratório como espaço de pesquisa entre professores de Ciências, as iniciativas no campo investigativo identificadas em várias escolas em pesquisas já realizadas, parecem apontar para a possibilidade de revisão ou ampliação do conceito de laboratório, ou pelo menos para a discussão da forma de utilizá-lo na escola. O trabalho de Santos, (2001 apud Barreto Filho 2001 p. 39), por exemplo, analisou tendências em dissertações e teses publicadas do Brasil de 1972 a 1995, relativas à experimentação no ensino de Ciências de 5ª a 8ª série do Ensino Fundamental. Entre as considerações finais de Santos, destacamos a afirmação:

“[...] Mesmo os pesquisadores que se utilizaram de referenciais teóricos construtivistas, reproduziram, de um modo geral, abordagens comportamentalistas nas atividades, o que evidencia uma incoerência. Usam, por exemplo, referenciais teóricos piagetianos e terminam reforçando o modelo de atividade por redescoberta que tem por base o comportamentalismo [...]. Até mesmo quando lançam mão de recursos lúdicos o fazem mais com a intenção de ilustrar conceitos que estão querendo transmitir, é um reforço à transmissão de conhecimentos.”(p. 77)

Para Cachapuz, Praia e Jorge (2004 p. 378-379) em sua análise do ensino em Portugal, o caráter acadêmico e não efetivamente experimental que marca em grau

variável os currículos de Ciências seria o maior responsável pelo desinteresse dos jovens alunos por estudos de Ciências.

Também aqui no Brasil, a Ciência que se legitima nos currículos está desligada do mundo a que, necessariamente, diz respeito. Estes autores apontam dez pontos críticos cuja alteração seria necessária na Ciência escolar em Portugal, e que julgo, podem dar pistas para mudanças necessárias também nos currículos brasileiros:

- ensino das Ciências que começa demasiado tarde e termina demasiado cedo, não se inserindo numa perspectiva de aprendizagem ao longo da vida;
- ensino das Ciências fortemente marcado por uma visão positivista da Ciência e, em boa parte por isso mesmo, supervalorizando contextos académicos (Ciência como retórica de conclusões) onde são quase sempre ignoradas articulações essenciais C/T/S/A (Ciência/Tecnologia, Ciência/Sociedade, Ciência/Ambiente) ou ainda Ciência/Ética ajudando a situar culturalmente a Ciência no quadro de uma educação para uma cidadania responsável;
- ensino das Ciências quase só tendo lugar em ambientes formais (escola) não explorando sinergismos com a comunidade científica, trabalho de campo, clubes de Ciência, visitas a centros de investigação, instalações industriais, centros de Ciência, museus de Ciência etc.;
- ensino das Ciências subvalorizando (de fato) o desenvolvimento de competências e atitudes científicas (por exemplo, quando se passa dos programas propostos à avaliação das aprendizagens, muitas são simplesmente ignoradas em prol da avaliação do “corpo de conhecimentos”);
- ensino não experimental [...];
- ensino das Ciências onde o uso pelos alunos das novas tecnologias da informação e comunicação como recurso didático é praticamente simbólico;
- ensino das Ciências onde a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade estão ausentes;
- ensino das Ciências onde o carácter transmissivo asfixia o investigativo;
- ensino das Ciências onde se burocratizaram as funções do professor, a começar pela ritualização da avaliação da aprendizagem;
- ensino das Ciências privilegiando a extensão e não a profundidade nas abordagens programáticas (confusão entre “cumprir” o programa e promover a excelência das aprendizagens).

Ainda no cerne desta discussão onde se entrecruzam problemáticas como formação docente, papel social da ciência e do cientista, políticas públicas, reformas curriculares e outras, considero importante destacar que não faltam argumentos para justificar a importância da educação científica. Indago-me então: quando iniciar efetivamente esta educação? Por que não podemos garantir que esta educação científica se concretize contando apenas com os espaços não formais e os meios de divulgação científica? Até que segmento de ensino formal podemos, no contexto brasileiro, “nos dar ao luxo de esperar” para implementar esta educação científica? Como atingir um maior número de alunos?

▪ **Educação Básica no Brasil: um “funil” como desafio ainda a ser superado**

Pesquisas indicam que um maior grau de avanços tecnológicos está relacionado a países com expressiva parcela da população no ensino superior. O mercado de trabalho demanda profissionais qualificados no uso de novas tecnologias. Como a transição do Ensino Médio para o ensino superior é historicamente baixa no Brasil, o país não consegue aumentar a taxa de conclusão nesse ciclo, que atualmente está na faixa de 8% da população adulta, enquanto a média da OCDE gira em torno de 30% e países como Argentina e Chile atingem 18%. A tão sonhada universalização do Ensino Médio ainda está longe de concretizar-se, como veremos a seguir.

Embora o país tenha atingido um nível de acesso à escola da população de 6 a 14 anos praticamente universal, o nível de escolaridade média da população de 15 anos ou mais é de apenas 6, 7 anos. Segundo o INEP (2006)<sup>10</sup>, esse aparente paradoxo pode ser explicado pela baixa eficiência do sistema educacional brasileiro em produzir concluintes, pois, se o acesso é quase universal, é baixo o percentual daqueles que concluem o Ensino Fundamental, sobretudo na idade adequada. Haveria, portanto, uma população de quase 20% que já poderia cursar o Ensino Médio, mas que ainda permanece retida no nível anterior, sem contar aqueles que evadiram. Ainda segundo o INEP (2006), estamos abaixo de atingir, na média, as oito séries - que desde 2007 passaram a ser nove- de escolarização obrigatória. Dados indicam que mesmo que as taxas de repetência no Brasil tenham diminuído nos últimos anos, elas continuam elevadas e muito além dos

---

<sup>10</sup> Fonte: INEP: [www2.inep.gov.br/imprensa/artigos/2006/universalizacao.htm](http://www2.inep.gov.br/imprensa/artigos/2006/universalizacao.htm)



índices registrados por países com níveis de desenvolvimento equivalente ou até mesmo inferior ao nosso. Com taxas de promoção ainda longe do ideal e de repetência e evasão estagnadas em patamares elevados, o resultado do quadro atual é um inchaço do sistema e baixas taxas de conclusão do Ensino Fundamental. Um número expressivo daqueles que concluem esse nível o faz em idade superior à considerada adequada e nem sempre ingressam no Ensino Médio. Portanto, a rigor, alerta o INEP (2006) só se pode falar em universalização do acesso ao Ensino Fundamental, já que universalizar o ensino pressupõe, além do acesso, a permanência, a progressão e a conclusão na idade adequada. Além disso, essa universalização deve ser alcançada com padrões de qualidade requeridos de uma boa educação. Para o INEP (2006), nesse contexto, não se pode, falar em universalizar o Ensino Médio pelos próximos 10 anos.

Considerando-se o “funil” que caracteriza o quadro descrito acima, indago-me acerca das conseqüências de se investir na educação científica apenas nas séries finais do Ensino Fundamental ou no Ensino Médio, aonde poucos chegam e menos ainda concluem. No decorrer deste trabalho vimos que pesquisadores de diferentes linhas metodológicas podem divergir nos aspectos conceituais e operacionais do ensino de ciências, mas parece consenso entre eles a importância da alfabetização científica desde as séries iniciais de escolaridade e o desenvolvimento de habilidades, competências ou capacidades nas crianças e adolescentes, favorecidas por práticas docentes promotoras de atividades com foco na pesquisa e investigação. Assim, é válido questionar: existem programas no Brasil destinados a fomentar a educação científica na Educação Básica? Com qual alcance? Com que tipo de abordagem? Promovem investimentos na formação docente, aparelhamento das escolas, reformas curriculares, prêmios de incentivo ou programas de intercâmbio entre escolas e centros de pesquisa? Veremos a seguir algumas iniciativas que identifiquei neste sentido, descritas a partir de informações divulgadas pelos órgãos e instituições que as promovem.

- Criação de Institutos de Ciência e Tecnologia

O Ministério da Educação, através do Decreto nº. 6.095, de 24 de abril de 2007<sup>11</sup>, autorizou a criação dos Institutos de Ciência e Tecnologia, com

---

11 [http://www.planalto.gov.br/CCIVIL\\_03/\\_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6095.htm](http://www.planalto.gov.br/CCIVIL_03/_Ato2007-2010/2007/Decreto/D6095.htm)

praticamente todas as prerrogativas e a autonomia de uma universidade - como criar cursos e campus sem autorização do MEC - mas dedicada exclusivamente à formação técnica e tecnológica e ao ensino de ciências. A idéia é que os atuais Centros Federais de Educação Tecnológica (CEFETs) possam se transformar em Institutos Federais de Ciência e Tecnologia, concentrando metade do orçamento em Educação Básica profissionalizante e a outra metade no ensino superior tecnológico. Neste caso, 20% serão destinados a cursos de licenciatura em ciências, física, química e matemática. Além disso, terão a obrigação de apoiar a rede pública de ensino básico na formação de professores.

▪ Ações da Secretaria de Educação Básica do Ministério da Educação

Esta secretaria vem intensificando esforços no sentido de apoiar o desenvolvimento e a valorização do ensino de Ciências junto aos professores e alunos do Ensino Fundamental (5ª a 8ª Séries) e Médio<sup>12</sup>. Nessa direção, a política de Educação Básica do MEC tem dado ênfase especial a um conjunto de fatores motivadores de mudanças significativas na organização dessa modalidade de ensino, tais como: elaboração de um programa sistemático e efetivo de formação continuada dos professores, que possibilite sua atualização permanente em termos científicos e pedagógicos; promoção de mecanismos institucionais de valorização do conhecimento e da prática científica e pedagógica dos professores; desenvolvimento de currículos com ênfase na abordagem prática e problematizadora; e existência de ambientes de aprendizagem científica, em termos de laboratórios e/ou equipamentos. Dentre outras iniciativas que integram essa política no âmbito da SEB, vale destacar: o Prêmio Ciências, que visa selecionar projetos inovadores no aprendizado das Ciências da Natureza e Matemática, no Ensino Médio; apoio à realização de eventos científicos como as Olimpíadas de Matemática e relacionadas a outras disciplinas que integram o currículo escolar; a Coleção Explorando o Ensino, que busca apoiar o trabalho científico e pedagógico do professor em sala de aula e o Programa Nacional de Apoio a Feiras de Ciências – Fenaceb.

---

12 <http://portal.mec.gov.br/seb/index.php?option=contenttask=view&id=406&Itemid=392>

- O PROVOC-Fiocruz

O Programa de Vocação Científica (PROVOC)<sup>13</sup>, na Funda o Oswaldo Cruz (Fiocruz), promove a inicia o científica de alunos do Nível Médio de ensino de escolas públicas e privadas conveniadas, nas diferentes áreas de pesquisa das Ciências Biológicas, da Saúde e das Ciências Humanas e Sociais em Saúde.. Alunos participantes do programa têm a oportunidade de vivenciar ambientes de pesquisa e a experiência de aprender ciência fazendo ciência. Ao mesmo tempo em que visa integrar-se às a es da escola, o Programa propõe uma ampla discussão e compreensão das práticas científicas que permeiam a constru o do conhecimento em nossa sociedade. Dessa forma, busca-se também estabelecer inter-rela es entre o ensino, em geral, e a forma o científica do aluno, sobretudo, através da inicia o   pesquisa.

- Prêmio Jovem Cientista

Considerado um dos pr mios<sup>14</sup> mais importantes pela comunidade científica da categoria na América Latina, foi instituído em 1981.   resultado de uma iniciativa do CNPq em parceria com empresas e funda es. A categoria Ensino Médio foi criada em 1999 e visa revelar talentos e incentivar nos jovens a prática da pesquisa como meio de aprendizagem e produ o de conhecimento

- Cientistas de Amanhã<sup>15</sup>

O Concurso Cientistas de Amanhã, surgiu por uma iniciativa do Instituto Brasileiro de Educa o, Ciência e Cultura – IBECC/UNESCO – Comissão de São Paulo em 1957. Realizando-se anualmente, desde 1958 finaliza-se junto às Reuniões Anuais da SBPC, tendo seus resultados divulgados na sessão solene de encerramento destas Reuniões.   um Concurso nacional, dirigido a estudantes do Ensino Fundamental e médio, da rede escolar brasileira, constituindo-se em uma iniciativa sistemática desde sua cria o.

- Bolsa de Inicia o Científica Júnior

Em 2003, o CNPq criou seu próprio programa, denominado Bolsa de Inicia o Científica Júnior<sup>16</sup>, resultando em significativa prolifera o da IC no

---

13 [www.epsjv.fiocruz.br/v2005/provoc.htm](http://www.epsjv.fiocruz.br/v2005/provoc.htm)

14 [www.jovencientista.cnpq.br/](http://www.jovencientista.cnpq.br/)

15 [www.cientistasdeamanha.org.br/](http://www.cientistasdeamanha.org.br/)

Ensino Médio. Este programa funciona por meio de convênios com fundações estaduais de apoio à pesquisa, e recentemente, passou a incluir também estudantes dos quatro últimos anos do Ensino Fundamental (CNPq, 2006).

- FEBRACE-Feira Brasileira de Ciências e Engenharia

Trata-se de uma feira anual de Ciências e Engenharia<sup>17</sup> que envolve projetos de estudantes das escolas públicas e privadas de todo o Brasil, em diversas categorias estabelecidas a partir das Ciências (Exatas e da Terra, Biológicas, da Saúde, Agrárias, Sociais e Humanas) e Engenharia e suas Aplicações.

Podem participar estudantes do último ano do Ensino Fundamental e do Ensino Médio e Técnico. Tem como principais objetivos estimular novas vocações em Ciências e Engenharia através do desenvolvimento de projetos criativos e inovadores, e aproximar as escolas públicas e privadas das Universidades.

- SBPC Jovem<sup>18</sup>

Destaca-se dentre os muitos eventos e atividades que acontecem durante a Reunião Anual da SBPC, que teve sua primeira edição em 1993. Objetiva aproximar a ciência dos estudantes dos ensinos fundamental, médio e técnico e oferece uma programação que conta com exposições, conferências, oficinas, vídeos e filmes.

- Mão na Massa

Corresponde à versão do projeto francês *La Main à la Pâte*<sup>19</sup> que tem parcerias em vários países do mundo. Implantado desde 2001 no Brasil, este projeto assumiu a designação de ABC na Educação Científica - Mão na Massa.

---

16 [www.cnpq.br/bolsas\\_auxilios/modalidades/ic\\_junior.htm](http://www.cnpq.br/bolsas_auxilios/modalidades/ic_junior.htm)

17 <http://www.lsi.usp.br/febrace>

18 [www3.ufpa.br/59ra/images/documentos/progsbpcjovem.pdf](http://www3.ufpa.br/59ra/images/documentos/progsbpcjovem.pdf)

19 [www.ioc.fiocruz.br/abcnaciencia](http://www.ioc.fiocruz.br/abcnaciencia) ou INRP - Institut National de Recherche Pédagogique /link para o La Main à la Patê: <http://www.inrp.fr/lamap/>

Esta sigla enfatiza o apoio pioneiro da Academia Brasileira de Ciências bem como a prioridade dada à melhoria da educação científica no Ensino Fundamental. A motivação para o desenvolvimento deste tipo de iniciativa vem do fato de que a Língua Portuguesa e a Matemática são normalmente priorizadas nesta etapa da formação, cabendo às Ciências apenas um espaço restrito, inclusive nos cursos de formação de professores. As atividades do projeto visam estimular a formulação de questões sobre a realidade concreta, a elaboração de predições e o teste das hipóteses levantadas, ao mesmo tempo em que favorecem um ambiente propício ao debate de idéias e ao desenvolvimento da capacidade de argumentação, através da confrontação de opiniões entre os educandos e realização de experimentos simples. Há uma grande ênfase no uso das linguagens, incluindo diferentes tipos de registros feitos pelas crianças, verbais e não verbais. Envolve ainda contato direto entre professores das redes de ensino, cientistas e especialistas em didática das ciências.

Embora atendam alunos da Educação Básica, os programas citados são voltados em sua maioria para alunos de Ensino Médio e ainda têm alcance restrito se considerarmos a realidade de nosso país e o quantitativo de escolas que a eles têm acesso. Fica claro nestes programas a importância da figura docente para a educação científica. Foi com o olhar direcionado para esta figura que realizei meu estudo.

Veremos a seguir, o que representou o professor de ciências na vida dos cientistas entrevistados. Como era este professor que influenciou seu aluno da Educação Básica a escolher a ciência como carreira? Que tipo de aulas e outras situações de aprendizagem mediadas por este professor deixaram marcas na vida destes cientistas?

## 4

### O estudo realizado

*“Meu propósito era falar sobre como nascem os cientistas. Mas o melhor é falar de outra maneira: como se fazem os cientistas.”*

(José Reis, 1968)

#### 4.1

##### A composição da amostra

O foco neste estudo é a influência do professor de ciências da Educação Básica na vida de cientistas. Como nos currículos escolares deste segmento de ensino são trabalhados conteúdos do campo da Biologia, Química, Física, Geologia, Astronomia e Paleontologia, procurei incluir na amostra cientistas dessas áreas - Ciências Naturais e afins. Os critérios para a seleção dos cientistas que seriam contactados foram, portanto titulação (doutorado ou mestrado no mínimo), gênero (homens e mulheres de modo equitativo), faixa etária (25 -70 anos) e área de atuação (Ciências Naturais e afins).

Na amostra inicial apliquei questionários fechados (anexo 1) a fim de obter indicação do grau de influência- em um dado rol de fatores- na opção pela carreira de cientista. Deste grupo, extraí a amostra da qual obtive relatos orais através de entrevistas gravadas. A triagem foi feita tendo como foco os pesquisadores que apontaram a figura de um ou mais professores da Educação Básica como fatores importantes na sua opção pela carreira científica.

Com o grupo menor de pesquisadores, composto a partir da referida triagem, tive encontros presenciais, gravei e transcrevi seus relatos. Das memórias evocadas por estes homens e mulheres, pesquisadores em atividade, busquei identificar características, fatores, práticas, perfis, contextos, expressões e outros elementos para compor o que representou a figura do professor de ciências em sua opção profissional pela carreira científica.

- Contactando os cientistas

A primeira opção de local para contato com os cientistas foi a **Fundação Oswaldo Cruz-Fiocruz** (RJ). Por que esta escolha? A Fiocruz, vinculada ao Ministério da Saúde é a mais destacada instituição de ciência e tecnologia em

saúde da América Latina, de reconhecida importância em pesquisa e produção científica tanto no cenário nacional quanto internacional. Em 2006 recebeu o Prêmio Mundial de Excelência em Saúde Pública concedido pela maior e mais importante instituição de saúde pública do mundo, a Federação Mundial de Associações de Saúde Pública, e a Ordem do Mérito Científico Institucional 2006, pelo Governo Federal brasileiro.

Criada em 25 de maio de 1900<sup>20</sup> - com o nome de Instituto Soroterápico Federal – a Fiocruz nasceu com a missão de combater os grandes problemas da saúde pública brasileira. Ao longo de sua história, consolidou-se como um centro de conhecimento da realidade do País e de valorização da medicina experimental. Hoje a instituição abriga atividades que incluem o desenvolvimento de pesquisas; a prestação de serviços hospitalares e ambulatoriais de referência em saúde; a fabricação de vacinas, medicamentos, reagentes e *kits* de diagnóstico; o ensino e a formação de recursos humanos; a informação e a comunicação em saúde, ciência e tecnologia; o controle da qualidade de produtos e serviços; e a implementação de programas sociais. Nela trabalham atualmente mais de 7500 servidores e profissionais com vínculos variados, sendo cerca de 3000 o total de pesquisadores.

A Fiocruz tem sua base fixada num *campus* de 800000m<sup>2</sup> no bairro de Manguinhos, Zona Norte do Rio de Janeiro. Além das unidades fixas, a Fiocruz está presente em todo o território brasileiro, seja através do suporte ao Sistema Único de Saúde (SUS), na formulação de estratégias de saúde pública, nas atividades de seus pesquisadores, nas expedições científicas ou no alcance de seus serviços e produtos em saúde. Oferece ainda, com aprovação da CAPES, desde 2003, um Programa de Pós-Graduação *Stricto Sensu* em Ensino de Biociências e Saúde. Estes dados justificam o porquê desta instituição ter sido escolhida como um dos espaços de investigação nesta pesquisa. Além disso, o fato de localizar-se na cidade do Rio de Janeiro facilitou o desenvolvimento da pesquisa.

Inicialmente o envio e recebimento dos questionários aos cientistas foram feitos através de correio eletrônico, utilizando-se *e-mails* fornecidos pela plataforma *Fiolattes* de pesquisadores selecionados com base nos critérios descritos anteriormente. Entretanto, esta estratégia não se mostrou eficiente, pois

---

20 Informações sobre a Fiocruz transcritas do *site* oficial da instituição- <http://www.fiocruz.br>

grande parte das 140 mensagens enviadas (cerca de 50) voltou ao meu endereço (provavelmente pelo e-mail estar escrito errado no currículo *lattes*; caixa postal lotada; mecanismo *anti-spam* ou por mudanças dos e-mails nos departamentos da Fiocruz que não tiveram a devida atualização na *Fiolattes*). Além disso, usei meu e-mail pessoal e não um institucional, o que pode ter dificultado o contato, pois o temor pelo recebimento de “vírus” de computadores, uma ameaça real na atualidade, faz com que grande parte das instituições bloqueie ou recomende a não abertura de mensagens eletrônicas de desconhecidos.

Diante disso, fui então à Fiocruz para tentar contactar pessoalmente os pesquisadores e aplicar os questionários. Este contato, porém, não pôde ser imediato. Na Fiocruz existe um Comitê de Ética e Pesquisa (CEP), que tem a atribuição de avaliar a eticidade dos projetos de pesquisa dos pesquisadores, tecnologistas e estudantes de Pós-Graduação da ENSP (Escola Nacional de Saúde Pública) e de seus cursos descentralizados e interinstitucionais que sejam concernentes a seres humanos. Embora minha pesquisa seja em Educação e não em Saúde, envolve seres humanos e não é anônima, pois ainda que não sejam identificados no texto da tese, no questionário esta identificação era necessária, para que pudesse contactar os respondentes que fossem ser entrevistados presencialmente. Assim, tive que submeter meu projeto à análise do CEP para que pudesse iniciar o contato com os cientistas. Este processo de análise envolveu procedimentos burocráticos e apresentação oral (feita por mim) do projeto em duas reuniões do comitê. Após aproximadamente 45 dias fui finalmente autorizada a iniciar o contato com os pesquisadores. No momento da aplicação, deveria também, obrigatoriamente, anexar ao questionário um formulário com Termos de Consentimento (anexo 2) segundo modelo fornecido pelo CEP para ser assinado pelo respondente.

O Instituto de Pesquisas Carlos Chagas (IPEC) onde está sediado o CEP, forneceu-me então uma lista de doutores e mestres que atuavam em alguns laboratórios a ele vinculados. Iniciei então minha busca aos cientistas, por esta listagem, visitando cada um dos laboratórios e procurando nominalmente por esses pesquisadores. Infelizmente, o retorno desses questionários ficou aquém do esperado. Dado o caráter voluntário da pesquisa, muitos cientistas esqueciam-se de trazer suas respostas no dia combinado ou negavam-se a responder na hora em que eu os visitava. Não se pode ignorar a grande carga de trabalho, incluindo



viagens, a que esses cientistas são submetidos. Visitei então a Escola Nacional de Saúde Pública, também na Fiocruz, onde com auxílio da coordenação de pós-graduação, consegui contactar outros pesquisadores.

Diante da extrema dificuldade de conseguir um número que considerasse razoável de questionários respondidos, optei por tentar contactar cientistas de outros Centros de Pesquisa além da Fiocruz, para complementar minha amostra. Atuando em projetos na área, obtive o endereço eletrônico de cientistas que constavam no quadro de consultores da **Revista Ciência Hoje e do Prêmio Jovem Cientista**<sup>21</sup>. De posse então, de uma lista com 53 cientistas, enviei e-mail com o questionário, apresentando-me, explicitando as etapas de meu estudo e pedindo sua participação. De 53 questionários enviados recebi 30. Portanto, foram contactados com sucesso (respondendo o questionário por e-mail ou presencialmente), um total de **72** cientistas. Desse total, **42** atuam na Fiocruz, **18** pertencem ao quadro de consultores da Revista Ciência Hoje e **12** prestam consultoria ao Prêmio Jovem Cientista. Esses consultores são pesquisadores e professores em Universidades.

- Questionário aplicado

A partir da análise da literatura disponível, foram estabelecidos os itens que comporiam o questionário. Na identificação os respondentes deveriam fornecer nome, idade, sexo, titularidade máxima e área de atuação.

Foi solicitado aos cientistas que para cada um dos fatores listados atribuíssem um grau de importância considerando-se a influência deste fator na opção pela carreira de pesquisador.

A escala utilizada para atribuição do grau foi:

0 - nenhuma ou mínima importância

1 - pouca importância

2 - relativa importância

3 - grande importância

---

21 A Revista Ciência Hoje é uma publicação do Instituto Ciência Hoje (ICH) vinculado à Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC). O Prêmio Jovem Cientista já foi citado neste estudo.

## 4.2

### O que dizem os dados obtidos pelos questionários

- A questão do gênero

Achei importante identificar o gênero dos cientistas, pois embora não seja o foco de meu estudo, a relação entre gênero e ciência não deve ser ignorada, principalmente no campo das Ciências Naturais. No Brasil, estudos publicados em dois periódicos indexados na literatura internacional (Cadernos Pagu-publicação semestral do Núcleo de estudos de Gênero da UNICAMP e Revista de Estudos Feministas-Publicação do Centro de Filosofia e Ciências Humanas e Centro de Comunicação e Expressão da Universidade Federal de Santa Catarina), demonstram a existência de um crescimento da participação da mulher no sistema de ciência e tecnologia brasileiro, mas também a constatação das desigualdades ainda por serem superadas ou utilizadas em tomadas de decisões políticas neste campo. Neste sentido, a UNESCO (2003 p. 24), alerta que:

“[...] a educação científica vem tomando como base abordagens que excluem as mulheres. Uma participação plena e equitativa das mulheres nas atividades de Ciência e Tecnologia (C&T) irá contribuir para o enriquecimento e a reorientação dos programas, métodos, práticas e aplicações da C&T. Conseqüentemente, é necessário o desenvolvimento de estratégias e políticas que facilitem o acesso das mulheres aos conhecimentos de C&T e que, simultaneamente, aumentem sua participação em todos os campos da atividade científica.”

Ainda em relação à participação feminina na pesquisa científica, cabe resgatar um documento onde a UNESCO (2003 p. 38) destaca que a cultura científica é direito de todos e chama a atenção para a importância de reformulação dos currículos de ciências da Educação Básica para redução das desigualdades de gênero em Ciência e Tecnologia:

“[...] É importante desenhar os novos programas de ensino da ciência e da tecnologia para atender às necessidades dos alunos, para atraí-los às carreiras científicas e tecnológicas e melhorar a equidade entre os gêneros. Consta-nos que embora o número das estudantes tenha crescido nas faculdades de ciências e nas escolas de engenharia, chegando a igualar ou mesmo a superar o dos rapazes, as jovens são menos numerosas em matemática, física, ciências da terra e engenharia. Esta situação tem suas raízes na educação secundária, onde as alunas abandonam as atividades científicas mais freqüentemente do que os alunos. Além da orientação individual, essa distorção pode ser corrigida com o planejamento de conteúdos curriculares que sejam mais atraentes para as alunas. [...]”

No âmbito desta discussão cito o estudo de Moro (2001) que analisou a questão de gênero no ensino de ciências com foco na prática e discurso de professores. Ao observar aulas de ciências e entrevistar professores, a pesquisadora constatou que docentes do ensino básico em sua maioria desconhecem a problemática da desigualdade de gênero e reproduzem estereótipos sexuais, não pela intencionalidade, mas pela desinformação. Os professores que foram entrevistados enfatizaram que eram mais comuns em meninas, características atribuídas ao “bom aluno”, tais como passividade e obediência. A pesquisadora questiona em seu trabalho o quanto esse tipo de comportamento favorece efetivamente o aprendizado de ciências.

Já o estudo de Gomes *et al* (2004) que analisa a situação das escolhas de adolescentes brasileiras em relação às profissões que demandam conhecimentos em ciências, matemática e tecnologias computacionais, denuncia que as matrículas do ensino superior nas áreas do conhecimento ligadas às ciências e tecnologias, indicam que o gênero feminino está sub-representado. Segundo as autoras do estudo, enquanto as mulheres são maioria nas áreas de artes e humanidades, ciências sociais e direito, saúde e serviços e ocupam o dobro do número de vagas na área da educação- reduto histórico da presença feminina- representam apenas 36% das vagas nas áreas de ciência, matemática e computação. Contudo, em relação à influência das mães e dos pais, das professoras e professores sobre as (os) adolescentes nessas áreas de conhecimento, os dados do estudo citado mostram que tanto os meninos quanto as meninas se consideram cumprindo as expectativas de seus pais e professores quanto ao seu desempenho em matemática e ciências. As autoras do estudo afirmam que pelos dados obtidos podemos inferir que a relação com as professoras e os professores é de boa qualidade, não apresentando nenhum tipo de discriminação. Não identificaram, portanto, percepção por parte das alunas e dos alunos de diferença no trato entre meninos e meninas bem como não há diferença quanto à percepção das professoras e dos professores quanto à capacidade de aprendizagem dos meninos e das meninas. É preocupante, entretanto, que ainda no âmbito do estudo citado, quando questionados quanto à aplicabilidade do que aprendem, a maioria dos meninos tenha demonstrado que a matemática e as ciências são consideradas disciplinas úteis e interessantes, enquanto que 25% das meninas consideram que

matemática não terá serventia e 50% delas fazem a mesma consideração em alusão às ciências.

Assim, neste contexto aparentemente desfavorável à participação feminina, foi uma grata surpresa verificar que **do total de 72 respondentes, 39 são mulheres**. Contrariando o esperado em um cenário nacional caracterizado pela desigualdade de gênero na atividade científica, a Fiocruz apresentou quase o dobro de pesquisadoras em relação ao número de cientistas do sexo masculino que responderam ao questionário. **Entre 42 respondentes pertencentes ao quadro da Fiocruz, 27 são mulheres.**

- A faixa etária

Foram contactados cientistas dos **25 a 70 anos** de modo a incluir pesquisadores que tenham cursado o segmento correspondente à Educação Básica dos anos 50 aos 90. Uma análise, ainda que breve, do contexto histórico do período em que foram estudantes da Educação Básica, pode revelar interessantes relações com o tipo de ensino que tiveram e as influências que sofreram em relação à opção pela carreira científica. Na análise dos dados foram delimitadas quatro faixas: 25-35; 36-45; 46-55 e 56-70. No cruzamento gênero x faixa etária, dentre os 72 respondentes encontramos:

#### Mulheres

| Faixa etária | Fiocruz | Outra instituição | Total |
|--------------|---------|-------------------|-------|
| 25-35        | 2       | 1                 | 3     |
| 36-45        | 9       | 2                 | 11    |
| 46-55        | 14      | 4                 | 18    |
| 56-70        | 2       | 5                 | 7     |
|              | 27      | 12                | 39    |

Os dados indicam uma **predominância de pesquisadoras na faixa de 46-55 anos**. Isto provavelmente se dê em função de existir maior probabilidade das mulheres desta faixa já terem obtido titulação, experiência e prestígio na instituição de trabalho, o que deve favorecer maior participação e liderança em grupos de pesquisa, bem como não terem preocupação com filhos em idade que exigiria maiores cuidados e dedicação.

## Homens

| Faixa etária | Fiocruz | Outra instituição | Total |
|--------------|---------|-------------------|-------|
| 25-35        | 2       | 2                 | 4     |
| 36-45        | 5       | 3                 | 8     |
| 46-55        | 6       | 4                 | 10    |
| 56-70        | 6       | 5                 | 11    |
|              | 19      | 14                | 33    |

Entre os homens, só há desequilíbrio quantitativo quando se compara a faixa mais jovem com as demais. **Há maior predominância de pesquisadores homens entre os respondentes, com idade maior que 35 anos**, o que provavelmente deve estar relacionado ao tempo necessário para agregar valores como titulação, experiência e reconhecimento à carreira científica, considerando-se o alto grau de prestígio das instituições de pesquisa em questão neste estudo.

### ▪ Titulação

Procurei identificar o nível de titulação dos respondentes a fim de verificar o alcance e medida de sua participação em pesquisa científica. **A maioria dos respondentes é de doutores e um significativo número apresenta pós-doutorado**. Além disso, cinco mestres indicaram em seus questionários (com observações à parte), que estavam com o doutorado em curso. Estes dados corroboram o cenário esperado no corpo profissional em instituições de referência na pesquisa científica mundial, como é o caso da Fiocruz.

No quadro abaixo vemos a titulação do grupo de respondentes:

| Instituição | Mestrado | Doutorado | Pós-Doutorado | Total |
|-------------|----------|-----------|---------------|-------|
| Fiocruz     | 8        | 20        | 14            | 42    |
| Outras      | -        | 21        | 9             | 30    |
|             | 8        | 41        | 23            | 72    |

### 4.3

#### Os fatores e sua influência na opção pela carreira científica

##### a) Família

A influência familiar pode se dar, dentre outras formas, como apoio e valorização da autonomia na escolha da carreira pessoal; pela existência de outro(s) membro(s) da família no campo da ciência e pelo gosto e admiração compartilhados pela ciência, promovendo um ambiente no qual o cientista quando criança ou adolescente tem acesso a publicações, visita instituições ligadas à ciência e/ou é estimulado a ter uma atitude investigativa e questionadora diante dos fatos. **Dentre os 72 respondentes, 45 atribuíram relativa ou grande importância à influência da família, um número considerado expressivo.**

No livro "Cientistas do Brasil" <sup>22</sup> publicado pela SBPC em 1998, que traz 60 entrevistas e perfis de pesquisadores notáveis, o biólogo e especialista em fisiologia vegetal Luiz Fernando Gouvêa Labouriau (1921-1996) um dos precursores do desenvolvimento da biotecnologia no país, conta como um presente recebido dos pais ainda na infância marcou sua trajetória:

*“A vida de um pesquisador depende, fundamentalmente, de incidentes que escapam ao seu controle. Eu tinha mais ou menos sete anos quando ganhei um velho microscópio Zeiss, de meus pais, interessados em que eu me focalizasse nos estudos. De modo que aprendi a manipular um microscópio ao mesmo tempo em que aprendi a ler e escrever. Comecei então a usar o aparelho ao acaso, como aqueles primeiros microscopistas, que examinavam tudo, desde a asa de uma mosca e o sangue de um gambá morto, até a própria saliva. Isso despertou em mim uma grande paixão pelo assunto. ”*

Em Schwartzman (1979) lê-se como na história da profissionalização da ciência, houve sem dúvida gerações de cientistas nas quais destacou-se como fundamental o papel das linhagens familiares para a iniciação científica dos jovens, principalmente em razão da ausência de instituições voltadas para a educação científica.

O trabalho de Santos (2007 p. 62), que analisou o papel da família na escolha profissional, cita estudos de Boholasvsky (1987), Lucchiari (1993), Bock e Aguiar (1995) e Andreani (2004) que sinalizam que a família desempenha um papel fundamental no processo de escolha de uma profissão. Esse papel iria desde

---

<sup>22</sup> Disponível no formato digital em: [www.canalciencia.ibict.br/notaveis](http://www.canalciencia.ibict.br/notaveis)

o apoio à participação dos familiares na formação global, no desenvolvimento do adolescente e na história de vida. Como lembra Santos, na maioria das vezes, são os pais que pagam a faculdade e/ou mantêm o jovem, caso ele estude durante o dia em uma faculdade pública. Para a autora do estudo, a família é um entre os vários facilitadores ou dificultadores do processo de escolha, mas antes de tudo tem um papel importante na realidade do adolescente e deve ser levada em consideração quando se trata de projeto de vida, pois é nela que o jovem encontra normalmente suporte emocional e financeiro para a realização do seu projeto.

Contudo, para os 27 respondentes que atribuíram nenhuma ou pouca influência a este fator e para Amílcar Vianna Martins (1908-1990) eminente pesquisador da área de Entomologia e Parasitologia da Universidade Federal de Minas Gerais, a família não teve “peso” na opção pela carreira científica. No livro "Cientistas do Brasil", já citado, o Dr. Amílcar diz:

*“Não sofri nenhuma influência, nenhuma pressão de parentes. Nem pais, nem avós, nem tios, ninguém me influenciou. Pra falar a verdade, acho até que foi bom não ter acontecido. Sou de uma família de profissionais liberais, de burocratas. Meu pai, por exemplo, era funcionário público. Desde menino, sempre tive uma tendência muito grande para as ciências naturais, de modo especial para a zoologia. Eu gostava muito de colecionar insetos. Coletava-os, espetava-os em alfinete comum e os guardava em umas caixas de charuto, de madeira, que havia naquela época. Comecei minhas aventuras zoológicas colecionando coleópteros (besouros). Se mais tarde fui estudar medicina, é porque na ocasião não havia um curso que formasse zoólogos. O que estava mais próximo era o de medicina. Tornei-me médico, mas, a não ser em circunstâncias muito especiais, nunca exerci essa profissão. Mas o que eu pretendia ser mesmo era um naturalista viajante, como aqueles do século passado.”*

#### b) Amigos

De uma maneira geral, a escola surge como uma experiência organizadora central na maior parte da vida dos adolescentes, passível de lhes oferecer oportunidades, desenvolver aperfeiçoar ou competências, explorar as escolhas vocacionais e estar com os amigos (Papalia, Olds e Feldman, 2001 apud Carmo e Costa 2003, p. 3). No estudo feito com adolescentes do nono ano de escolaridade em Portugal por Carmo e costa (2002), a escola foi referida como o local privilegiado para esta discussão e os amigos surgem, em segundo lugar (depois dos professores), na preferência dos alunos no que se refere à procura de informação escolar e profissional. As autoras atentam que o período da adolescência caracteriza-se pela expansão dos jovens fora de casa, procurando um

sentimento de pertença junto dos amigos com quem mais se identificam, influenciando-os e sendo, simultaneamente, influenciados por estes. Como educadora, lidando com crianças e jovens há bastante tempo, também tenho observado que na adolescência os valores do grupo de amigos são por vezes mais imperativos do que os valores dos grupos familiares ou aqueles que a escola procura desenvolver. Reforçando esta idéia, o estudo de Santos (2007), identificou no discurso de adolescentes entrevistados, alto grau de importância atribuído à opinião dos pares, ou seja, ao papel do seu grupo social. Foram encontrados diversos indicadores referentes à influência dos pares, formando o que foi chamado no estudo em questão, como zona de sentido "da influência de terceiros". Entretanto, na amostra de respondentes **apenas 8 cientistas atribuíram grande importância e 20- relativa importância - a este fator.**

c) Personalidade célebre e/ou determinado estudo científico

No livro “Cientistas do Brasil”, lemos que André Dreyfus (1897 -1952), um dos poucos brasileiros entre os professores da recém-fundada Universidade de São Paulo, influenciou - juntamente com Pasteur e o Dobzhansky<sup>23</sup> - o pesquisador Crodowaldo Pavan - renomado biólogo e geneticista brasileiro - na definição de sua opção pela carreira científica:

*“Fui assistir a uma fita com o ator norte-americano Paul Muni (1895-1967) sobre Louis Pasteur e me apaixonei por aquilo (No filme The Story of Louis Pasteur, de 1936, Muni interpretava Pasteur e ganhou o Oscar de melhor ator. ) Uma semana mais tarde, na biblioteca municipal, aonde eu ia com frequência, assisti a uma conferência do André Dreyfus que falava de várias coisas, inclusive genética. Após a palestra, havia várias pessoas conversando com ele. Fiquei por perto, até que consegui uma dica e lhe perguntei: “O que devo estudar para trabalhar como Pasteur?” Ele indagou: “Quem é Pasteur?” Eu lhe disse que era o cientista sobre o qual haviam passado uma fita. “Ah, o Louis Pasteur. O que você quer?”, perguntou-me Dreyfus. Eu disse que fazia o pré da politécnica e havia visto o filme. Falei que imaginava ser aquilo o que gostaria de fazer. Dreyfus pediu-me que aguardasse enquanto ele atendia as outras pessoas. Depois ele me disse que, dentro do que eu queria fazer, o melhor era partir para a medicina. Mas também falou: “Atualmente existe em São Paulo um curso da Faculdade de Filosofia Ciências e Letras (FFCL) que conta com professores estrangeiros da mais alta categoria”. Eu havia explicado o porquê de estar fazendo o curso para a politécnica e ele me disse: “Nesse curso de história natural, você tem a seguinte*

23 Theodosius Dobzhansky (1900-1975), ucraniano radicado nos Estados Unidos, grande autoridade em genética e evolução. Em 1943, e passou seis meses dando conferências e orientando cursos no Brasil e voltou em 1948 para ficar mais um ano. Nesse período, ajudou a formar toda uma geração de geneticistas brasileiros.



*vantagem: ao lado da biologia, também se ensina mineralogia e geologia. Se você não gostar da biologia, há oportunidade de seguir sua intenção de trabalhar na indústria”. Como eu não estava interessado em medicina, decidi fazer história natural”.*

Quando questionado sobre as pessoas que mais o influenciaram em sua carreira de cientista, Pavan disse:

*“O André Dreyfus, como cidadão, e o Dobzhansky, como cientista. Sou um sujeito de sorte. O contato com os dois foi fantástico. Pena que fui assistente do Dreyfus somente durante 11 anos. Teria melhorado meu comportamento de cidadão, se tivesse convivido mais tempo com ele.”*

Na obra de Schwartzman (1979 p. 222) encontramos outra fala de Pavan referindo-se ao mentor:

*“Com relação à pesquisa, as informações na época eram as piores, mas eu também não tinha muitas. Então, fiquei com aquela coisa na cabeça e tive a sorte de assistir a uma conferência do Dreyfus, acho que na Escola de Sociologia Álvares Penteado, sobre biologia geral e a origem da vida. O Dreyfus era sem dúvida um professor extremamente estimulante, porque todas as coisas complicadas ele as tornava simples ao explicar. Ele era capaz de entrar no miolo do problema, expor esse miolo e fazer com que o pessoal, mesmo sem entender direito, tivesse a impressão de que aquilo funcionava. As conferências do Dreyfus na época eram um acontecimento, ao menos para a molecada mais intelectualizada... Ele era um ativo conferencista, e até as aulas dele eram sempre conferências onde ele encaixava as coisas, inclusive na histologia, em que ele sempre incluía genética. Além do mais, dava aulas e cursos de psicanálise. Fazia misérias por aí. Todo mundo o achava fabuloso.”*

Schwartzman (1979, p. 221), fala de personagens, que assim como, André Dreyfus, foram importantíssimas no desenvolvimento da ciência brasileira, embora não tenham sido elas mesmas, grandes cientistas. O autor diz que estas pessoas poderiam ser chamadas “propiciadores”, ou “articuladores” da ciência e aparecem de forma recorrente em depoimentos de cientistas que cita no seu livro:

*“Luís Freire, professor da Escola de Engenharia de Recife, teve, entre seus alunos de física e matemática, Mário Schenberg, José Leite Lopes, Fernando Souza Barros, Ricardo Ferreira, Leopoldo Nahbin. Dele, diz Ricardo Ferreira: “O Freire era um camarada que estimulava muito, mas não chegou a se realizar como cientista”. Era um professor muito competente e brilhante, estimulou muito, mas não era um camarada que pudesse orientar ou formar. Ele informava as pessoas. (. . .) Era um erudito típico. (. . .) O erudito existe em todos os países latinos. São professores universitários extremamente eruditos, que recebem as últimas publicações e têm uma biblioteca em casa, fantástica. Sabem tudo, dão aulas maravilhosas, poderiam ser professores em qualquer universidade, mas não são cientistas, não descem para fazer um trabalho menor de investigação. O Freire*

*seria um exemplo típico de erudito. Nasceu em Recife em 1900, entrou na Escola de Engenharia, tornou-se professor de física, fez alguns trabalhos que foram publicados na França, nos Annales de la Physique, mas a minha opinião é de que não se cristalizou por falta de condições no meio social da época. ”*

Leite Lopes confirma a importância da influência de Luís Freire:

*“Graças ao Freire, comecei a estudar realmente, mais a sério, física e matemática, dentro das possibilidades. Evidentemente que ele não podia dar um curso como se dá na Europa, ou mesmo como daria um especialista em contato com os grandes centros. Recife era uma província do Brasil, mas, relativamente, os professores de lá eram homens de abrir, de atrair o estudante, de mostrar caminhos e dar os grandes princípios dessas ciências.”*

Para Schwartzman, esses pioneiros funcionaram como elementos de transição entre o catedrático antigo – retórico, apenas erudito, voltado sobre si mesmo, muitas vezes capaz teoricamente, mas incapaz do trabalho de investigação, imbuído de preconceitos contra o trabalho prático – e o cientista moderno, treinado para identificar ou criar um problema, equacioná-lo e resolvê-lo. Segundo ele, esses “propiciadores de ciência” exercem uma função importante no desenvolvimento do campo científico, despertando ou estimulando vocações. Afirma que casos como o de Wladimir Lobato Paraense (pesquisador e chefe do Laboratório de Malacologia da Fundação Oswaldo Cruz) que se orientou para a pesquisa por um impulso interno, são raros:

*“Estudei medicina, porque era a opção que havia na época para que tinha interesse na área biológica. Mas desde o início do meu curso de medicina fui tentado pelo laboratório. Eu tinha mesmo grande entusiasmo por aspectos que hoje eu vejo como não remunerativos. Por exemplo, eu me lembro que, quando entrei no primeiro laboratório da Faculdade de Medicina – era aula de histologia –, me encantei com aquelas coisas que eu via: o professor tirando um pouco de material da parte interna da bochecha, fazendo uma lâmina, depois corando, vendo aquelas células. Aquilo me entusiasmou e eu resolvi, na minha cabeça de 16 anos, que ia fazer isso. Quero ser isso aí. E saí da escola e perguntei ao professor onde é que ele comprava aquilo, em que farmácia ou poderia comprar. E ele, que era um camarada muito competente mas pouco amável, disse: ‘Deixa de ser bobo, isso aí a gente não acha em farmácia, isso aí é importado, vem da Alemanha.’ Apesar disso, fui numa farmácia e pedi lâminas, laminulas e líquido corante. Levei uma tarde inteira esperando o sujeito me aviar. Era uma farmácia muito movimentada em Belém.(...)Sei que, no fim de umas três horas esperando lá, ele me trouxe uns pacotes. Um era de lâminas, cada uma de um tamanho um pouquinho diferente, mas com um bordo cortante, não tinha polimento, não tinha nada. Aquilo foi cortado na hora, com diamante, para vender. E fez a mistura do líquido corante, que era difícil de se fazer, mas ele pegou lá, viu a fórmula, azul de metileno, não sei o quê; misturou e trouxe. E eu paguei aquilo e saí para casa satisfeito.” (Schwartzman 1979, p. 222)*

**Dentre os 72 respondentes ao questionário, 44 atribuíram relativa ou grande importância a uma personalidade célebre na escolha pela carreira científica.** Não houve predominância dentre estes 44 cientistas, de uma determinada faixa etária, o que parece indicar que este fator de influência não está diretamente ligado a determinado período da história.

d) Período escolar dos 7 aos 14 anos de idade

Esta faixa etária na Educação Básica brasileira corresponde atualmente à prevista para o Ensino Fundamental (denominado em outros períodos históricos de primário/ginásio e 1º grau). Aproximadamente até os 10 anos, o ensino é geralmente feito por professores polivalentes, formados por cursos de nível médio (a Escola Normal). Nesta etapa os conteúdos são (podem ser) trabalhados de modo integrado sem necessidade de organização disciplinar. A partir dos 11 anos, os alunos ingressam no sexto ano (antiga quinta série) quando então os currículos escolares são organizados na forma de disciplinas. Assim, passam a ter oficialmente aulas (e professores) de ciências. O currículo de ciências desta etapa inclui conhecimentos da Biologia, Química, Física, Geopaleontologia e Astronomia. Interessou-me identificar o quanto esta etapa de contato inicial com a ciência pode ter influenciado os cientistas em sua trajetória. **Tivemos 39 dos 72 respondentes atribuindo grande ou relativa importância a este período em suas vidas**, indicando que este segmento de ensino pode ter impacto na opção profissional pela ciência. Isto é muito interessante considerando-se a ausência de programas nacionais de alcance significativo com foco em educação científica dedicados a esta etapa da Educação Básica, apesar da literatura indicar consenso da importância da alfabetização científica desde as séries iniciais.

Vondracek e Skorikov (1997) realizaram um estudo sobre as preferências de atividades no lazer, escola, trabalho e a influência no desenvolvimento da identidade vocacional com 660 alunos, matriculados em séries, que corresponderiam ao final do Ensino Fundamental. Para estes autores as atividades de lazer e escolares seriam fundamentais para a construção de uma identidade vocacional. Os autores dão especial ênfase para a escola:

“Obviamente, atividades escolares constituem o maior e mais importante aspecto durante a adolescência. Portanto, parece razoável assumir que o desenvolvimento vocacional adolescente é fortemente influenciado pela experiência escolar...” (Vondracek e Skorikov, 1997, p. 324).

Em um dos poucos estudos encontrados com foco na vocação científica de alunos do Ensino Fundamental, Smania-Marques, Lira da Silva e Lira-da-Silva (2004 p. 12) fazem uma análise investigativa da inserção de estudantes do Ensino Fundamental participantes de um programa de vocação científica da UFBA e de uma Organização Não-Governamental que atende jovens em situação de risco social. Neste trabalho, as autoras concluíram que:

“Para os estudantes em situação de risco foi uma oportunidade de despertar vocações científicas, para a Universidade resgatar a sua função social e para os jovens cientistas o desafio de expor suas produções. Todas estas ações permitiram a popularização da ciência em uma época de pouco investimento do ensino formal para construção de cientistas sensíveis à resolução de problemas da sociedade, já que no Brasil ainda são tímidas as iniciativas de investigação que tenham por objeto a inserção de adolescentes tão jovens na educação não formal e na divulgação científica”.

e) Período escolar dos 15 aos 18 anos de idade

Este período corresponde atualmente à faixa do Ensino Médio (formação geral ou curso técnico), do antigo segundo grau ou anteriormente ao científico/clássico. Nesta etapa final da Educação Básica, o ensino das ciências atinge maior grau de especialização/disciplinarização, sendo organizado na forma de disciplinas que compõem a área das Ciências da Natureza: Biologia, Química e Física. É uma etapa que sofre uma crise histórica de identidade, oscilando entre o papel de conferir adequada terminalidade à Educação Básica e o de ante-sala da Universidade. Ao fim do curso, o estudante se vê desafiado a fazer sua opção de carreira, ainda que provisória, para prestar o exame do vestibular ou até mesmo já ingressar no mercado de trabalho, principalmente quando egresso de curso técnico. No caso dos cientistas que responderam ao questionário, interessou-me detectar se esta etapa da educação oportunizou a vivência de experiências que possam ter sido significativas em sua escolha profissional.

**Como resultado obtivemos respostas de 51 dos 72 cientistas apontando este período como tendo relativa/grande importância em sua escolha de carreira.** Este número mostra-se expressivo, principalmente considerando-se que apenas cientistas com menos de 40 anos de idade (sete na amostra), poderiam ter participado de programas especiais de alcance significativo voltados para vocação científica de alunos no Ensino Médio.

## f) Professor (es) que teve dos 7 aos 14 anos de idade

Este item ocupa o cerne deste estudo. Sendo esta etapa da Educação Básica ainda carente de investimentos em projetos, materiais didáticos e programas de formação de docente em ciências, o papel do professor ganha maior importância. Sem poder contar com o apoio de universidades ou outras instituições de pesquisa, as experiências de contato com a ciência vivenciadas nas escolas deste segmento de ensino necessitam da mediação direta e intensa do professor. Como era a formação dos professores que lecionaram para os cientistas respondentes nesta etapa de suas vidas? O Curso Normal; licenciatura curta; licenciatura plena ou pós-graduação? Lecionavam em escolas públicas ou em instituições privadas? Davam aulas apoiadas por recursos didáticos sofisticados ou improvisavam em meio à carência material? Eram motivadores e entusiasmados ou formais e sisudos? Quem teve sucesso em promover o encontro entre a Ciência e as crianças de modo prazeroso, marcando suas vidas?

No livro “Cientistas do Brasil” (já citado), lemos que para vários destes pesquisadores notáveis, a figura de um mestre da Educação Básica teve grande impacto na opção pela carreira científica. Por exemplo, o Padre Jesus Santiago Moure, um dos fundadores da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras de Curitiba e da Cátedra de Zoologia da mesma faculdade e zoólogo da UFPR e USP, fala de quando surgiu sua paixão pela zoologia e pelas abelhas em especial:

*“O primeiro estímulo que recebi no campo das ciências naturais veio de um professor do grupo escolar, chamado pela meninada de "Bigodinho de Arame". No início dos anos 20, no quarto ano primário, ele nos levava ao bosque de Ribeirão Preto para colher flores, bichinhos, pedras e nos dava muitas explicações. Era o melhor dia da semana. Em Ribeirão, era comum naquela época a revoada das saúvas, que me interessava muito. ”*

É o perfil deste professor em especial -e seu grau de influência na vida dos cientistas- que pretendi investigar. Os **11 respondentes que atribuíram grau 3-correspondente à grande importância na influência pela escolha da carreira** a este fator fizeram parte da amostra de cientistas entrevistados presencialmente. Tivemos ainda, **14 respondentes que atribuíram relativa importância** a professor (es) que tiveram nesta idade.

## g) Professor (es) que teve dos 15 aos 18 anos de idade

Como professora de Ensino Médio, por vezes fui solicitada por meus alunos a opinar e dar conselhos para ajudá-los na opção de carreira profissional. A publicação Retratos da Juventude Brasileira - Análises de uma Pesquisa Nacional - coordenada pelo Instituto Cidadania em 2006, ouviu 3.501 pessoas, entre 16 e 24 anos, para montar o perfil do jovem brasileiro. Perguntados em que instituições e/ou pessoas mais confiam, 92% dos alunos do Ensino Médio, de 198 municípios brasileiros, citaram seus professores.

No livro “Cientistas do Brasil” (já citado), encontramos vários relatos de professores marcantes para os cientistas, quando estes eram jovens entre 15-18 anos. Veremos a seguir alguns excertos destes depoimentos.

Carlos Ribeiro Diniz (1919-2002), bioquímico que desenvolveu importantes estudos sobre venenos de cobras, aranhas e escorpiões conta dos vários professores marcantes que teve:

*“Quando fui para o primeiro ano ginásial, havia uma disciplina chamada ciências físicas e naturais, cujo **professor era o Ezequias Heringer**, que mais tarde se tornaria grande botânico. Lembro-me muito bem de ter aprendido com ele muitas coisas sobre a vida das formigas, sobre raio, pára-raios, lençóis d'água subterrâneos e muitos outros conhecimentos que eu levava para a minha casa nas férias. Isso reforçava o interesse de meu pai por investir nos meus estudos. Ele só tinha um ano do curso primário, mas era uma pessoa bem informada; assinava o Correio da Manhã, escrevia bem, tinha uma caligrafia ótima. Como a Escola Agrícola pertencia ao Instituto Gammon, o quarto e o quinto anos do ginásio eram feitos nos laboratórios dela. Nessa época tive também **outro excelente professor de botânica, José Ferreira de Castro**, conhecido como Seu Castrinho, uma pessoa muito simpática. Ele levava para as aulas uma porção de plantas, punha aquilo tudo em cima da mesa e ia nos mostrando e nos ensinando o que estava no livro de Waldemiro Potsch. Havia aquele espírito da escola americana da época, tudo feito com muita objetividade. **O professor de física, Tautimil Libeck**, tinha uma pequena indústria mecânica e nos ensinava como funcionavam as máquinas agrícolas, as engrenagens. **O Seu Osório**, na falta de luneta, saía conosco à noite para conhecermos as estrelas, constelações, os planetas e seus movimentos. O ambiente, por causa da Escola Agrícola ali perto, era favorável à aprendizagem de ciência. E tinha os americanos também: **o professor Benjamin Hunnicut**, por exemplo, grande especialista em milho. Embora não nos desse aulas, ele ensinava muitas coisas informalmente na Escola Agrícola. ”*

Ricardo Ferreira, um dos físico-químicos-mais importantes de sua geração no Brasil, também destaca o papel de seus professores da Educação Básica, inclusive um que deixou lembranças desagradáveis:

*“Um homem que me influenciou muito foi **um professor de física: Hermógenes Tolentino de Carvalho**. Ele me mostrou a relação entre a física e a matemática. Porque tinha havido comigo um problema curioso: no curso primário, tinha sido ótimo aluno de matemática, mas **no Colégio Oswaldo Cruz, tive um professor de matemática bastante ruim**, durante três anos, e isso fez com que eu me afastasse dessa disciplina. Voltei a ser bom aluno de matemática graças ao Tolentino de Carvalho, porque ele me mostrava, da maneira mais elementar, que a matemática era essencial para a compreensão do mundo real. Outra pessoa que me influenciou foi o **Newton da Silva Maia, excelente professor de matemática**. E em terceiro foi o **Hervásio Guimarães de Carvalho**, presidente durante muitos anos da Comissão Nacional de Energia Nuclear. Foi meu **professor no terceiro ano colegial**, quando eu tinha 17 anos em 1945, que foi o ano da bomba atômica. Foi também professor de físico-química na escola de engenharia. Como físico-químico, Hervásio foi quem percebeu que essa área entre química e física era o que me interessava. Eu gostava de ver os precipitados de cores diferentes; sal de chumbo e iodeto de potássio, misturados, davam cristais amarelados; mas ao mesmo tempo, gostava de saber por que era amarelo. ”*

Pessoalmente, considero muito gratificante encontrar vários ex-alunos meus do Ensino Fundamental e/ou Médio atuando como professores de Biologia ou como pesquisadores em centros como a Fiocruz. Pergunto-me: o quanto efetivamente influenciemos nossos alunos em sua trajetória profissional? Para buscar resposta a essa questão, também incluí na amostra de entrevistados presencialmente, além daqueles que apontaram a figura do professor de Ensino Fundamental como marcante, os **29 respondentes que atribuíram grau 3 ao professor da etapa correspondente atualmente ao Ensino Médio, revelando que este teve alto grau de influência na sua opção de carreira**. Além destes, considero significativo que 22 respondentes tenham atribuído relativa importância a este(s) professor (es).

#### h) Contexto sócio-político-econômico da época de estudante

O século XX iniciou-se com a Física Quântica dos alemães Max Planck (1858-1947) e Albert Einstein (1879-1955) dominando o panorama das ciências. Contudo, quando, em 1944, o médico e bacteriologista canadense Oswald Theodore Avery (1877-1955) identificou o DNA como a substância do mecanismo de hereditariedade, teve início uma agitação nas áreas da química e biologia. A Genética iniciada por Mendel em meados do século XIX, experimentou grande impulso com a descoberta de Avery, a estrutura da molécula do DNA desvendada em 1953 pelo norte-americano James Watson e o britânico Francis Crick (1916-2004); a clonagem da ovelha Dolly pelo escocês Ian Wilmut

e a sua equipe em 1996 e viu fechar o milênio com o seqüenciamento do DNA humano quase completo (a conclusão foi anunciada em 2003). No capítulo dois, onde tracei um breve histórico do Ensino de Ciências, podemos perceber que os currículos de ciências não passaram incólumes aos acontecimentos do contexto sócio-político-econômico que caracterizavam o cenário nacional em cada período. Sofreram (e sofrem até hoje) influência de estudos e trabalhos na Educação e na Ciência, bem como de situações exógenas à escola, tais como as subjetividades produzidas pela Guerra Fria e recentemente pelo *boom* da Biotecnologia e das discussões sobre Aquecimento Global no mundo. De que modo, em que medida, este contexto influenciou os cientistas na sua opção profissional? Destaca-se ainda, o contexto pessoal e familiar, cujos atores e situações singulares podem ter exercido algum grau de influência, e que se incluem na dimensão social deste item do questionário. **Tivemos 36 respondentes atribuindo relativa ou grande importância a este fator.**

i) *Status* social da carreira

O lugar socialmente definido - *status* - é função do papel desempenhado, e este, por sua vez, depende das expectativas orientadas para o ator. Que expectativas a sociedade tem em relação ao cientista? Como isto se relaciona com suas expectativas pessoais? Que tipo de reconhecimento social este status confere? O *status* do cientista vem sofrendo mudanças ao longo do tempo? É um fator de influência significativa na opção de carreira? As respostas ao questionário indicam baixo impacto deste fator na opção profissional: **apenas 19 dos 72 respondentes atribuíram relativa ou grande importância a ele.**

Schwartzman (1979), acerca do *status* e reconhecimento social do cientista afirma que cientistas são aquelas pessoas que têm como grupo de referência seus colegas de profissão e que este grupo de referência forma uma comunidade, a comunidade científica. Segundo o autor, o que motiva o cientista e serve de padrão de qualidade para seu trabalho e sua auto-estima é a qualidade intelectual e técnica de que dispõe reconhecida entre seus pares. Esta qualidade intelectual e técnica se traduz, eventualmente, em produtos que podem trazer prestígio, dinheiro e poder. Mas para Schwartzman o cientista deixa de ser, sociologicamente, um cientista quando estes produtos de seu trabalho tornam-se mais importantes que o trabalho intelectual em si. O autor, entretanto, concorda que a orientação do cientista em relação ao seu trabalho e ao produto deste



trabalho só pode existir em algumas condições especiais, que a sociologia da ciência trata de esclarecer. Segundo ele, essencialmente, são duas as condições:

“A primeira é que exista, na sociedade, uma idéia que associe ciência e progresso ou que reconheça, de alguma forma, o valor no trabalho do cientista. É este reconhecimento que permite ao cientista receber o prestígio social e uma remuneração condizente com seus padrões. A segunda, paradoxalmente, é que os frutos do trabalho dos cientistas não sejam tão produtivos que terminem por desviá-lo, finalmente, de sua atividade específica. Na medida em que os cientistas assumem posições de poder, responsabilidade por empreendimentos tecnológicos de amplo interesse social e econômico ou uma orientação hedonista de máximo rendimento com o mínimo de trabalho, isto significa que a preocupação com o desenvolvimento intelectual pessoal passou a segundo plano, que outros grupos de referência e outros valores passaram a existir – e a qualidade do trabalho científico, necessariamente, cai.” (Schwartzman, 1979, p. 15)

#### j) Livros, revistas e outras publicações

O conceituado astrônomo brasileiro Rogério Mourão, em um texto escrito para o Simpósio Internacional Transdisciplinar de Leitura (Rio de Janeiro-2000), afirma:

“[...] Às vezes, o ato da leitura de textos associados à cultura científica pelos pais é um fator fundamental à futura formação voltada para a pesquisa. Ela pode despertar a vocação dos jovens. [...] O engenheiro norte-americano Robert Hutchings Goddard (1882-1945), pai da moderna tecnologia dos foguetes, em um ensaio autobiográfico escrito em 1927 e publicado em 1959 na revista *Astronautics*, reconheceu a influência das obras de ciência-ficção, tais como os clássicos de Jules Verne. Outro pioneiro que teve o seu interesse pela astronáutica estimulado pelos grandes romancistas da ciência-ficção do século XIX, em especial por Jules Verne, foi o terceiro grande responsável pelas idéias fundamentais da ciência espacial, o engenheiro alemão Hermann Oberth (1894-1989). [...] Tal influência, entretanto, não se fez somente junto àqueles que estabeleceram as bases fundamentais da astronáutica, pois a leitura, de Jules Verne na juventude, iria animar também outros homens de ciência, tais como astrônomos, biólogos, físicos, matemáticos etc. Livros como os de Jules Verne certamente fizeram e ainda fazem muito mais no sentido de inspirar as vocações de futuros cientistas, do que todos os ensinamentos ministrados nas escolas, pois a dedicação desses jovens nas aulas de Ciências foi, sem dúvida, motivada por aquelas leituras [...]” (grifo meu)

Embora não concorde inteiramente com esta última afirmação, não há como negar a importância da leitura na formação de qualquer pessoa, independente do caminho profissional que escolha.

O renomado biólogo geneticista Newton Freire-Maia (1918-2003) contou na entrevista publicada no livro *Cientistas do Brasil* (já citado) sobre a importância de um livro na sua paixão (sic) pela genética:

*“Meu amor pela ciência havia começado muito antes, por volta dos 15 anos, quando vi pela primeira vez a radiografia do abdome de um amigo que estava com apendicite. O médico foi me mostrando as partes do tubo digestivo e eu me lembrei que havia estudado aquilo tudo no ginásio. Fiquei encantado. A primeira coisa que fiz ao sair do hospital foi pegar meu livro de história natural para estudar de novo o tubo digestivo. Por isso costumo dizer que o meu primeiro amor científico foi o tubo digestivo. No ano seguinte tive acesso a um livro de biologia geral, de Rita Almir de Rialva, que ganhei de um professor durante um retiro espiritual. Foi então, aos 16 anos, que eu tomei conhecimento das leis de Mendel. Foi uma paixão violenta pelas leis da genética, a determinação do sexo, os cromossomos X e Y e aquela história toda.”*

O contato direto com a natureza e um livro insólito na biblioteca do pai fazendeiro que queria que o filho se tornasse padre foram marcantes na vida do zoólogo mineiro José Cândido de Melo Carvalho (1915-1994), que foi representante da América Latina para a União Internacional de Conservação da Natureza, diretor do Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia (INPA), do CNPq e vice-presidente da Academia Brasileira de Ciências:

*“Minha vocação de naturalista surgiu do intenso contato com a natureza em minha infância, passada em Barro Preto (hoje Conceição Aparecida), um município mineiro então coberto de matas virgens. Todos os fins de semana um carreiro da fazenda de meu pai ia comigo pescar, tirar mel nos matos, ouvir os pássaros, buscar rastros de bichos. De outro lado, parece mentira, mas meu pai tinha em sua biblioteca de fazendeiro a História Natural de Buffon, que despertou minha curiosidade pelo assunto.”*

O biólogo e fisiologista vegetal Luiz Fernando Gouvêa Labouriau (1921-1996) também contou sobre um livro especial em sua vida:

*“Durante o curso ginásial, terminado no internato do Colégio Pedro II, tive a sorte de encontrar na biblioteca um exemplar da Flora Brasiliensis, de J. B. von Martius, magnificamente ilustrado com litografias, algumas delas representando paisagens brasileiras, que mais tarde eu iria conhecer ao atravessar a serra da Mantiqueira nas férias. Ainda no ginásio iniciei a herborização de plantas e cheguei a fazer uma boa coleção de samambaias.”*

Zilton Andrade, primeiro diretor do Centro de Pesquisas Gonçalo Muniz e um dos fundadores dos mais importantes laboratórios de pesquisas da Bahia, entre eles o da UFBA, também revelou na entrevista que deu, o papel de um determinado livro na sua vida:

*“A decisão de estudar medicina foi motivada principalmente por minhas leituras pré-universitárias sobre ciência e sobre a vida de grandes cientistas. Lembro-me bem da impressão que me causou o livro Caçadores de micróbios, de Paul de Kruiff, grande sucesso na época.”*

Já Ricardo Ferreira - físico-químico- lembra de livros que usou na escola básica:

*“A primeira influência foram os livros de ciências naturais de Arnaldo Carneiro Leão, com centenas de experiências simples para realizar.”*

As publicações de divulgação científica ocupam espaços próprios e motivadores da aprendizagem na escola, indo além da formalidade que por vezes engessa o uso do livro didático de ciências. Além disso, pode-se observar no cotidiano o fascínio que certos autores e suas obras provocam nos jovens leitores. Por estas razões, julguei pertinente detectar se algum dos cientistas da amostra foi influenciado em sua vocação por este tipo experiência em particular. O resultado - **54 dos 72 respondentes ao questionário atribuindo relativa ou grande importância ao fator em questão** – mostrou o quanto determinada(s) leitura(s) podem ser impactantes na vida de um estudante.

k) Meios de comunicação - TV, rádio, jornais e outros

Em um contexto onde é grande o interesse da sociedade pela notícia científica, observa-se atualmente proliferação dos periódicos nas diversas áreas do conhecimento, visando à difusão científica. Segundo Bueno (1984 p. 14 apud Silva 2003 p. 39), um dos níveis de difusão científica apresentaria uma maior extensão, sendo denominado divulgação científica porque compreende a utilização de recursos, técnicas e processos para a veiculação do conhecimento científico ao público em geral. A divulgação científica pressupõe a transposição de uma linguagem especializada para uma linguagem não especializada, com o intuito de tornar o conhecimento científico acessível a uma vasta audiência. A linguagem não especializada transcende o campo da imprensa. Inclui tanto jornais e revistas, as histórias em quadrinhos, os suplementos infantis, os folhetos utilizados em campanhas de educação, os documentários, os programas de rádio, televisão etc.

No artigo de Oliveira (2006), lemos que desde o início da difusão do “cinema como diversão”, filmes foram sendo utilizados também como material didático, particularmente no ensino de ciências. Alguns países europeus testemunharam, no início da década de 1910, um grande florescimento de documentários e filmes escolares, enfocando, sobretudo, a zoologia e a botânica.

Antes do início da Primeira Guerra Mundial, em 1914, centenas de documentários didáticos já haviam sido produzidos na França. Sequências de imagens sobre a reprodução animal, sobre ciclos de vida das plantas, explosões vulcânicas ou sobre eclipses solares ajudavam a tornar currículos mais interessantes e explicações mais compreensíveis. No Brasil, em 1936, foi criado o Instituto Nacional do Cinema Educativo, sob a direção do antropólogo Roquette Pinto. Com a colaboração de cineastas como Humberto Mauro, o INCE realizou em torno de quatrocentos curtas-metragens até sua extinção em 1966, sendo quase um terço deles voltado para temas de educação científica e de divulgação de ciência e tecnologia (ver Galvão, 2004).

Oliveira (2006) destaca que vários filmes iam muito além de meras lições e, com o desenvolvimento de novos recursos – cores, sons, filmadoras subaquáticas etc. – as imagens se tornaram ainda mais espetaculares. Relembra a beleza das filmagens do fundo do mar feitas por Jacques Cousteau (*O mundo silencioso*, 1953) e as intrigantes narrativas de Carl Sagan no seriado *Cosmos* que se tornaram conhecidas no mundo todo. O autor, entretanto alerta, que apesar da importância destas produções, é nas ficções científicas que primeiramente pensamos quando se fala de ciência no cinema. Mas como ele mesmo destaca este não é o único gênero de filme a projetar imagens sobre a ciência, os cientistas ou as sociedades neles centrada. Filmes de aventuras, dramas, comédias e desenhos têm também sua parcela de contribuição na formação de estereótipos, modelos e expectativas que acabam por se constituir como referências comuns pelas quais a ciência e a técnica são percebidas por grande parte da sociedade, compondo assim o arsenal simbólico no qual a opinião pública vislumbra e discute os rumos e os limites dos empreendimentos científicos e tecnológicos. O autor alerta em sua análise, que apesar da flutuação dos significados e da ambivalência das imagens, a ciência é geralmente retratada no cinema como civilizadora, progressiva, racional, e neutra. O conhecimento científico é visto como algo apolítico, não dogmático, inteiramente fundamentado e comprovado, mas perigoso. Entretanto ele observa que estas representações negativas do cientista não implicam necessariamente desencanto com a ciência. O perigo residiria no mau uso da ciência, e ela permaneceria neutra e em aperfeiçoamento. Um outro aspecto que vai sendo difundido através de filmes. É a concepção de como a ciência funciona na prática. Para Oliveira isto se dá porque a ciência que se aprende na escola não privilegia

essa dimensão, assim os filmes seriam um dos principais veículos de formação dessas noções.

Atualmente, vemos nos canais de televisão abertos embora ainda predominem naqueles por assinatura, um significativo rol de programas com temas relacionados à ciência e tecnologia, tais como Globo Ciência; Globo Ecologia; Janela Natural; Mundo da Ciência; *Discovery Channel*; *National Geographic*; *Animal Planet*; Alô Escola entre outros apresentados em edições especiais.

Considerando-se, portanto, o impacto destas mídias na formação de representações e concepções acerca da ciência e dos cientistas, interessou-me identificar dentre os respondentes de diversas faixas etárias, o quanto os meios de divulgação científica a que tiveram acesso, influenciaram sua opção de carreira. **Tivemos 40 dos 72 respondentes atribuindo relativa ou grande importância a este tipo de contato com a ciência em suas vidas.** Apesar de considerar este número significativo, ao comparar as respostas relativas a este fator e ao item anterior, percebemos a preponderância dos livros e revistas sobre outros tipos de mídia. Não houve diferença significativa em relação à faixa etária ou gênero dos respondentes em relação a estes dois fatores.

1) Espaços não formais de Educação em Ciências – museus, centros de Ciências, feiras de Ciências, clubes, etc.

Embora os limites e seu efetivo papel social sejam objetos de controvérsias entre pesquisadores, é consenso a importância dos espaços informais de aprendizagem científica na aproximação entre o não cientista e a ciência. Vários programas e exposições nos Centros de Ciências na maioria dos países têm como proposta principal estimular o encontro entre a sociedade e a comunidade científica, promovendo debates sobre questões contemporâneas. Busca-se estimular os visitantes, provocar, despertar o interesse em aprender ciência, envolvendo-os nas atividades. Para Colinviaux (2005), uma das razões que parecem ter contribuído para o rápido crescimento de espaços, exposições e atividades de caráter interativo, é a proposição de que 'se aprende fazendo'. De acordo com esta proposição, a ação do sujeito é fundamental nos processos cognitivos, isto é, para os processos de formação e apropriação de conhecimentos. Uma herança da Escola Nova, assumida e continuada pelas correntes

construtivistas em educação, tem como pressuposto um sujeito ativo e sustenta-se em bases teóricas psicológicas. Acerca desta proposição, Colinvaux (2005) destaca que esta é exatamente a proposta de Thomas Kuhn para a formação de cientistas e pesquisadores.

Abreu e Chagas (2003) lembram que no Brasil, o advento dos museus é anterior ao surgimento das universidades. Segundo este autor, a formação de cientistas e a produção científica, sobretudo na segunda metade do século XIX, tinham nos museus um dos seus principais pontos de apoio. Por isso mesmo, as relações entre os campos do museu e da educação sempre foram bastante intensas.

Em que medida os cientistas que responderam ao questionário puderam vivenciar experiências informais deste tipo e o quanto isto os influenciou na opção de carreira? O resultado **-55 dos 72 atribuindo relativa ou grande importância a este fator-** reforça o que diz a literatura acerca do seu significativo papel na educação científica.

#### 4.4

#### A amostra definitiva

Para compor a amostra definitiva fiz a triagem entre os respondentes daqueles que atribuíram grau três (referente a grande influência na opção de carreira) ao(s) professor (es) que tiveram dos 7-14 anos e/ou dos 15-18 anos.

1 - Dentre os **42 cientistas** que trabalham na **Fiocruz** tivemos **29** que apontaram a figura de um ou mais professores, ou ainda da escola, como fator de grande importância na sua opção pela carreira científica.

2 - Dentre os **30 cientistas** que não trabalham na Fiocruz, tivemos **11** que apontaram a figura de um ou mais professores, ou ainda da escola, como fator de grande importância na sua opção pela carreira científica.

Assim, do total de **72 questionários respondidos**, **40** cientistas, (29 do quadro da Fiocruz e 11 atuando em outras instituições) apontaram a figura de um ou mais professores da Educação Básica, ou ainda da escola, como fator de grande importância na sua opção pela carreira científica. Destes 40 cientistas, **19 são**

**homens e 21 mulheres.** Logo, parece não haver relação entre a influência do professor e o gênero do aluno que se tornou cientista.

Ao contactar estes 40 cientistas para marcar os encontros presenciais, verifiquei que atualmente apenas 29 residiam/atuavam profissionalmente no Estado do Rio de Janeiro. Destes 29, três (3) encontravam-se fora do Brasil no período das entrevistas. Um cientista contactado desmarcou por três vezes a entrevista alegando problemas pessoais, não conseguindo agendar novo dia/horário em tempo hábil. Assim, ao fim, acabei por entrevistar presencialmente **25** cientistas. Uma outra pesquisadora contactada, muito interessada no tema deste estudo e entusiasmada em falar de um professor marcante em sua vida, diante da impossibilidade de agendar um encontro presencial, mandou seu depoimento por e-mail. Achei interessante incluir este registro neste trabalho.

- Os encontros presenciais

Em seus laboratórios, junto às bancadas onde grande parte deles realiza suas pesquisas, ou mesmo em uma mesa de restaurante, utilizando a hora do almoço para colaborar com minha pesquisa, estes homens e mulheres, pesquisadores em atividade, compartilharam comigo suas lembranças, em uma viagem ao tempo em que eram estudantes. Das memórias evocadas por estes homens e mulheres, pesquisadores em atividade, busquei identificar características, fatores, práticas, perfis, contextos, expressões e outros elementos para tentar compor o que representou a figura do professor de Ciências em sua opção profissional pela carreira científica. Interessou-me particularmente, o papel de professores de Ciências (ou História Natural) do antigo ginásio, segundo segmento do 1º grau ou do Ensino Fundamental, dependendo do período em que os entrevistados estudaram.

Por que a opção por relatos orais? Para Queiroz (1988), os relatos orais podem ser denominados histórias orais. Embora o pesquisador talvez precise obter dados complementares colhidos de outro modo, o trabalho com relatos orais teria vantagens por conseguir captar e registrar o não explícito, até mesmo o indizível. Desvelaria o que ainda não se encontra fechado, “sacramentado” ou cristalizado em documentos escritos. Considero que ao optar por trabalhar com lembranças, com evocações do tempo de estudantes dos cientistas, esta técnica foi bastante profícua para minha investigação. É bom destacar que ao trabalhar com a história

oral não considero que se trate, aqui, de histórias de vida. Como esclarece Queiroz (1988), estas se referem a uma técnica que demanda muito tempo com cada narrador. Isto não seria possível nem adequado no âmbito desta pesquisa, tanto em função da disponibilidade dos entrevistados, todos com intensa atividade profissional, como em função dos objetivos deste trabalho. Acredito que pude captar na fala de cada entrevistado, aspectos que extrapolaram a dimensão individual e que podem ser inseridos na coletividade a que ele pertence.

Em um estudo similar, Quadros et al. (2005) analisaram o que chamaram de episódios de memória (com ênfase na vida escolar), de 36 alunos da Licenciatura em Química da UFMG. Através de entrevistas, buscaram estabelecer relações desses indivíduos com os seus professores e o significado dessas relações na formação da identidade profissional. Estes autores partiram da possibilidade de influência do professor em nossa vida, e do fato de termos na memória a prática de algum professor do passado. Investigaram assim, se os alunos da graduação tinham, na memória, algum professor que tenham considerado importante e quais as características deste professor. Da amostra de entrevistados, aproximadamente 75% dos alunos mostraram-se influenciados na escolha do curso superior (Química) por seus antigos professores da área de ciências da natureza, matemática e suas tecnologias.

Já na pesquisa de Catani, Bueno e Sousa (2000 apud Quadros et al. 2005, p. 3), encontra-se o relato de um trabalho de autobiografia, envolvendo professores, alunos de pedagogia e alunos de licenciatura, sobre as marcas deixadas em suas vidas pelo ingresso na escola e pelos antigos mestres que tiveram. Para Catani et al. (2000 apud Quadros et al. 2005, p. 3) "abordar a identidade implica, necessariamente, falar do eu, bem como das formas pelas quais o sujeito rememora suas experiências e entra em contato consigo mesmo" (p. 168). Afirmam, ainda, que "as memórias pessoalmente significantes são aquelas que carregam significados adquiridos em seus usos adaptativos, na maior parte das vezes, nas relações com os outros. Os outros são, desta forma, referências imprescindíveis das nossas lembranças" (p. 168-169).

Também em relação à evocação de memórias do tempo de estudante, o professor da Faculdade de Educação da Unicamp, Antonio Carlos Rodrigues de Amorim, pesquisador no Grupo Formar Ciências e vice-presidente da Sociedade



Brasileira de Ensino de Biologia, ao discutir em um artigo sobre o que é ensinado nas aulas de Ciências, faz uma proposta similar ao leitor:

“[...] Proponho inicialmente um breve passeio em nossas lembranças de estudantes para estabelecer linhas, portos de paragem e admirar as aulas de Ciências. Para alguns de nós são muito expositivas, centradas nos conteúdos, tendo o livro didático como grande referência, ou seja, igual às escolas, quando são oficialmente apresentadas. Também é possível que lembremos dos laboratórios de Ciências, mesmo que não fossem utilizados, de alguns experimentos, de trabalhos de campo, de modelos (átomo, célula, sistema solar), das feiras de Ciências, de alguns equipamentos (o microscópio é um dos que teve o maior íbope, embora as células visualizadas nem tanto.. ). Para outros de nós, as lembranças recaem sobre as figuras dos livros didáticos, sobre a apresentação de cientistas (em geral, homens, brancos, europeus ou o nosso professor), sobre as relações entre ciência e sociedade, a relevância das tecnologias, os órgãos dos corpos humanos - sempre aos pedaços- e as inusitadas figuras dos aparelhos reprodutores masculino e feminino, muitas vezes juntos em um mesmo corpo (uma criação didática que é instigante) [...]”

Como qualquer outro instrumento e procedimento empregado na coleta de dados, os registros das histórias relatadas foram objetos de análise a partir da complementação de outras informações obtidas nos questionários iniciais e na pesquisa bibliográfica. Dialogando com os referenciais teóricos, pretendi analisar se (e como/quanto) a escola de Educação Básica teve impacto na opção pela pesquisa científica por parte dos entrevistados, de modo especial no que se refere ao papel de seus professores de Ciências.

Como ocorre na pesquisa qualitativa em geral, admito que neste estudo a relação sujeito-objeto não é neutra. Como pesquisadora, busco conhecer, a partir de objetivos previamente definidos e os entrevistados decidem participar porque têm alguma motivação para isso. Tentei, entretanto, não ser simplesmente aquela que só categoriza ou formata, mas a que organiza, reflete, argumenta, interpreta e discute, buscando contrapontos ao conteúdo das falas dos entrevistados nas produções da literatura sobre o tema e princípios teóricos que as sustentam.

Ao buscar nesta pesquisa relacionar o aprender ciência(s) - produzir ciência, interessou-me usar como um dos pontos de partida as conclusões do trabalho realizado por Vianna (1998), cujo foco foi a relação Fazer Ciência - Ensinar Ciência, a partir de entrevistas com pesquisadores e cursistas em um curso de Atualização para Professores de Biologia, organizado e realizado pela Fiocruz e pelo CECIERJ (Centro de Ciências do Estado do Rio de Janeiro). Nesse estudo é feita uma reflexão sobre as concepções de ensino dos atores envolvidos,

sinalizando a necessidade de oportunidades de formação permanente de professores. Considero que em meu trabalho terei a oportunidade de mostrar o “outro lado da moeda“, desvendando outros aspectos na relação entre ensino e aprendizagem de Ciências e a produção do conhecimento científico. Enquanto o trabalho de Vianna focalizou os cientistas no âmbito da formação de professores, em meu estudo pretendo focalizar os professores no âmbito da formação de cientistas. Além de estabelecer relações entre os fatores levantados e analisados a partir dos questionários, entrevistas e relatos orais a fim de identificar o papel representado pelos seus professores de Ciências nas suas opções de carreira, interessou-me também verificar o que pensam os cientistas sobre a formação dos professores.

Utilizei nas entrevistas um roteiro básico de questões para manter o foco da pesquisa, entretanto, em função do tempo cedido pelo cientista, disponibilidade emocional para responder às perguntas, tipo de tópicos que iam emergindo e grau de descontração na conversa, não fui linear em minha condução, procurando deixar que falassem à vontade, estimulando-os em seu exercício de memória, a fim de potencializar este momento precioso de contato pessoal em minha pesquisa.

▪ Roteiro básico da entrevista:

- Que professor (a) da Educação Básica influenciou de modo especial sua opção profissional pela carreira científica? O que considera marcante neste (a) professor (a)?
- Como descreveria o ensino de Ciências que recebeu no Ensino Fundamental e Médio (ou etapa similar: ginásio, primeiro grau, etc.)?
- Participou como aluno em alguma atividade ligada ao ensino de Ciências que destacaria como significativa? Qual?
- Também leciona além de pesquisar? Em caso positivo como vê a relação pesquisa-docência?
- O que pensa acerca da formação de professores de ciências?

Em diversos autores encontrei contribuições sobre a realização de entrevistas, mas destaco a orientação de Bourdieu (1999) acerca da transcrição de falas. Segundo ele, este processo não se resume ao ato mecânico de passar para o papel o discurso gravado do informante. É preciso apresentar os silêncios, os gestos, os risos, a emoção, a entonação de voz do informante durante a entrevista. Esse “clima” emocional que não pode ser registrado na fita do gravador é

particularmente importante na hora da análise, principalmente quando se tratam de histórias orais, de memórias. Este autor também considera como dever do pesquisador garantir a legibilidade, ou seja, aliviar o texto de certas frases confusas, redundâncias verbais ou tiques de linguagem.

Ao investigar **como aprendeu Ciências na Educação Básica quem hoje produz ciência** espero obter através dos depoimentos e relatos com as lembranças dos cientistas do tempo em que eram estudantes da Educação Básica, elementos que possam ajudar a revelar com detalhes como eram as aulas de Ciências que receberam e a caracterizar a prática de seus professores de então. Como eram esses professores e essas escolas que influenciaram suas vidas a ponto de impulsioná-los para a carreira de cientista?

Veremos então o quanto e de que modo essas e outras questões emergiram das entrevistas presenciais, a partir das memórias e lembranças desses homens e mulheres – cientistas hoje – alunos outrora.

#### 4. 5

#### O que dizem os cientistas

*“Eu sou uma cientista porque eu me apaixonei por um estilo de vida que me permitiria ser uma eterna aprendiz.”<sup>24</sup>*

*(Vera Rubin, astrônoma do Instituto Carnegie de Washington DC-EUA).*

#### ▪ Apresentando os cientistas entrevistados

##### 1) Da **Fiocruz** temos:

- Dr. A (56 anos), Paleoparasitologista, com Pós-Doutorado, atuando no Departamento de Endemias, ampla experiência com ações de saúde pública por todo o Brasil. Além de pesquisador, também leciona na ENSP (Escola Nacional de Saúde Pública). Sua entrevista revelou um profissional cordial e entusiasmado, que me recebeu em uma manhã na sua

---

24 In: Algumas razões para ser um cientista –publicação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas- Ministério da Ciência e Tecnologia-1984. p. 86

sala de trabalho. Ao fim da entrevista, o comentário: adorei relembrar isto tudo!

- Dra. D (47 anos), Entomologista, com Pós-Doutorado, trabalha no controle de vetores de doenças como a dengue, febre amarela e filariose em um centro de referência nacional, ligado à Fiocruz. Solícita, mostrando-se interessada no meu trabalho, a Dra. D separou material com antecedência para mostrar na entrevista, incluindo seu livro da época de estudante do então curso científico. Emocionou-se, chegando às lágrimas em determinados trechos de suas memórias. Ao fim da entrevista levou-me para conhecer as dependências do laboratório sob sua responsabilidade. Uma feliz surpresa para mim foi conhecer e ter sido colega de trabalho do professor que ela destacou como sendo marcante em sua vida.
- Dr. S (56 anos), com Pós-Doutorado, pesquisador, desenvolve trabalhos de última geração no campo da Biologia Molecular. A entrevista contrariou o que uma primeira impressão no contato telefônico parecia indicar. No lugar de um homem fechado, sisudo até, encontrei na entrevista um pesquisador eloqüente e enfático em suas lembranças e afirmações.
- Dr. LC (53 anos), com Pós-Doutorado em saúde pública. Foi interessante acompanhar a surpresa e alegria deste entrevistado quando conseguia resgatar memórias do tempo de escola que considerava perdida e o semblante decepcionado quando o nome de um algum professor não lhe vinha à cabeça.
- Dr. SK (57 anos), com Doutorado, coordenador de curso de pós-graduação em Saúde Pública. Tranqüilo, assertivo e demonstrando prazer em relembrar seu passado escolar, o Dr. SK também colaborou muito com esta pesquisa ao intermediar meu contato com outros cientistas no agendamento das entrevistas.
- Dr. AE (55 anos), com Pós-Doutorado. Sentada em um sofá de seu laboratório, obtive uma longa e descontraída entrevista, que mostrou um cientista entusiasmado em poder compartilhar suas memórias acerca da escola e professores marcantes.
- Dr. AR (42 anos), Doutor em Biologia, além de pesquisador na área de saúde pública tem experiência com formação de professores de ciências. Dedicou bastante tempo à entrevista e preocupou-se em mostrar-me

registros como fotos para ilustrar suas memórias. Revelou-se feliz com a opção pela carreira científica e em lembrar o papel de professores nesta escolha.

- Dr. MP (35 anos), com Doutorado em Biologia Celular e Molecular e Pós-Doutorado em Biociências. Apesar de jovem, além de pesquisador, este cientista chefia um departamento. Revelou ser uma das “crias” do PROVOC, destacando além do papel dos professores, a importância deste programa na sua opção pela carreira científica.
- Dra. J (49 anos), com Doutorado e Dra. SZ (46 anos), com Pós-Doutorado, trabalham com Entomologia, em estudos sobre Doença de Chagas. Estas cientistas receberam-me juntas em uma sala que compartilham. Optaram por fazer da entrevista um encontro a três, onde as memórias de uma pareciam ajudar a resgatar as da outra. Mostraram-se solícitas e entusiasmadas com a oportunidade de lembrar fatos marcantes em suas trajetórias. Nossa entrevista por vezes era interrompida pela atividade de jovens que buscavam orientação para tarefas referentes a um seminário que seria realizado naquele dia.
- Dra. JO (44 anos), com Pós-Doutorado, pesquisadora na área de Neurobiologia e Imunologia. Diante de sua agenda lotada por compromissos, a Dra. JO, uma cientista que se mostrou feliz com a carreira de pesquisadora, optou por conciliar a entrevista com o almoço. Assim, nossa conversa ao meio-dia, em um espaço gastronômico na própria Fiocruz, foi agradável e produtiva, mas um pouco agitada em função do grande movimento de pessoas naquele horário.
- Dra. T (50 anos), com Doutorado em Biologia, pesquisadora na área de Entomologia. Esta cientista compartilhou comigo suas lembranças em um pequeno espaço onde fica seu computador e outros materiais de trabalho. Nossa conversa revelou uma mulher entusiasmada com o trabalho de pesquisa, ao mesmo tempo em que relatava a preocupação em acompanhar a vida escolar do filho pequeno e seu interesse pela Ciência.
- Dra. G (52 anos), Doutora em Medicina, pesquisadora na área de Saúde coletiva. A princípio, esta cientista mostrou-se formal, embora gentil. Com o desenrolar da entrevista, feita em sua sala de trabalho, foi descontraindo-se e seu relato trouxe memórias que a emocionaram.

- Dra. C (42 anos), graduada em Biologia Parasitária e mestre em Biologia Animal, pesquisadora na área de Bioquímica de insetos e Dr. R. (68 anos) doutor e pesquisador em parasitologia veterinária. Muito simpáticos, estes pesquisadores agendaram comigo uma entrevista conjunta. Imaginei que só compartilhassem o mesmo laboratório. Foi uma surpresa descobrir que além de parceiros no trabalho de pesquisa, estes cientistas formam um casal.
- Dra. SI (45 anos), com Doutorado em Saúde Pública é pesquisadora na área de Epidemiologia. Preocupada, iniciou o relato dizendo que tinha poucas lembranças do tempo de escola, mas foi surpreendida pelos detalhes que emergiram no seu exercício de memória.
- As doutorandas Y (39 anos) e ER (27 anos), que atuam em pesquisas na área de Entomologia e Parasitologia, compartilham espaço, embora realizem atividades distintas, em um mesmo laboratório. Obtive seus relatos em um clima de cordialidade e descontração.
- Dra. B (47 anos) pesquisadora com Doutorado em Saúde Pública, impossibilitada de agendar a entrevista presencial em tempo hábil, mandou seu relato por e-mail. Disse que precisava dar este relato, tal seu entusiasmo pela possibilidade de registrar a importância de um professor na sua opção de carreira. Acolhi seu desejo e seu relato foi incluído neste trabalho.

2) Do quadro de consultores do **Prêmio Jovem Cientista** temos:

- Dra. L (53 anos), Dr. R(41 anos), Dr. M (54 anos), todos com Doutorado, pesquisadores e professores, são colegas no Departamento de Bioquímica da UFRJ. O Dr. M atua também em um grupo de trabalho na universidade com vistas a promover maior articulação do bacharelado com a licenciatura. Esses pesquisadores ocupam laboratórios vizinhos na UFRJ. Enquanto o Dr. R mostrou-se um homem mais tímido, embora muito cordial e eloqüente em suas lembranças, o Dr. M. transpirava autoconfiança em seu longo relato, demonstrando prazer em recordar suas histórias do período de estudante. A Dra. L mostrou-se na entrevista uma mulher prática e de poucas palavras, mas seu relato não foi desprovido de emoção.

- Dr. DI (69 anos) com Pós-Doutorado, pesquisador com ampla experiência do Departamento de Oceanografia e Geografia Marinha. Tímido, de poucas palavras e constantemente interrompendo nossa conversa para resolver problemas do trabalho, o Dr. D avisou-me desde o início que só teria meia hora pra nossa entrevista. Entretanto, com o desenrolar da conversa e do exercício de evocação das lembranças, foi descontraído-se e apesar de curto e conciso, seu relato não foi desprovido de emoção.
- Dra. I (56 anos) Doutora em Biologia Marinha, possui pós-doutorado na área. Atualmente é professora titular aposentada da Universidade Federal da Bahia e diretora de pesquisa da Faculdade de Tecnologia e Ciências e pesquisadora (PQI) do CNPq. Uma mulher que demonstrou entusiasmo e energia ao evocar suas memórias de estudante

3) Do quadro de consultores da **Revista Ciência Hoje** temos:

- Dr. IS (44 anos), Paleontólogo, com Pós-Doutorado, trabalha como pesquisador e professor do Departamento de Geologia da UFRJ. Tem grande experiência na produção de artigos de divulgação científica bem como em programas de formação continuada de professores. O Dr. IS mostrou total disponibilidade para nosso encontro. Prendeu na porta de sua sala um aviso de que estaria fora e assim nossa conversa (por cerca de 1 hora e meia) transcorreu sem quaisquer interrupções. Este entrevistado não mostrou qualquer inibição em lembrar como eram sua escola e seus professores. Ao contrário: pareceu-me que ele sempre esperou por uma oportunidade para falar de como esta época marcou sua vida. Emocionou-se (e confesso que em uma passagem da entrevista também fui tomada pela emoção) e surpreendeu-me ao retirar de uma gaveta o caderno de recortes sobre Geologia que organizou quando era menino. O conteúdo de sua entrevista foi uma grande surpresa para mim.
- DR. F (49 anos), Biólogo, com Doutorado, atua como pesquisador e professor, no Departamento de Biofísica da UFRJ. Tem experiência na promoção de eventos voltados à formação continuada de professores. Muito formal no contato por e-mail, o Dr. F. revelou-se uma pessoa afável e solícita. E na entrevista mostrava urgência em lembrar seu

professor do antigo curso ginásial. Parecia querer garantir que eu percebesse como este professor era especial e buscava detalhes em suas memórias para ilustrar isso.

### **Entram em cena os professores que marcaram a vida dos cientistas entrevistados**

Nas entrevistas, todos os cientistas mostraram-se visivelmente emocionados - com especial brilho nos olhos, um amplo sorriso e até com lágrimas - no momento em que fizeram referência aos professores marcantes que tiveram. E a partir do momento em que começaram seu exercício de memória, as lembranças transbordaram em detalhes surpreendentes:

- A professora de Química do Dr. R: destoando do ensino tradicional

*“Eu tive uma professora, que até hoje está na escola técnica, Heloisa, de físico-química. Ela era muito boa professora e estimulava a gente. Exemplificava muito bem. Dava uma aula de físico-química mais voltada para minerais, minérios; sempre levava pedras, fotos.. Passava alguns filmes, incentivava bastante a turma. Todo mundo era louco para ter aula com a Heloísa.. porque eram dois professores e tudo mundo queria pegar a Heloísa. Era uma aula bem dinâmica.. animada. Isso favoreceu bastante.. O outro professor era daquele ensino tradicional.. lia o livro, a gente copiava e tal.. e ela não.. trazia sempre coisas mais novas.. tinha uma didática melhor. ”*

No relato do Dr. R, evidenciamos pontos de comparação entre professores com práticas bem distintas, onde o entrevistado e seus colegas reconheciam nas aulas da professora Heloísa, um ensino diferente do que eles chamavam de tradicional.

- A professora de Biologia da Dra. I que acreditava no poder de mudança.

*”Eu me lembro bem da professora Julieta. Infelizmente já morreu. Eu fiz biologia por causa dela. Estudei com ela em 1965.. no meu científico. Ela fazia o que hoje eu faço com mais facilidade porque os meios, os recursos que tenho, me ajudam. Era uma professora que realmente mostrava entusiasmo pelo que fazia, relacionava o que ensinava à prática e fazia a gente pensar.. fazia com que a gente percebesse que poderia mudar as coisas.. Acho que isso é muito importante”.*

Poder mudar as coisas! Isto mereceu destaque nas memórias da Dra. I ao falar de sua professora. Com certeza o trabalho do cientista tem esse poder na



sociedade. E foi este caminho, do trabalho científico, que a professora Julieta influenciou sua aluna a trilhar.

- Os professores que mostraram ao Dr. M que Biologia e Matemática podiam ser saborosas

*“No antigo científico tive um professor de Biologia que me influenciou muito.. mas também tive um professor de matemática que era nordestino, esqueci o nome mas lembro-me bem da figura, que me fazia adorar matemática.. Foram os dois campos que me agradaram mais no científico, a Biologia e a Matemática. E depois eu fui fazer uma coisa que juntava os dois. Foi isso que me influenciou. [...] Eu costumo dizer que a função do professor não é passar apenas o saber. É preciso passar o sabor. [...] É isso que falta. O mundo não é óbvio. Ele precisa ser saboreado, não é?”*

Saber e sabor com certeza apresentam uma interessante relação. De que forma um professor de ciências pode tornar palatável aos alunos conhecimentos por vezes tão complexos e à primeira vista sem relação com a vida?

- O professor padre que fez a diferença na escola do Dr. A.

*“Estudei em um colégio jesuíta [...] que tinha uma disciplina muito rigorosa, mas que de certa maneira estimulava um pouco da rebeldia também, de procurar por coisas novas. Eu tive a sorte de ter tido excelentes professores no colégio primário que também lecionavam na universidade, alguns até professores de pós-graduação. Isso estimulava bastante. No ginásio e científico alguns levaram a turma para conhecer computadores na PUC que pareciam uns caixotes. Havia um professor de Ciências, no ginásio, de quem a maioria dos alunos não gostava muito porque era padre. Ele ficava a maior parte do tempo lendo as anotações. ” Ele só repete, basta decorar o caderno que tiramos dez”, diziam meus colegas. Mas ao mesmo tempo ele mandava a turma coletar insetos, folhas. Na época, subíamos o morro Dona Marta para fazer essas coletas. ”*

Um professor padre visto pela maioria dos alunos como tradicional e enfadonho. Entretanto, esse mesmo professor, estimulava o espírito científico solicitando que organizassem coleções para classificações de seres vivos e organizando trabalhos de campo no entorno da escola. E que deixou lembranças no cientista entrevistado.

- O professor de Biologia da Dra. T: acompanhando a turma por muitos anos

*“Foi um professor, na verdade, quem me entusiasmou para fazer biologia. Ele foi professor da minha turma no 3º e 4º ano ginásial e 1º, 2º e 3º do científico. Era*

*aquele professor que desenhava no quadro, tudo era ilustrado.. Era uma escola particular de Niterói, o poder aquisitivo dos alunos era muito bom e todos os professores eram do Rio de Janeiro. ”*

A Dra. T considera sorte sua turma ter sido acompanhada por este professor por cinco anos. Seria difícil um professor que leciona para uma mesma turma de alunos desde os 13 até os 18 anos de idade, não deixar algum tipo de marca em suas vidas. Pelo visto, esta marca foi positiva, deixando boas lembranças, pelo menos para a aluna T. que decidiu ser cientista. Além disso, a fala da Dra. T, que ressalta a origem dos professores (Rio de Janeiro), mostra que a falta de profissionais qualificados na sua cidade natal (Niterói) era um problema. Isto provavelmente está relacionado ao o período em que ela cursou o antigo ginásio e científico (entre os anos 1970 e 1975). Naquela época, poucas universidades formavam professores de ciências, ofertando o curso de História Natural. A maioria dos docentes neste campo era formada por médicos e profissionais de áreas afins.

- O professor de Biologia da Dra. D: uma marcante lembrança dentre outras deixadas por uma escola especial

*“Estudei no Cap - UERJ que era uma maravilhosa escola. Eu fiz o ginásio e o científico. Era uma escola que levava a gente em todas as disciplinas a buscar o conhecimento, a redescobrir o conhecimento. Era uma turma no colégio de alunos muito questionadores. Os alunos da universidade aplicavam novos métodos e também recebíamos professores recém-formados que tinham métodos alternativos. Tudo era testado em cima da gente, então aprendemos a ser contestadores. Quanto à minha opção pela biologia, lembro muito claramente do nome do professor que me influenciou: Dirceu”.*

Em sua fala, além do destaque do professor de biologia, a Dra. D mostra a importância de uma escola que privilegiava a autonomia, o questionamento e o debate, em todos os espaços e componentes curriculares. Segundo ela, esta experiência foi fundamental em sua trajetória profissional, contribuindo para o desenvolvimento de competências que são exigidas no trabalho científico.

- O professor de geografia do Dr. DI: descobrindo o caminho das pedras

*“Assim como eu, conheço varias pessoas da geografia e da geologia que dizem: estou fazendo geografia, geologia, oceanografia porque tive um professor de*

*geografia que me motivou. Isso existe porque para essas Ciências é a geografia que acaba motivando. Não existe geologia, oceanografia dentro do Ensino Médio. Apesar de não fazer parte das Ciências naturais, é da geografia que sempre gostei mais, dessa parte da oceanografia, estudar as encostas, geografia marinha.”*

Esta fala do Dr. D remete a uma discussão existente acerca dos currículos de ciências no Ensino Fundamental, que tradicionalmente só inclui conhecimentos de Geologia no sexto ano (antiga quinta série). Como a maioria dos professores de ciências é formada em licenciaturas que não incluem ou abordam adequadamente este campo da Ciência, os alunos só têm acesso aos poucos conteúdos trazidos nos livros didáticos ou só tomam contato com a Geologia através da disciplina escolar Geografia.

- Os professores de Ciências, Biologia e Português do Dr. F: simplicidade e camaradagem

*“Eu queria fazer ciência. Eu não sabia se ia fazer graduação em física, química ou biologia. Mas já sabia que ia ser cientista desde os 11 anos, por causa de um professor. Na verdade, quem marcou a minha vida na infância e na pré-adolescência foram 2 professores. Foi no começo do ginásio. Um professor de ciências e um de português. Já no segundo grau, um professor de Biologia me marcou pela qualidade didática. Ele” pegava “genética evolutiva e transformava aquilo em uma coisa simples.. isso era muito especial do ponto de vista didático, além da camaradagem conosco. ”*

Simplificar sem cair em erro conceitual. Aproximar a ciência dos cientistas da vida real do aluno sem considerar isto desqualificação. Esta qualidade do professor é destaque nas lembranças do Dr. F. O papel de um professor de português, estimulando a leitura e uso de diferentes linguagens também foi decisivo na vida deste cientista.

- Os professores de biologia que levaram o Dr. AE do campo de futebol para o laboratório

*“Quando eu estava no científico, teve uma feira de ciências – a primeira feira nacional de ciência, ou coisa assim – e um professor de biologia, Paulo Roberto, falou pra turma se tinha alguém interessado. Embora gostasse mesmo era de futebol, me interessei. Ele me disse: por que você não vai ao Instituto Oswaldo Cruz, vê o que pode fazer por lá, tem muito laboratório. Então, um outro professor-de Genética- o Homero, falou que tinha feito um curso no Instituto e conhecia pessoas que pesquisavam na Bacteriologia. Ele levou a mim e a um colega até lá. ”*

Hoje, tanto o Dr. AE quanto seu colega do curso científico, que queriam naquele tempo ser jogadores de futebol, são pesquisadores na Fiocruz. O contato, a oportunidade de conhecer o trabalho no então Instituto Oswaldo Cruz foi decisiva na vida deste entrevistado.

- As aparências enganam: o professor especial de Biologia da Dra. SZ:

*“Eu realmente escolhi Biologia por causa de um professor do segundo grau que me encantou pela maneira com que ele dava aula. Ele aparentemente não tinha nada de especial. Ele era baixinho, barrigudinho, usava óculos.. mas as aulas eram muito bem explanadas, muito bem explicadas. Ele era encantado pela biologia, muito entusiasmado, eu não lembro bem o nome dele agora, era um nome incomum, mas ele dava biologia de um modo maravilhoso, sensacional e aquilo cativava todo mundo...”*

- O professor do Dr. S que o apresentou à Biologia Molecular

*“Eu sempre estudei em escola pública. Só a partir do científico tive acesso à escola particular. O início foi muito difícil. As dificuldades que existiam naquela época.. Embora a gente ficasse mais dentro de sala de aula, tivesse uma presença maior do professor do que hoje. Fui influenciado na época do vestibular por um professor, e aí passei a me interessar, a ler tudo que podia sobre biologia molecular! Na época ele queria que eu fizesse medicina. E eu me interessava muito por química, minhas maiores notas foram em química, física e depois biologia no vestibular. Mas desde aquela época sempre tive atração e pelas Ciências Naturais. E dentre essas, aquela que mais me chamou a atenção foi biologia. Estava nascendo a biologia molecular. A gente podia estudar a vida no nível molecular! Isso me interessou, e eu fui fazer biomedicina”.*

Em uma situação similar à da Dra. SZ, parece que o Dr. S. ao escolher a Biomedicina atendeu tanto à sua atração pessoal pela Biologia, quanto à influência do professor que queria que ele fizesse medicina.

- Os professores que contagiaram a Dra. J com sua paixão pela Biologia e Química

*“No segundo grau, tive dois professores extremamente didáticos: um de biologia e outro de química. O de química era muito engraçado. Ele parava a aula no meio e ficava olhando pro quadro e dizia: gente, gente, olha só, isso é maravilhoso, eu amo a química!!! E abraçava e beijava o quadro. E nos meus cadernos tinha um coraçõzinho escrito assim: Eu amo a química!”*

A paixão pela ciência demonstrada pelos professores parece ter marcado efetivamente a Dra. J, que ao optar por ser pesquisadora em um campo

relacionado à Bioquímica, pôde dividir-se igualmente entre os dois “amores”: Biologia e Química.

- As irmãs-professoras de ciências e os professores do curso profissionalizante em Saúde do Dr. AR

*“Eram duas irmãs e elas davam aulas de ciências [...]. Ambas partiam daquele princípio como acho que todo professor deve fazer, que é o de estimular a descoberta e a redescoberta. Sempre colocavam um assunto em pauta ligado à área de saúde e biologia e a gente levantava questões. A partir dali ela nos levava adiante.”*

*“Sempre estudei em Escola Pública, aqui no Rio. Só fui pra instituição particular, quando fui fazer faculdade. Estudei no antigo Rodrigues Alves, José de Alencar e depois André Maurois. Nesta última, naquele tempo, tinha o curso profissionalizante, com professores que atuavam na área. Eles associavam o conteúdo de didática, ao que eles sabiam de laboratório. Neste tempo aconteceu realmente meu start para a biologia.”*

As memórias do Dr. AR destacam como aspectos positivos e marcantes em sua vida escolar, professores que o estimulavam ao questionamento. O curso profissionalizante de sua escola estadual, obrigatório no então 2º grau da época em que estudou, ao contrário do que acontecia em muitas escolas, não era estruturado só para atender à legislação vigente (LDB 5692/71). Na escola citada, os alunos efetivamente recebiam formação técnica, no caso, em saúde. Esta experiência parece ter sido decisiva na opção vocacional do Dr. AR, que desde as séries anteriores já tinha o interesse despertado pelas ciências e foi estimulado por suas professoras.

- O professor que fez a Dra. L trocar a Matemática pela Química

*“Minha idéia era fazer faculdade e ser professora de matemática. Só que no científico eu tive uma professora de matemática que era muito chata e um professor de química que era um barato. E então ele influenciou a mudança da matemática pra química.”*

O relato da Dra. L revela que sua intenção inicial era dedicar-se ao magistério. Só mais tarde enveredou para a pesquisa, na área que a conquistou: Química. Podemos dizer que de fato, dois professores tiveram grande influência em sua vida escolar: o professor de Química pelo lado positivo, e a professora de Matemática que a afastou desta disciplina, pelo lado negativo. Como a matemática

é também base para o conhecimento de outras ciências, incluindo a Química, a desmotivação por seu estudo pode ter causado dificuldades à Dra. L.

- Os professores de Matemática e Química da Dra. G: estratégias de sedução distintas

*“Morando em uma fazenda, eu tinha professor em casa. Só entrei na escola com 10 anos de idade, já na 4ª série. Eu acho que gostei de matemática minha vida inteira. Meu professor de casa e a professora da 4ª série também gostavam muito de Matemática. As minhas irmãs que entraram na 3ª série, tiveram aquelas professoras que não gostam de matemática e eu tenho uma teoria de que, quando o professor do primário não gosta de matemática, ensina aquilo por que tem que ensinar. Por não ser alguma coisa que ele goste, acaba não passando o gosto para o aluno [...]. Do ginásio, me lembro de um professor muito bom - professor Cláudio – que tinha e despertava o gosto pela matemática. Ele conseguia passar aquela coisa que é teórica, como algo assim muito legal, muito bom..”.*

*“Quando eu entrei no científico, a turma do ano anterior tinha ido muito mal em química, então o professor desta disciplina já abriu a primeira aula dizendo que aquilo era uma matéria importante, que a gente tinha que estudar, senão íamos ser reprovados, uma coisa assim meio bombástica.. Claro que nós estudamos feito loucos! E aí ele se encantou com a turma..”.*

A teoria da Dra. G é bem interessante: só quem gosta pode efetivamente levar alguém a gostar. Provavelmente um professor motivado, que sinta prazer em ensinar, e que demonstre admiração pela disciplina que leciona, deve ter mais sucesso em cativar seus alunos para o estudo. A estratégia do professor de Química, na linha “Pedagogia do Terror” é um tanto questionável, mas o esforço da turma parece ter quebrado suas “defesas” e foi possível então se estabelecer um clima de diálogo e afetividade, o que deve ter favorecido o aprendizado. O prazer tomou o lugar do terror.

- O jovem professor atrapalhado de ciências que encantou a Dra. SI

*“Eu me lembro que ele se chamava Januário e foi meu professor da 7ª série. Eu estudava em uma escola privada em Nova Iguaçu, que era muito rigorosa muito careta. Ele era o diferencial na escola, fazia experimentos na sala. Era jovem, todo atrapalhado e eu também! Então me encantei com ele. Ainda tinha mais um diferencial porque ele era negro, coisa que na minha época de criança a gente quase não tinha: um professor negro. E eu achava isso mais encantador ainda..”*

A Dra. SI viu no professor “atrapalhado” alguém disposto a vencer as dificuldades de trabalho em uma escola tradicional. Encantou-se com o jovem

professor que fazia a diferença no cotidiano dos alunos, caracterizado por comportadas e previsíveis aulas expositivas. Não passou despercebido à então adolescente de 13 anos, o fato de que possivelmente esse professor deve ter encontrado dificuldades na carreira docente, em especial na rede privada da época, por ser negro.

- Os professores de Ciências e Biologia que oportunizaram os primeiros encontros da Saúde e da Genética com a Cientista ER

*“Na época de 5ª a 8ª, eu não gostava muito do conteúdo de meio ambiente Eu gostava da parte de programa de saúde, que tinha na época. Tive um professor chamado Nathan que me marcou. Ele tinha paciência, era entusiasmado, explicava bem a matéria. Era diferente porque a gente podia trazer coisas para aula. E tirar nossas dúvidas. Já no 2º grau, tive uma ótima professora de biologia. Ela ensinava muito bem Genética, eu gostava muito! Fiquei meio fissurada, aquela coisa do novo.”*

A cientista ER mostrou-se fascinada pelo estudo da saúde e da genética. Seus professores parecem ter criado um clima propício à curiosidade. Tendo atualmente 27 anos, esta cientista provavelmente cursou as últimas séries de seu 1º grau entre 1991-1994, quando ainda não havia a orientação do Ministério da Educação para que as questões relativas à Saúde fossem trabalhadas de modo transversal no currículo. Naqueles anos, ainda era comum que os conteúdos relacionados às doenças, vacinas, parasitas, nutrição, etc. fossem estudados em uma disciplina isolada, comumente chamada de Programa de Saúde. O professor Nathan, pelo relato da cientista, procurou tratar de forma contextualizada os conteúdos relativos à Saúde, o que deve ter amenizado o tratamento fragmentado e estanque, comum na época. Aquela adolescente que se encantou com o estudo dos parasitas, é pesquisadora na Fiocruz, centro de excelência em Saúde.

- Os professores de Química da cientista Y que transformaram um acidente em vocação

*“Meu curso técnico em química em uma escola em Niterói foi um acidente, na verdade eu parei lá porque estava na escola e acabei fazendo.. Ele aconteceu e acabei gostando de química. Então fui fazer bioquímica na faculdade. Tive ótimos professores de Química. Um deles era químico e farmacêutico também. Ele falava muita coisa legal da profissão. Além dele lembro-me bem de um outro professor desse período, o Álvaro. Ele era muito entusiasmado, e gostava de fazer a relação do que a gente estudava com nossa vida cotidiana. Dava mais vontade de estudar química.”*

O que era um “acidente” na vida desta cientista acabou sendo decisivo em sua escolha profissional. Que rumo teria tomado se não tivesse tido bons professores de Química? Nesta entrevista, tive novamente o prazer de ver outro colega conhecido, lembrado por seus alunos.

- Os professores de ciências e Biologia que ajudaram a cientista C a ver o mundo de outra forma

*“Desde bem pequena, sempre me atraiu saber como as coisas funcionam dentro do corpo e no ambiente. Sempre tive muita curiosidade. Lógico que com 5 anos eu não tinha aquela coisa de vocação já definida, mas sempre me marcou e interessou o que a professora fazia com a gente na escola: me fascinava ficar vendo o feijão germinando, as plantas e imaginar o que dali poderia ser um alimento. Então basicamente eu acho a mola mestra que me levou pra ciência foi isso. E no 2º grau eu tive um professor de biologia que gostava muito da parte da área biomédica. Eu gostava muito de discutir com ele, conhecer como é que interagem os organismos dentro.. Ele era um professor mais velho. Era uma figura até muito engraçada porque era muito magrinho, fininho.. Mas ele tinha uma paixão pela biologia, por ensinar, que era muito legal, ainda mais no 1º ano, em que você estuda células. Então, quando fui começando a descobrir na minha cabeça que tudo se inter-relacionava, biologia, química, física, então isso para mim passou a ser muito importante.”*

Na fala desta cientista vemos como a escola pode estimular precocemente, de forma prazerosa, a curiosidade dos alunos pelas questões da natureza. E o papel de um professor que ajuda o aluno a ver sentido no que aprende, fazendo relações entre os conteúdos das diferentes ciências.

- O professor de ciências do Dr. SK: inovação nos anos de chumbo

*“Eu estudei no Colégio de Aplicação da UFRJ, na Lagoa, que era um colégio bem liberal em um período bastante tenso. Entrei em 1961. Em 1964 teve o golpe e isso influenciou o clima geral dos estudantes. Alguns professores foram demitidos e o professor de ciências, foi uma figura do ponto de vista da sua atividade como professor, muito marcante. Era jovem e se chamava Sérgio. Mesmo sendo um colégio bastante liberal e moderno, essa disciplina de ciências era particularmente um diferencial, sem dúvida nenhuma. Placenta! Eu me lembro a primeira vez que eu vi uma. Um garoto de 13, 14 anos ver uma placenta, isso na década de 60... Imagine!”*

*“Era uma escola excepcional, havia um grupo de professores muito bom, mas de alguma maneira, o de ciências- o Sérgio- cativou.”*

Ser lembrado como um professor marcante na vida de um cientista já é por si muito significativo. Imagine então ser destaque em um colégio que por si só já



era diferente no contexto educacional da época e até hoje é reconhecido pela qualidade de ensino e sempre esteve na vanguarda no campo pedagógico? E ter uma atitude contestadora, estimulando o questionamento e autonomia dos alunos com certeza não eram qualidades “seguras” durante o regime militar.

- Os professores do imperial Colégio Pedro II do Dr. LC: experiência e tradição

*“Eu estudei no Colégio Pedro II, no internato, em São Cristóvão. Fui interno no 1º ano de ginásio. Tive um professor na primeira série ginásial que me marcou muito. Nós éramos solicitados a fazer experimentos, e por eles nós éramos avaliados, ao invés de fazer prova. Por exemplo, a gente fazia eletrólise da água. O nosso professor no científico foi o Waldir Duarte. Era uma pessoa interessante, no sentido de motivar, de falar coisas como a aplicação da ciência no cotidiano. Isso marcou. Mas teve outro, Miguel, que foi no 2º ano já. Ele também nos estimulava muito, trazia curiosidades para a aula. Os professores de física eram melhores professores no sentido de ter um lastro maior. Mas não eram professores muito didáticos. Exceto o Martins. Além de uma formação sólida era didaticamente muito bom.”*

Em relação ao Colégio Pedro II, marcado no meio educacional pela tradição e um quadro significativo de ex-alunos ilustres, é interessante resgatar o trabalho de Ferreira (2005). Neste estudo, tomando por base a análise tanto dos documentos escritos quanto das fontes orais, a autora mostra que nos anos 60 do século XX, a disciplina escolar Ciências ministrada neste colégio efetivamente sofreu influências do movimento de renovação curricular, expressas tanto nos critérios de seleção e de organização dos conteúdos de ensino quanto na defesa de uma metodologia de caráter experimental.

- Mais que um professor, uma escola marcante e um programa de Vocação Científica na vida do Dr. MP

*“Minha carreira não teve aquela influência específica de um professor, de uma área, ou a cadeira A ou B. O Colégio de Aplicação da UERJ sempre investiu muito na formação crítica do aluno. O colégio tem uma estrutura informativa e formativa calcada na reflexão sobre o conhecimento. Ninguém aceitava o conhecimento pronto que era oferecido sem questionamento. Isso sempre foi um dos pilares da educação dali. E o outro fator decisivo foi o programa de Vocação Científica pelo qual eu entrei aqui na Fiocruz pela primeira vez...”*

Na fala do Dr. MP pode-se perceber o quanto foi fundamental toda uma formação calcada no questionamento e reflexão. Toda a ação de um corpo

docente, apoiado por uma proposta pedagógica com foco na autonomia e a oportunidade de vivenciar a pesquisa em Ciências Naturais em um espaço privilegiado para este campo - a Fiocruz - mostraram-se decisivos na carreira deste cientista.

- O professor de Biologia da Dra. JO: valorização da pesquisa científica

*“No colégio no 2º grau eu tive um professor de ciências que fazia pós-graduação, o Alexandre. Ele era uma pessoa muito ligada com a atualidade, com os fatos da época. Ele comentava artigos que tinham saído em revistas científicas na sala. Como estes artigos eram escritos em inglês, ele levava as figuras e as usava para que montássemos de acordo com nosso conhecimento histórias relacionadas àquelas figuras. Ele também me orientou a fazer o curso técnico aqui da Fiocruz. A namorada dele fazia pós-graduação aqui e esse curso estava sendo criado naquele ano. Ele achava que ia ser uma grande oportunidade para eu ter conhecimento do que de fato era a ciência. Eu conversava muito com ele sobre minha dificuldade em decidir qual seria minha carreira. Porque eu queria fazer biologia, mas a família queria que eu fizesse medicina.. ”.*

Tendo 44 anos atualmente, a Dra. JO cursou seu segundo grau nos anos 80, período de grande atividade científica no campo da Biologia Celular e Molecular. A atuação de seu professor, trazendo para a sala de aula as discussões sobre as descobertas científicas de então e encaminhando-a para um curso técnico antes da graduação, onde ela pôde ter contato com pesquisadores, parece ter sido fundamental em sua carreira. Embora tenha cursado um ano de medicina, a jovem estudante JO acabou rendendo-se à vocação pela Biologia. Mudou de curso e hoje desenvolve pesquisas na mesma Fiocruz onde fez o curso técnico.

- Muito além do Rio Tietê: a alegria e os desenhos do Professor Gomes encantaram a Dra. B

*“Tinha habilidades literárias, mas optei pela biologia quando vi em 1975 uma reportagem na televisão mostrando a poluição do Rio Tiete. Fiquei horrorizada com a degradação na vida das pessoas e pensei que dedicaria a vida a combater a poluição. Além disso, tive a sorte de ter um maravilhoso professor de Biologia: o Manoel Gomes. Era professor de biologia do segundo grau e trabalhava em cursinhos de pré-vestibular. Ele nos fazia rir, explicava com carinho e vibrava com o que ensinava. Mais acima de tudo o que nos encantava era que ele desenhava. Nunca consegui jogar fora os cadernos daquela época. Eu desenhava, aprendia, e achava lindo o mundo (e a biologia!)”.*

Embora a Dra. B tenha declarado que o interesse pela ciência como carreira surgiu inicialmente em função da indignação diante da poluição ambiental e seus efeitos sobre as pessoas, sua participação neste estudo revela o quanto a figura do professor de Biologia marcou sua vida. Ela fez questão de mandar seu relato por escrito, diante da impossibilidade de encontrar-se comigo presencialmente. Suas palavras ao telefone comigo foram: Eu preciso falar deste professor!

- Os professores militares do Dr. IS: hierarquia e humilhação em sala de aula

*“Eu estudei em uma escola pública em Resende. A maior parte dos professores era militar. E assim a minha grande angústia no colégio era: sou filho de pais com uma educação muito baixa. Meu pai tem a escola primária, minha mãe tem o antigo ginásio. A escolaridade da família era relativamente baixa. O colégio do 2º grau era coordenado por professores militares. E o melhor na época era mesmo a escola pública. Então, filhos de coronéis, de majores, de soldados, estudavam juntos na mesma turma. Era interessante porque havia classes e grupos sociais dos mais variados. Mas também havia um processo de discriminação terrível. Eu me lembro que prioritariamente ficavam sentados mais à frente aqueles que eram filhos dos militares respeitando-se as patentes dos pais: uma hierarquia. Eu me lembro de frases entre eles do tipo: Como vai seu pai o Coronel Fulano de Tal”? Hoje, eu até sou bom em Matemática, pois na universidade passei a gostar, acho que até por conta de tudo que aconteceu, de ter tido um professor que me dizia: quer o quê? Filho de pai analfabeto e de mãe que é secretária? Quer que seja o quê? Isso pra mim foi um divisor de águas. Uma situação absurda se você olhar sob a perspectiva de hoje. Mas naquela época era aquilo mesmo. Um determinismo social muito forte, de que não havia outras perspectivas pra mim a não ser uma função subserviente. Era tudo muito triste...”*

Este entrevistado surpreendeu-me ao relatar que se tornou cientista **apesar** dos professores e da escola que teve na Educação Básica. Embora um dos meus interesses seja traçar o perfil do professor de ciências capaz de influenciar seus alunos – positivamente - para a carreira científica, o relato do Dr. IS mostrou-se riquíssimo em pistas sobre como determinadas práticas docentes e escolares podem ser repressoras e desmotivadoras.

O relato do Dr. R, também me impressionou. As contingências financeiras de sua história de vida, o levaram a cursar uma escola agrícola, onde acabou por descobrir a vocação para veterinário. Entretanto, justamente uma disciplina que é base dos estudos deste campo, não deixou boas lembranças neste cientista:

- Os professores do curso agrícola do Dr. R e as agruras sofridas com a Biologia

*“Eu estudei em um curso agrícola, o correspondente ao ginásio, mas associado às matérias comuns do ginásio, havia também as profissionalizantes: a parte de agricultura, de zootecnia etc. Aquilo me empolgou de uma maneira fantástica, tanto que me tornei veterinário. Dos professores dessa época, só um professor era ruim, o de Biologia. Era uma professora que tinha um problema sério com a família, então ela era meio alucinada para dar aula, eu aprendi biologia porque estudava muito. Mas os de matemática, português e das matérias técnicas eram excelentes [...]”.*

*“[...] Na escola agrícola tinha o chamado curso de iniciação agrícola que durava dois anos. Quando terminava o 2º ano, havia uma prova de seleção para o 3º e o 4º ano que correspondia ao curso de mestre agrícola. Aí fui pra Barbacena cursar esses anos. O curso técnico de zootecnia tinha física, química, etc. com excelentes professores. Exceto... o de biologia. Era um médico cirurgião que dava aula... Meu Deus do céu! Eu não podia ser biólogo de maneira nenhum, a julgar por isso. Primeiro ele era um professor de tal maneira despreocupado com o trabalho, que um colega meu disse assim: vou fazer a prova dele e tirar 10. Eu estranhei, porque este colega ganhava dinheiro jogando futebol. Ele jogava futebol e eu assistia às aulas. Ele não estudava praticamente nada. O professor marcou uma prova dissertativa. E o que ele pediu? Escrever sobre a grande circulação. Meu colega começou a prova assim: o sistema circulatório é constituído de vasos- artérias e veias –e um órgão propulsor, que é o coração. Daí em diante, descreveu uma partida de futebol entre Vasco e Flamengo, de 90 minutos. Passe por passe. Fez 10 folhas da prova escrita. E tirou 10! O professor leu só o início porque ele escreveu muito [...]”.*

*“Nas outras disciplinas tive bons professores. Em História tinha um professor chamado Armando Brasil. Ele era um empolgado, parecia um orador, impressionante, ficava olhando pra ele...E o de Português era o príncipe dos poetas mineiros, um intelecto fantástico, que me aguçou muito nessa parte”.*

As entrevistas trouxeram memórias sobre professores apaixonados pela ciência e pela docência, entusiasmados, criativos, acessíveis, camaradas ou descomprometidos e castradores. Analisaremos a seguir, alguns aspectos que as lembranças destes professores e de suas aulas fizeram emergir nas falas de nossos entrevistados.

## 4.6 Identificando traços de um bom professor de Ciências

Nas entrevistas, após a apresentação dos professores que marcaram suas vidas, solicitei aos cientistas que apontassem características de um bom professor de ciências, a partir dos traços de seus antigos professores e suas impressões pessoais sobre o tema. Procurei articular o que estes cientistas indicaram com o que encontrei de mais significativo sobre o tema na literatura. Eis os traços destacados:

- Demonstrar paixão, o entusiasmo e o interesse pela Ciência

Todos os entrevistados se disseram “contagiados” pela paixão e o entusiasmo de seus professores pela ciência. Essa característica aparece também em todas as falas como sendo essencial ao bom professor:

*“Tem que saber transmitir sabedoria, não apenas conhecimento, a vivência dele no dia-a-dia, transferir isso pro aluno é importante. Transmitir pro aluno a partir do seu próprio conhecimento, sua própria experiência, a vontade de estudar. O que precisa mais é alma. É gostar de dar aula, fazer isso por amor. Não só fazer pesquisa, não só publicar trabalhos. É levar a pesquisa e os trabalhos para dentro de sala de aula.”* Dr. R

*“Não sei. Eu acho que a coisa mais fundamental para que um professor possa despertar no aluno a vocação é o seu próprio interesse. É gostar do que faz. Se eu gosto do que faço, consigo transmitir de uma forma muito mais contundente o meu entusiasmo e o meu conhecimento. Então o professor tem que estar satisfeito com aquilo que faz. Esse é o ponto fundamental. É ter certeza absoluta de que o que eu estou fazendo é o que realmente quero fazer. Não estou aqui fazendo sacrifício, contando minuto para bater ponto e sair do trabalho.”* Dr. A

*“Era uma pessoa muito estimuladora. Alguém que ficava 10 minutos além do tempo de aula para conversar, tirar dúvidas. Era um professor entusiasmado e acho que essa paixão pela ciência é uma das doenças contagiosas mais importantes, porque ela contagia a alma.”* Dra. JO

*“Ele tinha uma paixão pela biologia, um brilho no olho. A aula dele não parecia aula. Parecia um cinema, um teatro. Ele interpretava uma serie, interpretava qualquer coisa. Eu saia com febre das aulas dele. Ele chegava ao cúmulo de marcar aula extra aos sábados e domingos e ia todo mundo. Mesmo quem não ia fazer biologia ia pra aula pra ficar” babando”. Ele não dava aula lá na frente da sala. Ele dava aula andando. Era muito especial. Eu acho que muita gente acabou fazendo opção pela biologia por causa dele.”* Dra. D

*“O Miguel, que foi meu professor de Biologia no 2º ano científico era bastante entusiasmado, passava isso para a turma, contagiava a gente”.* DR LC

Este entusiasmo e disponibilidade dos professores também são lembrados com grande ênfase pelo Dr. F:

*“A diferença desses professores de ciências e de português pros outros professores é que eles quando começavam a falar passavam um brilho nos olhos, uma paixão, uma empolgação.. Eles eram apaixonados. Em primeiro lugar pelo assunto, e em segundo por dar aula. Pra mim isso era um diferencial. O de ciências sempre tinha disponibilidade de tempo e eu conversava muito com ele. Não era algo formal como um horário depois da aula, era um papo nos corredores”.*

É interessante destacar que acerca do conceito de “bom professor”, encontramos estudos como o de Sequeira e Silva (2004) que também dão indícios do impacto do entusiasmo docente sobre os alunos. No estudo citado, do tipo quantitativo, o foco foi caracterização do bom professor de física e química, dos ensinos básico e secundário, na opinião de professores e supervisores de física e química portugueses. Dentre as competências relacionadas com características pessoais apontadas como importantes pelos informantes estão ter bom humor e mostrar entusiasmo pela matéria e pelo ensino. Martins, Rampon e Silva (2005) e Carrijo (1999) encontraram resultados similares em seus estudos, ao investigarem o que alunos esperam de um bom professor de Ciências e Biologia, mostrando que existe uma relação direta entre a motivação do aluno com as possibilidades de interação com o professor e seu dinamismo, se deixa o aluno se expressar e utiliza recursos variados em suas aulas. As afirmações dos entrevistados estão de acordo com a literatura relativa a estudos sobre o “bom professor” em cursos de diferentes áreas do conhecimento e níveis de ensino. Uma enquete realizada pela revista norte americana *Time* apud Bordenave e Pereira (1998) revelou que aqueles que eram considerados melhores professores nos Estados Unidos não eram os que usavam as técnicas de ensino mais refinadas, mas sim os que, estimulados por seu entusiasmo pela disciplina que lecionavam, conseguiam contagiar seus alunos, encontrando maneiras próprias de comunicar e ensinar.

Mesmo em outro contexto histórico, quando a dinâmica que caracterizava a sala de aula e as relações entre professores e alunos deveria ser bem diferente da atual, estudos como o de Lopes (1945), citado por Carrijo (1999), no qual investigava características e atitudes do professor ideal, mostram que os aspectos citados pelos entrevistados como positivos da personalidade docente eram a

aparência, a cortesia, o otimismo, a simpatia, a auto-direção, a boa saúde, a capacidade de expressão, a iniciativa e o entusiasmo.

Já Sandefur e Adams (apud Carrijo, 1999), caracterizando o comportamento do bom professor para a eficácia do ensino, destacaram como aspectos pessoais positivos a bondade, a democracia, a afetividade, o auto-controle, o otimismo, o entusiasmo, a adaptação à realidade, a clareza do discurso, o prazer em ensinar, o domínio do conteúdo geral e cultural, a originalidade das propostas de trabalho, a responsabilidade e a sistematização da apresentação dos conteúdos. No relato da Dra. B, as características identificadas no estudo citado estavam presentes no professor que considerou marcante:

*“Ele nos fazia rir, explicava com carinho e vibrava com o que ensinava Alguém que tem paixão por ensinar e principalmente por aprender na relação com os jovens. Ele tinha bom humor, generosidade, capricho nos detalhes, amor pelo conhecimento”.* Dra. B

O trabalho de Carrijo (1999) investigou junto a alunos e professores do Ensino Fundamental, traços do que seria o professor “ideal” de Ciências. Neste estudo os alunos entrevistados destacam não apenas a ação pedagógica em si, mas o grau de interesse e satisfação demonstrado pelo professor em seu trabalho. Comparam constantemente esses professores aos cientistas, demonstrando a expectativa (em geral frustrada) de uma prática pedagógica mais investigativa por parte dos docentes da área de Ciências, com estímulo à curiosidade e experimentação. Ainda no trabalho de Carrijo (1999), no levantamento de depoimentos obtidos em outros estudos sobre antigos professores de Ciências, temos lembranças como as de Ribeiro (1989 apud Carrijo p.48) que relata que o ensino de Ciências que teve no ginásio foi nada e que nada lembra das aulas de Ciências. Procura justificar a “ausência” deste ensino a uma não valorização do estudo da referida matéria naquela época. Mais tarde descobriu Ciências no seu curso Pré-Médico e afirma que bons professores foram os responsáveis pelas noções que adquiriu de Biologia, Genética, Química e Física. Da mesma forma Penna (1989 apud Carrijo p.48) revela ter péssimas recordações das aulas de Ciências do Ensino Fundamental e médio e se considerava vítima de uma instituição onde o ensino de Ciências era muito maltratado. Esclarece que, desde o ginásio, as aulas de Física, Química e Biologia já eram separadas e somente teóricas, não havendo nenhuma ligação entre elas. Em contrapartida, Frota-Pessoa

(1989 apud Carrijo p.49) revela suas recordações agradáveis das aulas de seus professores de Ciências, e o quanto estes influenciaram na sua decisão profissional. Rodrigues (1989 apud Carrijo p.49) também tem recordações pessoais muito boas sobre as aulas de Ciências no Ensino Fundamental e médio. Considera-se um privilegiado por ter sido aluno de um professor que ele considera como extraordinário, e que lhe deu os subsídios mais importantes para o desenvolvimento de seus estudos de História Natural. Além disso, achava-o com uma capacidade de lecionar muito grande e com uma enorme vitalidade. No relato da Dra. SZ, é ressaltado o quanto a vitalidade e paixão demonstrada por seu professor ampliaram nela o desejo de aprender ciências e parece considerar essa “fórmula’ conhecimento sólido+ paixão como infalíveis:

*“Eu penso nesse professor que era – não vou dizer deslumbrado pela ciência – mas apaixonado. Ele conseguia mostrar essa paixão e eu acho que nos contagiou. Se você tem um conteúdo consistente e consegue demonstrar com coerência aquele assunto e a paixão, qualquer pessoa vai ficar encantada”. Dra. SZ*

Também a Dra. SI resalta em sua fala a credibilidade que seu professor passava aos alunos por sua segurança e entusiasmo ao ensinar, não ficando preso ao livro didático:

*“Eu via meu professor e percebia que ele gostava daquilo que estava fazendo, que acreditava naquilo que estava ensinando. Não vinha com aula preparada simplesmente pelo livro. ”*

E relembra a “doce estratégia didática” utilizada por uma professora considerada pouco estimulante:

*“Mas também tive uma professora muito ruim que levava balas para os alunos aturarem a aula dela...” Dra. SI*

Um professor entusiasmado e afetuoso poderia ser mais eficaz em despertar a curiosidade dos alunos e favorecer a aprendizagem de ciências? Pietrocola, Cruz e Custódio (2005 p. 2) em um estudo sobre conflitos cognitivo-afetivos e aprendizagem de Física, lembram que Piaget (1981) sedimentou a idéia da simbiose entre afeto e cognição na aprendizagem. Para Piaget, sem afeto não haveria interesse, tampouco motivação; e conseqüentemente, perguntas ou problemas nunca seriam colocados e não haveria inteligência. A partir destas considerações, os



autores do estudo indagam: por que componentes afetivos são freqüentemente desconsiderados? Atualmente dicotomias vêm sendo suplantadas. Gomes Chacón (2003 apud Pietrocola, Cruz e Custódio, 2005 p. 2) ao tratar a relação afeto-cognição na educação matemática sugere que os afetos formam um sistema regulador da estrutura de conhecimento do estudante. Portanto, “não basta conhecer de maneira apropriada os fatos, os algoritmos e os procedimentos para garantir o sucesso nesse sujeito” (p. 24). Assim, as dificuldades de aprendizagem da disciplina não residiriam somente no registro cognitivo, mas também nas crenças do indivíduo sobre ela e sobre si mesmo. Do mesmo modo, Alsop e Watts (2000 apud Pietrocola, Cruz e Custódio, 2005 p. 2) afirmam que a aprendizagem é influenciada por sentimentos e emoções e, reciprocamente, a aprendizagem pode influenciar sentimentos e emoções. Para eles, dependendo do *status* da relevância de um tópico, um estudante pode ter a aprendizagem estimulada ou inibida. Pietrocola (2001 apud Pietrocola, Cruz e Custódio, 2005 p. 2) em seu artigo avança na idéia que é possível aos alunos manter vínculos afetivos com o conhecimento de Física. Isto se daria quando os estudantes percebessem a possibilidade de extrapolar este conhecimento, muitas vezes limitado a situações artificiais, para interpretação da realidade; estabelecendo relações que fossem além do contexto escolar. Em suma, Pietrocola, Cruz e Custódio (2005) afirmam que é conclusão geral que a afetividade tem um importante papel em nossa vida mental e que, portanto não deve ser ignorada ao se discutir aprendizagem e suas teorias.

Pietrocola, Cruz e Custódio (2005 p. 3) destacam que no contexto escolar as motivações que levam o cientista a insistir em certos problemas ou perguntas têm pouca relevância para os alunos. Para estes autores:

“[...] O conhecimento tal como é construído dentro de uma comunidade científica encontra sentido apenas quando acompanhado dos conceitos, modelos e leis subjacentes no corpo de uma teoria, bem como permite a formulação de novas questões ou solução de problemas se é ponto de partida da investigação, salvo em momentos críticos revolucionários. Por outro lado, no âmbito escolar, no início de uma relação didática o aluno não tem relações com os saberes científicos, se as tem são fracas e carregadas de concepções e representações. Assim, como fazer com que uma situação que foi significativa para ciência se torne alvo de interesse para o aluno? Como estimular a curiosidade dos alunos sobre situações que envolvam a procura de conhecimento científico? [...]”

Estes autores buscam resposta para estas questões na literatura sobre motivação pessoal. Pintrich et al. (1993 apud Pietrocola, Cruz e Custódio, 2005 p.

4) mostraram que construtos motivacionais como orientação de objetivos, valores, crenças sobre a eficácia do indivíduo na solução de problemas em um certo domínio e controle de crenças servem como mediadores no processo de mudança conceitual. Tais variáveis afetivas, aliadas ou não a fatores situacionais, moldariam o interesse pessoal dos estudantes e determinariam quando eles atenderiam a certa discrepância nos esquemas prévios na tentativa de se adaptar as demandas ou restrições com as quais ele se defronta na sala de aula, o que poderia levar então a uma insatisfação com o entendimento conceitual da situação em foco. Segundo eles, esta ligação entre motivação, cognição e contexto, mostra o quão insuficiente é a apresentação de nova informação pelo professor num formato instrucional de mudança conceitual que gere desequilíbrio da parte do estudante, e sugerem que pelo menos alguns pressupostos teóricos nesta perspectiva sejam reavaliados.

O próprio conceito de curiosidade é objeto de estudo. Por exemplo, para Berlyne segundo Wong (1979, apud Pietrocola, Cruz e Custódio, 2005 p. 5) a *curiosidade* seria a condição de desconforto, devido à inadequação de certa informação e que motivaria o indivíduo ao comportamento exploratório. Neste caso, curiosidade é definida como a necessidade, ou desejo de conhecimento. Os autores citados consideram as duas condições antecedentes para curiosidade- incerteza e conflito- como intimamente relacionadas. Segundo Pietrocola, Cruz e Custódio (2005), as idéias de Berlyne seriam semelhantes à suposição da teoria de mudança conceitual que os conflitos podem gerar insatisfação com as concepções iniciais dos alunos, mas ao mesmo tempo não contém nenhum indício em favor da suposição que essa insatisfação com as concepções iniciais levaria a uma substituição automática por outras racionalmente mais adequadas. De modo diverso ao modelo de mudança conceitual, no modelo de Berlyne o processo de desenvolvimento e teste de hipóteses seria explicitamente função de aspectos cognitivos e motivacionais. Este processo envolveria uma situação de conflito, o reconhecimento do indivíduo da incapacidade do seu repertório conceitual de respostas dar conta da situação, seguido de um estado interno de cunho mais afetivo de falta da informação, a curiosidade, e, finalmente, um comportamento exploratório com o objetivo de suprir a falta da informação. Isto explicaria o que de fato pode levar um aluno a se engajar numa tarefa, algo aparentemente fora do alcance do modelo de mudança conceitual tradicional.

Também sobre as concepções iniciais dos alunos, Franco (1998, p. 17) nos lembra que:

“O erro que os alunos cometem em relação a temas científicos freqüentemente expressa concepções prévias que os estudantes desenvolveram a partir de sua experiência cotidiana. O aprendizado das ciências implica, portanto, a troca de concepções fortemente enraizadas na vivência dos alunos (...). Neste sentido vale a pena professores e educadores levarem em consideração as concepções de seus alunos, estimulando-os a explorar as potencialidades de suas idéias e eventualmente, suas limitações. É a partir da compreensão das limitações de suas concepções prévias sobre os temas científicos que os alunos estarão preparados para considerar o potencial das idéias apresentadas nas teorias científicas.”

O papel do professor tem grande importância nesta tarefa de explorar as potencialidades das idéias discentes e provocar a reflexão e constatação de seus limites. Uma sala de aula onde o aluno sintá-se estimulado a fazer perguntas, a expressar sua curiosidade, a avançar além do senso comum, sem, entretanto ter seu conhecimento prévio desqualificado, provavelmente será favorável ao aprendizado. O estudo de Schwitzgebel (1999 apud Pietrocola, Cruz e Custódio, 2005 p. 5) corrobora as asserções de Berlyne, ao afirmar que as pessoas têm uma *curiosidade de busca-de-explicação* associada com padrões de afeto e ativação, frente a fenômenos ou eventos não explicados por teorias anteriormente mantidas. Tais padrões de afeto e ativação foram caracterizados pelo autor como o desenvolvimento, teste, e refutação de teorias que levarão a satisfazer a curiosidade de busca-de-explicação. Ainda para Schwitzgebel, a curiosidade seria a característica chave das explicações, nós seres humanos teríamos uma necessidade social de adquirir informação do ambiente. Assim, seríamos “programados” no processo evolutivo com certos impulsos sociais e informacionais, responsáveis em refinar nossa capacidade de interagir produtivamente com nossos semelhantes. No âmbito do que ele chama de impulso informacional, haveria um sentimento de curiosidade associado, que se manifestaria em um comportamento exploratório de formulação e testagem de hipóteses. Tal curiosidade seria *ativada* quando fatos ou eventos tornassem evidente ao sujeito a dificuldade de englobá-los em sua atual concepção. Segundo Pietrocola, Cruz e Custódio (2005 p. 5), o próprio Schwitzgebel sugere que sua hipótese pode ser empiricamente verificada se observarmos os padrões de *afeto* e *ativação* associados ao surgimento e resolução da curiosidade de busca-de-explicação. Os autores destacam que esta argumentação de Schwitzgebel é

importante, pois integra cognição e afeto na resolução de problemas e raciocínio científico. Pietrocola, Cruz e Custódio (2005 p. 5) concluem afirmando que:

“[...] As situações didáticas no ensino de ciências, quando voltadas para o cultivo da curiosidade e paixão pelo explicar nos alunos, podem contribuir para um interesse mais duradouro e uma aprendizagem significativa [...]”.

No relato abaixo, percebemos que o entusiasmo e bom humor de dois professores deixaram lembranças marcantes e contribuíram no aprendizado de duas disciplinas fundamentais para o trabalho atual da cientista entrevistada:

*“No segundo grau, tive dois professores marcantes: um de biologia e outro de química. O de química era muito engraçado, parava a aula no meio e ficava olhando para o quadro dizendo: Gente olha só, isso é maravilhoso! Eu amo a química! E abraçava o quadro, beijava o quadro. E nos meus cadernos, tinha um coraçãozinho desenhado onde estava escrito isso: Eu amo a química! E eu adoro química até hoje. Foi uma das matérias na qual eu melhor me dei na vida. “O de biologia era animadíssimo, brincava chamando-nos por nomes exóticos de espécies de seres vivos. “Dra. J*

O Doutor MP é mais enfático. Para ele o entusiasmo está diretamente ligado ao próprio papel do professor, favorecendo claramente o aprendizado:

*“O primeiro papel que o professor tem é conseguir mostrar pro aluno que a matéria, a disciplina dele, é a melhor coisa do mundo. Tanto é a melhor coisa do mundo, que ele quer passar a vida transmitindo conhecimento e experiência que ele acumulou. Então se não for um indivíduo entusiasmado com o que ensina, não consegue ensinar. Eu sentia meus professores apaixonados pelas suas disciplinas. E acho que essa paixão pode ser contagiante. Não tem dúvida, e é como você aprende. Se você tiver um professor entusiasmado, que tem que dar um conteúdo chato, ele acaba mostrando isto de outra maneira, e de repente o que era chato pode ser interessante.”*

Para Rosa, Rosa e Pecatti (2007 p. 273), a escola deve ultrapassar a dimensão meramente de domínio dos conteúdos e acenar em outras dimensões envolvendo o que os autores denominam como domínio afetivo (atitudes, emoções, motivação, atribuição e confiança em si mesmo). Tais domínios devem, no entender desses autores, constituírem objetivos em sala de aula. Gómez Chacón (2003 apud Rosa, Rosa e Pecatti 2007 p. 273) destaca que no campo da matemática, a dimensão afetiva vem sendo gradativamente inserida nas atividades em sala de aula, mencionando que os trabalhos de McLeod (1988, 1992, 1994 apud Rosa, Rosa e Pecatti 2007 p. 273) mostram claramente que essas questões têm papel essencial no ensino e na aprendizagem.

O Dr. DI, na sabedoria de seus quase 70 anos de idade, chama a atenção para a relação entre prazer e aprendizagem, inclusive para o próprio professor, e toca no aspecto da proletarização do trabalho docente:

*“Talvez a gente não tenha que ser aluno do tipo “CDF”, talvez a escola tenha que se adequar aos alunos, que estão em uma época da vida na qual querem se divertir, namorar.. E a escola pode ser um lugar prazeroso! Isso é que seria o ideal.. Mas acho que isso depende também do prazer do professor, sua motivação para o trabalho. E isso não vai acontecer com salários baixos, excesso de trabalho e condições inadequadas. Tem que investir nisso. Não tem jeito. ”*

Para o Dr. S, um professor entusiasmado e interessado em ouvir o que seus alunos têm a dizer faz diferença, dando maior segurança nos momentos de indecisão sobre o caminho a seguir profissionalmente:

*“O professor pode fazer diferença. Ele tem a capacidade de interferir. É claro que você sempre vai ter alunos que já tem uma escolha, aqueles que não têm escolha nenhuma, e aqueles – que são a grande maioria – que ficam na dúvida. E o professor influencia dando uma boa aula, levando a pessoa a pensar, a sair dessa indecisão, e procurar uma área que gosta.”*

Diversos estudos mostram que existe, portanto, uma relação entre afeto, cognição e curiosidade. Esta última é essencial para a atitude investigativa inerente à aprendizagem científica. Despertar e valorizar nos alunos a busca por respostas, no lugar de oferecê-las prontas (o que ocorre muitas vezes em decorrência da cobrança por cumprir o extenso programa de conteúdos), também é uma característica associada ao bom professor de ciências, como veremos a seguir.

- Estimular a curiosidade dos alunos abrindo espaço para o questionamento

Como aprender ciências sem fazer perguntas? Esta questão, que aparentemente só tem uma resposta, parece ser ignorada por muitos professores no momento de planejamento e execução de atividades e na reflexão sobre sua prática. O Guia de Livros Didáticos de Ciências (MEC-PNLD 2007), alerta o professor de Ciências para a urgência em abandonar as aulas baseadas na simples memorização de nomes, informações e conceitos, vinculando-as aos conhecimentos e conceitos do dia-a-dia dos alunos. Segundo este documento, a metodologia de pesquisa se baseia na curiosidade e na exploração ativa, é fundamental gerar a indagação e o interesse pela Ciência, vista como fonte de

prazer, de transformação da qualidade de vida e das relações entre os homens. Para a equipe que elaborou o Guia, estimular a pesquisa científica na escola facilita a vida do professor e cria condições efetivas para um bom aprendizado. Para isto, é necessário propiciar situações, tanto coletivas como individuais, para observações, questionamentos, formulação de hipóteses, experimentação, análise e registro e também estabelecer um processo de troca entre professor e a classe que gere novas indagações. O Guia lembra que é importante deixar que os alunos saiam com uma interrogação maior do que a de quando entraram. Ressalta-se a função mediadora do professor no ensino e aprendizagem em ciências, desafiando os alunos à solução de problemas por meio da pesquisa feita em coletivos de investigação organizados na sala de aula, e acompanhando as produções daí resultantes. Segundo o documento, quando o professor pensa o ensino como processo de reconstrução de conhecimentos dos alunos, seu papel modifica-se radicalmente. Sua função seria intensificar as possibilidades de aprendizagem dos alunos, criando para isso situações em que eles possam envolver-se na procura da solução de problemas, ajudando os alunos a superarem seus próprios limites. Este papel, mais do que falar, exige que o professor ouça e esteja atento às dificuldades dos alunos, quando não conseguem resolver os problemas sozinhos e implica criar comunidades de aprendizagem, onde a interatividade e a cooperação sejam valorizadas.

A figura do bom professor já foi objeto de pesquisa até mesmo no âmbito das produções cinematográficas. Tendo analisado mais de vinte filmes em que aparecem imagens de professores, Dalton (1996) identifica certos estereótipos bastante associados ao paradigma tradicional de compreensão da figura do mestre, fazendo notar que, pelo menos no cinema, o professor de Hollywood é aquele que se envolve com o aluno e “compra” suas brigas, mas, apesar disso, não alcança uma postura mais consistente de educador como transformador.

O estudo de Pimentel (1994) investigou o que tornaria um profissional da educação um excelente professor e como seria seu trabalho com os alunos e o de Cunha (1989), identificou junto a alunos de nível médio, 21 professores considerados bons professores. Através de entrevistas e observações, estes estudos mostraram, dentre outros aspectos, que no conjunto das habilidades docentes relacionadas ao bom professor estava a capacidade de incentivo à participação do aluno, formulando perguntas, provocando outras, sempre valorizando o diálogo.

As falas dos cientistas entrevistados corroboram as idéias dos diversos estudos em Ensino de Ciências, acerca da importância da pergunta, fruto da curiosidade que os fenômenos da natureza e até fatos aparentemente simples do cotidiano costumam despertar nos alunos:

*“Um bom professor de Ciências? Acho que é aquele que consegue despertar a curiosidade no aluno. Abre os olhos dos alunos para o ambiente e os direciona para o trabalho científico. Acho que o maior trabalho do professor é o direcionamento que ele dá ao estudante. O despertar dele, fazer com que ele tenha interesse na descoberta. Têm alunos que são muito apáticos”. Dra. I.*

*“Um bom professor de ciências ou de qualquer disciplina tem que valorizar a pergunta, estimular seus alunos a tirarem suas dúvidas, instigar a curiosidade, a pesquisa, à descoberta. Eu tenho uma história ótima, sobre um professor de geografia, no 1º ano do 2º grau. A primeira aula dele foi sobre a água, ele não era de Rezende, era de Volta redonda, fumava o tempo inteiro. Um dia falou assim: a água pode ser doce, e pode ser salgada”. Eu levantei a mão e perguntei: “por que água do mar é salgada?”. E ele ria. A turma ria. “Seu idiota! Pense antes de perguntar. A água do mar é salgada porque tem sal. ” Então “perguntei:” Mas de onde vem o sal?”Ele cada vez mais irritado:” O sal é o sal. Como o sal de cozinha, ora!”“. Eu demorei mais de 15 anos para descobrir que a água do mar é salgada, mas que nem todos os mares foram salgados o tempo inteiro. E na universidade não foi muito diferente. Quando fazia determinadas perguntas que o professor não sabia a resposta ou então sequer conseguia compreender a pergunta, era tratado de maneira muito pejorativa. Eu realmente teria tudo “para não ser um cientista”. Dr. IS*

No relato acima, se percebe que o Dr. IS além de não ser estimulado ao questionamento, ainda era tratado de modo agressivo e pejorativo por seu professor quando ousava expressar suas dúvidas. No cotidiano das escolas, infelizmente ainda existem professores com este tipo de atitude, o que pode ser resultado de vários fatores, incluindo a insegurança conceitual e o receio de admitir que também tenham dúvidas. Considerando-se a formação inicial generalista que a maior parte dos professores de ciências tem (a licenciatura trata um pouco de tudo - genética, ecologia, zoologia etc. - mas sem o nível de aprofundamento do bacharelado em determinado campo), a velocidade com que novos conhecimentos são produzidos e o maior grau de acesso dos alunos a informações por diferentes mídias; é bastante complicado um professor assumir uma postura agressiva porque ainda não soube da nova espécie de caramujo a que se refere seu aluno que assina uma revista de divulgação científica, acessa a internet diariamente ou assiste documentários na TV. Reconhecer que não sabe tudo, entretanto, não exime o professor de procurar atualizar-se para acompanhar

as discussões que a mídia e outras formas de difusão da ciência podem trazer para a escola.

Zanon e Freitas (2007) em seu estudo procuram demonstrar a importância das atividades investigativas e das interações discursivas em sala de aula no ensino de Ciências. Essas atividades podem ser entendidas como situações em que o aluno aprende ao envolver-se progressivamente com as manifestações dos fenômenos naturais, fazendo conjecturas, experimentando, errando, interagindo com colegas, com os professores, expondo seus pontos de vista, suas suposições, e confrontando-os com outros e com os resultados experimentais para testar sua pertinência e validade. Os autores atentam que esses processos de ensino-aprendizagem têm no início da escolarização uma importância ainda maior, pois auxiliam os alunos a atingir níveis mais elevados de cognição, o que facilita a aprendizagem de conceitos científicos. Contudo, lembram que o trabalho investigativo com os alunos das primeiras séries do Ensino Fundamental tem características próprias. Para estes autores, seria inadequado, por exemplo, exigir de esses alunos percorrerem todo o ciclo investigativo, formulando claramente hipóteses sem meio de testá-las. Para Zanon e Freitas (2007):

“Para superar o senso comum e as concepções alternativas dos alunos, é necessário um corpo de conhecimentos mais robusto por parte dos professores e o desenvolvimento de diferentes formas de lidar com os problemas que surgem, algo que eles também irão construindo. Conseqüentemente, cabe ao aluno (aquele que investiga) e ao professor (aquele que orienta a investigação) lidarem com as situações de desequilíbrio e com as capacidades cognitivas, buscando a construção de conhecimentos coerentes com as evidências (empíricas ou não) que vão surgindo nas atividades investigativas. Muitas vezes, as práticas convencionalmente adotadas pelos professores (até mesmo de forma inconsciente) incluem opções metodológicas engessadas e excluem o ambiente propício à realização de questionamentos, observações e experimentos, o que faz com que surjam dificuldades de diferentes origens ao ser efetivada a implementação sistemática de atividades investigativas no ensino.”

Pavão (2005) é outro pesquisador em Ensino de Ciências que em um texto intitulado “Estudantes Cientistas” ressalta a importância do questionamento:

“Por quê? É esta simples pergunta que devemos estimular em nossos alunos. A interrogação deve se tornar um hábito. Começar a fazer ciência é só começar a perguntar. Desta forma, estaremos iniciando a prática científica, descobrindo que a utilização da metodologia de pesquisa se baseia na exploração ativa, no envolvimento pessoal, na curiosidade, no uso dos sentidos, no esforço intelectual na formulação de questões e na busca de respostas. Construir e oferecer respostas, mas, sobretudo, gerar a indagação e o interesse pela ciência, vista como fonte de



prazer, de transformação da qualidade de vida e das relações entre os homens. E sempre alertar para as repercussões sociais do fato científico. Formar cientistas sim, mas o propósito educacional, antes de tudo, deve contemplar a formação de cidadãos, indivíduos aptos a tomar decisões e a estabelecer os julgamentos sociais necessários ao século 21”(p. 3).

Um ambiente de aprendizagem que garanta espaço ao questionamento, também será fértil para argumentação. Queiroz e Barbosa Lima (2004) destacam que argumentos indutivos ou dedutivos são modos de comunicação verbais usados na sala de aula e reconhecem esse ambiente como espaço social de negociação de novos significados, a base da argumentação. As autoras nos lembram que os professores lançam mão de toda uma gama de recursos para recheiar as discussões em aula, cientes de que assim como fazer ciência, também aprender ciência é “falar ciência”, argumentando e convencendo ou sendo convencido.

O Dr. AR, não só destaca o estímulo à pergunta como característica positiva de seus professores marcantes como também a considera essencial para qualquer professor de ciências:

*“Ela partia daquele princípio que eu acho todo professor deve ter: o de estimular a descoberta e a redescoberta. Sempre colocava um assunto em pauta ligado à área de saúde, biologia e nos estimulava a levantar questões. A partir dali ela levava a aula adiante. [...] Eu vejo que quando os alunos trabalham com ciência, querem saber o porquê das coisas. E os professores em geral não trabalham isso. Como exemplo: ao trabalhar a história da ciência, você fala da invenção disso e daquilo, faz o resgate dessa história, do contexto desta produção, como surgiu a hipótese, a comprovação dessa hipótese etc.” Dr. AR*

A fala do Dr. AR abordou um princípio educacional por vezes tratado de modo equivocado ou simplista: o da contextualização. Este princípio, nos currículos escolares implica problematizar o conteúdo a ser ensinado em um contexto, isto é, em um campo do conhecimento, tempo e espaço definidos. Portanto, não representa apenas um tipo de estratégia didática. Tampouco deve estar limitado à dimensão concreta ou local de determinado problema. Ainda que seja algo abstrato ou de alcance global, o conhecimento quando contextualizado é sempre significativo, o que é essencial quando lembramos o quanto o que se aprende na escola parece não ter sentido para os alunos. Como explicam Lima et al. (1999 p. 12):

*“Contextos significativos são aqueles que nos causam estranheza e que exigem novas formulações e explicações, que constituem problemas para a humanidade e que, de alguma maneira, fazem parte de nossa vida. Não se trata, necessariamente,*

do contexto mais próximo. O que está proposto é um olhar de estranheza sobre aquilo que tomamos como simples e corriqueiro e que, conseqüentemente, parece não requerer estudo ou especulação.”

Alguns autores referem-se à contextualização como aprendizagem situada. Para Stein (1998 apud Lopes 2002 p. 2), por exemplo, situar uma aprendizagem significa colocar o pensamento e a ação em um lugar específico de significado, envolver os aprendizes, o ambiente e as atividades para produzir significado. Para este autor todo conhecimento é construído de forma situada, em determinado contexto, de maneira a ser transferido para situações similares. Em sua análise do que denomina discurso curricular híbrido nos Parâmetros Curriculares Nacionais para o Ensino Médio, Lopes (2002 p. 2) afirma que neste documento:

*“[...] a idéia de contextualização também aparece associada à valorização do cotidiano: os saberes escolares devem ter relação intrínseca com questões concretas da vida dos alunos. Falta um sentido mais político ao conceito de cotidiano. Seu entendimento, entretanto, não é restrito como em algumas perspectivas construtivistas que analisam os saberes prévios dissociados de uma interpretação mais ampla do conhecimento escolar. Dessa forma, há uma aproximação da perspectiva crítica de currículo. Salienta-se, por exemplo, como a contextualização deve estar associada ao processo produtivo do conhecimento escolar, por intermédio da transposição didática e da visão de que esse conhecimento não deve ter por referência apenas o conhecimento científico. Essa argumentação fundamenta-se em Chervel e sua concepção de que a disciplina escolar é uma produção intrínseca da escola.”*

Nos relatos dos cientistas entrevistados, saber fazer a articulação do que era ensinado com contextos variados, dando sentido aos conhecimentos científicos, também foi considerado um traço positivo e marcante dos professores como trataremos a seguir.

- Saber contextualizar o conhecimento, articulando ciência com a vida real

Muitos estudos no campo da educação - não limitados ao ensino de ciências - destacam a importância da contextualização do conhecimento nos currículos escolares. No documento que estabelece as Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio - DCNEM (1998 p. 42) lê-se:

*“[...] Contextualizar o conteúdo que se quer aprendido significa em primeiro lugar assumir que todo conhecimento envolve uma relação entre sujeito e objeto. Na escola fundamental ou média o conhecimento é quase sempre reproduzido das situações originais nas quais acontece sua produção. Por esta razão quase sempre o conhecimento escolar se vale de uma transposição didática para na qual a*

linguagem joga papel decisivo. O tratamento contextualizado do conhecimento é o recurso que a escola tem para retirar o aluno da condição de espectador passivo. Se bem trabalhado permite que, ao longo da transposição didática, o conteúdo do ensino provoque aprendizagens significativas que mobilizam o aluno e estabeleçam entre ele e o objeto do conhecimento uma relação de reciprocidade. A contextualização evoca por isto áreas, âmbitos ou dimensões presentes na vida pessoal, social e cultural, e mobiliza competências cognitivas já adquiridas.”

Vemos no texto acima, a relação entre contextualização e transposição didática. Assim, considero importante neste ponto resgatar Chevallard (1998). Em seus estudos acerca do conceito de transposição didática, este autor defende a idéia de que os objetos de conhecimento passam por transformações que os transformam em objetos de ensino. Estas transformações por transposição didática, seriam feitas por diferentes atores em diversas instâncias sociais relacionadas com a educação, tais como órgãos oficiais de educação, universidades, pesquisadores, professores, divulgadores etc. tornando acessíveis os conhecimentos. Segundo Chevallard, o ‘saber sábio’, ao se transformar em ‘saber ensinado’, é descontextualizado, naturalizado, despersonalizado e descontemporaneizado. O saber científico é referência principal para o saber ensinado, entretanto, ao ser transposto, um novo saber é produzido, o que indica a existência de produção de conhecimento no espaço escolar.

Develay (1987 apud Marandino 2005 p. 168), focalizando o conceito de memória em sua pesquisa sobre a transposição didática em ciências biológicas, analisa o processo de escolha da referência para o estabelecimento do saber sábio. Este autor afirma que o saber sábio não é produto de um indivíduo isolado, mas de equipes alocadas em diferentes laboratórios, ou fruto de discussão em congressos e simpósios. Destaca ainda, a que a transposição didática varia nos diferentes níveis de ensino, e se constitui de várias etapas de transposição de saberes. Ao analisar um conceito pertencente às ciências biológicas, Develay afirma que a transposição didática conduz a um processo de dogmatização que poderia ser explicado por três razões: a de natureza sociopolítica, relativa à visão neutra e universal que a ciência assume em nossa sociedade; a de cunho institucional, relacionada aos processos de transposição, determinados pelas instituições e pelos atores envolvidos na seleção dos conteúdos; e as razões epistemológicas, que dizem respeito às especificidades das ciências biológicas, no que tange à sua complexidade e à noção de causa. Ao acentuar os aspectos epistemológicos

envolvidos na transposição didática, particularmente da biologia, o trabalho de Develay contribui ao contestar o lugar do saber sábio como referência única e hegemônica da produção do saber escolar.

O texto das DCNEM (1998 p. 52) dá exemplos das conseqüências do tratamento descontextualizado do conhecimento científico pela escola:

“[...] A adolescente que aprendeu tudo sobre aparelho reprodutivo mas não entende o que se passa com seu corpo a cada ciclo mensal não aprendeu de modo significativo. O mesmo acontece com o jovem que se equilibra na prancha de surfe em movimento mas não relaciona isso com as leis da física aprendidas na escola. [...] Pesquisa com jovens de Ensino Médio revelou que estes não vêem nenhuma relação da química com suas vidas nem com a sociedade, como se o iogurte, os produtos de higiene pessoal e limpeza, os agrotóxicos ou as fibras sintéticas de suas roupas, fossem questões de outra esfera de conhecimento, divorciadas da química que estudam na escola. No caso destes jovens a química aprendida na escola foi transposta do contexto de sua produção original, sem que pontes tivessem sido feitas para contextos que são próximos e significativos. É provável que por motivo semelhante muitas pessoas que estudaram física na escola não conseguem entender como funciona o telefone celular. Ou se desconcertem quando têm de estabelecer a relação entre o tamanho de um ambiente e a potência em “BTUS” do aparelho de ar condicionado que estão por adquirir[...]”

Ainda na análise da transposição didática feita por professores de ciências, podemos citar Brockington e Pietrocola (2004) que analisaram em seu artigo os requisitos necessários para a inserção de elementos de Mecânica Quântica nas aulas do Ensino Médio. Os autores apontaram neste artigo, alguns elementos que questionam a aplicabilidade das “regras” de transposição didática aos temas da “nova” Física. Segundo eles, é possível introduzir conteúdos modernos através de uma transposição didática centrada em atividades que tenham uma maior ênfase na argumentação de cunho filosófico, privilegiando o debate e as características mais qualitativas do conhecimento. Essa perspectiva seria capaz de contornar os obstáculos gerados pelas representações probabilísticas e pelo formalismo matemático, inerentes à Física Quântica. Contudo, os autores alertam que este tipo de atividades encontra resistência no ensino tradicional. Como afirma Alves-Filho (2000 apud Brockington e Pietrocola 2004 p. 2):

“De fato, observa-se que os objetos de ensino que permitem a elaboração de exercícios e problemas, são mais valorizados no espaço escolar, em detrimento daqueles que ficam restritos à argumentação teórica”. (2000, p. 238)

Como sugestão de atividades que viabilizem a introdução da Física Moderna nos currículos de ciências, pode-se citar Alvetti (1999), que propôs a utilização dos artigos de divulgação sobre tópicos de física moderna e contemporânea, em particular da revista *Ciência Hoje*, na formação inicial e continuada de professores de Física. Ele discute que a apropriação de tais textos pelos professores seria fundamental para a inserção dos mesmos no Ensino Médio uma vez que são poucos os materiais didáticos disponíveis sobre física moderna e contemporânea. Brockington e Pietrocola (2004) ressaltam que de alguma forma, os professores de Física, os autores de livros didáticos, os formuladores de programas curriculares, os dirigentes escolares, os pais de alunos, devem ser capazes de se libertar das regras de sobrevivência que geraram o Saber Escolar tradicional. Para estes autores, esse novo Saber Escolar deve ser avaliado em termos da motivação que ele gera e de seu sucesso entre os alunos. Mas atentam que o sucesso deve também ser visto no sentido de entendimento, prazer e significação e não apenas em termos de adaptabilidade.

A importância da contextualização do conhecimento, do professor buscar a articulação do que é ensinado com a vida real, e o entendimento e prazer dos alunos como consequência, transparece nas falas dos cientistas ao lembrar as aulas de seus professores marcantes. Ao fazer esta contextualização é preciso ter cuidado para não cair em uma abordagem simplesmente utilitária da ciência, o que levaria o professor a restringir a articulação dos conteúdos ao cotidiano imediato do aluno. Contextualizar implica dar significado, mas não necessariamente ficar no nível da exemplificação, do que é mais próximo ou concreto. Ampliar o quadro de referências do aluno é essencial para que ele possa transitar em contextos próximos e distantes, relacionando problemáticas locais (como o lixo no bairro) com as globais (como o agravamento do efeito estufa). Já presenciei em muitas reuniões com colegas professores, uma tendência em querer ensinar ciências para alunos pobres de uma maneira pobre, tanto pedagogicamente como conceitualmente. Como se ao aluno da escola pública da Baixada Fluminense (como eu mesma fui) não fosse importante discutir biotecnologia, mas apenas as formas de prevenção de verminoses e gravidez. Considero este um comportamento perverso, em função do seu poder excludente e sua base preconceituosa.

Neste sentido, é importante resgatar o que diz Oliveira (1998 p. 17) em um trabalho onde analisa o discurso de professoras de séries iniciais:

“O dizer desta professora, ao mesmo tempo em que evidencia a necessidade de conhecimentos sobre a realidade extra-classe do aluno, de modo a permitir a desejada “prática pedagógica crítica”, sugere a imagem do aluno como aquele que não tem condições de apreender o conteúdo programado. O conhecimento da realidade da comunidade conduz à necessidade de diminuir a quantidade de conteúdos que será ministrado aos alunos. (. . .) De um lado, os efeitos de sentido do discurso em construção implica na existência de outros tipos de conhecimentos, que não aqueles aprendidos na escola, o conhecimento do senso comum, ou mesmo do bom senso, como diria Gramsci (1948). Mas, junto a este implícito, instaura-se um silenciamento que desqualifica a função social primeira da escola, como o espaço institucional, responsável pelo processo sistematizado de produção e apropriação do conhecimento científico”.

Quando atuo em programas de formação continuada de professores, promovo a discussão sobre o problema levantado acima por Oliveira (1998). As concepções iniciais, o senso comum do aluno, devem ser ponto de partida, mas a escola tem a responsabilidade de levá-lo a avançar além deste ponto. Costumo dizer que não é problema a criança chegar à escola achando que “rato velho vira morcego” ou que “mulher menstruada não pode fazer bolo senão ele sola”. O problema é ela passar pela escola, assistir aulas e aulas de ciências e continuar achando isto. Concordo, portanto, com Lima et al. (1999 p. 12) sobre o equívoco de tomar o cotidiano como sinônimo de senso comum e não sairmos deste nível. Para estes autores, um desafio que se apresenta ao ensino de ciências neste sentido consiste justamente em transformar o cotidiano em objeto de investigação e pesquisa. Assim, alertam:

“Pensar o ensino de ciências em íntima conexão com o cotidiano não significa ficarmos no nível do senso comum. O senso comum há que ser explicitado, problematizado e retificado (Bachelard, 1996/1938). É preciso ultrapassar a idéia de ciência fácil, simples e em continuidade com o senso comum. Entrar na cultura dos cientistas implica em conhecer uma outra forma de pensar, falar e de explicar o mundo cotidiano (Driver, Asoko, Leach, Mortimer, Scott, 1994).”

Verifica-se que no afã de construir uma prática docente mais crítica, menos reprodutivista e, portanto menos centrada na “transmissão de conteúdos”, os professores, principalmente em razão da fragilidade de sua formação, acabam por cair no outro extremo: um currículo esvaziado de conteúdos, que promove espaço

para debates sem, entretanto, instrumentalizar o aluno para deles participar de modo qualificado e crítico. Assim, concordando com Oliveira (1998, p. 24):

“Os professores enredam-se na teia da voz da importância da prática, e neste processo desqualificam os conteúdos, os quais, ora são associados a uma pedagogia tradicional, ora são “coisificados”, e ora devem estar vinculados à realidade do aluno. Parafraseando-se e às outras vezes que permeiam seu discurso, a professora, reforça e repete o sentido que vem sendo construído de que a prática que enfatiza a transmissão de conteúdos é tradicional, não-reflexiva, e que a prática crítica é aquela que cria condições para o exercício da cidadania, tornando a sala de aula um local de debates. E, mais uma vez silencia-se sobre a possibilidade de que os conteúdos disciplinares forneçam subsídios para tais debates (...).”

As DCNEM (1998 p. 46) também reforçam o alerta contra a abordagem equivocada de uma contextualização reducionista:

“[...] É possível generalizar a contextualização como recurso para tornar a aprendizagem significativa ao associá-la com experiências da vida cotidiana ou com os conhecimentos adquiridos espontaneamente. É preciso, no entanto cuidar para que essa generalização não induza à banalização, com o risco de perder o essencial da aprendizagem escolar que é seu caráter sistemático, consciente e deliberado. Em outras palavras: contextualizar os conteúdos escolares não é liberá-los do plano abstrato da transposição didática para aprisioná-los no espontaneísmo e na cotidianidade. [...]”

Considero, portanto, muito positivo o fato das falas retratarem uma preocupação legítima por parte dos cientistas em aproximar a ciência do cidadão comum, no caso o aluno. Como pode ser ilustrado com as falas a seguir:

*“Eu me lembro claramente do meu professor dando aula de química sobre sabão”. Lembro-me dele contando “quando eu era menino eu queria saber qual era o efeito do detergente”. Ai tinha uns patinhos lá na casa do meu pai, em uma lagoa. Eu coloquei detergente na água e isto dissolveu o “sabãozinho” do patinho, que afundou e morreu. E não é que eu entendi como que era?! ”Ele contava essas histórias para a gente..” Dr. A*

*“Eu acho que a “coisa” “tem que sair da sala de aula e motivar em termos práticos”. Esse tipo de Ciências, seja experimental na área física, seja na área mais de Ciências naturais, deveria motivar o aluno. Tem que dar exemplos. Tem que fazer o aluno entender o ambiente onde ele está. Pegar as coisas que existem próximas e mostrar:” isso aqui é uma rocha do embasamento cristalino, que é a base é formado por fosfato, mica, quartzo e mais alguns minerais. ”Ou seja, trabalhar a parte teórica sim, mas não ficar só nisso. Não pode começar a encher logo a folha ou o quadro negro de equações e fórmulas químicas.. Química? Tem que ir ao laboratório. Comece com uma coisa simples: como é que se faz uma mistura. Uma vez me perguntaram o que era um ácido. Eu achei uma pergunta absurda. Simplesmente porque decorar aquilo não tem significado algum. ” Dr. D*

*“O Waldir era uma pessoa muito interessante, no sentido de motivar, de falar coisas interessantes como a aplicação da ciência no cotidiano. Isso marcou.” Dr. LC*

Nas memórias do Dr. MP também é ressaltada essa característica na prática de seu professor de Química:

*“Nós aprendemos a fazer misturas. Vimos que era o ácido cítrico com bicarbonato. Vimos que era uma reação ácido-base. E nós usamos na prática colando o açucareiro.”*

O Dr. MP, atento ao caráter reducionista de uma visão utilitária, instrumental e imediata da pesquisa científica, faz uma interessante observação em seu relato ao lembrar que nem sempre seus professores mostravam a aplicação imediata do conteúdo ensinado em ciências:

*“Têm coisas que você pode mostrar uma aplicação imediata ao aluno para estimular. Mas têm outras que é importante que não vejam uma aplicação imediata mesmo, para verem que na produção do conhecimento a aplicação pode não ser vista no mesmo momento, você só vai perceber depois.”*

Também em seu relato, o Dr. MP, destaca como a prática docente de um professor, preocupado em contextualizar e fazer articulações interdisciplinares tornava interessante até mesmo o estudo de Organização Social e Política Brasileira (OSPB), disciplina obrigatória por decreto no currículo escolar brasileiro a partir de 1969, juntamente com a disciplina de Educação Moral e Cívica. Como lembram Menezes e Santos (2002), ambas, EMC e OSPB, foram adotadas em substituição às matérias de Filosofia e Sociologia e ficaram caracterizadas pela transmissão da ideologia do regime autoritário militar ao exaltar o nacionalismo e o civismo dos alunos. O professor do Dr. MP abria espaço para reflexão e análise, em uma disciplina que tradicionalmente caracterizava-se por privilegiar o ensino de informações factuais:

*“Eu me lembro que a gente tinha turma de OSPB. Era uma disciplina pra você saber especificamente dados exatos. Tipo: a lei tal, o que diz o dispositivo etc. Então não tinha muita graça no sentido de decorar aquilo. E eu me lembro que o mesmo professor que dava OSPB, também lecionava geografia. Ele montava a coisa de um jeito, colocando situações que faziam com que você questionasse a necessidade de haver um dispositivo legal pra regulamentar aquilo, depois ele mostrava qual era. Então, acho que o melhor modo de se conseguir mostrar pro aluno a importância de aprender uma coisa que ele pode não estar interessado naquele momento, é o professor conseguir mostrar o porquê disso, qual é a ciência disso com tarefas bem criativas.”*



Os rituais escolares impregnados da atmosfera “cívica” dos anos 70 deixaram outras marcas no Dr. MP:

*“O contexto histórico do período em que estudei me influenciou em querer ser cientista, não exatamente pela produção científica da época. Foi sob o ponto de vista de formação mesmo. Em 1979- 80, na minha 1ª série e 2ª série do 1º grau, o diretor da Escola Municipal era um ex-general do Exército. Ele fazia – era regra entre as escolas municipais - a forma de turma com o hasteamento da bandeira. Aquilo me impressionou muito. Essa sensação de nacionalismo e patriotismo cresceu muito forte em mim. Essa idéia de que nós estávamos ali para estudar e construir um país melhor”.*

O Dr. AR, lembra que apesar de “correr” para cumprir o extenso programa, sua professora de ciências procurava tornar as aulas interessantes, contextualizando o que era ensinado sempre que possível:

*“Apesar daquele monte de requisitos que ela tinha a cumprir do programa, era gostosa a maneira como passava. E cobrava tudo que falava dentro da sala de aula. Era uma coisa interessante, bem gostosa de absorver, mas você tinha que estudar. Tinha que se voltar para os livros. Era a maneira natural que ela tinha de fazer todo mundo estudar para as provas dela. ”*

Observa-se também na fala do Dr. AR, que o uso de termos como “passava” e “absorver conteúdos” revelam a forma como a aprendizagem era vista pela maioria das pessoas. Esta visão do professor transmissor é característica do que Freire (1975) chamou de “educação bancária”, onde o procedimento metodológico de ensino privilegia o ato de repetição e memorização do conteúdo ensinado. Nesta perspectiva, o docente, figurativamente, por meio de aulas expositivas, “depositaria” na cabeça do aluno conceitos a serem exigidos, posteriormente, na avaliação, quando então, poderia obter o “extrato” daquilo que foi efetivamente “depositado”. Percebemos no relato do Dr. AR que esta visão de educação bancária deixou marcas nele como aluno, e transparece mesmo quando se refere a uma professora que procurava romper com este paradigma do “aluno – esponja” ou do “aluno-depositário”.

Acerca desta aproximação da ciência ensinada na escola e o aluno, Chassot e Oliveira (1999) discutem que relevância existe em ensinar os nomes científicos dos microorganismos se não prepararmos este aluno para ações que melhorem as condições de saneamento no bairro? Para que aprender taxonomia se não houver um investimento em atitudes de respeito à vida dos seres vivos? Para que calcular velocidade média se não aproveitarmos para debater o papel de cada um no

trânsito? Os autores alertam que um ensino de Ciências pautado na memorização e cálculos sem qualquer significação para o aluno tem reduzido a ciência a um estudo de nomes e fórmulas distanciados da vida. Tal imagem, ainda segundo os autores, tem contribuído para a consolidação de uma concepção de cientista como um alienado da sociedade, sem sentimentos e preocupações sociais:

*“Se o nosso aluno vier a ser um cientista no futuro, que preocupações terá com a sociedade, se em nenhum momento vinculamos a ciência com a sociedade? Como esperar que os alunos possam aproveitar o desenvolvimento tecnológico para aumentar sua participação na sociedade se a ciência que lhes é ensinada nada tem a ver com a sua vida?”.* (Chassot e Oliveira, 1999, p. 262)

Neste esforço de aproximação, as iniciativas dos seus antigos mestres, em propor situações de aprendizagem diversificadas em meio a currículos homogeneizantes e dentro de realidades marcadas por vezes pela carência de recursos materiais, são valorizadas nos relatos dos entrevistados, como veremos a seguir.

- Usar a criatividade para propor atividades instigantes e valorizar os diferentes tipos de linguagens

Diversos estudos exploram o papel das imagens no ensino-aprendizagem de Ciências. Estes estudos mostram que além da importância como recursos para a visualização, contribuindo para a inteligibilidade de diversos textos científicos, as imagens também desempenham um papel fundamental na constituição das idéias científicas e na sua conceitualização. O trabalho de Gouvêa, Martins e Piccinini (2005) cita que na literatura nacional e internacional encontramos exemplos de resultados desses estudos que incluem a idéia de que imagens são mais facilmente lembradas do que suas correspondentes representações verbais e o efeito positivo de ilustrações na aprendizagem dos alunos; documentam o papel da imagem na aprendizagem, entre eles, modelos que analisam texto, imagem e suas inter-relações e analisam as expectativas de autores e leitores acerca da imagem. As autoras também relatam trabalhos nos quais imagens foram analisadas no contexto da legibilidade de livros didáticos e os que fazem comparação entre apresentações em papel e tela de computador. Análises de imagens em livros didáticos, de leituras de imagens por estudantes e de usos em sala de aula também foram investigadas, a partir de um quadro teórico da semiótica social, revelando

engajamentos culturais, afetivos e estéticos. Outros estudos apresentam dados acerca da valorização pelos professores sobre as imagens no livro como critério para escolha dos mesmos e análises do potencial didático e dos limites da imagem como facilitadoras da aprendizagem do ponto de vista cognitivo. Verifica-se que, na prática de seleção dos livros didáticos, a qualidade gráfica prevalece ao conteúdo. Em geral, figuras, os gráficos, diagramas e esquemas nos livros didáticos de Ciências são utilizados para facilitar a compreensão dos conteúdos teóricos.

Carneiro (1997) afirma que as imagens sem dúvida podem constituir bons recursos para facilitar a aprendizagem dos conhecimentos, mas alerta que deve ser compreendida a relação entre o texto escrito e as figuras, as quais também têm por vezes um caráter científico. Verifica-se que nos livros didáticos do Ensino Fundamental muitas vezes a relação texto/ilustração está invertida, com a ilustração sendo supervalorizada em detrimento das funções dos textos escritos na aprendizagem. Não se pode ignorar que as ilustrações podem constituir-se em obstáculos epistemológicos quando reforçam as idéias do senso comum e dificultam a construção do conhecimento científico (Bachelar, 1995), o que exige, portanto cuidado no seu uso e exploração no aprendizado de ciências.

Considerando-se a imagem como um tipo de texto, construído em uma linguagem não verbal, também é relevante verificar que o papel da linguagem no ensino e na aprendizagem tem sido cada vez mais privilegiado nas pesquisas em Ensino de Ciências. Em especial, na pesquisa deste campo, pode-se constatar um interesse crescente sobre a natureza das interações em sala de aula, realizando análises da estrutura e dinâmica da comunicação no processo de construção de conhecimentos científicos (Machado, 1999; Mortimer, 2000; Sutton 1997; Matins et al, 1999; Galagovsky, 1998; Sutton, 2003 apud Corazza-Nunes et al. 2006 p. 524). Nesta linha de pesquisa, vários estudos têm enfatizado o papel da linguagem como ferramenta de interpretação e construção dos conhecimentos científicos. A linguagem é um dos aspectos essenciais a serem considerados no ensino, uma vez que para a compreensão, ou seja, para a apropriação do conceito, é necessário que a memorização da palavra seja ultrapassada, alcançando o seu significado.

Um outro aspecto a considerar no campo das linguagens e ensino de ciências diz respeito às informações científicas veiculadas pela mídia. Uma pesquisa realizada por Sganzerla et al. (2004 apud Corazza-Nunes et al. 2006 p.

523), evidenciou que muitos estudantes universitários apresentam dificuldades em emitir opiniões esclarecidas em relação aos atuais avanços científicos e biotecnológicos. Outros estudos, envolvendo alunos da etapa final da Educação Básica identificaram que muitos deles apresentam idéias sincréticas em relação aos seres vivos, células, material genético e outros conceitos (Pedrancini et al. 2004 apud Corazza-Nunes et al. 2006 p. 523). Ao serem solicitados, por exemplo, a explicarem o que são organismos transgênicos e falarem sobre as vantagens e desvantagens dessa biotecnologia, a maioria dos alunos que participou da pesquisa se limitou a reproduzir a linguagem veiculada pela mídia, sem demonstrar a compreensão do conceito. Para Corazza-Nunes et al. (2006) isso pode ser um indício de que a aprendizagem de conhecimentos científicos que ocorre durante a escolaridade básica está sendo insuficiente para possibilitar aos alunos o desenvolvimento e, por conseguinte, a utilização dos conceitos como instrumentos do pensamento em situações que extrapolam o contexto escolar.

Professores de ciências, particularmente quando trabalham em sala de aula os conteúdos da Biologia, utilizam com grande frequência o quadro de giz para fazer desenhos e esquemas como facilitadores da aprendizagem. Ao longo da minha carreira docente, vi por diversas vezes alunos elogiando o “quadro” de professor fulano. Meus alunos sempre solicitavam e elogiavam minhas iniciativas em fazer desenhos de células, rins, embriões e outras estruturas que só se “concretizavam” aos seus olhos deste modo, em conjunto com as imagens dos livros didáticos. Quando possível, a maioria dos professores de ciências utilizam vídeos, transparências e outros recursos que têm como foco a imagem. A capacidade de fazer bons desenhos como sendo uma característica do bom professor de Ciências já foi sinalizada em entrevistas feitas com alunos em outros estudos tais como o de Carrijo (1999). Nas lembranças dos cientistas entrevistados, estas estratégias e em muitos a “aptidão artística”, também deixaram marcas:

*“Acima de tudo o que nos encantava era que ele desenhava. As imagens são uma forma fantástica de fazer o jovem se interessar por algo. Gomes desenhava muito bem e nos fazia desenhar. Eu desenhava muito bem. Nunca consegui jogar fora os cadernos daquela época. Eu desenhava, aprendia, e achava lindo o mundo.” Dra. B*

*“O desenho estimula a imaginação. E em Ciências têm muita imaginação embutida. Talvez em mais de 50% dos casos seja imaginação que faz com que surjam as teorias. Isso de olhar para a folha de papel, projetar na cabeça e*

*imaginar como concretizar aquilo com traços. Eu passava a aula inteira desenhando! [...] Meu professor de Ciências do colégio jesuíta fazia ótimos desenhos da natureza – era um excelente desenhista – e mostrava tudo para a turma. E eu sempre gostei muito de fazer desenhos naturalistas” Dr. A*

*“Ele desenhava.. Desenhava como ninguém. Então aquilo foi me encantando!” Dra. SZ*

O desenho não tem valor apenas no aspecto didático. Ele é um tipo de registro particularmente importante no trabalho científico. Os entrevistados, ao tornarem-se cientistas, viram-se desafiados a vencer dificuldades neste tipo de habilidade, valorizada nas lembranças dos professores marcantes, para realizarem seus trabalhos. É o que relata o Dr. AE:

*“Eu acho que há pessoas que têm mais habilidade para arte, música, pintura etc. Mas mesmo nesse campo que depende mais de sensibilidade, pode-se aprender. A minha habilidade para pintura e desenho é zero, meus desenhos são péssimos, mas no meu trabalho como cientista tive que desenhar, porque todo entomologista desenha. Fui obrigado a aprender a desenhar”*

Na fala da Dra. J registrada abaixo, a frase grifada chama a atenção para a grande diferença que um bom professor faz quando as aulas são sempre expositivas ou “teóricas”. Na falta de outros recursos que motivem e prendam a atenção do aluno, o professor em geral conta apenas (?) com sua voz, o quadro de giz e às vezes o livro didático. Esta é a realidade da maioria das escolas brasileiras.

*“Tinha muitos desenhos, não tanto quanto no primeiro grau. No primeiro grau tinha mais essa área.. Por conta dessa preocupação com vestibular- eu não fiz curso profissionalizante- era do científico, as aulas eram mais tradicionais. Não tinha atividade prática, só aulas teóricas. Então era fundamental que o professor tivesse uma boa didática. Ele desenhava muito. Isto dava muito mais graça às aulas.” Dra. J*

Em tempos de novas Tecnologias da Informação e Comunicação, percebe-se que o quadro de giz (e até o moderno quadro branco), vem sendo substituído gradativamente em salas de aula (de espaços educacionais privilegiados financeiramente) por lousas digitais e pelo *data-show*. Sem negar o potencial didático destas tecnologias, é preciso estar atento para a impessoalidade que pode advir do seu uso exclusivo ou exagerado. Dráuzio Varella<sup>25</sup>, médico brasileiro,

25 “In: “Salva de palmas” - Jornal Folha de S. Paulo” publicado em 18/03/2006

muito conhecido por trabalhos na mídia, fala de suas impressões a este respeito, no âmbito da prática docente:

*“No quadro o giz desenha imagens criadas em tempo real com o raciocínio desenvolvido pelo professor [...]. Os recursos audiovisuais modernos projetam a informação de forma impessoal, muitas vezes antecipadamente às palavras do expositor, de modo que a tela iluminada compete com ele e monopoliza a atenção da platéia. O audiovisual, método útil, porém complementar, rouba a cena do protagonista; enquanto o quadro-negro é o palco no qual ganham vida os pensamentos daquele que ensina [...]. O bom professor é um ator emocionado com o texto que pretende ensinar. Ele procura fazê-lo de forma obstinada, de frente para seus discípulos, se possível em pé, com voz firme e olhar determinado, fixo nos olhos deles para perscrutar como reagem seus espíritos a cada palavra pronunciada. É possível criar essa magia com um ser falando no escuro, relegado ao papel de coadjuvante de uma tela de plástico na qual se desenrola a ação?”*

Na fala do Dr. DI, também transparece a preocupação das aulas passarem a ter o formato de palestras ou conferências, onde a interatividade aluno-docente e aluno-aluno é prejudicada não só pelo tipo de recurso audiovisual privilegiado, mas também pelo número excessivo de alunos em sala:

*“As turmas foram crescendo, então hoje existem classes de 50, 60 alunos. Já começamos a ver a relação aluno-professor diferente do que era antes. Hoje se muda de uma aula para uma palestra. E em uma palestra não tem como o aluno perguntar, às vezes tem uma pergunta ou outra, mas a frequência de perguntas não vai ser a mesma, até porque existe a inibição pelo volume de pessoas. E você vai ter que ter uma habilidade de apresentação grande quanto mais pessoas tiverem na sala, quase como um conferencista.”*

Os vídeos, também considerados como textos que possuem uma linguagem própria e produzem diferentes discursos relacionados aos discursos científico e escolar (Martins et al. 1999), também estavam presentes embora em menor frequência, nos momentos que tornavam as aulas de seus professores mais interessantes:

*“O professor “passava” cineminha, o que na época quase não existia. Eram vídeos sobre gestação, aborto.. essas coisas estimulam a pessoa a ter curiosidade”. Dr. R*

Já que este estudo também aborda a imagem do cientista construída pela escola e práticas docentes, ao discutirmos a importância da diversidade de linguagens no ensino de ciências, pode-se citar o estudo de Reis e Galvão (2006 p. 213), que utilizou histórias de ficção científica redigidas por turmas do 11<sup>o</sup> ano

em Portugal para análise e discussão sobre as concepções que alunos deste segmento de ensino têm acerca dos cientistas. Os autores contam que das entrevistas com esses alunos depreende-se que:

“A maioria das suas aulas de ciências naturais assume um caráter expositivo, factual e monótono, sendo marcada pela ausência de discussão sobre questões sociocientíficas recentes ou de outras atividades práticas. Esta prática de sala de aula, para além de não incluir a abordagem explícita de aspectos da natureza da ciência, acaba por veicular uma imagem da ciência como conjunto de conhecimentos estáticos e definitivos onde não existe lugar para a dúvida, a incerteza e a discussão”.

O estudo citado mostrou ainda que entre os alunos participantes foi notória a existência de conhecimentos bastante rudimentares e muito pouco claros acerca da atividade científica, o que evidencia para os autores a falta de intervenção da escola no ensino explícito de aspectos processuais da ciência. Para estes pesquisadores:

“O conjunto de concepções estereotipadas e a falta de conhecimentos sobre os contextos e os processos de produção e validação da ciência, evidenciados pelos alunos, salientam a necessidade de uma educação científica menos factual e mais contextualizada – que não isole a ciência, a tecnologia e os contextos sócio-culturais da sua produção – onde se possa discutir criticamente a produção da ciência contemporânea com os seus diferentes aspectos processuais e questões políticas, económicas, sociais, ambientais e éticas que suscita” (Reis e Galvão, 2006 p. 217).

Assim, no âmbito da discussão acerca do uso de múltiplas linguagens no contexto de sala de aula, utilizar enredos de histórias de ficção científica redigidas pelos alunos – envolvendo perspectivas diversificadas sobre a atividade científica – poderá constituir um catalisador bastante eficaz de reflexão sobre o empreendimento científico e de aprendizagem dos processos e da epistemologia da ciência. Para Reis e Galvão (2006) uma atividade deste tipo poderá representar um elemento importante em um ensino que não se restrinja aos aspectos factuais e que inclua os aspectos sociais da ciência associados a temas que os alunos consideram atuais, interessantes e relevantes. No contexto deste estudo, quando se discute o quanto e como a prática de professores de ciências pode influenciar aluno na escolha da ciência como profissão, uma atividade que valorize textos e linguagens diferentes das tradicionalmente utilizadas nas escolas, estimule a criatividade e argumentação dos alunos e que ao mesmo tempo colabore para

quebra de estereótipos acerca da ciência e dos cientistas, representa especial potencial pedagógico.

Na fala da Dra. I destaca-se a ação do professor que usa a criatividade e consegue estimular o aluno mesmo na ausência de recursos sofisticados:

*“O trabalho mais interessante que já li na minha vida, que me deixou muito admirada, foi de um pesquisador de abelhas. Ele não usou nenhum equipamento, mas descobriu e interpretou todo o movimento desses insetos, como que elas se comunicam umas com as outras. Tudo isto com um experimento simples, usando diferentes cores, diferentes atrativos. Na ciência, com o avanço da tecnologia hoje, é importante que em determinado ponto você tenha equipamentos para seguir adiante, mas nada impede que também se descubram coisas com material muito simples. Para fazer esse trabalho com o estudante não precisa de equipamento caro. Para despertar o interesse, fazer o aluno ficar curioso, não há necessidade de ter grandes equipamentos. Às vezes uma experiência bem bolada, simples, pode levar o aluno a uma descoberta, e atingir esse nível muito mais facilmente do que se estivesse olhando num microscópio ou usando um equipamento caro. ”*

Contudo, veremos a seguir, que a criatividade em propor situações didáticas diversificadas e instigantes tinha sua eficácia na aprendizagem dos alunos ligada à acessibilidade demonstrada pelos professores marcantes em relação a eles. Além disso, ao expressar o que consideram bons professores, os entrevistados destacaram a importância de estes assumirem-se também como constantes aprendizes. É o que abordaremos a seguir.

- Não assumir o papel de detentor absoluto do saber, demonstrando autonomia para continuar a aprender e ser acessível aos alunos.

Mais que o completo domínio do conhecimento da disciplina, os relatos mostram que se espera do bom professor a autonomia para continuar aprendendo, admitir que não sabe tudo e buscar conhecimento:

*“O bom professor deve ter a capacidade de envolver o aluno. É fundamental a relação dele com o conhecimento, de poder construir junto. Talvez o que falte para um professor chegar a isso, não seja nenhuma disciplina específica, mas sim um estágio dentro de um laboratório de pesquisa onde fosse dado a ele qualquer problema, mas que ele tivesse que resolver. Porque se você resolve um, pode resolver todos. Você aprende a pensar. A procurar. Desenvolve autonomia”. Dra. D.*

*“Eles eram muito acessíveis e simpáticos. Passavam a idéia de saber o que estavam falando. Admitiam que não sabiam tudo, embora soubessem bastante, eles admitiam.. Até o de química, eu me lembro uma vez, disse: isso eu não sei, vou pesquisar, e realmente ele trouxe depois. “ Cientista ER*



Sobre este aspecto, outros entrevistados relembram seus professores:

*“Eu não sei se ele tinha mais ou menos conhecimento do que os outros professores que estavam lá. Talvez tivesse até mesmo menos, mas ele tinha muita humildade com o que não sabia. A relação dele com o conhecimento eram coisas tão boas, que ele não precisava provar nada pra ninguém. Era sem vaidade, chegava a ser lúdico, meio infantil.” Dra. D*

*“O Waldir era muito simpático, muito receptivo, muito amigo dos alunos e isso foi legal, ele não era distante, e falava muitas coisas que eram interessantes, bem diferentes do ensino maçante. Isso foi bom, foi marcante”. [...] Dr. LC*

Além deste professor, o Dr. LC destacou em suas lembranças professores que demonstravam bastante conhecimento e nem por isto mostravam-se vaidosos ou inacessíveis. É interessante verificar que no seu relato, este traço positivo refere-se aos professores mais experientes:

*“Os professores de física, mais experientes, eram melhores professores, tinham um lastro maior. Não eram apenas professores didáticos. O prof. Martins, que já morreu tinha uma formação sólida e era didaticamente muito bom. E não eram vaidosos não, eles eram resolvidos, eram pessoas muito legais de trato e você sentia consistência, comparativamente com outros professores, principalmente com os mais jovens. Eu não tinha condição na época de fazer essa avaliação que estou fazendo agora, mas guardei essas impressões comparativas.”*

O Dr. F. destaca como positiva esta ausência de vaidade e acessibilidade em seu professor de ciências, embora este fosse detentor de título muito além do exigido para a docência no Ensino Fundamental:

*“O que eu achava um barato nele, além da paixão pelo trabalho era uma cultura geral muito grande. Intelectualmente ele era diferenciado. Mas ele não fazia como muitos professores, de ficar valorizando títulos. Naquela época, naquela escola existiam dois professores que eram PhDs. Ele era um deles. Era uma pessoa muito simples. Os títulos não os tornavam pedantes. Isso chamava atenção da minha turminha : Os mais qualificados eram justamente os mais simples, que sempre tinham um tempo pra conversar com a gente.”*

Também o Dr. MP lembra da acessibilidade e ausência de vaidade como características de seus professores, reconhecidamente qualificados. E destaca que apesar da abertura para o diálogo, havia formalidade no trato com os professores e valorização a disciplina:

*“A grande maioria, naquela época, era de professores universitários. Muitas vezes esses professores com alta diferenciação de formação, às vezes têm dificuldade de dar aula num nível mais elementar. Os meus não. Eram muito acessíveis. É*

*interessante porque uma coisa que sempre foi muito forte na minha escola foi a disciplina. A gente podia falar o que quisesse, mas havia um respeito com o professor que era uma coisa. A gente não ousava chegar para um professor daqueles e chamar de você de jeito nenhum. Mas tínhamos abertura para perguntar o que quiséssemos. Ao terminar a aula, eles podiam ficar uma hora até, tirando uma dívida nossa. ”*

No estudo de Quadros et al. (2005), já citado, com as memórias de licenciandos de Química da UFMG acerca de seus antigos professores, um dos eixos de investigação foi se o interesse pela disciplina teria sido desenvolvido pelo fato de gostar do professor. Alguns dos entrevistados não fizeram referência ao conteúdo ministrado pelo professor de sua memória. Do total de entrevistados (34 licenciandos), 22 fizeram referência, e destes, 12 afirmaram que passaram a gostar da disciplina que o professor lembrado lecionava, a partir das aulas desse professor. Para a análise das referências de memória, os autores classificaram as características descritas sobre o professor da memória em três categorias: afetiva, pedagógica e de conhecimento. Na categoria afetiva foram enquadradas aquelas referências que valorizavam a relação professor-aluno. Incluíram-se aí, então, os itens que se referem à amizade, companheirismo, respeito, entre outras. Professores desta categoria foram descritos como atenciosos, compreensivos, humanos, independente do domínio de sua disciplina. Também estão incluídos os professores que incentivam e orientam os alunos para a vida. Como pedagógicas foram incluídas as características relacionadas ao ensino e a aprendizagem. Nesta categoria foram colocados itens que se referem à metodologia e/ou à forma de explicar o conteúdo, o planejamento de ações, o aproveitamento do tempo, materiais usados, a discussão de temas atuais, entre outros. Entre as características classificadas pelos autores como de conhecimento estão aquelas que se referem ao domínio do conteúdo e ao saber do professor. Os autores do estudo afirmam que inicialmente, tinham como hipótese, que o conhecimento do professor fosse fator importante para que este permanecesse na memória dos alunos. Entretanto, o resultado das entrevistas, evidenciou que o fator afetivo mostrou-se bem mais importante que o saber. Também foram destacadas como marcantes características a manutenção da disciplina em sala, respeito, pontualidade, seriedade, jogo de cintura, humildade, o saber fazer relações com outras áreas do conhecimento, a capacidade de mostrar a importância da disciplina, incentivo e igualdade no tratamento dos alunos.

O Dr. AR fez várias considerações a respeito da relação entre alunos e professores ao lembrar de seus professores marcantes, destacando os momentos delicados desta relação:

*“A gente percebia que eles estavam na sala de aula com prazer, gostavam do convívio com os alunos. Coisa que não vejo tão intenso assim, hoje em dia. Essa coisa da afetividade é complicada, o professor tem que saber como se dirigir ao aluno na hora da ‘ bronca”. Os professores têm dificuldades nisso e minha professora do primário fazia isso muito bem. Ela passava carinho por nós, ao mesmo tempo em que cobrava uma postura correta de cada um. ” D. r AR*

A Dra. SZ admite que seu professor era um pouco vaidoso, mas ressalta que isso não o tornava inacessível, é considera isso inerente a todo professor. É curioso como ela percebia diferenças no trato com os alunos marcada pelos limites físicos da sala de aula, e atribui maior intensidade desta “diferença” ao contexto histórico da época :

*“Ele tinha um pouco de vaidade como eu acho que todo professor no fundo tem. Não é consciente, acho que tem a ver com o poder do conhecimento. Esse professor tinha um pouco sim, mas ao mesmo tempo, fora da sala de aula, lá no recreio, era acessível. Mas na hora da sala de aula, ainda mais na época, em 78, tinha uma distância muito maior professor/aluno do que hoje”.*

A Dra. G, destaca a acessibilidade dos docentes como característica que favorece a aprendizagem e a comunicação com os alunos:

*“Acho que todo professor tem que cativar o aluno. Não adianta ter uma sabedoria enorme – a gente vê isso hoje, ainda – e não conseguir transmitir isso. Acho que é a coisa de se comunicar, de se aproximar do aluno e não se colocar como professor lá em cima, não tem que pôr distância, tem que estar aberto, democratizar o conhecimento.”*

A cientista Y lembra da acessibilidade e capacidade de comunicação de seu professor marcante:

*“Ele era muito despojado, se comunicava muito bem, acho isso importante, porque é difícil. Não é todo pesquisador, não é todo indivíduo que tem o dom de transmitir, e ele tinha esse dom. Você podia assistir à aula dele e não precisava ficar com a cara enfiada no livro, porque aprendia com a aula. ” Y*

E tal qual a Dra. G, destaca a boa comunicação como característica do bom professor:

*“O primeiro ponto é a capacidade de comunicação. Saber colocar o tema, saber falar sobre esse tema com clareza, em uma linguagem acessível é fundamental” Y*

Esta mesma cientista, que também leciona e considera-se boa neste trabalho, assume-se um pouco vaidosa, mas atenta para o risco de inibição que isto pode provocar no aluno:

*“Eu me acho vaidosa, adoro dar aulas, dou aula bem e às vezes vejo que o aluno vem falar comigo e se eu não deixar ele muito à vontade, fica inibido, na retranca. Então às vezes tem até vergonha de dizer qual é a dúvida dele. Isto não é bom.” Y*

O Dr. MP, não guardou só lembranças positivas em relação a este aspecto. De seu relato emergiram lembranças de professores que se mostravam “donos do saber” e desqualificavam totalmente os alunos, com tratamento até pejorativo:

*“Eu tive professor de 2º grau que dizia “eu já to cansado das bestas, vou baixar o nível”. Acho que é a pior coisa que pode se fazer. Você pode baixar a quantidade de informação, mas não o nível de informação. O erro é esse. Ai vomita muita informação. Joga. Não deixa os alunos questionarem.. A gente ainda vê muito isso: Sou o dono do saber. “É assim e está acabado”*

- Realizar experimentos, demonstrações, atividades práticas e trabalhos de campo

Muito já se tem escrito, estudado e pesquisado sobre a experimentação no ensino de ciências. Desde sua implantação nas escolas, há mais de cem anos, várias críticas têm sido feitas sobre os resultados alcançados. Nos últimos anos, um número expressivo de artigos criticou as atividades experimentais na escola (Hodson, 1996; 1994; Barberá e Valdés, 1996).

Raboni (2002) em levantamentos junto a estudantes e professores sobre o uso de atividades práticas e de laboratório, percebeu diferenças marcantes nas opiniões sobre as funções que essas atividades devem desempenhar. Segundo ele, para os professores, as atividades práticas têm a função de desenvolver destrezas de manipulação, de ajudar na compreensão dos princípios teóricos e de permitir posterior descobrimento dos princípios a partir da organização dos dados e fatos, sendo aparentemente forte o apelo empírico-positivista, segundo o qual, o conhecimento é produto direto das relações materiais entre sujeito e objeto. Já para os alunos, as atividades práticas têm o objetivo de aumentar o interesse pelas aulas e de proporcionar o contato com a realidade dos fenômenos naturais.

A vivência e observação nas escolas nos mostram que as atividades experimentais são pouco frequentes, embora permaneça a crença dos professores

de que, por meio delas, pode se transformar o ensino de Ciências. A origem do trabalho experimental nas escolas foi, há mais de cem anos, influenciada pelo trabalho experimental que era desenvolvido nas universidades. Tinha por objetivo melhorar a aprendizagem do conteúdo científico, porque os alunos aprendiam os conteúdos, mas não sabiam aplicá-los. Passado todo esse tempo, o problema continua presente no ensino de Ciências (Izquierdo, Sanmartí e Espinet, 1999). Existe muita pesquisa sendo realizada sobre o ensino experimental e seus resultados mostram que ele não é a resposta para todo e qualquer problema que se tenha no ensino de Ciências (Gabel, 1994; Tobin e Fraser, 1998, Wellington, 1998). No entanto, este não parece ser o entendimento da maioria dos professores. As atividades experimentais, embora aconteçam pouco nas salas de aula, são apontadas como a solução que precisaria ser implementada para a tão esperada melhoria no ensino de Ciências (Gil-Pérez *et alii*, 1999). No trabalho de Borges (2002), há algumas críticas à forma com que a atividade prática vem sendo tradicionalmente usada e com base nestas críticas, o autor discute algumas alternativas, potencialmente mais relevantes e, pedagogicamente mais interessantes. Neste trabalho, o autor descreve que as razões para o não uso de atividades experimentais devem-se ao fato de não existirem atividades já preparadas para o professor, falta de recursos para a compra de componentes e de materiais de reposição, falta de tempo para o professor planejar as suas atividades, laboratório fechado e sem manutenção e de uma postura equivocada quanto à natureza da Ciência. De modo semelhante a este autor, Pessoa (1985) também apontou o laboratório sem manutenção e falta de tempo para a preparação das aulas, como sendo razões para a não realização de aulas práticas. Além destas razões, Pessoa salientou que em muitos casos, a formação do professor não permite que ele faça uso de atividades práticas com segurança e adequação, o que representa sério obstáculo visto a rara disponibilidade de laboratorista nos colégios. No trabalho de Axt (1991), coloca-se a formação do professor e a falta de materiais como os grandes responsáveis pela não utilização de atividades empíricas. Com relação ao problema na formação, este autor afirma que os professores não são capazes de dosar suas aulas práticas com o tempo que tem disponível. Ora, diante da tradicional lista de conteúdos programáticos a serem cumpridos, livros didáticos a serem integralmente lidos, turmas numerosas e duas a três aulas semanais de 50 min como tempo disponível, não é difícil imaginar o

porquê desta dificuldade docente levantada por Axt. Por fim, numa pesquisa realizada em Portugal, Thomaz (2000) observou que a não utilização de atividades práticas está ligada com o fato de os professores terem uma postura errada da natureza da ciência e de não saberem qual é o papel do laboratório no ensino.

Um outro obstáculo ao uso do laboratório pelo professor está ligado ao receio de que este seja um lugar perigoso para os alunos onde além destes correrem riscos físicos, também podem quebrar equipamentos. Em seu relato, a cientista ER se queixa desta postura docente que guardou na memória:

*“A gente fazia o experimento, mas me lembro que era um cuidado.. ”Não pode mexer nisso”, só podia mexer naquilo. E não era explicado porque não podia. Era só “não pode” e quem teimava nem assistia mais a aula, aquele aluno era proibido de ficar.. Então o laboratório era um lugar do tipo – se encostar quebra ou então – “vai se machucar”.. Cientista ER*

Entendo que os alunos devam ser informados sobre os procedimentos de segurança no laboratório, assim como sei da importância que medidas preventivas sejam tomadas pelos professores, principalmente nas atividades práticas com alunos menores. Contudo, simplesmente proibir ou inibir a atividade dos alunos, não colabora em sua formação científica- que inclui saber se portar no laboratório – como também acaba por neutralizar o potencial pedagógico do ato de experimentar que caracteriza este espaço.

Ao refletirmos sobre a hegemonia do laboratório como espaço de pesquisa valorizado e por vezes mitificado entre professores de Ciências, as iniciativas no campo investigativo, identificadas em várias escolas em pesquisas já realizadas, parecem apontar para a possibilidade de revisão ou ampliação do conceito de laboratório. Sendo este o espaço do experimentar, de articular teoria e prática, por que então não legitimar a possibilidade de ver o universo escolar como um grande laboratório? Um lugar onde questões relativas à aprendizagem, avaliação, materiais didáticos, papel docente e discente, dentre outras, que inquietem o professor de Ciências tal qual o avanço da biotecnologia, possam ser objetos de pesquisa. Nas falas dos cientistas, esta visão hegemônica do laboratório ainda transparece de modo significativo, seduzindo-os e marcando suas lembranças como estudantes:

*“Sempre gostei muito de química e procurei o curso técnico de metalurgia por causa disso. Fui na escola técnica, procurei me informar e vi que tinha muita química no currículo. Tinha muitas aulas e trabalhos nos laboratórios”. Dr. R.*

Assim, como a Dra. I, que também relembra com entusiasmo as aulas no laboratório:

*“Ah.. tínhamos muitas aulas no laboratório naquele tempo. O interessante é que depois de uns 10 anos, quando eu já estava na universidade, a escola secundária começou a ter dificuldade com os laboratórios e houve um período imenso em que praticamente essas aulas práticas não eram dadas. Mas na minha época sim, eram muitas!”*

Tendo estudado em um período onde a vivisseção ainda era permitida no Ensino Básico, A Dra. D relembra uma experiência didática, revelando a paixão desde aquele período pelo laboratório:

*“Eu fiz coisas como dissecar certos animais nas aulas de Biologia que não tive oportunidade de fazer nem na faculdade, como por exemplo, um pombo. Era no laboratório. O prédio escola era um hospital antes. Então havia laboratórios daqueles grandes, com bancada no meio, azulejo branco. Eu tinha aulas de química e biologia prática. Eu me lembro que uma vez que a gente dissecou também um camundongo. Eu comprei um camundongo branco pra levar pra escola. Aí cheguei em casa e minha mãe disse” ou o camundongo ou eu!”. Fui embora pra casa da minha avó com o camundongo”.*

Já a Dra. B, apesar de adorar as aulas de laboratório não tem boas lembranças das atividades de vivisseção:

*“Eu só não tolerava que maltratassem animais. Quase desisti a cada experiência de vivisseção, Escapava destas aulas alegando sempre uma dor de barriga, faltando, driblando. Quando não dava eu pegava escondido as cobaias e soltava-as. Nunca matei ou fiz sofrer as cobaias”*

Nos dias atuais, alunos como a Dra. B não precisam “fugir” das aulas: a prática de vivisseção sem uso de anestésico, bem como a sua realização em estabelecimentos escolares de Ensino Fundamental e médio é proibida legalmente.

Na fala do Dr. AR revela-se a visão dicotômica teoria-prática muito comum ainda hoje entre professores e alunos, embora este cientista destaque que havia uma “conexão” entre as aulas:

*“Eram duas irmãs e elas davam aulas de ciências, sendo que uma dava a teoria e a outra dava a prática. Uma complementava a maneira certinha o que a outra*

*falava. Havia uma seqüência. O assunto que era dado em sala de aula, era estendido para dentro do laboratório, não era uma coisa desconexa. ”*

A aparente dicotomia também não parece ter incomodado o Dr. MP, que guarda boas lembranças das aulas do laboratório. Ele relembra estas aulas como parte de um ensino “forte”:

*“Uma grande vantagem que a gente tinha era um laboratório forte. Mesmo de 5ª a 8ª já usávamos. As aulas eram normalmente separadas. Mas havia uma integração, do tipo: vamos dar uma aula teórica sobre o assunto X hoje e na próxima aula a prática.”*

Em relação aos experimentos e aulas no laboratório, cabe resgatar as contribuições de Hodson (1989) para quem muitos procedimentos do currículo contemporâneo de Ciências, especialmente aqueles que envolvem trabalho prático, são mal concebidos, confusos e de pouco valor educacional. Embora este autor não proponha a exclusão do trabalho prático do currículo, sugere uma reavaliação crítica dos papéis do trabalho prático, do trabalho em laboratório, e dos experimentos no ensino de Ciências. Para este autor esses três termos têm sido usados, de certo modo, indiscriminadamente, ilustrando a confusão que emerge no debate do currículo de Ciências por conta da dificuldade em se reconhecer que nem todo trabalho prático é exercido no laboratório, e que nem todo trabalho de laboratório inclui experimentos.

Hodson (1989) concorda que qualquer método didático que requeira que o aprendiz seja ativo, mais do que passivo, baseia-se na crença de que os alunos aprendem melhor pela experiência direta. Nesse sentido, o trabalho prático nem sempre precisa incluir atividades de laboratório. Este autor afirma que alternativas legítimas incluiriam a aprendizagem auxiliada por computador, demonstrações feitas pelo professor, exibição de vídeos /filmes apoiados por atividades de registro de dados, estudo de casos, dramatizações, tarefas escritas, confecção de modelos, pôsteres e álbuns de recortes, e trabalhos de vários tipos em biblioteca, dentre outras possíveis. Em outras palavras, a interpretação mais ampla do trabalho prático como atividades de aprendizagem de Ciências deveria substituir a interpretação mais restrita de trabalho manual na bancada do laboratório. Conforme este mesmo autor nos lembra, há certos tipos de trabalho na bancada que não são experimentos no sentido em que os cientistas empregam o termo.



Afinal, o trabalho de laboratório pode ser conduzido de modo diferenciado em função dos seus objetivos, como por exemplo: para demonstrar um fenômeno, ilustrar um princípio teórico, coletar dados, testar uma hipótese, desenvolver habilidades básicas de observação ou medida, adquirir familiaridade com aparatos, ou simplesmente propiciar um “espetáculo de luzes, estrondos e espumas” que com certeza impressionam os alunos. Alguns desses são efetivamente experimentos, no sentido em que os cientistas concebem o experimento; alguns não são. Ainda para Hodson (1989), Ao elaborarem um currículo de Ciências pedagogicamente adequado, os professores precisam tomar conhecimento dessas várias distinções e relacioná-las às distinções cruciais entre aprender ciência, aprender sobre a ciência, e fazer ciência.

Considerando-se que nesta pesquisa temos como foco o cientista, este terceiro objetivo de aprendizagem destacado por Hodson (1998), no que diz respeito ao trabalho prático- fazer ciência- é o que nos interessa. Para atingir este objetivo no ensino de Ciências a ênfase não estaria em aprender ou tornar-se perito sobre o método científico, mas em usar os métodos e processos da ciência para investigar fenômenos e solucionar problemas. Buscar respostas para dúvidas que fazem parte do campo de interesse dos próprios alunos, sem excluir as possibilidades de negociação com o professor. Para Hodson, em qualquer curso de Ciências deveria haver oportunidades para os alunos se envolverem nesse tipo de trabalho criativo, de investigação, chegando assim mais perto de fazer ciência de verdade.

Os cursos profissionalizantes na área das ciências naturais parecem ter sido espaço fértil no que se refere às oportunidades de contato com este métodos e processos da ciência. Isto transparece nas falas dos entrevistados que tiveram este tipo de formação:

*“Meu segundo grau foi profissionalizante em saúde e eu tinha que fazer estágio. Daí fiz esse estágio em um posto de saúde, no laboratório de análises clínicas. Foi muito interessante. Foi ali que eu me descobri como futura parasitologista.” Dra. SZ*

Axt (1991) descreve que as atividades práticas são importantes para aproximar o ensino de Ciências das características do trabalho científico, além de ser uma boa forma de contribuir para a aquisição de conhecimento e o desenvolvimento mental dos jovens. O autor lembra Piaget: “as crianças em idade

de cursar Ciências têm seus raciocínios operando sobre situações com significado concreto”. Desta forma, considera importante que os alunos participem de aulas práticas. Ainda em referência aos conceitos de Piaget, Axt comenta que as aulas experimentais podem ser importantes para gerar situações de conflito cognitivo, quando se coloca o aluno diante de fenômenos que ele não consegue explicar com sua própria concepção. A cientista Y chama atenção desta aproximação com o trabalho científico inclusive no aspecto ético:

*“Acho importante levar o aluno a um laboratório de pesquisa. Além de ele poder conhecer o tipo de trabalho feito ali, podem-se passar princípios éticos. Quer dizer, para qualquer pessoa, mas principalmente pra um futuro cientista, se você passa bons conceitos éticos, na aula de ciências e em outras, aquilo tem grande chance de ficar, um germezinho que vai florescer.” Y*

Para Borges (1997), em geral os professores de ciências acreditam que a introdução de aulas práticas pode melhorar bastante o ensino. Assim concordam Miguens e Garret (1991), para os quais a educação em Ciências deveria dar, através de trabalhos práticos, oportunidades para aquisição de conhecimentos e sua compreensão. Entretanto, Borges (1997), considera um equívoco confundir atividades práticas com necessidade de um ambiente sofisticado para a realização de trabalhos experimentais.

Também segundo o estudo de Carraher (1985) a prática educacional vigente no ensino de ciências parece refletir também a noção de que, para fugir ao ensino livresco, é necessária uma tecnologia sofisticada representada por laboratórios de ciências. Para este autor, a crítica que os professores de ciências fazem à sua atuação centra-se na ausência de recursos materiais para manutenção de laboratórios. Isto acabaria por provocar o que o autor chama de verdadeira "cegueira" da pedagogia atual com relação ao mundo que cerca o aluno. Como exemplo, cita a sugestão de um livro de ciências para que as crianças sejam levadas a um jardim zoológico a fim de ver animais. Como se no dia a dia estes não pudessem ser encontrados..

Os cientistas entrevistados têm boas lembranças de atividades ”práticas” realizadas nas aulas de ciências:

*“Tinha o laboratório de biologia, um acervo biológico com animais, com peças do corpo humano. Nós tínhamos aula até aos sábados. Eu adorava quando a professora levava a turma ao laboratório para dar aula com esqueleto. Aquilo era*

*a sensação. A gente achava que o esqueleto se mexia. Tinha essas fantasias. Eu achava fantástico, a gente viver aquela coisa da prática”. Dr. AR*

*“Eu adorava. Gostava de estudar. Gostava do mundo microscópico. Gostava das experiências com plantas, solo, misturar substâncias. A escola tinha laboratório.”  
Dra. T*

Contudo, no relato da Dra. J, verifica-se o equívoco de um currículo com ênfase para o ensino de português e matemática nas séries iniciais, como se a alfabetização científica não pudesse favorecer o aprendizado de outros campos do conhecimento:

*“No primário não tive práticas de ciências.. O estudo era com uma professora única, mais voltado para português e matemática, um pouco da história, algumas poucas pinceladas de ciências. Já no antigo ginásio que eu fiz, tinha um laboratório muito bem montado e a gente dissecava bichos. Teve uma época em que professor pediu uma montagem de um esqueleto de qualquer coisa e eu montei um esqueleto de um pombo -eu e minha mãe- ela foi a minha salvadora nisso e o professor adorou, ficou maravilhado. Ficou lá exposto no colégio.” Dra. J*

No relato acima observamos um problema ainda comum nas atividades “de casa” propostas pelos professores. Quando a atividade apresenta um grau de dificuldade totalmente incompatível com o nível de autonomia cognitiva dos alunos, fatalmente haverá três tipos de resultados: não execução da tarefa; trabalhos incompletos ou trabalhos feitos por familiares ou professores particulares. Não se trata de invalidar o apoio familiar ao aluno no desempenho de uma tarefa, mas sim de cuidar para que a atividade possa ser feita predominantemente pelo aluno, a fim de que tenha valor pedagógico. De um modo geral, atividades práticas devem ser feitas na escola, onde o professor possa observar não só o resultado, mas a dinâmica que se estabelece no decorrer das atividades, na qual os alunos devem ser desafiados a ler, fazer registros, trabalhar em grupo e argumentar dentre outras competências e habilidades importantes não só no aprendizado de ciências.

Em relação ao Ensino Fundamental, há carência de estudos sobre as atividades práticas e o laboratório nas séries iniciais. Em um desses poucos estudos, neste caso focalizando as atividades práticas de ciências naturais na formação de professores para as séries iniciais, Raboni (2002) observou que nas quatro primeiras séries do Ensino Fundamental, as atividades em ciências são utilizadas com várias finalidades, entre elas a de trazer o “concreto” para a sala de

aula, a de ilustrar a matéria e a de tornar as aulas mais dinâmicas e interessantes aos alunos, sem maior destaque para a precisão nas medidas e para o controle rigoroso de variáveis, próprios da experimentação. Por isto, em seu trabalho, optou em utilizar o termo atividade prática por não se tratar de experimentação propriamente dita. A respeito da experimentação, Raboni (2002) indaga-nos: embora presentes no ideário de professores e professoras sobre o que consideram um "bom ensino de ciências", fazendo parte da quase totalidade das propostas de ensino, ocupando espaço na mídia, comparecendo em boa parte dos cursos de capacitação docente em ciências, a experimentação frequentemente não é utilizada nas aulas, em especial nos primeiros anos do Ensino Fundamental. O autor lembra que a forte presença da técnica e da experimentação na produção do conhecimento científico provavelmente marca, por um processo de transferência imediata, o ensino escolar das ciências. As atividades práticas, ao lado do ponto e do questionário, parecem compor no imaginário dos professores o tripé que deve sustentar o ensino de ciências nas séries Iniciais. Apresentadas como extensão simplificada da atividade experimental ou de laboratório, como são chamadas nas ciências naturais do ensino de ciências das últimas séries do Ensino Fundamental em diante, as atividades práticas também conservariam características lúdicas, próprias do universo da criança, situando-se entre um e outro. As atividades práticas ocupam espaço significativo em materiais instrucionais, propostas oficiais, e mesmo na mídia destinada a crianças e professores, influenciando direta ou indiretamente a visão do professor sobre o ensino, que o leva a reconhecer nas atividades práticas um importante elemento do ensino de ciências naturais no início da escolaridade. Essa forma de compreensão das atividades práticas foi mostrada por alguns estudos, como os de Almeida e Raboni, 1998, Raboni, 2000 e Martins, 1994 (apud Raboni 2002). No entanto, Raboni (2002) verificou que embora as atividades práticas figurem no ideário docente essenciais no ensino de ciências, raramente estão presentes na sala de aula, e quando ocorrem, têm objetivos diferentes e até mesmo conflitantes com os explicitados nas propostas que as defendem. Segundo alguns resultados parciais obtidos por este autor, a partir de sondagens com professores, as atividades práticas não estão sistematicamente no cotidiano das aulas porque trazem mais dificuldades do que ajuda ao professor. Para Raboni (2002 p. 21), estas dificuldades podem ser encontradas em pelo menos dois níveis:

1. De infra-estrutura: são de difícil realização, porque requerem, além de alguns equipamentos, mais tempo para preparo do que as aulas expositivas com o tradicional dueto ponto-questionário, tempo que em geral os professores não têm.
2. De conhecimento: contrariamente ao que podem aparentar a uma visão indutivista, para a qual o conhecimento emerge da experiência, as atividades práticas em sala de aula exigem muito conhecimento. Não somente para dar as respostas que os alunos costumam solicitar, mas também para coordenar as falas dos alunos e torná-las produtivas no sentido de subsidiarem a construção de conhecimento. Isso ocorre, porque as atividades tendem a abrir as discussões, uma vez que trazem fenômenos para os quais os alunos têm-se mostrado possuidores de explicações.

Ainda segundo o estudo de Raboni (2002), o segundo nível de dificuldade é mais sério. Uma evidência disso seria o fato de que mesmo em escolas que contam com a infra-estrutura necessária para o desenvolvimento de aulas experimentais, com laboratórios bem montados, as atividades não são frequentes ou não levam aos resultados esperados (Barberá e Valdés, 1996 apud Raboni 2002, p. 21). Verifica-se também que na realização das atividades práticas, muitos professores perdem de vista o que é central à utilização dessas atividades. Como bem lembra este autor, acerca das dificuldades encontradas pelos professores na realização de atividades práticas e/ou experimentais, que o próprio Ministério da Educação, no texto dos Parâmetros Curriculares Nacionais para Ensino Fundamental, com abrangência nacional, pondera:

“Os desafios para experimentar ampliam-se quando se solicita aos alunos que construam o experimento. As exigências quanto à atuação do professor, nesse caso, são maiores que nas situações precedentes: discute com os alunos a definição do problema, conversa com a classe sobre materiais necessários e como atuar para testar as suposições levantadas, os modos de coletar e relacionar os resultados.” (BRASIL, 1997, p. 123 apud Raboni p. 56)

Raboni (2002) faz um interessante contraponto à idéia bastante comum no meio educacional do laboratório como sinônimo de inovação curricular. Ele lembra que o uso de atividades práticas surge em propostas e projetos, frequentemente como alternativa a metodologias tradicionais, e a revisão das reformas em ensino de ciências mostra que todas as propostas incorporam, de uma forma ou de outra, o uso do laboratório. E então faz uma provocação: será que existe alguma coisa mais tradicional no ensino de ciências do que a proposta de uso de atividades práticas? A inovação, portanto, não estaria no uso das

atividades, mas no seu funcionamento, no modo como elas são consideradas em cada proposta.

Em relação à controversa discussão do grau de sofisticação efetivamente necessário para aulas de ciências experimentais significativas na Educação Básica, destaco o relato do Doutor MP, ao falar de sua escola de 1ª a 4ª séries do então 1º grau, mostrando que o laboratório “elementar” dava conta do recado e deixou boas lembranças neste cientista:

*“Tinha um pequeno laboratório na escola, eu me lembro. Só tinha as coisas elementares, é lógico, mas que dava direitinho para aprender os conceitos. A Biblioteca Municipal era o lado da escola e a gente fazia visitas regulares, porém espaçadas. Dr. MP”*

Ainda no relato acima, vemos a estratégia da escola que não dispunha de biblioteca e utilizava o serviço municipal disponível no entorno.

O professor de ciências do Dr. SK não limitava o ensino à sala de aula ou outras instalações escolares. Em sua prática, vemos a ocupação de diferentes espaços de aprendizagem, a diversidade de atividades propostas aos alunos, ampliando o conceito de laboratório:

*“As memórias que tenho são marcantes, sobretudo pelas atividades externas às instalações da escola, que ele fazia conosco. Nós subíamos a pé o Corcovado coletando amostras, íamos à Floresta da Tijuca, fazíamos coleta no mar... Ele nos levava para a rua, para o mato. Nós tínhamos 13, 14 anos. Então era uma experiência muito lúdica o primeiro contato com o microscópio...” Dr. SK*

Em outro estudo com alunos do Ensino Fundamental, Bevilacqua e Coutinho-Silva (2007), apoiam-se nas conclusões de Gaspar e Monteiro (2005) que – a partir das contribuições de Vigotski - defendem a idéia de que demonstrações experimentais em sala de aula, desde que adequadamente apresentadas, proporcionam situações específicas e momentos de aprendizagem que dificilmente aparecem em aulas tradicionais, de lousa e giz, ou em atividades experimentais realizadas apenas pelos alunos, com ou sem a orientação do professor. Concordam com Gaspar e Monteiro (2005 p. 7) que afirmam:

*“Pode-se inferir, que a utilização da demonstração experimental de um conceito em sala de aula acrescenta ao pensamento do aluno elementos de realidade e de experiência pessoal que podem preencher uma lacuna cognitiva característica dos conceitos científicos e dar a esses conceitos a força que essa vivência dá aos conceitos espontâneos. Em outras palavras, a atividade experimental de*

demonstração compartilhada por toda classe sob a orientação do professor, em um processo interativo que de certa forma simula a experiência vivencial do aluno fora da sala de aula, enriquece e fortalece conceitos espontâneos associados a essa atividade - talvez até os faça surgir - e pode oferecer os mesmos elementos de força e riqueza característicos desses conceitos para a aquisição dos conceitos científicos que motivaram a apresentação da atividade”.

Também no âmbito do Ensino Fundamental, as memórias do Dr. F trazem ao presente o professor de ciências que privilegiava atividades experimentais, inclusive com um maior grau de dificuldade:

*“Eu me lembro uma vez em que a gente foi estudar respiração. Ele dava aula com experimentos difíceis. De conteúdos de química, biologia... Um que me marcou foi ele abrir uma rã e a gente poder ver os pulmões pulsando. Eu me lembro que ele pegou o coração. Eu e mais dois colegas, tínhamos feito uma maquete de uma cidadezinha pra mostrar como é que se dava a geração de energia elétrica, daquelas que todo mundo faz. Aí o professor falou pra gente colocar os eletrodos, os fiozinhos, no coração. E o coração que estava parado começou a bater!. E aquilo ali foi o máximo para a gente. ”*

E embora o professor de ciências do Dr. F realizasse com frequência experimentos de maior complexidade, também não dispensava a criatividade, ampliando o laboratório para fora do espaço formal, criando novos espaços de aprendizagem, quebrando a linearidade curricular, articulando conceitos cuja abordagem é tradicionalmente estanque nos currículos:

*“O barato das aulas dele era que eram poucas em sala de aula. As aulas dele eram no jardim, em praça. E tinha um laboratório formal dentro da escola. Ele era muito criativo. E ele usava e fazia muitas coisas com sucata. Eu me lembro que o primeiro banco óptico que eu vi foi construído por ele, a primeira vez que eu vi um microscópio, eu me lembro, foi com ele, que conseguiu não sei onde. E que aparentemente não tinha nada a ver com o tema da aula, mas na verdade tinha tudo a ver”.*

Este professor de ciências não desanimava frente às dificuldades para levar os alunos a locais fora da escola, oportunizando a vivência de experiências inesquecíveis para o Dr. F:

*“Uma vez ele pegou quase que um terço, da escola, uma cambada de garotos e garotas que não paravam de falar, colocou todo mundo em um trem e depois de umas 2 horas chegamos até um lugar perto de uma cidade chamada Indaiatuba onde alguém, de uma construtora que foi fazer uma obra, encontrou o que achavam que era fóssil. E ele foi lá. Colocou todo mundo num trem e eu ia apontando a paisagem e perguntando. Elei aproveitou a própria viagem para ensinar!”*

Em relação ao trabalho experimental, a fala do Dr. M destaca a importância da teoria articulada com a prática observada nas aulas de química que teve:

*“Meu professor de química fazia experimentos como acho que realmente devem ser. Química é uma coisa experimental. Eu trabalho com química teórica, mas ela é experimental. Ninguém toma uma molécula como uma coisa do computador. Todo mundo toma a molécula como um conjunto de coisas verdadeiras. E aí a gente ensina química como se fosse teórica e não mostra a prática. Toda sala de aula deveria ter uma bancada onde eu pudesse ensinar e demonstrar ao mesmo tempo. Na minha escola o laboratório era tudo isso junto. Não tinha aula de laboratório separada da teoria.”*

Para Amaral (1997 apud Raboni 2002 p. 63), entre os modelos clássicos de ensino de ciências, o papel pedagógico da experimentação pode ser visto de três formas:

1. “No ensino tradicional, a experiência tem como objetivo principal a verificação da teoria. Geralmente realizada pelo professor, a experimentação segue os mesmos moldes da exposição do conhecimento teórico. Aprendendo por imitação e tendo na experimentação a comprovação da teoria, o aluno não tem espaço para manifestação de seus conhecimentos, que, por sua vez, devem ser substituídos arbitrariamente pelos conhecimentos científicos. Não há a preocupação de realizar a experiência com caráter investigativo, e também estão ausentes os fenômenos da forma como ocorrem na natureza, reforçando a idéia de que a ciência é produzida nos laboratórios.

2. No ensino pela redescoberta, está presente a forma indutivista de ver o experimento. A partir de sua realização seguindo roteiros pré-definidos, por indução, o aluno chegaria ao conhecimento científico através de um processo equivalente ao método científico, porém linear. A idéia de que a “experiência” que produz resultados diferentes da previsão teórica “não deu certo” fica marcada, bem como a de que a experimentação leva a conhecimentos únicos e verdadeiros.

3. No ensino pela descoberta, alguns dos problemas dos modelos anteriores são resolvidos, na medida em que nesse modelo a atuação do aluno sobre o experimento tem um caráter investigativo, e as respostas obtidas são provisórias e suas limitações quanto às diferenças entre o fenômeno controlado em laboratório e o fenômeno em sua manifestação natural são consideradas. Está presente, portanto, o estudo ambiental, do qual a atividade controlada é apenas uma aproximação. No entanto, permanece a idéia de formação do “cientista mirim” através da equivocada intenção de reproduzir o ambiente de pesquisa. Com isso, são deixadas de lado outras dimensões do ensino de ciências, na formação do indivíduo.”

Percebe-se, portanto, como atenta Raboni (2002) a necessidade do uso da experimentação no ensino passar por uma profunda revisão, não sendo descartado nem sendo tomado como a principal estratégia metodológica. Para este autor, uma vez estabelecidos seus limites e possibilidades, ajudaria a determinar os limites do



conhecimento científico e suas relações com outros conhecimentos, facilitaria a emergência dos conhecimentos prévios dos alunos em contraste com o conhecimento científico e com os resultados experimentais, e seria uma extensão dos fenômenos na forma como se apresentam no ambiente.

Astolfi *et al.* (1998), mostram que o ensino de ciências para crianças, representa a iniciação à formação do espírito científico, que pressupõe iniciação à dedução, ao raciocínio lógico, mas também representa a inventividade das hipóteses e à formulação de problemas. Para isso a ação sobre os objetos desempenha o papel de um motor essencial, no qual o ensino de ciência se torna lugar privilegiado para a articulação da prática com a reflexão e da ação com a conceitualização. O ensino de ciência não pode visar apenas os conhecimentos dos conceitos e fenômenos específicos da disciplina, mas sim deve ser entendido como “uma alavanca preciosa para o desenvolvimento da passagem à abstração, das capacidades de raciocínio e de antecipação, favorecendo o acesso a novas operações mentais” (Astolfi et al, 1998, p. 103). Nesse sentido, é destacado a importância das atividades experimentais, que, segundo os autores, é a oportunidade de avançar sobre o plano da combinatória lógica da matemática e aproximar os estudantes de situações reais, oportunizando as operações lógicas, o desenvolvimento de habilidades manuais e técnicas, ao mesmo tempo em que, encoraja os estudantes a probidade intelectual e moral. Outro ponto a ser destacado com relação às atividades experimentais no ensino de ciências para crianças está na forma como esta atividade pode ser vinculada ao processo ensino-aprendizagem. Ou seja, a necessidade de que seja dada a ela uma estrutura de atividade científica, mas não permaneça presa a rigurosidade de um “método científico”. Astolfi *et al.*, chamam a atenção para a necessidade de priorizar o espírito científico ante o “método científico”, mostrando que, se o objetivo é desenvolver atividades que permitam as crianças uma aproximação com suas situações cotidianas, que considerem questões vinculadas aos conceitos espontâneos e permitam uma reconstrução desses conceitos a partir da ação da criança sobre o objeto, é necessário não permanecer preso a procedimentos codificados por etapas, que privilegie o pensamento dedutivo, mesmo que de certa forma, esse seja necessário. “A experiência enriquecedora, que informa, no sentido forte da palavra, é aquela que permite descobrir aquilo que não se

esperava, que testa muitas vezes uma hipótese diferente daquela sobre a qual o investigador se tinha debruçado.” (Astolfi et al, 1998, p. 109).

Segundo Rosa, Rosa e Pecatti (2007) em um estudo sobre atividades experimentais nas séries iniciais, os trabalhos de Carvalho e seus colaboradores, vêm mostrando o quanto é significativo para as crianças o desenvolvimento de atividades experimentais de conhecimento físico. Com estudos fortemente apoiados na perspectiva de Piaget, os trabalhos vêm mostrando as importantes contribuições das atividades experimentais para a construção do conhecimento. Para a autora os trabalhos da epistemologia genética de Piaget serviram de referencial para discutir como as crianças constroem o conhecimento físico do mundo que as cercam e como essas crianças vão elaborando suas explicações causais dos fenômenos observados. Vale lembrar que Piaget em seus estudos evidenciou a importância dos experimentos físicos com crianças ao utilizá-los em suas pesquisas na busca por respostas aos problemas que deram origem a epistemologia genética. A escolha dos fenômenos físicos em detrimento de fenômenos biológicos ou mesmo químicos se deve ao fato de que nos fenômenos físicos o tempo entre a ação da criança sobre o objeto e a reação desse objeto é bastante pequeno, o que favorece a criança a variar suas ações e observar imediatamente as reações do objeto, conseguindo mais facilmente levantar hipóteses sobre fenômenos, testá-los e tentar explicar o porquê do acontecimento. (Carvalho, 2005, p. 52). Tais elementos são significativos, não somente do ponto de vista da construção ou reconstrução dos conceitos científicos, mas, sobretudo, por fornecer variáveis que contribuem na formação dos indivíduos em seus diferentes aspectos.

A Dra. S, demonstra perceber a importância das atividades propostas por seu professor de ciências, principalmente pelo desenvolvimento de atitudes investigativas, e assim como outros cientistas entrevistados, destaca que a simplicidade dos recursos utilizados não comprometeu a aprendizagem:

*“Ele fazia experimentos na sala de aula. Mandava fazer pesquisas. Eu estava na 7ª série e foi a primeira época que a gente começou a fazer pesquisa. Não eram só trabalhos de copiar nos livros, tínhamos que buscar em bibliotecas, investigar, fazer vulcão com gesso, fazer funcionar coisas.. Era muito interessante (. .)”*

*“Ele não tinha recursos sofisticados. E não eram coisas que a escola oferecia. Era ele quem levava: bichos, rochas, etc. ” (Dra. S)*

A mesma Dra. S, após lembrar das aulas experimentais que teve, comenta aspectos que considera positivos no ensino de ciências que os filhos recebem, destacando a escola como o espaço que deve ser privilegiado para atividades práticas com alunos das séries do Ensino Fundamental:

*“Meus filhos estudam no S. B. , lá tem Feira de Ciências na 5ª série, aula em laboratório. Os dois dizem que querem ser cientistas. Não consigo imaginar um menino de 11 anos fazendo um estágio, realmente eu acho que é mais na própria escola que deveria ter mais eventos práticos. Eles fazem muitos passeios, o que acho que é interessante, sempre relacionados àquilo que eles estão dando em sala de aula. ”*

O Dr. MP, vivenciou a experiência do Programa de Vocação Científica (PROVOC) quando era aluno do Ensino Médio e relatou com entusiasmo o quanto esta experiência representou em sua vida:

*“Não tem dúvida, foi quando eu consegui perceber a integração em última análise, dos conhecimentos que adquiri em toda minha vida escolar. Essa reflexão em cima do conhecimento, aplicada em geração do conhecimento. Ai então essas coisas se juntaram. E essa vivência do dia-a-dia de um pesquisador.. Você desmistifica aquela figura do pesquisador que tem tradicionalmente, vê como é o indivíduo, como ele trabalha, o que produz. Eu tenho os dois orientadores com quem eu trabalhei desde aquela época, como referenciais dentro da profissão. Tudo se encaixou e fui tomando mais gosto pela ciência. ”*

Ele expressou sua opinião sobre o que poderia ser feito no Ensino Fundamental para aproximar a escola dos centros de pesquisa:

*“No nível fundamental acho importante trazer o aluno para as instituições de pesquisa esporadicamente para ver como o conhecimento é produzido. Ele não vai conseguir absorver muito do ponto de vista técnico, mas teria aquela primeira informação que depois com a solidificação da formação dele, vai fazer a diferença. Aquilo fica lá guardado e estimula mais o aluno que simplesmente os experimentos que são mostrados em livros. O que você vivencia, não esquece. Além disso, ele poderá ver que pesquisador não é aquele cara maluco, vai conversar com ele. Também acho válido receber o pesquisador na escola para falar da profissão, talvez isso fosse um formato mais interessante. ” (Dr. MP)*

A cientista ER, faz uma curiosa justificativa da importância da educação científica precoce, baseada na observação e valorização de supostos “dons” ainda em um estágio mais “puro”:

*“Não só na área de ciências, mas logo na primeira etapa do Ensino Fundamental é que você consegue descobrir mesmo o aquela criança tem o dom pra fazer. Eu*

*acho que é nessa fase que você sabe o que aquela criança realmente gosta, depois ela fica meio influenciava pelos coleguinhas, família...”*

- Levar ou estimular os alunos para visita de espaços não formais de Educação em Ciência

Uma outra possibilidade de ampliação do conceito de laboratório diz respeito aos espaços não formais de aprendizado em Ciências. Os Centros e Museus de Ciência desempenham um importante papel também com relação ao ensino formal, quer se aproximando mais do cotidiano das escolas, como uma verdadeira extensão da sala de aula, quer organizando e se integrando a um conjunto de ações envolvendo bibliotecas públicas, televisão, mídia impressa e outras instituições.

Para Persechini e Cavalcanti (2004) o ensino formal deve estar integrado às demais iniciativas de educação informal. Segundo estes autores, a participação de Centros e Museus de Ciência pode ainda se dar através de programas de capacitação profissional, instigando os professores a novas atitudes pedagógicas, propondo temas de debate, criando materiais didáticos, levando alunos a demandarem mais de suas escolas e de seus professores e despertando o interesse pela Ciência. Esta interface com espaços não formais talvez “oxigenasse” a escola e as aulas de Ciências estimulando para a pesquisa. Afinal, segundo Weissmann (1998) a educação em Ciências poderia oferecer ao aluno o desenvolvimento de sua capacidade criativa, seu espírito crítico, exercitando e valorizando o rigor, a necessidade e interesse de comunicar os resultados de seus trabalhos, trabalhando de forma cooperativa.

Acerca da divulgação científica, Marandino (2005) relata que esta área vem se afirmando, mas não sem resistências, sendo ainda temerário indicar a existência efetiva de um novo campo de conhecimento. Segundo a autora, críticas às formas de transposição para saberes comuns, nas referências feitas à divulgação da ciência – com o uso de termos como ‘distorção’, ‘simplificação’ etc. – são também oriundas das relações de poder entre antigas e novas instituições de produção de conhecimento científico – como os museus, as universidades e os demais centros de pesquisa –, entre campos de conhecimentos antigos e em formação – como os de educação, comunicação, museologia – e entre antigas e recentes profissões, frutos das novas relações de trabalho que se originaram nas

sociedades contemporâneas, centradas na informação e no consumo. Cientistas e divulgadores da ciência nacionais e internacionais têm discutido os principais desafios e limites desta atividade (Barros, 1992; Durant, 1996; Fayard, 1999; Díaz, 1999; Gouvêa, 2000, apud Marandino 2005 p. 163). Esses pesquisadores, segundo Marandino(2005), destacam a tendência, muitas vezes presente, de apresentar uma ‘imagem espetáculo’ e ‘acrítica’ da ciência, em detrimento de uma visão histórica e mais humanizada, que revele os embates na sua construção e as relações entre ciência, tecnologia e sociedade. Seus estudos enfatizam também os desafios de divulgar ciência nas sociedades contemporâneas, marcadas por diferenças culturais, sociais, políticas e econômicas e, ao mesmo tempo, imersas em um mundo globalizado e fragmentado.

Para minha surpresa, atividades como visitas a estes espaços não formais de Educação em Ciências bem como o estímulo à organização de clubes ou feiras de Ciências foram raros na história escolar dos cientistas entrevistados. Principalmente no nível de ensino que antecedia o vestibular. Vejamos a seguir:

*“Não tinha feira de Ciências na escola. Eu tive um colega que gostava de Ciências também. A gente se juntava, comprava cobaiazinha, abria para olhar.. mas tudo por fora.. A escola de um modo geral não estimulava isso não. Preparava mais para passar no vestibular. ”* Lembra o Dr. M ao falar do seu curso no antigo científico.

Ao ser indagado se tinha alguma lembrança de ter participado de feira ou clube de Ciências, desenvolvido algum projeto na escola, ou se fazia visitas a espaços como museus no período escolar, o Dr. R afirma:

*“Eu me lembro que a gente passeava sim. Meu 1º grau eu fiz em um Colégio Marista e tinha feira de Ciências, realmente. Eu diretamente não participei fazendo nada, só assistia as feiras de Ciências.”*

Já a cientista Y guarda lembranças a respeito de uma visita ao museu e de feiras de ciências no Ensino Fundamental:

*“Na 3ª série visitamos o Museu da Quinta da Boa Vista. As múmias que me chamaram muito a atenção. Foi bem legal, porque é tão diferente uma criança no museu vendo aquelas coisas: você não compreende muito bem, mas registra. E na época do ginásio, eu me lembro, a gente fazia Feira de Ciências.”* Y

Na fala de cientista ER, surgem lembranças de idas a museus, contudo, Feiras de ciências só nas séries finais do Ensino Fundamental:

*“Eu até visitei museus, mas Feira de Ciências não tinha. Fui ao Museu Nacional, ao de Petrópolis. E de 5ª a 8ª continuei nessa mesma escola. Ai tinha Feira de Ciências.*

Ainda nas memórias desta cientista, vemos oportunidades desperdiçadas de um passeio também ser espaço para aprendizagem de ciências de um modo mais informal e prazeroso:

*“A gente ia também pra Floresta da Tijuca. Mas era só passeio, brincadeira mesmo.”*

Embora o dinamismo da professora de Biologia tenha marcado a vida da Dra. I, também não fez parte do seu cotidiano escolar este tipo de prática:

*“Minha professora era muito curiosa, mas nesse tempo não se dava espaço a feira de Ciências, coisas desse tipo. Eu fui realizar essas coisas quando eu fui professora, ainda estudando na universidade, mas já professora.”*

Do mesmo modo, o Dr. S. não teve oportunidade de vivenciar atividades de cunho experimental no aprendizado de Ciências:

*“Era escola estadual e não tinha nada disso. Era uma coisa muito rara. Um ou outro professor incentivava a gente a fazer algum tipo de prática. ”*

A Dra. JO, considera-se privilegiada por ter cursado escolas onde este tipo de atividade era estimulado. Em sua fala percebe-se como considera isto incomum, principalmente no ensino público:

*“Desde o 1º grau eu tive isso. Eu posso dizer que eu só estudei em escolas públicas, mas sou uma pessoa privilegiada. Porque eu estudei em escolas públicas diferenciadas. Minha escola de 1º grau, era em São Gonçalo. Nós tínhamos um grupo de professores que faziam feira de ciências. Eu até ganhei um prêmio sobre a fotografia, que virou depois uma das minhas paixões. Eles estimulavam que a gente fosse além do currículo tradicional.”*

Entretanto, a fala da Dra. JO revela como as feiras de ciências eram eventos muito mais para “a família ver” do que a socialização de projetos desenvolvidos pelos alunos ao longo das aulas:

*“A feira de ciências acontecia uma vez por ano, tinha uma medalhinha que os pais viam a gente receber e uma exposição. Você escolhia o tema. ”*

Ou restritas aos alunos de maior idade, como lembra o Dr. MP:

*“As Feiras de Ciências eram direcionadas pro pessoal acima de 5ª série. A gente podia participar assistindo. Eu me lembro de ter ido a uma ou outra, mas não era usual, não era focalizado.”*

Na escola do Dr. IS, onde o regime “militar” imperava, havia atividades deste tipo:

*“No colégio do ensino ginásial havia feira de ciências Isto de vez em quando a gente podia fazer. ”*

Mas, quando interrogado se podia fazer alguma coisa na área que gostava (rochas), o Dr. IS relembra:

*“Não. A gente fazia quase sempre sobre insetos. Era sempre sobre animais e plantas. Nunca tinha minerais, rochas.”*

Isto não é surpreendente considerando-se que a biologização dos currículos de ciências permanece até hoje. E uma das razões é a formação inicial do professor de ciências. Em meu curso de licenciatura, por exemplo, só estudei uma disciplina ligada à Geopaleontologia e nada de Astronomia. Entretanto, ao lecionar para o 6º ano (antiga quinta série) do Ensino Fundamental, tive que ensinar conteúdos como Sistema Solar e tipos de rochas e solos.

A visita a um Espaço não formal de Educação em Ciência foi decisiva para o Dr. IS na escolha pela carreira científica. Considerando-se que a escola onde estudou não o estimulava para este caminho, a iniciativa da família em levá-lo a um museu mostrou-se fundamental na sua vida:

*“Desde o primeiro momento eu queria fazer geologia. Uma das vezes em que viemos ao Rio de Janeiro (sou de Resende), eu, meu pai, minha mãe e minha irmã fomos ver Papai Noel na Quinta da Boa Vista. O Papai Noel chegava de helicóptero. Vimos sua chegada e depois entramos no museu Nacional. A entrada no museu nacional para mim foi uma descoberta fantástica. Eu fiquei maravilhado com aquelas rochas, minerais, meteoritos.. A minha irmã era muito pequena, ficou cansada e aí eu não consegui ver tudo no museu que queria ver. Eu tinha que voltar, não tinha outro jeito. Mas demorei muitos e muitos anos para poder retornar ao Museu Nacional.”*

Como teria sido se o Dr. IS pudesse ter visitado este espaço de modo orientado, acompanhado por professores que estimulassem sua curiosidade e a de seus colegas?

Algumas escolas e professores segundo os relatos, conseguiam romper as “amarras” do vestibular e promover atividades diversificadas, o que parece não ter causado nenhum prejuízo no desempenho dos alunos, muito pelo contrário:

*“O vestibular era específico para cada um. Para quem ia cursar engenharia o estudo da matemática e da física eram mais aprofundados. E na “turma de medicina”, que era pequena, tinha 28 alunos, a ênfase era biologia. Aí sim tínhamos bons professores. Mas um deles se destacava muito.. Ele é conhecido, escreve livros didáticos.. Ele nos estimulou a criar um clube de biologia. Ele próprio não participava não. A gente fazia uns relatórios, discutia, mostrava para ele que orientava, dava a opinião, acompanhava de longe. Promovia excursões de mergulho na praia da Urca e no morro do São Conrado. Era uma época mais tranquila quando se pensa em vestibular. Porque mesmo no 3º ano, no último ano do colégio a gente não pensava em cursinho. Quando terminou o ano os 28 foram aprovados. Todos entraram na universidade, nem todos na pública, 4 ou 5 na privada, mas a maioria na UERJ e UFRJ. ”* Relembra o Dr. A.

*“No científico teve a Feira de Ciências que foi uma coisa muito marcante, a gente fez um estudo orientado pelo professor, na área de genética. Nós fomos ao Pavilhão de São Cristóvão e coletamos material das pessoas. ”* Dr. LC

*“Nós tínhamos passeios a museus, fomos ao Jardim Botânico e ao Parque da Cidade. E como me interessava muito por essa parte de ciências, ia à feira de ciências do meu colégio e na feira de ciências do colégio da minha irmã, das minhas primas.. Eu adorava visitar aqueles stands onde montavam os experimentos, eu sempre fui muito ligada nisso”.* Dra. J

Na escola da Dra. D, não se promoviam visitas a museus mas os alunos tomavam a iniciativa de ocupar espaços além dos limites da sala de aula para atividades ligadas à ciência:

*“Eu não me lembro de ter ido visitar locais como museus. Mas lembro que a gente tinha iniciativa de criar espaços informais. Em cima do prédio tinha um campo de futebol e um terreno baldio, e a turma resolveu capinar e limpar o terreno.”*

Mas a maior defesa do papel dos espaços não formais e eventos tais como feiras no aprendizado de ciências, vem do Dr. AE. Isto é compreensível, já que este cientista relata que trocou o tempo gasto nos campos de futebol pelo trabalho científico após ser estimulado por um professor a participar de uma feira estadual e ter conhecido o então Instituto Oswaldo Cruz:



*“Ter tido contato com uma instituição como o Instituto Oswaldo Cruz foi fundamental, o que determinou a minha vida, sem dúvida. Outro dia vieram umas alunas de escola fundamental, fazer um trabalho de ciências – vem muitos alunos aqui de ciências, eu recebo todas elas – e meu colega disse: “essas garotinhas aí te perturbando, você tem muita paciência!” Quando elas chegam aqui, eu lembro: elas estão fazendo o que eu fiz. Eu era um garotinho exatamente igual. Quando eu vejo essas meninas aqui, 10, 12 anos, cheias de sonhos, fico lembrando, eu era exatamente assim. Aprendi a gostar e talvez eu já tivesse uma vocação e não tinha nem percebido. Em parte por eu ter tido uma mãe que tinha muitos sonhos a serem realizados nos filhos, coitada, e que involuntariamente acabou tentando moldar o que nós seríamos.. não deu certo. Talvez uma vocação que eu já tivesse tenha sido despertada meio por acaso, por aquele professor. As pessoas criticam as feiras de ciência e às vezes eu também. Mas se não existisse a feira de ciência, eu talvez não estivesse aqui.”*

Se já havia vocação ou não no então menino AE, não é o ponto-chave deste trabalho. A questão é como o professor de ciências pode despertar e/ou valorizar esta vocação de modo intencional, e não deixar ao sabor do acaso, como parece ser a percepção do Dr. AE para sua história de vida.

Quanto às críticas a que se refere este cientista ao falar das feiras de ciências, cabe lembrar que historicamente, as feiras de ciências ganharam força na década de 60, no bojo da tendência do ensino experimental das ciências. Ainda hoje, ainda são utilizadas de uma forma equivocada por muitas escolas, como atividades de “culminância” de “projetos” desenvolvidos a partir de temas estanques e não de problematizações. Quase todos nós já vivenciamos como alunos, professores ou visitantes, feiras onde sobram estandes onde alunos expõem cartazes e maquetes coloridos com falas mecânicas, mostrando que “decoraram direitinho a matéria dada”. Nestas feiras, não faltavam medalhas e outros prêmios, que professores e familiares faziam questão de registrar com fotos. Entretanto, estas distorções e equívocos não invalidam pedagogicamente este tipo de atividade. Segundo Pavão (2007), as feiras continuam exercendo uma ação revolucionária no ensino das ciências. Portanto, segundo este autor, é preciso valorizar e trabalhar corretamente este instrumento pedagógico.

Para Pavão (2007), é necessário “desprivatizar” a escola e abri-la para as famílias e a sociedade em geral. E as feiras de ciências representam um caminho para isso, contribuindo para a formação de uma nova consciência sobre questões científicas e tecnológicas. Este autor sugere que do ponto de vista metodológico, as feiras de ciências podem ser utilizadas para repetição de experiências realizadas em sala de aula; montagem de exposições com fins demonstrativos; como

estímulo para aprofundar estudos e busca de novos conhecimentos; oportunidade de proximidade com a comunidade científica; espaço para iniciação científica; desenvolvimento do espírito criativo; discussão de problemas sociais e integração escola-sociedade. Entretanto, ele ressalta que a escolha do tema deve ter a participação do aluno, buscando desde o início a motivação para o levantamento de questões, integrando o aspecto investigativo e o demonstrativo. De acordo com Pavão, conhecimento, socialização, atitudes, habilidades, argumentação e resolução de problemas são aspectos metodológicos que podem ser ricamente trabalhados. Mas alerta: acima de tudo, a feira deve estar integrada ao currículo. As exposições selecionadas em feiras de ciências são rico material para equipar laboratórios e tornar mais agradável o ambiente escolar.

Neste sentido, vale retomar o já citado neste trabalho, Programa Nacional de Apoio às Feiras de Ciências da Educação Básica (Fenaceb), criado em 2005 pelo MEC. Sob a coordenação da Secretaria de Educação Básica (SEB/MEC), visa estimular e apoiar a realização de eventos de natureza de divulgação científica, como feiras e mostras de ciências, que tenham como protagonistas alunos e professores da Educação Básica. A expectativa do MEC é a de que, com a iniciativa:

“[...] professores e alunos possam se aproximar mais das atividades científicas no meio escolar, contribuindo decisivamente no desenvolvendo de sua autonomia intelectual e despertando a criatividade e a capacidade de construir conhecimento. A Fenaceb permite à sociedade conhecer a produção científica das escolas da rede pública de Ensino Fundamental e de Ensino Médio, e cria a oportunidade para que professores e alunos se aproximem das atividades científicas desenvolvidas no meio escolar, contribuindo para sua autonomia intelectual e despertando a criatividade e a capacidade de construir conhecimento”.

Esta visão do amplo potencial pedagógico das Feiras de ciências parece ser compartilhada por várias instituições ligadas ao ensino e pesquisa. No *site* da Universidade Federal do Pará, lemos que o Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico (NPADC)<sup>26</sup>, com o patrocínio do Ministério da Educação e da UNESCO, realizará a Feira Metropolitana de Ciências. Segundo o texto do *site*:

---

26 <http://www.ufpa.br/npadc/fmc/>

“As feiras de ciências são eventos cujo principal objetivo é estimular professores e alunos a gerar e colocar em prática as idéias e questões que envolvam investigação científica, ou seja, desenvolver que o convencionamos chamar de projetos de iniciação científica infanto-juvenil. O objetivo educacional mais amplo desse tipo de evento está relacionado com a melhoria do processo de ensino-aprendizagem de ciências e matemática na Educação Básica, incentivando a construção de um processo educativo escolar que proporcione aos estudantes uma compreensão mais significativa e crítica da natureza, da tecnologia e dos problemas sócio-ambientais. Uma das maneiras de conseguirmos isso é disseminando e incentivando o uso de pesquisa de iniciação científica infanto-juvenil como estratégia educativa para os estudantes do Ensino Fundamental e médio, pois dessa forma estaremos contribuindo positivamente para o desenvolvimento de habilidades e competências necessárias à progressiva autonomia intelectual dos estudantes. Além disso, esses eventos possibilitam o intercâmbio de experiências de ensino-aprendizagem entre professores e estudantes [...]”.

Nas lembranças do Dr. AR, há poucos eventos deste tipo e isso o levou a estimular professores em cursos de formação a oportunizarem estas experiências para suas turmas:

*“Eu me lembro de visitas ao Museu do Índio, Museu Nacional, Museu da República, agora, Feira de Ciências, tive muito poucas oportunidades. Senti muita falta e por causa disso quando eu fui dar aula estimulava os alunos a fazer. Era quase que uma compensação. Eu precisava era fazer o que eu não consegui ter com os meus professores. ”*

O aspecto de integração curricular quando se discute a realização de feiras de ciências, também é significativo no tocante à realização de projetos na escola, para evitar que sejam apenas eventos pontuais e fragmentados, verdadeiros “penduricalhos” no currículo.

Como nos lembra Waldhelm (2001), a idéia-chave no trabalho com projetos é o diálogo com o contexto. Além de propiciar a construção coletiva do conhecimento, o trabalho com projetos parte da problematização de contextos ligados à vida do jovem. E contextualizar significa localizar no tempo e no espaço uma questão problematizada, não é simplesmente exemplificar. Os projetos também representam ótimos espaços para que a interdisciplinaridade aconteça de modo efetivo. Afinal, o que demanda a atividade de investigação e pesquisa, inerente a um projeto, é justamente a problematização. Sem isso, como identificar que conhecimentos disciplinares serão necessários para o entendimento da questão? Como garantir a inserção significativa e articulada das disciplinas? Será que todas as disciplinas precisam participar de um mesmo projeto e ao mesmo tempo? Este idéia equivocada cria uma artificialidade multidisciplinar, fragmentada e linear, favorecendo a superposição de conhecimentos e a perda de

tempo. Quando temos perguntas claras e definidas, podemos visualizar as disciplinas que podem juntas ajudar a respondê-las melhor, de modo mais completo, articulado. Diferentes olhares sobre um mesmo objeto ou realidade favorecem uma leitura mais apurada.

Percebemos no cotidiano escolar que uma equipe multidisciplinar pode ou não fazer trabalhos interdisciplinares e que a interdisciplinaridade não anula a disciplinaridade. Cada disciplina, seja uma ciência natural ou não, tem sua identidade, seu objeto de estudo, sua forma de pesquisar e produzir conhecimento. Por muito tempo a escola acostumou-se a desenvolver “projetos” do tipo “água”, “saúde”, “olimpíadas”, “sexualidade” e outros similares. A partir de temas isolados, alunos e professores passavam o ano preparando cartazes, “experiências” e maquetes para serem exibidos e avaliados em feiras e mostras culturais. Professores de todas as disciplinas por vezes eram coagidos a participarem do “projeto”, desenvolvendo atividades isoladas, desarticuladas e em geral desprovidas de significado para o aluno. Como não havia problematização, não havia uma questão a ser investigada. Tampouco havia propostas de intervenções concretas na realidade do aluno e comunidade e o levantamento de novas questões a partir do conhecimento construído. Com isso, tradicionalmente os “projetos” culminavam com exposição de maquetes e cartazes, no formato das equivocadas feiras culturais ou de ciências. Uma escola que garanta espaço para práticas pedagógicas criativas e integradoras, com certeza será terreno fértil para o desenvolvimento de projetos que mobilizem os alunos, por mostrarem a relação entre o que se aprende na escola e a vida. Nesta escola, com certeza, mestres e alunos aprenderão a aprender.

#### **4.7**

### **Outras influências na escolha pela Ciência**

Embora este estudo tenha como foco o papel do professor na trajetória profissional dos cientistas, cabe destacar outros fatores apontados nas entrevistas como tendo algum grau de importância nestas trajetórias. Estes fatores, em maior ou menor grau, podem ser incorporados à prática docente e aos currículos escolares, colaborando para incentivar e favorecer o aprendizado das Ciências e quem sabe, estimular vocações para a pesquisa científica. Assim, não devem, ser

vistos concorrendo com a escola ou o professor de ciências, mas indo ao encontro dos objetivos destes e da educação científica.

Constatei que o estímulo à leitura e a visita a espaços não formais de aprendizado em Ciências promovidos pela família também são destacados pelos entrevistados como importantes e significativos em suas vidas. Verifica-se neste sentido que a família pode exercer influência positiva seja por criar uma atmosfera onde a curiosidade e a busca pelo conhecimento sejam valorizadas ou por disponibilizar à criança ou jovem materiais relacionados à ciência tais como revistas de divulgação científica, álbuns, coleções, kits experimentais etc.

#### • O estímulo à leitura

Acerca das publicações em Ciências, estudos tais como o de Salém e Kawamura (1996) têm demonstrado o interesse da comunidade de pesquisadores em ensino de Ciências no uso de textos de divulgação científica dentro do ambiente escolar a partir de uma variedade de perspectivas e pontos de vista. Salém e Kawamura (1996) traçaram diferenças entre livros didáticos e textos de divulgação científica de física e concluem que a utilização de textos de divulgação pode contribuir para enriquecer o ensino “trazendo novas questões, abrindo a visão de ciência e de mundo do aluno e professor, criando novas metodologias e recursos de ensino, localizando o conteúdo ensinado em contexto mais abrangente, motivando, e mesmo aprofundando determinados assuntos“ (idem, p. 595). As falas dos entrevistados revelam que quando o incentivo à leitura, principalmente de textos relacionados à ciência e natureza, é feito desde cedo na vida escolar também no ambiente familiar, parece haver boas chances de se estimular a criança para o estudo de Ciências naturais. Vejamos algumas dessas falas que exemplificam o papel da leitura e do acesso a diferentes produções literárias nas vidas desses cientistas:

*“Talvez eu tenha me interessado pela natureza antes mesmo de entrar na escola. Eu gostava muito de desenhar animais. Uma tia me ensinou a ler e logo passei a ler os livros onde antes eu só via as figuras de bichos. Meu pai comprou para mim e para minha irmã aquela coleção Tesouro da Juventude, que falava muito sobre a natureza. Isso me estimulou bastante.”* Dr. A.

*“Embora meu pai mal tivesse terminado o primário, a mãe dele era professora, mas não “passava a mão na cabeça dele” Então cedo ele quis ir trabalhar. Viajou como aventureiro.. e sempre gostou de Ciências, comprava aquelas coleções todas, tipo a Conhecer.. tudo que saía no jornaleiro sobre Ciências! Eu sempre vi*

*e li isso e desde criança, quando me perguntavam o que queria ser, respondia cientista-médico, ou seja, eu não sabia nem o que era, mas sabia que era alguém que trabalha com Ciências na área da saúde, de medicina, de cura de doenças.. ”  
Dr. M*

Para o DR IS, cuja escola demonstrava ser extremamente tradicional e calcada em um ensino livresco, e onde o currículo pouco abordava seu objeto de interesse (geologia) o acesso a publicações de divulgação científica, possibilitado por uma tia, revelou um novo universo de possibilidades:

*“Quando eu tinha uns nove anos de idade, minha tia comprou-me uma enciclopédia. E era muito ilustrada. Mostrava as rochas, os minerais e os fósseis. E falava como que se deveriam coletar os fósseis, os afloramentos, que eram nos barrancos dos rios e nas margens de estradas. E como eu morava na periferia de Rezende, já era próximo da área rural. Então passei horas e horas procurando fósseis ao longo das margens dos rios, das encostas. Num primeiro momento procurei ao redor da minha casa!”*

Lorenzetti e Delizoicov (2001), por sua vez, enfatizam que a alfabetização científica é uma atividade vitalícia, sistematizada no espaço escolar, mas que transcende suas dimensões para os espaços de educação não formal, permeados pelas diferentes mídias e linguagens. Verifica-se que mesmo nos últimos anos, com o grande desenvolvimento das mídias eletrônicas e digitais, os livros mantêm seu lugar de destaque. No Brasil, ainda são raros os espaços na mídia destinados a fazer uma ponte entre a ciência e as crianças. O único periódico integralmente voltado à divulgação científica para o público infantil é a revista Ciência Hoje das Crianças. Editada pela Sociedade Brasileira para o Progresso da Ciência (SBPC), no início (1986) era apenas um encarte da revista Ciência Hoje. Em setembro de 1990, foi transformada em uma revista independente. Isto reforça a necessidade de investirem-se mais recursos nas publicações com temática científica destinadas ao público infanto-juvenil, além de garantir a continuidade de programas voltados à melhoria dos livros didáticos de ciências.

#### • **Status social da carreira**

Como abordei a opção de carreira e suas influências, emergiram das falas dos entrevistados, lembranças acerca da pressão (positiva ou negativa) a que foram submetidos em suas vidas. Vejamos a seguir como a questão do *status* social da carreira científica teve impacto em suas escolhas quando jovens estudantes.

A maior parte dos entrevistados declarou que em algum momento de suas vidas sentiu-se pressionada socialmente a seguir a carreira da medicina. Carrijo (1999) já havia chamado a atenção de como biologização excessiva do currículo de Ciências no Ensino Fundamental pode levar o aluno deste nível de ensino a canalizar seu interesse na área das Ciências naturais apenas para a medicina.

O currículo de Ciências de 6º a 9º ano (antigo ciclo de 5ª a 8ª série) do Ensino Fundamental que vem norteando o ensino brasileiro atualmente ainda mantém uma abordagem estanque e fragmentada dos conteúdos. Nesse currículo fragmentado os conteúdos de Ciências costumam ser assim divididos: na 5ª série: ar, água e solo; na 6ª: seres vivos; na 7ª: corpo humano e na 8ª: Química e Física. Em geral, os conteúdos são estudados de forma desconectada entre si e com a realidade do aluno. A valorização dos conteúdos da Biologia nesse currículo, provavelmente se dá pelo fato da maioria dos professores de Ciências das séries em questão ter formação nessa área e nela apresentar maior segurança conceitual. Os livros didáticos existentes no mercado editorial em sua maioria ratificam essa organização estanque, fragmentada e “biologizante” do currículo de Ciências.

Um currículo de Ciências onde os conceitos de química, física, biologia, astronomia etc. fossem trabalhados de modo equilibrado e articulado poderia ampliar o horizonte vocacional dos alunos para a pesquisa nos diversos campos. Em vários países os currículos de Ciências vêm sendo reformulados e reorganizados sob uma abordagem interdisciplinar, relacionando a ciência com a tecnologia e sociedade.

Para Chassot (1990 p. 31) apud Argüelo e Gimenes (1991):

“As Licenciaturas Plenas em Biologia deixam a desejar, pois não se pode ensinar Ciências no primeiro grau centrando-se exclusivamente em fatos biológicos. As Plenas de Física ou de Química, habilitam para o segundo grau e não preparam para a docência do primeiro grau. [...] É mais difícil lecionar Ciências no 1º Grau do que Química no 3º Grau. Nesta direção defendo uma melhor preparação de professores de Ciências para o 1º Grau.”

Magalhães Júnior e Pietrocola (2005) destacam que na 55ª reunião da SBPC (2003), discutiram-se vários problemas que envolvem o ensino de ciências no Brasil. Desta discussão foram apontados como um possível agravante destes problemas, os tipos de formação aplicados aos educadores desta área, ressaltando

que falta uma identidade na formação em Ciências, abrindo espaço para que profissionais formados em outras áreas (médicos, engenheiros, etc.) considerem-se automaticamente preparados para ensinar ciência, o que é falso na visão do grupo da SBPC.

Embora concorde que a atuação destes profissionais como professores não seja a situação ideal, o quadro existente em grande parte dos estados brasileiros não deixa muitas opções para resolver este problema. Atuando como consultora do MEC na área de Ciências da Natureza, tive a oportunidade de desenvolver ações de formação continuada com Secretarias de Educação de 19 estados do Brasil e constatei pessoalmente que a realidade enfrentada de norte a sul mostra um déficit tão grande de professores habilitados para lecionar ciências (incluindo Biologia, Química e Física), que mesmo quando as secretarias abrem concursos, não conseguem suprir as vagas existentes, sendo obrigadas a escolher entre ficar com turmas sem professores desta área ou contratar profissionais de áreas afins, sem nenhuma formação pedagógica, para lecionar. Entretanto, por vezes nem profissionais graduados as secretarias conseguem contratar. Os baixos salários do magistério são pouco atraentes aos médicos, dentistas, nutricionistas, engenheiros etc. e contratos do tipo temporário (outro problema nas escolas públicas brasileiras) são fechados com estudantes das universidades. Assim, na discussão da questão da identidade do professor de ciências, estão em jogo fatores que mostram o quão longe estamos do que poderíamos considerar próximo do ideal. É sem dúvida melhor que alunos tenham aulas de biologia com um licenciado nesta disciplina do que com um dentista ou médico. Mas quando isto se mostra impossível, talvez seja melhor que um dentista lecione do que ver alunos ganharem diplomas da Educação Básica sem terem a chance de conhecer e discutir na escola sobre código genético, células-tronco, transgênicos, vírus HIV etc. Sem deixar de considerar urgente o investimento na formação de professores (com qualidade) para atingir a demanda existente em nossas escolas, vale a pena pensar em programas de formação voltados para estes profissionais que estão nas salas de aula em caráter precário, que rigorosamente não poderiam ser professores na Educação Básica, mas o são de fato. Além é claro, de melhorar o quadro de proletarização do trabalho docente e a realidade material das escolas, a fim de tornar a carreira de professor atraente para os jovens e assim aumentar o número de licenciados.



A seguir, as falas que revelam como nossos entrevistados não tiveram necessariamente uma trajetória linear até a carreira como pesquisador. Alguns fazem questão de ressaltar que não querer cursar ou continuar na medicina foi uma opção. Isto provavelmente remete ao fato do médico ainda ser socialmente mais valorizado em comparação com as carreiras de biólogo, químico, físico etc.

*“Eu gostava muito de Ciências e não quis fazer medicina, porque todos os meus colegas naquela época que eram muito bons alunos em biologia pendiam para medicina. E eu gostei mesmo de biologia, era uma excelente aluna, poderia ter passado para medicina. Fui 1º lugar no vestibular de História Natural naquela época e fui muito bem. Foi uma escolha.” Dra. I*

*“Quando estava fazendo vestibular, um professor riu de mim porque ia fazer Biologia”. Dr. S*

*“Minha mãe tinha três sonhos: que eu fosse militar; padre ou médico. Não realizei nenhum dos sonhos dela. Como não quis ser padre, ela não deixou que eu continuasse no São Bento, onde havia o curso científico. Eu saí de lá e fiz o científico no Colégio Metropolitano, no Méier. Ai me preparei para fazer medicina – passei, e fiz o primeiro ano – odiava. Então soube que tinham criado uma área de concentração biomédica, que tinha medicina, biologia, farmácia, enfermagem – eu podia mudar de um curso pro outro, quando havia vaga. Foi fácil ir da medicina para Biologia, o contrário é que era difícilimo. ” Dr. AE*

*“Eu queria fazer Ciências. E é o que eu faço hoje aqui na Fiocruz, porque de médico eu não tenho nada”. Dr. A.*

Para a família do Dr. IS, trocar uma carreira vista como promissora e segura (oficial militar) pela de Geólogo/Cientista era uma temeridade e representou uma decepção na época:

*“Minha família me estimulava para o estudo. Mas um estudo muito pragmático, com aplicação muito objetiva, muito clara. E posso contar histórias dos anos 70 que são inacreditáveis. Eu estudava muito e maneira de ascensão social mais óbvia pras pessoas de Resende era ingressar na academia militar. E eu não passava nos concursos. Tinha ali em Guaratinguetá a escola de sargentos especialistas da Aeronáutica. E eu por duas vezes cheguei a ser aprovado nas provas escritas, mas era reprovado no exame médico. E aí conforme o tempo foi passando minha família melhorou um pouco a situação econômica dela e quando eu já estava no 3º ano do EM meu pai e minha mãe foram numa festa onde estavam vários militares. Isso foi no finalzinho dos anos 70. No dia seguinte apareceu um militar na minha casa e minha mãe me chamou para eu sentar e conversar com ele [...]. Ele foi muito educado, conversou comigo e perguntou: você quer ir pra AMAN? Na ocasião eu já tinha outras idéias e não era aquilo que queria seguir. Olhei para meus pais [...] e falei que não. Que não queria ir. E todo mundo ficou muito decepcionado. Eu por ter decepcionado meus pais, meus pais decepcionados comigo. Mas não tinha jeito, desde o primeiro momento eu queria fazer Geologia.” Dr. IS*

Assim como o Dr. IS sempre foi apaixonado pela geologia, o Dr. AR também revela seu amor antigo pela Biologia e a importância de seu professor ter valorizado as vocações dos alunos, independente da área escolhida e procura fazer o mesmo com jovens que mostrem desejo de seguir carreira científica:

*“Quando eu falo de ciência falo com amor. Lembro até que no último ano do segundo grau, o professor sentou com todo mundo e perguntou o que nós queríamos fazer na vida. A maioria falou na área de saúde e a gente ficou falando nas possibilidades. Ele dizia: “Mas você gosta de quê? Gosta de bichos? Vocês quando se formarem, podem ir para o Museu Nacional, trabalhar no Jardim Zoológico” quer dizer, já mostrava as possibilidades, mesmo que restritas, do trabalho como cientista. Eu nunca desestimulo ninguém que está pensando em fazer ciências ou que está dentro do curso, a desistir porque não dá dinheiro, ou porque é muito difícil, eu não ajo dessa forma não. Eu tento mostrar o quanto existe de possibilidades que ele não conhece, o quanto ele pode trabalhar.” Dr. A*

#### 4.8

#### **O que dizem os cientistas entrevistados sobre a formação do professor de Ciências**

Estimulados pelas lembranças de seus mestres, os cientistas ao serem questionados por mim sobre como deveria ser a formação dos professores de Ciências, manifestaram grande preocupação com o domínio do conteúdo, de modo menos fragmentado, articulando as contribuições das diferentes Ciências (Biologia, Química, Física, Geologia, Paleontologia, Astronomia etc.) bem como da Matemática. Isto reflete a compreensão da complexidade de um currículo de Ciências do Ensino Fundamental, onde se estudam seres vivos, astros, rochas e minerais, fósseis, fenômenos químicos e físicos, dentre outros conceitos.

Sobre este aspecto temos a fala da Dra. I:

*“Eu acho que a visão globalizada dessas Ciências é melhor. Você não pode fazer ou, aprender Ciências sem saber química e física. Eu acho que isso tem que ser olhado de uma forma global. Na verdade não creio que nenhum conceito possa ser bem entendido se você faz distinção entre uma ciência e outra.”*

Alguns acham que a pós-graduação seria um diferencial na atuação do professor de Ciências, como defende o Dr. M:

*“Acho que até o professor da Educação Básica deveria ter o mestrado. Porque abre a cabeça das pessoas. Porque a 1ª coisa que eu aprendi quando sai da graduação e vim para o mestrado é que você não sabe tudo. Porque a gente tem*

*idéia durante a graduação que em ciência "é assim, assim e está acabado". E na pós-graduação a gente vê as exceções. Na verdade, a gente começa a ver que a maior parte é exceção e não regra geral. Aprender isso seria importante. Perceber que o mundo não é tão óbvio. A idéia que se tem de Ciências é a de que tudo é óbvio. E não é. Nada é óbvio. As coisas se tornam óbvias [...]. "*

A oportunidade do professor de Ciências vivenciar a pesquisa científica em um laboratório como parte de sua formação foi destacada em diversas falas:

*"Eu nunca parei para pensar nisso, mas quando vejo os alunos que têm que fazer estágio curricular na sala de aula, dar aulas, assistir o professor dando aula... Penso que isso também deveria ser feito dentro do laboratório, de física, de matemática, de biologia, de ciência básica. Seria interessante que tivesse esse estágio nos laboratórios. Que os licenciandos vivenciassem o início do conhecimento, da pesquisa, aprender como se cria uma pergunta, como buscar uma resposta. Metodologia para se responder aquilo. Esse tipo de coisa é interessantíssimo para depois se passar aos alunos em uma sala de aula [...]". Dr. A.*

*"Eu acho que para falar de ciências é preciso que em algum momento você viva a ciência. Até acho que alguns professores que não cursam licenciatura dão aulas tão belas justamente porque têm essa vivência da ciência. Não só da pesquisa, mas de dominar a linguagem científica. Então eles são capazes de pegar artigos de outras áreas e trazer aquilo pra sala de aula. " Dra. JO*

A vivência por parte do licenciando em pesquisas ligadas à sua área específica, atuando em laboratórios da universidade ou outros centros de pesquisa durante sua formação, foi intensamente debatida e apontada como uma boa prática formativa por ocasião do III Colóquio Internacional sobre Epistemologia e Pedagogia das Ciências, realizado em julho de 2007 na PUC - Rio. Abordando os temas "Sistemas de Formação dos Professores de Ciências" e "Modelos Pedagógicos e Novas Tecnologias Didáticas", o colóquio contou com professores de Ciências e pesquisadores em Ensino de Ciências do Brasil, da *École Normale Supérieure* (França) e da *Haute École Pédagogique* (Suíça).

Para o Dr. D, entretanto, haveria limites para a vivência da pesquisa científica por parte do licenciando no currículo:

*"Eu acho que dá para ele ter esse contato com a pesquisa em um nível que não seja o do pesquisador propriamente dito. Pelo menos ter uma idéia de como se faz uma pesquisa. Como se coleta amostras no rio e no mar? O futuro professor poderia ver como é o trabalho de campo, o do laboratório. Aprender como se interpreta dados, mostrar exemplos de resultados. Ele não precisa necessariamente ficar no microscópio analisando e classificando. Isso é uma especialidade. Requer outras habilidades. Não precisa chegar a esse ponto. Tem que pegar as coisas essenciais. O licenciando não precisa chegar ao ponto de se agregar a um grupo e fazer os projetos. "*

No contexto destas falas, é interessante retomar Ogborn e colaboradores (1996), que em um estudo sobre explicações construídas pelos professores na sala de aula de Ciências, observaram que os mesmos não se restringem a fazer demonstrações ou a oferecer relatos verbais, ou seja, a explicação é apenas uma das muitas estratégias retóricas utilizadas por professores de Ciências. Na verdade, os professores problematizam aspectos do conteúdo, recontextualizam explicações através de metáforas, analogias e narrativas, introduzem e re-elaboram entidades científicas em seu discurso, tudo isso num esforço para que seus estudantes passem a ver o mundo de uma outra maneira. Os autores ressaltam a dimensão retórica do Ensino de Ciências ao reconhecerem que a aprendizagem de conceitos científicos não pode mais ser concebida como convicção racional, já que a persuasão e a argumentação são relevantes nesse processo. Acerca do conceito de recontextualização e prática docente, não podemos deixar de citar Bernstein (1996) quando se refere à produção do discurso pedagógico. Segundo este autor, o discurso pedagógico seria um discurso recontextualizador que retira os outros discursos de sua rede de princípios e significados e os recoloca a partir de suas finalidades e princípios, ou seja, um discurso particular que se apropria de outros discursos em função de suas necessidades.

Na análise de Gil Pérez (1996), citado por Cunha e Krasilchik (2005), devem-se questionar as visões simplistas sobre a formação dos professores de Ciências e compreender a necessidade de uma preparação rigorosa para garantir uma docência de qualidade, considerando-se as deficiências dos cursos de licenciatura e o tempo limitado de formação inicial. Por outro lado, muitos dos problemas do processo de ensino-aprendizagem não adquirem sentido até que o professor os tenha enfrentado em sua própria prática. Ao tornarem-se significativos, estes problemas podem finalmente criar uma atmosfera favorável para a pesquisa na escola, estimulando a busca de soluções. Sobre estes aspectos, temos a fala a seguir:

*“Uma coisa é você buscar informações em um livro, outra é você tirar suas próprias conclusões a partir da observação da natureza. Seria interessante que o professor pudesse levar seus alunos a ver diretamente a natureza, observar e perguntar coisas como: 'Por que as folhas caem no outono e as flores aparecem mais na primavera'? Assim não ia ficar o conhecimento puro, sem o porquê das coisas. Tinha que se ensinar os alunos a perguntarem mais sobre os fenômenos, a serem mais curiosos (...). Acho que existe uma dependência muito grande dos livros.. Eles são importantes, mas acho que o ensino tem que ter mais da alma da*

*pessoa. O professor tem que ser aquela pessoa que entenda, que esteja escutando mais a natureza e saiba passar aquilo pro estudante. ” Dr. R.*

Em Chassot e Oliveira (1998) encontramos uma interessante reflexão sobre essa postura docente criticada pelo Dr. R. Os autores questionam o quanto efetivamente permitimos que os alunos sejam mais “interrogantes”, no lugar de apenas tentar responder às perguntas do(a) professor(a). Para estes autores, é preciso ficar atentos a perguntas que são trazidas à sala de aula e às vezes não qualificadas pela escola. Ao querer “trazer os problemas da realidade para a sala de aula” (aspas originais), os professores, segundo estes autores, acabam higienizando-as de tal modo que, de “real” já trazem pouco. Mais uma vez voltamos à questão da recontextualização no discurso pedagógico à luz das contribuições de Bernstein (1996). O currículo e o programa, ao constituírem-se como discurso pedagógico oficial, traduzem um modelo de ensino-aprendizagem caracterizado por determinadas relações de poder e de controle expressas nas relações entre diferentes categorias de sujeitos, discursos e espaços. Assim, como atentam Chassot e Oliveira (1998), ao trabalhar com as experiências dos estudantes, que isso não sirva para partir da realidade no sentido de nunca mais voltar. Ao chamar a atenção para a dependência do professor em relação ao livro, a fala do Dr. R nos lembra que os livros didáticos têm em geral, bastante influência na prática pedagógica do professor de Ciências. A escolha do livro a ser adotado costuma levar em conta a atualização dos conceitos, qualidade das ilustrações, sugestões de experimentos e projetos.

Outro elemento que emergiu das entrevistas foi a importância da vivência da pesquisa em laboratórios na universidade, pelos licenciandos em Ciências. Em geral, ao ingressar no curso de licenciatura em Ciências Biológicas, o aluno tem contato com pesquisas do campo específico do conhecimento. Nos cursos onde a dicotomia entre conhecimento específico e conhecimento pedagógico caracteriza o currículo proposto, o contato com a “pesquisa específica” se dá logo no início da formação. Assim, muitos alunos inserem-se precocemente em pesquisas em andamento nos laboratórios de Botânica, Genética, etc. no caso da Biologia. O contato com pesquisas acerca das questões pedagógicas, porém, acaba ocorrendo tardiamente, na parte final do curso. E nem sempre este contato ocorre. Infelizmente, são raras as interações entre pesquisa e ensino nas aulas de

Psicologia, Didática, Sociologia e Prática do Ensino que os licenciandos cursam. Acerca desta vivência da pesquisa na formação inicial do licenciando e da formação continuada docente, o Dr. F. relata uma experiência bem sucedida na universidade onde trabalha:

*“Há quatro anos oferecemos um curso de cultura de células e fundamentos de biologia celular. Na época a gente colocou como público-alvo professores do estado e do município e licenciandos. Por que achamos isso importante? Para dar uma aula legal, obviamente o professor tem que ter conhecimento pedagógico. Mas a Biologia se baseia no campo experimental. Então é fundamental vivenciar o método científico. Deixar a garotada fazer hipóteses. Se vou falar de clonagem em sala de aula, ainda que não tenha feito estágio num laboratório de biotecnologia, o fato de ter vivenciado o que é pesquisa, muda minha forma de trabalhar didaticamente este e outros conteúdos”.*

Para Villani e Freitas (2002) é interessante notar que, normalmente, os professores das disciplinas pedagógicas dos cursos de licenciatura exigem do aluno um tipo de reflexão sobre as manifestações do fenômeno educacional nos diferentes âmbitos - político, pedagógico, cultural etc. - sob a ótica do especialista-pesquisador. Isso quer dizer que se exige do aluno uma inversão da posição de análise; do aluno que é inserido no ambiente escolar dentro desse papel, para o de um investigador na área de política educacional, Ciências sociais e, quiçá, Ciências cognitivas. Assim, a oportunidade de enxergar e analisar o fenômeno como um educador em geral só virá com a prática, depois do término do curso. Nesse caso, os alunos não se integram cognitivamente ao processo, pois a comunicação professor-aluno é, na maioria das vezes, ininteligível.

Acerca deste aspecto, fala a Dra. B:

*“Todo ensino deve envolver participação, atividades práticas com muito o espaço para debate e questionamentos. Além disso, só deve formar o outro quem puder dar o exemplo daquilo que “prega”. Alguém genial já disse: O exemplo não é a melhor forma de ensinar: é a única!”*

Ao refletir sobre nossa formação ( professores de ciências), indago-me então sobre que tipo de pesquisa nos prepararia melhor para o exercício da pesquisa na prática docente: a pesquisa em Genética, Botânica, Teoria da Relatividade, Cinética Enzimática, Nanotecnologia, etc. , ou a pesquisa que levasse à produção de materiais e/ou estratégias de ensino que favorecessem o aprendizado por parte de nossos alunos, de alguns conceitos (não todos!), necessários à sua preparação para a vida? O que pensam os cientistas sobre essa questão?

A Dra. D destaca a importância de experiências de inserção do licenciando ou do professor no ambiente de pesquisa, embora reconheça que isso exija tempo extra do cientista responsável pela pesquisa para acompanhamento e orientação:

*“Eu fiz o meu Pós-Doutorado no Sul da França. No laboratório em que eu estava-uma unidade mista de pesquisa-assim como em todos os laboratórios, acontecia o seguinte: oferecia-se um mês para o aluno de graduação fazer um projeto, de interesse do laboratório, mas plenamente executável em um mês. Entregava-se o projeto com o problema, ensinavam-se as técnicas e o aluno se virava. E dava certo. Além disso, era bom para o laboratório porque tinha coisas que a gente tinha que fazer, mas não havia tempo. Para o aluno era muito bom, podia ser um problema simples, mas era um problema. Para o pesquisador era algo simples, mas para o licenciando era algo diferente. Mas também entendo o lado do pesquisador. É caro, não só em termos financeiros, mas em termos de tempo. Eu gasto mais tempo com os alunos de iniciação científica do que com os mestrandos e doutorandos. Mas embora os de IC dêem muito mais trabalho, também apresentam resultados muito mais gratificantes.”*

A Dra. I é enfática ao defender a igualdade de oportunidades entre licenciandos e bacharelados na ocupação de vagas em laboratórios, destacando o quanto essa vivência é importante na formação do professor:

*“Existem diversos programas, como por exemplo, o programa de iniciação científica, inclusive nas universidades privadas. Ele é essencial. Atualmente engloba cerca de 1% do alunado brasileiro, mas deveria englobar muito mais. Deveria englobar 100%. Não fazemos discriminação entre quem é licenciando e quem é do bacharelado, pelo menos em minha universidade, na hora de conceder bolsas. Se eles têm competência e o projeto tem mérito, eles ganham tanto se são uma coisa ou outra. [...] Não acho que seja um desperdício dar bolsas ao licenciando, porque no final das contas é o que ele mais precisa para ser professor. Ter essa base de saber buscar as coisas para passar ao aluno, estimular a interrogação, a curiosidade...”*

Também em Chassot e Oliveira (1999), lemos sobre a necessidade da conjugação entre pesquisa e ensino na formação de professores. As velhas licenciaturas caracterizadas pela fragmentação de seus cursos levam à formação de professores de Ciências sem uma visão clara dos conteúdos específicos das Ciências e sem a vivência em pesquisa, tornando-os despreparados para reelaborar pedagogicamente estes conteúdos a fim de torná-los adequados à aprendizagem de crianças e adolescentes. Para estes autores seria como se a parte pedagógica do curso não se “encaixasse” sobre a “base científica” construída a outra instância acadêmica.

É importante retomar os questionamentos e reflexões feitas por Soares (2001), nos quais se discute como as pesquisas nas áreas específicas influenciam o curso de formação de professores e nos perguntarmos: Que tipo de pesquisa prepararia o professor da área de Ciências Naturais para a prática da pesquisa como docente na Educação Básica? Esta autora defende a idéia, bastante difundida, de que só estará habilitado para uma ação pedagógica pertinente e competente, um professor cuja formação tenha sido marcada pelas pesquisas em sua área específica. Para esta autora, é fundamental compreender como o conhecimento da área é construído, para que possa socializá-lo (ensiná-lo). Assim, produção do conhecimento (pesquisa) e socialização do conhecimento (ensino) seriam indissociáveis.

O Dr. AE, quando questionado sobre a formação do professor de ciências destacou a necessidade de atualização constante e o uso das tecnologias de informação para facilitar este processo. Entretanto, lembra que é fundamental o professor não apresentar estas informações prontas ao aluno, mas estimulá-lo a pesquisar também:

*“Na área de ciências o professor tem que estar sempre bem informado porque as coisas mudam muito rapidamente. Ele tem que usar as ferramentas de mídia, Internet e outras, para estar atualizado e tentar despertar nos alunos o interesse para pesquisa de temas na sala de aula. Não adianta ele passar a informação simplesmente, mesmo que ele tenha um recurso de mídia muito bom, um data-show muito bonito, com imagens interessantes, ele não deve levar a informação pronta pra sala de aula’.*

O Dr. AR destaca a importância da componente pesquisa na formação docente:

*“Eu acho que qualquer curso de licenciatura tem que ter essa vertente, (a **pesquisa**) porque não é só no bacharelado que se faz pesquisa, na área de licenciatura você pode trabalhar a questão do professor, do aluno, do professor com o aluno. As disciplinas metodologia do trabalho científico e a metodologia da pesquisa científica não são valorizadas. Eu vejo claramente que os alunos não compreendem o que é metodologia da pesquisa e metodologia de trabalho, por falta de um aprofundamento e estímulo. Geralmente é dado no 2º ou no 3º período no curso de graduação e depois nunca mais eles vêem. E tem que bater na tecla daquelas três palavrinhas famosas: a inter, a trans e a multidisci-plinaridade. ”*

A Biologia recebeu especial destaque na fala do Dr. AE no que diz respeito ao acelerado ritmo de mudanças e novas descobertas na atualidade:



*“Embora a Física, Matemática e Química tenham também esse potencial, são mais frias, mais exatas. Em Biologia tudo é discutível. Não existe uma verdade absoluta em biologia. Qualquer informação, por mais correta que o professor possa ter, ao passar pra sala de aula, o aluno pode questionar. A Biologia permite mais o questionamento. O professor tem que usar a mídia, a Internet, a favor dele. Mesmo que depois se descubra que aquilo que a mídia noticiou não era verdadeiro, a discussão já trouxe à tona várias possibilidades ricas do ponto de vista pedagógico.”*

Ainda em sua fala, que revela a predominância do gênero feminino entre os professores de ciências - alunos do curso de biocências – o Dr. AE afirma que embora seja mais complicado, é possível dar boas aulas de ciências em cenários de escassez de materiais:

*“A gente tem tantas limitações, mas não pode se acomodar e utilizar as limitações como desculpa para não fazer as coisas. No curso de biociências existe uma disciplina que ensina como elaborar um artigo científico e depois como publicar. Então as professoras têm muita dificuldade nisso. Eu falo que é um desafio, que não pode utilizar a falta de recursos na sala de aula, a falta de laboratório, como uma barreira para não fazer. E dentro daquelas limitações elas buscam e conseguem alternativas.”*

O mesmo Dr. AE, conta como os próprios alunos, motivados pelos professores, ajudam a tornar a aula mais interessante, em escolas onde faltam recursos materiais:

*“Minha orientanda, que pesquisou o que os alunos sabiam sobre os insetos, começou a desafiar os alunos a trazer insetos de casa para o laboratório. Teve um dia que ela falou: vou mandá-los parar – me trazem barata, gafanhoto, uma porção de coisas que eu nunca podia imaginar que eles fossem pegar, então a sala está cheia de insetos, daqui a pouco o diretor vai reclamar”.*

E destaca o quanto as expectativas e atitudes de um professor em relação a seus alunos podem fazer a diferença em suas vidas:

*“Vemos que em lugares praticamente sem recursos, colégios carentes, comunidades em Nilópolis, Nova Iguaçu, colégios pobres para trabalhar, o aluno se interessa pelo que está sendo estudado, se sente valorizado quando o professor demonstra que ele é capaz. Um professor nunca deve pensar o que adianta ensinar isso, se aqui ninguém vai ser cientista? Como ele sabe que ninguém vai ser cientista? Eu sou o melhor exemplo disso: eu nunca imaginei que eu fosse ser cientista. Até os 16 anos, só queria saber de jogar futebol e foi um professor quem me deu a oportunidade de conhecer a ciência de fato. “Dr. AE*

#### 4.9

### O que dizem os cientistas entrevistados acerca da relação entre pesquisa e docência

Tanto na Fundação Oswaldo Cruz como em outros centros de produção científica é comum o pesquisador ter que complementar sua jornada de trabalho com a docência, seja na graduação ou nos programas de pós-graduação. Ao serem questionados sobre a relação entre suas atividades de pesquisa e a docência, alguns manifestam claramente sua preferência:

Pela pesquisa

*“Sempre pensei primeiro na pesquisa. Acho que o ensino vem como um complemento dessa atividade. Porque querendo ou não, quem faz pesquisa e é obrigado a dar aulas, tem que ler mais, ter um contato maior com os livros.”* Dr. S.

Ou surpreendentemente, já que se trata de cientistas, pela docência:

*“Eu adoro dar aula! Eu acho que pesquisa e ensino estão muito articulados. Eu comecei a dar aula ainda na graduação. Achava que não gostava nem sabia dar aula e quando comecei a apresentar os seminários, os professores me davam mais pontos do que ao resto da turma. Isso começou a mexer comigo. Vi que os alunos gostavam da minha “aula”. Então eu comecei a me sentir bem. A me sentir confiante. E resolvi: quero dar aulas também. E faço isto até hoje. Dá trabalho ter que corrigir tantas provas. Mas dar aula é muito bom.”* Dr. M

O entusiasmo pela docência também é compartilhado por Dr. R:

*“Eu sempre pensava em ser professor e pesquisador.. na verdade eu sempre pensei mais em ser professor. Eu gosto realmente de pesquisar, mas sinto que gosto porque ensino.. Adoro dar aula! Se eu pudesse ser só professor eu seria só professor! Mas a pesquisa complementa meu trabalho: sempre tem um problema para resolver, e nisso você está sempre estudando. Você busca o conhecimento e reparte com seus alunos. O que eu mais gosto na pesquisa é poder ensinar, repartir.”*

Todos os entrevistados foram unânimes em dizer que sua atividade de pesquisa tem impacto positivo em sua atuação como professor e vice-versa. Alguns acham que mesmo na Educação Básica é possível associar pesquisa ao ensino, embora reconheçam as dificuldades:

*“É impossível dissociar o ensino da pesquisa.. na verdade é um desperdício você fazer pesquisa sem formar pessoas. Mas tudo depende da infra-estrutura. Como é que se pode ter numa escola de ensino básico uma linha de pesquisa? Eu acho que é possível, depende das pessoas, sua satisfação.. Fundamentalmente dependente do interesse delas.”* Dr. A

A mesma referência nesta “via de mão dupla” pode ser constatada na fala da Dra. I:

*“Eu acho que ser pesquisadora ajuda muito na minha prática docente. Porque o contato com o estudante é uma coisa que faz você vibrar muito, leva adiante e faz você buscar. É como uma dupla-via. Você tem o retorno sempre. Eu não gosto nada de deixar de ensinar. Até hoje ensino. Sou professora em dois mestrados e gosto de ensinar.”*

E da Dra. B, que é enfática na relação docência-pesquisa:

*“Formo mestre e doutores no meu campo. Se eu não fizesse pesquisa acho que pararia de dar aulas. Só tenho o que dizer porque estou sempre trabalhando (em pesquisa). Meus cursos a cada ano divulgam resultados inéditos meus de minha equipe alunos e de convidados.. e da literatura, mas prefiro que o próprio pesquisador fale do que faz, pois assim o aluno conhece o "bastidor" da produção científica também.”*

Outros cientistas destacam o quanto a docência “alimenta” sua prática como pesquisadores:

*“O melhor de dar aula são os alunos que fazem perguntas. Que te colocam em xeque. Você diz:” Puxa.. Eu nunca olhei desse ponto de vista”. Esse é um ótimo aluno. À medida que você vai ficando mais velho, essas surpresas vão acabando. Você vai adquirindo tanta experiência que acaba não sendo mais surpreendido. Eu aprendo muito com seminários de alunos. Alunos de pós, de iniciação, de tudo, porque eles chegam muito curiosos e começam a avançar.. e você é obrigado a avançar junto, principalmente se for por uma área em que tem pouco conhecimento. Eles te estimulam com aquela sede de aprendizado que o aluno mais novo tem.. isso é muito bom. E a pesquisa ajuda porque eu estou sempre achando coisas novas para encaixar nas aulas. E vive-versa. [...] Agora por exemplo, eu trouxe das aulas de química orgânica que dava no curso de nutrição, a idéia de trabalhar com química de alimentos no meu laboratório. E o que descobro na pesquisa levo para a sala de aula. Por exemplo, a parte de alimentos funcionais, a atividade antioxidante de flavonóides como fins terapêuticos. Eu coloquei incluí esse tópico na disciplina. Oxidação é importante porque degrada o alimento e também degrada a gente.” Dr. M*

*“Eu reformulo o curso todo ano. Porque isso é fundamental. Não ver a ciência como uma coisa estática. Eu trouxe pro laboratório uma maior tolerância, ao perceber que as pessoas têm dificuldade com a linguagem. E trouxe isso para o pessoal que faz licenciatura. Porque até então minha vivencia era com iniciação científica, o pessoal que faz bacharelado, que estão acostumados com a linguagem da pesquisa. Então eu comecei a mudar minha linguagem e minhas abordagens. E a relação. Porque os professores já vêm com uma bagagem imensa. E eles fazem questionamentos que nós não temos dentro do laboratório. Mais voltados até para o que é importante para a sociedade.” Dra. JO*

*“Eu nunca pensei em ser professor, mas sempre fui professor. Eu sempre pensei em fazer pesquisa, mas lidar com aluno sempre esteve ligado a mim. Mesmo aqui no Instituto Oswaldo Cruz, sempre dei aula. [...] Participei da fundação do curso de Biociências, e trabalhando com colegas ligados à área da educação comecei a ficar interessado também. Nos últimos 6 anos, a gente passou a associar bastante o laboratório de pesquisa ao ensino em função. No curso de biociências o público alvo são professores da Educação Básica e professores universitários. Eu já orientei 5 dissertações de mestrado, bem ligadas à área de educação mesmo. Por exemplo, tem uma dissertação apresentada no ano passado, sobre Os Saberes dos Professores de Ensino Fundamental e Médio, de ciências, acerca do que o livro didático está realmente ensinando e a sensibilidade dos alunos quanto à entomologia. O que eles pensam dos insetos, se eles têm medo, nojo, se gostam, as percepções, o que os pais acham que seus filhos estão aprendendo sobre a entomologia, etc.” Dr. AE*

A Dra. S considera inclusive, que a experiência paralela com a sala de aula aproxima o pesquisador do “mundo real”:

*“Eu acho que tanto ser professor contribui para ser pesquisador e vice-versa, assim como o fato de eu ter passado um pequeno período no serviço de saúde. A gente quando fica só aqui, fica muito na teoria. Por mais que você pesquise, você não está no mundo real.. ” Dra. S*

O Dr. F, ao ser questionado se o fato de ser pesquisador o tornava um professor melhor e vice-versa, respondeu com um exemplo:

*“Eu vejo assim a diferença entre nós que damos aula para graduação nos primeiros períodos de biologia celular para os professores que também dão aula nos primeiros períodos de biologia celular, mas não têm essa vivência de pesquisa: eles nunca vão dar aula de biologia celular. Vão dar aula de citologia”.*

Também o Dr. AR destacou o “duplo benefício”:

*“Totalmente, por vários motivos. Você consegue entender a linguagem e a necessidade do aluno naquele momento. E você precisa da intensa movimentação do conhecimento para poder passar para o aluno. Além de estar por dentro das tendências, do ensino atual. Você troca informação com os professores, com os alunos, com esse contato você está sempre buscando estratégias, recursos novos, metodologias e tecnologias”.*

E revela que como docente se vê reproduzindo práticas de uma professora marcante:

*“Então ela fazia toda sexta-feira – um dia cansativo, estressante – uma maneira de deixar todos os alunos motivados. Por que? Ela não trabalhava por nota, ela trabalhava com estrelas então a metodologia que ela usava era a seguinte: ela tinha 4 boletins seguindo as cores da bandeira do Brasil. Você saía do verde e ia até o branco. Então ela dividia isso em vários quadrados e você ficava estimulado*

*para o senso de organização que ela te dava. Ela procurava e exigia que a gente trabalhasse com fichário. Fazíamos todos os trabalhos que ela pedia e sempre no final de cada mês tínhamos que entregar aquelas folhas fichadas da sua matéria, para ela verificar se você estava acompanhando. Dependendo da sua apresentação você ganhava de uma a três estrelas. Seria como um portfolio, que hoje em dia a gente pede para avaliar como uma história do que está acontecendo naquele período, onde os alunos vão registrando os seus trabalhos. “*

Já para a cientista Y, a sala de aula tem mais possibilidades de ser beneficiada pela pesquisa que vice-versa, embora identifique algumas articulações:

*“As questões da sala de aula, de graduação, não se enfocam muito dentro do meu trabalho de pesquisa. Porém, volta e meia eles me fazem perguntas que acabo investigando, no laboratório, livros ou na internet. Já o meu trabalho de pesquisa eu levo bastante para a sala de aula. A experiência em sala de aula também ajuda muito na hora de fazer uma apresentação oral em um congresso. ” Y*

O Dr. AE relata sua dificuldade inicial em falar a “mesma língua” dos alunos (professores de Educação Básica) no curso de biociências onde leciona e experiências bem sucedidas na aproximação laboratório de pesquisa-escola básica:

*“O vocabulário é todo próprio. E a dificuldade que eu tinha de aproximar a pesquisa do laboratório com interesse do educador. Meu trabalho é com mosquito, com malária. Pensei: o que eu vou poder extrair do meu trabalho de laboratório para sala de aula? E eu consegui isso com a ajuda dos próprios professores, que foram trazendo as questões das suas salas de aula na escola básica. Por exemplo, orientei aqui uma aluna, professora de ciências, que estudou na Bahia o campo com conchas fósseis, querendo saber desde quando tinha concha do caramujo da esquistossomose naquela região. No início pensamos: Como é que a gente vai conseguir colocar esse projeto no curso de biociências? Aí tivemos a idéia de montar um museu de ciências na escola onde ela lecionava. Então ela montou um museu transpondo o problema que essa cidade da Bahia tinha, da esquistossomose, dos caramujos, e da importância das pessoas ao visitar o museu aprenderem a identificar o caramujo que transmitia uma doença presente na casa deles, na cidade, no dia-a-dia. Conseguimos tirar aquela frieza do museu só expositivo, da pessoa ir lá e fica olhando pro caramujo: ah, bonita essa concha.. No museu da escola, o visitante já começou a perceber que aquele caramujo, daquela concha, era responsável por uma doença endêmica na cidade. Isto motiva mais todo mundo, o aluno, o pai do aluno, os moradores da comunidade.. ”*

O Dr. F também considera que esta dupla experiência (laboratório de pesquisa-sala de aula), didaticamente tem reflexo em suas aulas. E destaca a importância das boas perguntas na ciência, bem como a capacidade de observação por parte dos cientistas:

*“Eu vejo o meu caso. Ah.. o F. é um bom professor! Dizem meus alunos. Pelo contrário, eu sou um caos, mas falo do que adoro pesquisar. E trago questões da sala para laboratório também. A última experiência neste sentido foi de uma aula sobre reparo de lesão cardíaca (células-tronco) e alguém me fez uma pergunta que nunca tinha me feito antes. Na cabeça dos meus colegas foi besteira, mas para mim não. A ciência é feita de boas perguntas. Eu me lembro de um colega meu, bem mais velho, que dizia que olhava exatamente a mesma coisa que o Fleming, mas que não via. O Fleming olhou e viu. Sabe lá o que é isso?”*

A Dra. D em seu relato, também chamou a atenção para um livro de Biologia (do BSCS, já citado neste estudo) que estimulava a indagação e o levantamento de problemas, tendo guardado boas lembranças destas orientações:

*“Esse livro diz” cientistas lidam com problemas”. Esse foi o meu livro no científico. Como diz aqui: Há problemas de todas as amplitudes. Não é necessário ser uma pessoa excepcional para ser cientista. Pois existem problemas para todas as capacidades. O primeiro passo é ver o problema e formular em linguagem clara e concisa” e isso eu canso de falar com um monte de alunos meus. Que isso é importante. Eu tive uma aluna minha aqui ontem defendendo especialização em entomologia. “E uma pessoa da banca falou que o trabalho dela era super simples, mas com uma boa pergunta e por causa disso os resultados foram maravilhosos. ”*

Os dados pessoais e nossas conversas revelaram que esses cientistas emergiram de realidades heterogêneas. Alguns nasceram em cidades do interior, enquanto outros sempre viveram em metrópoles. Alguns estudaram em escolas públicas, outros em instituições privadas. Vários foram considerados desde o início da vida escolar alunos brilhantes, enquanto outros já foram rotulados em algum momento do início da vida escolar como “alunos-problema”. Houve aqueles que foram apoiados por suas famílias desde o início, outros, desencorajados. Enquanto alguns cresceram em um ambiente familiar impregnado de referências científico-culturais, os demais só tiveram este contato na escola. Poucos tinham cientistas ou profissões similares na família. Embora outros fatores tenham sido revelados, nos relatos desses cientistas pude constatar efetivamente a importância de seus professores na sua opção de enveredar pelos caminhos da ciência como profissão. Vejamos a seguir, os desdobramentos desta constatação.

## 5

### **À guisa de conclusão: entre as constatações de uma cientista e as apostas de uma educadora**

Conforme fui retomando as reflexões que me instigaram a fazer esta pesquisa e a questão central que me dispus a investigar, percebi que novas caixas-pretas (Fourez, 1997) abriam-se e a cada conclusão que chegava, outras questões impunham-se, estabelecendo conexões insuspeitas entre fatores que até então haviam sido colocados em instâncias diferentes por mim. Estas conexões ajudaram-me a traçar um perfil de professor de ciências, que acredito, pode levar um aluno a querer ser cientista e a ratificar a importância da educação científica desde as séries iniciais, bem como propor estratégias que viabilizem a adoção das boas práticas docentes apontadas. Apresento a seguir as principais constatações que fiz e algumas apostas que faço.

#### **O perfil de um professor de ciências marcante segundo os cientistas**

- Um professor de ciências marcante abre espaço para a pergunta e valoriza adequadamente o erro dos alunos

Os relatos dos cientistas mostraram que seus professores marcantes tinham uma prática onde a pergunta do aluno era sempre bem vinda, onde o questionamento e a busca eram valorizados e estimulados. A acessibilidade e boa capacidade de comunicação que emergiram como características positivas relacionadas aos bons professores assim como admitir que não sabem tudo, têm impacto direto sobre a construção de um clima em sala de aula onde os alunos sentem-se à vontade para perguntar e professores não têm medo de propor com sinceridade : vamos investigar isto juntos? Entendo que deste modo, podem ser quebradas as couraças e resistências internas que impedem mudanças conceituais (inclusive entre os professores) tão necessárias na aprendizagem (e ensino) de ciências. No lugar de indivíduos refratários a novos pontos de vista sobre um problema, querendo cada qual resguardar sua posição “hierárquica”, têm-se sujeitos interagindo efetivamente, canalizando esforços e mobilizando recursos cognitivos para solucionar questões propostas.

Quando o aluno percebe que nenhuma dúvida é tola, que nenhuma hipótese é desprezível e que o experimento, o trabalho de campo ou a demonstração são situações onde ele o mais que aprender conceitos, pode desenvolver autonomia intelectual, ampliando sua capacidade de questionar, observar, inferir, sistematizar, interpretar, registrar etc., é mais provável que a sala de aula torne-se um espaço efetivo de educação científica. Para Goulart (1994 p. 120):

“A postura das professoras, como detentoras do Saber perante os alunos, pode ser uma máscara para as suas inseguranças em termos do domínio de um conteúdo, pode ser um comportamento relacionado ao “habitus” da profissão (Bourdieu, 1989) e pode ser um tipo de auto-defesa contra o “ataque” social aos professores, por exemplo.”

A mesma autora citando Kunh (1977) chamou a atenção em seu estudo, para o papel do erro no ensino de Ciências:

“Enquanto no ensino há uma preocupação generalizada, entre as professoras observadas, no sentido de tentar consertar os erros dos alunos – que são percebidos como algo negativo – na Ciência, o erro indica a inadequação dos resultados experimentais com a teoria, sendo sua observação uma das características da prática científica.” (Goulart, 1994, p. 175).

Assim, meu trabalho corrobora o que outros vários trabalhos neste campo já constataram: a necessidade de investir em formação docente, inicial e continuada, a fim de aumentar o nível de segurança conceitual dos professores e assim favorecer a ousadia metodológica. Um bom professor de ciências é bem formado e continua sempre em formação. E não tem receio de assumir que ainda há o que aprender, sendo, portanto mais aberto a propostas de mudanças curriculares.

- Um professor de ciências marcante tem uma boa comunicação com seus alunos

Todo espaço de aprendizagem também deve ser um espaço de comunicação, calcado na interatividade. Não só as diferentes linguagens representam meios para favorecer o aprendizado de ciências, como também o aprendizado de ciências pode ser meio para desenvolver competências comunicativas e habilidades no uso adequado de diferentes linguagens que podem ser úteis ao aluno em diferentes contextos, na escola e fora dela. A natureza interdisciplinar das linguagens



favorece ainda a quebra da fragmentação dos currículos, aproximando o ensino de ciências com o de outros campos.

Nos relatos dos cientistas, ficou clara a importância do professor explorar as diferentes linguagens e utilizar diferentes tipos de textos (livros, vídeos, desenhos, experimentos, maquetes, etc.) desafiando os alunos a interpretá-los e sistematizarem suas idéias. Isto pôde ser identificado até mesmo nas aulas dos professores que poderiam ser consideradas como tradicionais, pois:

“Implementar uma perspectiva dialógica em sala de aula não significa apenas dar ‘voz’ ao aluno e à aluna. Significa também, contemplar as vozes da linguagem cotidiana e dos contextos sociais e tecnológicos onde a ciência se materializa, na construção do discurso científico escolar da sala de aula. Uma aula expositiva ou um texto também podem ser profundamente dialógicos, desde que explicitamente contemplem essas outras vozes que não apenas as da linguagem científica. Essas perspectiva também se aplica à atividade experimental, que pode, dessa maneira, ser caracterizada como um diálogo entre teoria e prática” (Mortimer, 1998, p. 117 apud Machado 2004 p. 181)

Deste modo, os resultados deste trabalho reforçam a importância de dar especial atenção aos componentes comunicativos do ensino-aprendizagem de ciências na organização de programas de formação docente e na produção de materiais didáticos e espaços voltados para a educação científica. Mais do que nunca, diante do contexto contemporâneo, onde os limites espaço-temporais flexibilizam-se nos ambientes de aprendizagem graças ao incremento das Tecnologias de Comunicação e Informação, é preciso lutar para garantir o acesso de nossos alunos a uma rede de conhecimentos que se configura cada vez menos linear e mais hipertextual. A inclusão digital pode abrir múltiplas possibilidades no ensino de ciências, ampliando-se assim seu caráter includente para o da educação científica. Entretanto, novas tecnologias não garantem por si só inovações na forma de ensinar. Devem ser acompanhadas de uma prática docente reflexiva. Da mesma forma, é preciso lembrar que muitos dos velhos recursos e tecnologias permanecem subestimados, com usos pedagógicos ainda limitados na escola: TV, vídeo, jornal, revista, mural, rádio, etc. Agregar novos recursos, portanto, não significa ignorar o potencial pedagógico dos “velhos” conhecidos do professor. O dicionário pode ajudar na ampliação do vocabulário nas aulas de ciências, o globo terrestre nas coordenadas do plano cartesiano de matemática, a lupa no estudo das rochas da aula de geografia e tantos outros usos

“indisciplinados” e “transgressões” didáticas, que permitam um aprendizado menos estanquizado na escola, são possíveis e desejáveis.

Goulart (1994) mostrou em seu estudo com séries iniciais como atividades discentes vistas pelos professores como “subversivas” ou “indisciplinadas” propiciavam momentos de interação com objetos normalmente ignorados por nós (apontadores, giz, cadeira etc.) e ações de cunho exploratório e experimental que favoreciam a construção de conceitos científicos. Para esta autora, os pesquisadores e as autoridades educacionais na escola desconhecem a natureza desse tipo de atividades “indisciplinadas” em função de sua formação cultural. Para o professor e demais profissionais da Educação, como adultos que são, os objetos têm sua função própria e devem ser utilizados de modo “correto”, como seu grupo social costuma fazer. Deste modo, alerta Goulart (1994), a invisibilidade da construção de conhecimento na sala de aula no caso dos professores está intimamente relacionada com a sua formação, com o tipo de ensino que ministram e com as condições existentes para o trabalho docente. Afinal, como reconhece a autora, não é simples em turmas de 30 ou mais alunos estar em uma posição privilegiada de observador em sala de aula e conseguir ver o que os alunos fazem.

Goulart (1994 p. 177) conclui com um exemplo:

“As observações também mostram como o processo ensino-aprendizagem no contexto escolar parece paradoxal, pois as professoras observadas, na tentativa de ajudar os alunos a ampliar os conhecimentos, sem saber, inibem a construção espontânea de conhecimentos deles, como a professora que repreendeu um aluno por sua “distração” em relação a tarefa proposta, mandando que ele guardasse aquilo que tinha sobre a mesa, quando o menino estava testando a força da mola de um prendedor de papéis.”

Assim, uma perspectiva dialógica implica em “ler” e estar atento aos diferentes textos e diálogos que se estabelecem com os sujeitos entre si e com os objetos, inclusive de forma verbal em sala de aula. Afinal, se o diálogo, como atenta Mortimer (1998), sempre existe, ainda que interno, um dos desafios docentes é trazê-lo para fora, para o meio social, para o espaço de aprendizagem. O “bom aluno” de ciências não deve ser visto por nós como aquele que não perturba, não fala, não mexe e não faz perguntas nas aulas. Este sem dúvida não parece ser um “bom comportamento” para aprender ciências.

- Um professor de ciências marcante demonstra entusiasmo pelo que faz

Vimos que uma das características mais acentuadas pelos cientistas diz respeito ao entusiasmo visível com que seus professores marcantes lecionavam e falavam da ciência. Sendo este um aspecto subjetivo, parece-me complicado relacioná-lo diretamente às competências docentes que se espera de bons professores. Entusiasmo, em geral está relacionado ao prazer pela atividade e em lidar com os objetos e sujeitos nela envolvidos. Assim, considero que a questão vocacional – um dos focos deste estudo – também perpassa esta característica docente. Parece fundamental gostar de ser professor, bem como gostar de ciências para demonstrar o entusiasmo que “contagiu” os cientistas. Obviamente, boas condições materiais de trabalho docente, tanto em termos de espaço e recursos para ensinar, bem como a valorização social a elas atrelada, representam importantes fatores que favorecem este entusiasmo, que não pode ser creditado apenas a características ligadas a determinado tipo de personalidade ou temperamento pessoal.

O prazer de seus antigos mestres pela docência também foi ligado pelos cientistas às lembranças das demonstrações de afeto, cuja relação com a cognição já abordamos neste estudo. Borges (2004 p. 211) em seu trabalho sobre saberes profissionais de professores da educação básica, afirma que:

“Outra característica dos saberes dos docentes é que envolvem também uma dimensão afetiva. Ensinar envolve uma disponibilidade para lidar com o outro, para tentar compreender o outro, para voltar-se para o outro. Ensinar exige empatia pelos alunos.”

Preocupo-me, portanto, quando penso nas falas, nos rostos cansados e desanimados e por vezes agressivos de colegas que encontro em diferentes fóruns docentes. Urge recuperarmos o entusiasmo, o que não será possível apenas com melhorias na remuneração ou condições de trabalho. É necessário investir no resgate da auto-estima e segurança que permitam ao professor transitar com prazer e ousadia criativa na sala de aula e em outros espaços de aprendizagem. Isto se faz também através de políticas e programas de valorização e formação docentes (inicial e continuada), que tenham alcance quantitativo e qualitativo realmente significativos, através de parcerias que aproximem universidade/escola bem como cientistas/professores e alunos da educação básica.

- Um professor de ciências marcante incrementa sua aula com experimentos, demonstrações, trabalhos de campo etc.

Embora no contexto histórico atual, apoiados por novos referenciais em ensino de ciências, possamos questionar o papel atribuído às atividades experimentais no passado bem como perceber equívocos como a dicotomia que caracterizava a separação das aulas “teóricas” de “práticas” nos relatos dos cientistas, não há como negar o quanto este tipo de atividade pode agregar valor às aulas de ciências, e despertar o gosto por seu aprendizado. Assim, longe de negar sua importância, o caminho está na revisão de seu papel. As lembranças dos cientistas revelaram que a maioria dos seus antigos professores não dispunha de condições supostamente ideais para a realização de atividades fora do convencional. Tal qual a grande massa de professores de nossas escolas, buscavam alternativas para propor atividades que não exigissem recursos sofisticados ou inacessíveis e também sofriam pressão provocada pelo tempo escasso e programas extensos a serem cumpridos.

Parece claro que o “método científico” não pode tornar-se uma armadilha, engessando o trabalho do professor e aluno. A realidade de nossas escolas mostra que muitos professores de Ciências parecem desconsiderar a possibilidade de trabalho com o “método científico” em sala de aula no Ensino Fundamental, seja redimensionado como uma rede de múltiplas conexões, ou mesmo na tradicional forma linear. Experimentos simples, de baixo custo, que poderiam estimular os alunos à prática da observação, a levantarem e testarem hipóteses, não são realizados ou são pouco explorados no afã de cumprirem-se listas enormes de conteúdo programático. Forma-se uma geração de “sentistas” (de alunos sempre sentados, “bem comportados”, ouvindo e escrevendo) e não de potenciais cientistas, curiosos, inquietos e questionadores. Na opinião de Santos (1991 apud Marsulo e Silva 2005 p. 45), o “método científico” tornou-se um “mito de um método todo poderoso, universalmente fecundo, especial, mecânico e perene a que os cientistas recorrem para chegar à verdade; mito de um método que pretende fazer dos alunos pequenos cientistas” (Santos, 1991, p. 32). Claro que não se trata de dizer que as atividades práticas ou experimentais são dispensáveis no ensino escolar, pelo contrário, elas devem acontecer, mas não como fim ou desenvolvidas e comparadas com o trabalho dos cientistas.

Em muitas escolas, o paradigma dominante ainda é o da aprendizagem por descoberta, que valoriza, excessivamente, as atividades experimentais, enfatizando o método da redescoberta. Segundo Maldaner (2000 apud Marsalo e Silva 2005 p. 47), este paradigma é passível de crítica, pois a aprendizagem por descoberta concebe o aluno como alguém a quem se orienta a descobrir, ou redescobrir, os mesmos conhecimentos. Dentro dessa concepção, as atividades escolares teriam por objetivo formar pequenos cientistas ou incutir o espírito científico nos alunos. Na realidade, isto acaba não acontecendo, pois a aprendizagem por descoberta parte da convicção de que os alunos aprendem, por conta própria, qualquer conteúdo científico, a partir da observação. Assim, para Santos e Praia, (1992), o professor ilude-se e frustra a si mesmo e a seus alunos quando sugere que eles podem descobrir sozinhos os conceitos por meio do “método científico”. Deve-se acrescentar que, nesta perspectiva, o “método científico” em um modelo linear é apresentado como caminho único e verdadeiro para o ensino de Ciências. Os autores propõem então um redimensionamento do “método científico”, levando-se em consideração que este é uma das múltiplas possibilidades da construção do conhecimento e nada impede que seja representado como uma rede, com diferentes conexões, incluindo fatores sociais, culturais, ambientais.

Sendo o laboratório um espaço para experimentar e articular teoria e prática, por que então não legitimar a possibilidade de ver o universo escolar como um grande laboratório? Um lugar onde questões relativas a aprendizagem, avaliação, materiais didáticos, papel docente e discente, dentre outras, que inquietem o professor de Ciências tal qual o avanço da biotecnologia, possam ser objeto de pesquisa. O ensino das Ciências tem como desafio superar a fragmentação dos conteúdos. Talvez isto se dê organizando o currículo em torno de temas amplos, numa perspectiva interdisciplinar. Sob uma visão ampliada de conteúdos as atividades experimentais podem efetivamente ter sentido. Como atenta o texto do Guia PNLD de Ciências (2007, p. 17):

“[...] Não é o caso de ir ao laboratório para comprovar teorias, verificar se aquilo que já foi apresentado pelo professor ou pelo livro didático é realmente verdadeiro. As práticas necessitam superar a mera constatação, transformando-se em experimentos verdadeiros, com focalização em problemas e procura de respostas a eles. Nisso é que se propiciam espaços para que os alunos aprendam os procedimentos da ciência, desenvolvam habilidades de trabalhar metodologias

científicas e assumam atitudes e valores da ciência. [...] Nesse enfoque, aprender passa a ser visto como construir e reconstruir o conhecimento que se necessita em determinado momento e ser capaz de reunir o que for necessário para resolver situações problemáticas. Professores e livros didáticos deixam de ser apenas fontes de informações, assumindo o papel de desafiar os alunos, de problematizar os conteúdos. Realizar esse movimento de mudança na sala de aula exige deixar de lado a idéia de vencer uma grande quantidade de conteúdos, especialmente em forma de fatos, para assumir que é importante atingir maior profundidade em conteúdos que realmente são do interesse da aprendizagem, seja em forma de conceitos, princípios e teorias [...].”

As dificuldades decorrentes de um currículo “inchado” não são exclusivas das escolas brasileiras. Cachapuz, Praia e Jorge (2004 p. 375), por exemplo, relatam que hoje em dia, em Portugal, não é por falta de equipamento que não se faz trabalho experimental nas escolas:

“[...] A questão é outra. Tem, sobretudo a ver com a sua falta de valorização a nível curricular e com a falta de tempo para desenvolver percursos de pesquisa devido à extensão dos currículos (quando é que se levará a sério que “menos pode ser melhor”)”? [...].”

Parece-me que este suposto dilema não é exclusividade dos professores de ciências. Com o ritmo de produção do conhecimento, onde iremos parar se a escola – tendo nós professores como cúmplices - continuar com a pretensão de trabalhar tantos conteúdos a fim de supostamente preparar melhor o aluno? Mais uma vez percebe-se o equívoco de ver os conteúdos como fins em si mesmos e não como meios para desenvolvimento de competências, de recursos cognitivos que promovam a autonomia intelectual de nosso aluno. Considero melhor ensinar menos conteúdos em ecologia do que propõem os programas tradicionais, mas ter tempo para abordá-los em um rol de atividades diversificadas tais como resolução de situação-problema, montagem de um terrário, realização de trabalho de campo no terreno próximo à escola, elaboração e leitura de gráficos, exibição e debate a partir de um filme ou reportagem extraída de jornais etc. As competências que podem ser desenvolvidas nos alunos com estas atividades, não serão “esquecidas” tal como ocorre no ensino calcado na memorização de listas intermináveis de termos. Estas competências, bem como os conceitos adequadamente construídos, incorporam-se ao seu repertório cognitivo e podem ser postos em ação em outros contextos.

Não se trata, entretanto, de propor um currículo de ciências caracterizado pela ligeireza e superficialidade. Não se constrói competências no vazio

conceitual. Também já discutimos que trabalho experimental não é sinônimo de inovação curricular. Para não correr o risco de tornar-se adereço curricular, é preciso que seus objetivos estejam claros e coerentes com a proposta pedagógica em questão. Cachapuz, Praia e Jorge (2004) lembram que “a Ciência é sempre sobre qualquer coisa”, afirmando que é tão discutível usar o trabalho experimental simplesmente para ilustrar conceitos (que provavelmente podem ser aprendidos mais vantajosamente de outro modo) como usá-lo para desenvolver competências em abstrato. Qualquer alternativa implica então envolver de um modo ou de outro o diálogo complexo e nunca acabado entre saberes conceituais e metodológicos. Neste sentido, o trabalho experimental, em seus diferentes formatos, é um instrumento privilegiado.

- Um professor de ciências marcante leva ou estimula os alunos para visitas a espaços não formais de Educação em Ciência

Outra possibilidade de ampliação do conceito de laboratório diz respeito aos espaços não formais de aprendizado em Ciências. Os Centros e Museus de Ciência desempenham um importante papel também com relação ao ensino formal, quer se aproximando mais do cotidiano das escolas, como uma verdadeira extensão da sala de aula, quer organizando e se integrando a um conjunto de ações envolvendo bibliotecas públicas, televisão, mídia impressa e outras instituições. Para Persechini e Cavalcanti (2004) o ensino formal deve estar integrado às demais iniciativas de educação informal. Segundo estes autores, a participação de Centros e Museus de Ciência pode ainda se dar através de programas de capacitação profissional, instigando os professores a novas atitudes pedagógicas, propondo temas de debate, criando materiais didáticos, levando alunos a demandarem mais de suas escolas e de seus professores e despertando o interesse pela Ciência. Esta interface com espaços não formais talvez “oxigenasse” a escola e as aulas de Ciências estimulando para a pesquisa e para a vocação científica. Afinal, segundo Weissmann (1998) a educação em Ciências poderia oferecer ao aluno o desenvolvimento de sua capacidade criativa, seu espírito crítico, exercitando e valorizando o rigor, a necessidade e interesse de comunicar os resultados de seus trabalhos, trabalhando de forma cooperativa.

Nas lembranças dos cientistas entrevistados, a visita a estes espaços deixou marcas muito positivas e um gosto de “quero mais”. Ainda hoje, estes espaços são

pouco agregados à educação formal. A escola ainda subestima o potencial educativo destes locais. Embora tenhamos clareza de que a diferença entre a educação científica dada na escola e nestes espaços não deve ser vista como obstáculo, mas como importante e necessária, pois estes têm funções sociais, linguagens, metodologias e até públicos diversos, um vínculo maior através de ações integradas com a escola, participação de docentes nos programas de formação e outros eventos, poderia ser estimulado. Para isto, não bastam o interesse e boa vontade do professor. É preciso viabilizar estratégias de apoio logístico aos docentes para que estas visitas possam ser feitas com a periodicidade e tranquilidade necessárias, principalmente quando envolve alunos do Ensino Fundamental (transporte, ajudantes para controle das turmas, alimentação etc.).

- **Cientistas e Formação de professores de ciências.**

Os cientistas entrevistados, embora não sejam considerados especialistas ou pesquisadores neste campo, atuam em eventos ligados à formação continuada docente no RJ e em outros estados brasileiros, principalmente nos tópicos relativos à saúde ou em atualização de modo geral. Também lecionam em cursos de graduação e pós-graduação, recebem e orientam licenciandos ou professores já formados em seus laboratórios de pesquisa. Outro foco de atuação destes pesquisadores é o de consultoria no julgamento de prêmios para alunos em ciências e na publicação de textos de divulgação científica. Independente do seu grau de aproximação com o ensino, considero importante registrar as opiniões dos cientistas sobre formação docente em ciências.

De um modo geral, os cientistas destacaram a importância de uma boa formação específica, que deve ser constantemente atualizada e “antenada” com as novas produções na área. Entretanto, eles parecem ter clareza de que o professor precisa de um saber, que não se restringe a este conhecimento específico. Desta forma, o componente pedagógico desta formação não foi ignorado, mas não houve sugestão de estratégias para romper a dicotomia formação pedagógica-formação específica. Contudo, foram unânimes em destacar a importância do licenciando vivenciar a pesquisa, não só no campo pedagógico, mas também no específico, durante sua formação. Embora apontem dificuldades para otimizar esta entrada do licenciando no laboratório e sua participação em pesquisas, reconhecem o quanto esta experiência pode desenvolver no futuro professor



atitudes investigativas essenciais para uma prática docente homóloga. E admitem que a médio e longo prazo, teríamos impacto positivo no aprendizado de ciências nas escolas de educação básica. As dificuldades apontadas encontram-se tanto na esfera operacional quanto em outras mais subjetivas, ligadas às enraizadas concepções de muitos pesquisadores das universidades que ainda vêem o licenciando como um não-pesquisador ou como um aluno no qual não vale a pena investir tempo ou recursos (bolsas) já que provavelmente não continuará sua formação na área específica. Felizmente, ainda que pontualmente, vislumbramos mudanças neste sentido em algumas licenciaturas, como as iniciativas relatadas neste trabalho por pesquisadores da UFRJ e UFBA.

Vale resgatar, Silva e Schnetzler (2000 p. 44) citando Zeichner (1995) para nos alertar em relação ao sentido da parceria entre Universidades e escolas nos programas de formação. Para as autoras, nestes programas continua predominando o modelo da academia, não deixando espaço para que possam emergir as teorias práticas dos professores que embasam suas ações e posturas. Assim, não se rompe com a racionalidade técnica. Isto pode ser verificado tanto no que as autoras denominam “tradicionalis cursinhos de treinamento ou reciclagem” onde pacotes ou receitas de estratégias de ensino são apresentadas como também em programas de assessoria mais extensos e contínuos, onde são enfatizadas reflexões sobre métodos de ensino com o propósito dos professores aplicarem em suas aulas as idéias e propostas que a academia considera eficazes. Questiona-se, portanto, o caráter prescritivo destes programas, que desqualificam os saberes docentes e ampliam o hiato entre academia e escola. Silva e Schnetzler (2000) analisam em seu trabalho justamente as concepções de parcerias e como estas se constituem e se reformulam à luz de negociações entre professores e formadores de professores. No estudo citado, relatam uma experiência onde formadores utilizam situações pedagógicas simuladas que evidenciam fracasso ou problemas, os quais, à luz de discussões sobre referenciais teóricos relativos a concepções de Ciências, Educação, Ambiente e modelos alternativos para o ensino de ciências, serviriam para analisar, problematizar e reformular a prática pedagógica dos professores.

Neste sentido, boas pistas parecem nos apontar Carvalho e Vianna (2000 e 2001), que afirmam que uma formação de professores (inicial e continuada) que pretende enfatizar a relação do “fazer ao ensinar ciência” depende de uma abordagem significativa onde: os *conteúdos sejam atualizados nas áreas*

*científicas e didáticas*, proporcionando também aprofundamento em conhecimento aos participantes; haja *imersão no meio científico*, possibilitando uma visão da ciência em construção e mantendo um contato permanente com os produtores do conhecimento científico e educacional; e seja promovida e estimulada a *investigação da prática docente*, para reflexão e aplicação dos conteúdos atuais e pertinentes aos níveis de ensino e às características dos alunos.

- **Cientistas e a relação pesquisa-docência**

Os relatos mostraram que os cientistas percebem a existência de fluxo bidirecional destas duas instâncias de atuação. A maior parte admite que uma atividade favorece e “alimenta” a outra. Contudo, ainda podemos constatar nas falas que a maior dificuldade reside no trânsito da sala de aula para o laboratório. Enquanto o sentido inverso é reconhecidamente importante pelos cientistas, destacando como fundamental levar aos alunos de graduação ou pós, informações sobre as pesquisas em andamento, e atualizá-los sobre resultados e novas metodologias, poucos declararam identificar nas salas de aula, questões que podem ser levadas para a pesquisa ou demandar novas investigações.

Talvez a participação de licenciandos nas pesquisas, atuando tanto nos laboratórios das universidades quanto nos estágios em escolas, possa equilibrar este fluxo, identificando questões de pesquisa que articulem os dois espaços (laboratório e escola), através de um olhar atento e sensível a problemas cuja complexidade não permita um tratamento conceitual-metodológico fragmentado.

- **Importância do Ensino Fundamental na iniciação e estímulo à vocação científica**

No âmbito das discussões que se estabelecem em todo o mundo acerca da crise do ensino de ciências e considerando-se os resultados sofríveis que tivemos em avaliações como o PISA no que se refere às habilidades científicas- a despeito de sua legitimidade e aceitação não representar consenso no espaço acadêmico- o que parece ainda indefinido é quando (em qual nível de ensino) investir sistematicamente na educação científica, já que sua importância não parece discutível. Neste estudo, constatamos que vários cientistas apontaram professores do Ensino Fundamental, inclusive das séries iniciais, como sendo marcantes em sua trajetória e opção pela carreira científica. Logo, embora não pretenda defender

como meta do Ensino Fundamental (ou mesmo do Ensino Médio), preparar futuros cientistas, quero defender a importância de não subestimar esta etapa da vida escolar no desenvolvimento de competências e habilidades no aluno e no estímulo ao aprendizado das ciências. Mais do que uma etapa onde podem ocorrer mudanças conceituais, estudos como os de Goulart (1994) mostram que nas salas de aula das séries iniciais ocorre a construção de concepções iniciais. A sala de aula (como qualquer ambiente de aprendizagem) pode ser espaço de construção de conhecimento, ainda que de forma invisível aos olhos dos professores, por diversas razões. Goulart (1994 p. 166) chama a atenção para o fato da maioria dos professores e alguns pesquisadores em ciências, considerarem que a criança elabora suas concepções fora da escola, fora da sala de aula. Para estes, as concepções dos alunos seriam compreendidas como um tipo de conhecimento elaborado em um contexto extra-escolar. Contudo, em seu estudo com alunos das séries iniciais, esta autora constatou que:

“(..) Observando as atividades dos alunos, torna-se nítido que várias de suas concepções podem estar sendo construídas no interior da sala de aula, durante as aulas, com a manipulação do próprio material escolar. A definição de “concepções espontâneas”, original de Piaget, não se refere ao lugar onde surge e é elaborado esse conhecimento.”

Em outro estudo que demonstra a importância da formação científica, no Ensino Fundamental, Carvalho (2005 p. 1) descreve o que foi feito em um projeto com ensino de Física para alunos das séries iniciais:

“Propomos problemas experimentais para que os alunos os resolvam em grupos pequenos (4 a 5 crianças). Nessa etapa os alunos, ao procurarem uma solução, agem sobre os objetos, mas uma ação que não se limita à simples manipulação e/ou observação. Na discussão com seus pares, na mesma direção do que Gil et al. (1991) denominou de ‘grupo de pesquisa’, eles refletem, levantam e testam suas hipóteses. Discutem uns aos outros explicando o que estão fazendo. O trabalho prático, como mostra Duggan e Gott (1995), é fundamental para a criação de um sistema conceitual coerente e proporciona, para os alunos, ‘o pensamento por trás do fazer. Depois dos grupos terem achado suas soluções organizamos a classe em uma grande roda, dirigida agora pela professora, de tal modo que os alunos possam relatar para toda a classe o que fizeram, buscando, agora em pensamento – metacognição-, o “como” conseguiram resolver o problema e o “porquê” deu certo.”

A importância deste tipo de trabalho justifica-se não só pelo desenvolvimento de atitude investigativa-base para o aprendizado científico, mas também por favorecer a cooperação, o trabalho em grupo, em parceria. Além disso, as atividades desenvolvidas favorecem a construção de competências

comunicativas, ampliando o vocabulário e mobilizando o uso de diferentes linguagens. Conforme o desenvolvimento de atitudes científicas vai sendo proposto e sistematizado, com a ajuda por parte do professor há visível melhora na argumentação das idéias dos alunos, proporcionando uma real comunicação entre eles. É o início do ‘aprender a falar ciência (Lemke 1997 apud Carvalho 2005 p. 2). Contudo, como atenta Carvalho (2005), ciência não se faz só fazendo e relatando o que se fez. É necessário também aprender a escrever ciência, sendo diálogo e a escrita atividades complementares e fundamentais nas aulas de ciências. Concordo com a autora, quando lembra que o diálogo é importante para gerar, clarificar, compartilhar e distribuir idéias entre os alunos e o uso da escrita se apresenta como instrumento de aprendizagem que realça a construção pessoal do conhecimento. Como ressalta Carvalho (2005 p. 2):

“A partir do questionamento que os levam a tomar consciência do que fizeram e porque fizeram, os alunos constroem os conceitos físicos e sua linguagem expressa o início do raciocínio hipotético dedutivo e o início do raciocínio proporcional que são indícios de uma enculturação científica. O trabalho em grupo, enquanto proposta presente nas atividades de Conhecimento Físico é uma oportunidade rica para os alunos conviverem com opiniões e atitudes contrárias ou antagônicas as suas e trabalharem para, na relação com seus pares, construírem a sua autonomia moral.”

Zanon e Freitas (2007) também destacam em seu estudo a importância das atividades investigativas e das interações discursivas em sala de aula no ensino de Ciências. Para estas autoras, essas atividades podem ser entendidas como situações em que o aluno aprende ao envolver-se progressivamente com as manifestações dos fenômenos naturais, fazendo conjecturas, experimentando, errando, interagindo com colegas, com os professores, expondo seus pontos de vista, suas suposições, e confrontando-os com outros e com os resultados experimentais para testar sua pertinência e validade. Afirmam ainda que esses processos de ensino-aprendizagem têm no início da escolarização uma importância ainda maior, pois auxiliam os alunos a atingir níveis mais elevados de cognição, o que facilitaria a aprendizagem de conceitos científicos.

Estudos como os citados ajudam a rechaçar argumentos dos que defendem uma educação científica pobre nas séries iniciais para evitar um suposto prejuízo no ensino da língua e matemática. Os resultados destes estudos apontam como o ensino de ciências pode favorecer a aquisição de linguagens, inclusive matemática e estas por sua vez podem favorecer a educação científica. Um letramento ou

alfabetização mais ampla (na língua materna, em matemática e em ciências) pode representar um diferencial para estas crianças nas etapas seguintes de escolaridade e para uma melhor inserção cidadã. Pode-se ensinar a ler utilizando textos sobre as plantas e a fazer operações matemáticas trabalhando com alimentos e conhecer alguns conceitos em ecologia jogando um dominó especial. É importante, contudo, não ignorar o caráter lúdico que esta etapa da vida deve contemplar. Afinal, como lembra Rocha (2005 p. 67):

“O brincar é considerado por Vygotsky (1988) como zona de desenvolvimento proximal por excelência. A atividade lúdica é identificada como espaço privilegiado de emergência de novas formas de entendimento do real, e que, por sua vez, instaura espaços para o desenvolvimento em vários sentidos.”

Investir em materiais e livros didáticos para as séries iniciais com uma abordagem efetivamente integrada dos conteúdos, com destaque para a linguagem no aprendizado de ciências (assim como de história e outros) pode ser uma das ações que instrumentalizem e dêem mais segurança ao professor para repensar e mudar sua prática deste segmento.

Vimos que os programas e ações com foco na educação e vocação científica com maior destaque no cenário brasileiro, ainda têm alcance restrito e direcionam-se em sua maioria para as séries finais do ensino fundamental ou ensino médio. Uma das raras iniciativas voltadas para as séries iniciais- o programa Mão na Massa- é bastante interessante e tem uma metodologia que propõe como ponto de partida, desafios para os alunos. São valorizadas as idéias iniciais, hipóteses e representações dos alunos sobre o tema. E como eles são convidados a registrar, sistematicamente, suas observações e a trabalhar em grupo, além de aperfeiçoar a argumentação, desenvolvem competências relativas ao uso das linguagens e atitudes de parceria. O caráter lúdico e a perspectiva multicultural são contemplados durante a elaboração dos materiais, onde se busca a integração da ciência às culturas locais, utilizando inclusive música e ditados populares. Contudo, não é simples aplicar esta metodologia e seus materiais. Principalmente se considerarmos a formação inicial dos professores das séries iniciais em geral. Como lembra Carvalho (2007), os professores que ensinam nos anos iniciais da educação básica são formados, hoje, em nível superior e em nível médio. Esta formação em nível médio- nas escolas normais- habilita para a docência na educação infantil e nos anos iniciais do ensino fundamental. A formação oferecida

em nível superior, que se dá por meio dos cursos de pedagogia e do curso normal superior, oferecidos pelas universidades e institutos superiores, habilita para esta mesma etapa da escolaridade. Com a conclusão da formação inicial em uma das referidas modalidades, os profissionais estão habilitados a atuarem como docentes nos anos iniciais da educação básica. São os chamados professores generalistas ou polivalentes, que lecionam os conteúdos dos anos iniciais, das diferentes áreas de conhecimento.

Eu cursei escola normal. Fui professora generalista-polivalente por seis anos na rede pública do RJ. E se em ciências eu me saía melhor, pois cursava a licenciatura em Biologia, nos outros campos disciplinares menos afins, pedia sugestões e tirava dúvidas com colegas das séries finais na hora do intervalo. A sala de professores era para mim um espaço informal, mas muito importante, de formação continuada. Esta formação deveria ser estimulada e oficializada em tempos e espaços adequados e planejados pela escola. Entretanto, isto raramente acontecia. Hoje, com a formação e experiência que tenho, penso com tristeza no currículo descontextualizado no qual me enquadrei, com raras transgressões. E acima de tudo, em função deste trabalho lembro-me do choque que senti ao ouvir uma colega que lecionava comigo em uma escola municipal no Complexo da Maré dizer: *“Para que ter trabalho em ensinar ciências a esses alunos? Ninguém aqui vai ser cientista ou médico...”*

Pois é justamente por acreditar que a escola básica, mesmo carente de recursos materiais, pode ser terreno fértil para vocações científicas ou pelo menos para formar pessoas que não tenham medo da ciência nem dos cientistas, que sejam alfabetizadas cientificamente, podendo entender e intervir melhor na realidade em que vivem e fazer escolhas baseadas não só no senso comum, que defendo mais investimentos neste segmento: em recursos, reformas curriculares e principalmente na formação docente, já que currículos não se concretizam simplesmente por força de decretos.

A formação generalista dos professores das séries iniciais e a precariedade das licenciaturas onde professores de ciências são habilitados são realmente preocupantes. Afinal, há uma especificidade no processo de construção do conhecimento científico que não deve ser ignorada. Compreender o processo histórico e as técnicas e conceitos que possibilitaram a produção de conhecimento em Biologia, Física e Química é fundamental para que a Ciência não seja ensinada

(e compreendida pelos alunos) como arbitrária, com um caráter mítico ou descontextualizado socialmente. Trabalhar este conhecimento de modo interdisciplinar e contextualizado na sala de aula também representa um desafio ao professor, principalmente porque sua formação dificilmente teve este enfoque.

Para Santos e Greca (2006), até hoje, no contexto da educação científica básica, quando geralmente se busca “transmitir” as verdades científicas, pouco se discute sobre a ciência como atividade que pode estar sujeita às mesmas falhas e equívocos que qualquer outra atividade humana. Assim, para estas autoras a visão que os adolescentes e jovens constituem em sua escolarização básica ainda é uma visão ingênua de ciência, ligada ao extraordinário e realizada por pessoas especiais fora do contexto das atividades normais de uma organização social e algo muito difícil. Elas afirmam (p. 50) que “Isso é muito negativo, pois pode retardar vocações científicas importantes para o progresso social e a qualidade de vida, tão necessários nos dias de hoje”.

Verifica-se, portanto, que ainda há muita mitificação da Ciência e do cientista, tanto na escola como na sociedade. Os conteúdos e práticas curriculares descontextualizados e muito distantes da realidade, do dia-a-dia dos alunos, não contribuem para que eles tomem consciência da presença da Ciência e da tecnologia na atualidade, de como elas são produzidas e afetam a nossa sociedade. Ao contrário, reforçam uma concepção totalmente equivocada de Ciência e do cientista.

Os relatos dos cientistas entrevistados corroboram a importância desta aproximação da ciência com a escola:

*“Não tem que ensinar milhares de coisas, mas tem que despertar a sensibilidade das crianças para o mundo que está ao redor e tentar fazer a conexão com aquilo que está no livro-texto. Mineral? Para que serve mineral? Mineral a gente usa na pasta de dente, o flúor. As plantas são importantes por quê? Não é aquele monte de nomes. É aprender a contextualizar e tentar ser parceiro. Ouvir um pouco as crianças. Não apenas os professores, a escola de maneira geral está muito defasada daquilo que é o mundo contemporâneo. Se você ligar a televisão e ler o jornal, achará muito mais interessante que aquilo que está no livro ou em sala de aula. A vida fora da sala de aula é muito mais interessante do que a vida dentro da escola.”* Dr. IS

Percebe-se ainda, que muito além de recursos sofisticados e laboratórios para as aulas de Ciências, é preciso investir em uma formação docente que valorize a perspectiva dialógica em sala de aula. O professor, ao trazer textos com

temas atuais e situações reais, favorece a expressão de outras vozes do conhecimento científico e do conhecimento cotidiano, as quais se articulam e confrontam-se no processo de elaboração conceitual pelos alunos.

Um currículo que abra espaço para práticas docentes com foco na autonomia do aluno, valorizando atitudes investigativas, estimulando a criatividade, respeitando tanto a dimensão individual quanto coletiva da aprendizagem, trabalhando o conhecimento científico sob uma perspectiva histórica, interdisciplinar e contextualizada provavelmente será mais fértil para a emergência e/ou encorajamento do que comumente chamamos vocações científicas.

Assim como a alfabetização científica cujo início desde as séries iniciais representa maior chance ao aluno de uma efetiva inserção cidadã, através de um processo pelo qual a linguagem das Ciências Naturais adquire significados, constituindo-se um meio para o indivíduo ampliar o seu universo de conhecimento, a questão da vocação científica não deve ser ignorada pela escola de Educação Básica. Sem ter a pretensão de formar cientistas, os currículos deste nível de ensino podem e devem promover o desenvolvimento de competências e habilidades que são favorecidas na aprendizagem científica cuja importância e aplicação extrapolam os limites deste campo do conhecimento e dos muros da escola. Afinal, interpretar, analisar, inferir, registrar, relacionar e classificar, por exemplo, são operações mentais que qualquer pessoa, cientista ou não, precisa colocar em ação para resolver situações-problema em diferentes contextos ao longo da vida.

Segundo o Guia PNLD 2007 de Ciências, existe uma lacuna entre o que os professores consideram importante fazer e o que realmente fazem. Os professores nem sempre estão, ou podem estar, em consonância com conceitos atuais do conhecimento científico. E então como veicular informação correta, precisa, adequada e atualizada? Neste sentido, a opção de ensinar Ciências fazendo Ciência pode ser um caminho para a aprendizagem. Nessa perspectiva, é essencial começar valorizando e identificando o conhecimento que o aluno detém sobre o que se pretende ensinar. Assim se estabelece o debate sobre as relações entre o conhecimento popular e o conhecimento científico, reforçando a interação da escola com as famílias e a comunidade, enfatizando temas atuais, objetos de debate na sociedade e estabelecendo relações entre conhecimento científico e exercício da cidadania. Desta forma, os alunos poderão reconhecer que a



construção do conhecimento é um empreendimento laborioso e que envolve diferentes pessoas, sendo produzido em um contexto histórico, social e cultural.

Cachapuz, Praia e Jorge (2004) defendem que é importante fomentar desde o início da escolaridade, a curiosidade natural dos alunos e o seu entusiasmo pela Ciência e Tecnologia. Para os alunos mais novos, estes autores destacam a importância em explorar os seus saberes do dia a dia como ponto de partida, para que mais facilmente possam reconhecer os contextos e história pessoal a que eventualmente estão ligados e, conseqüentemente, aumentar a sua motivação. Trata-se assim, de contextualizar e humanizar a Ciência escolar (sem banalizar) para que mais cedo se desperte o gosto pelo seu estudo. Os autores reconhecem, entretanto, que tal abordagem implica uma disponibilidade científica acrescida por parte dos professores, visto que as transposições didáticas que ela pressupõe exigem elevada competência científica e didática docente. Para estes pesquisadores portugueses, nos anos terminais do ensino secundário (o equivalente ao Ensino Médio brasileiro), a ênfase já deve ser na preparação para futuros estudos científicos, o que não representa um ensino acadêmico estritamente disciplinar nem um ensino livresco. Acerca das vocações científicas dos alunos Cachapuz, Praia e Jorge (2004 p. 376) alertam:

“[...] Quem tem a responsabilidade de elaborar os currículos (dos ensinos básico e secundário) ainda não levou a sério que o eventual entusiasmo dos alunos por estudos de Ciência não decorre nem naturalmente nem inevitavelmente, como que por contágio, dos sucessos científico-tecnológicos. O caráter acadêmico e não experimental que marca em grau variável os currículos de Ciências e o seu ensino (nos ensinos básico e secundário) é, porventura, o maior responsável pelo desinteresse dos jovens alunos por estudos de Ciências. A Ciência que se legitima nos currículos está desligada do mundo. Alguma coisa tem de mudar nos currículos e no ensino das Ciências se quisermos motivar os alunos [...]”

Isto, contudo, como atenta Chassot (2004 p. 122), não deve significar a defesa a uma guetização do ensino, através do olhar apenas as coisas locais e, através de utilitarismos simplistas do ensinar apenas aquilo que tem uma serventia Isto teria um caráter provisório enquanto que a escola deve deixar marcas permanentes, ampliar o repertório cognitivo do aluno. Em uma entrevista à Revista FAPESP (2007)<sup>27</sup>, o físico premiado Sérgio Mascarenhas, ao ser indagado sobre as deficiências atuais na formação dos cientistas, respondeu com uma

---

27 [Sentidos.uol.com.br/canais/materia.asp?codpag=12199&codtipo=1&subcat=31&canal=opinião](http://Sentidos.uol.com.br/canais/materia.asp?codpag=12199&codtipo=1&subcat=31&canal=opinião)

veemente defesa da atenção que a escola e professor devem dar à vocação científica desde as séries iniciais da Educação Básica:

*“Temos um quadro paradoxal, porque nossa pós-graduação é excelente, mas o aluno chega à graduação com uma formação que deixa muito a desejar. Acho que o ensino básico precisa de uma grande injeção de motivação. Os professores precisam ser aparelhados para motivar. Até os oito anos de idade, a criança consolida seu conjunto de circuitos cerebrais. É nessa faixa etária que temos que tratar da vocação e do talento. Mas como acender a centelha nas crianças se o professor foi desmoralizado pelo salário e pelo desprezo social? Mas não basta motivação, ainda que seja fundamental para a vocação. Eu fui reprovado duas vezes, no terceiro ginásial e no primeiro científico [atual Ensino Médio], no Rio de Janeiro. Matava aulas, poderia ser avaliado como um estudante medíocre e até inconveniente. Mas, quando entrei no científico, encontrei professores espetaculares que me motivaram e chamaram minha atenção para a beleza da ciência. Fui aluno de Anísio Teixeira, que dizia: precisamos deixar a criança florescer. Nós não estamos aproveitando as potencialidades das nossas crianças. Estamos desperdiçando talentos.”*

Mais uma vez retomo então ao foco de atuação dos programas de educação científica existentes, cuja concentração é maior no Ensino Médio, principalmente os que enfatizam a vocação científica.

Ao relembrar o “funil” do qual falamos, comparando a taxa de ingresso no Ensino Fundamental com a de concluintes do Ensino Médio, cabe questionar se a maioria destes programas não acaba por atingir apenas uma minoria no contexto educacional brasileiro, comprometendo a democratização da educação científica e desperdiçando vocações que poderiam ser estimuladas nas séries iniciais da Educação Básica, onde há muito mais chances de atingir uma grande massa de alunos.

Outro ponto a ser destacado na caracterização dos programas e ações já desenvolvidos, diz respeito ao papel do professor de ciências. Vimos que existem diferentes prêmios, livros e *kits* didáticos especiais, incentivo a feiras de ciências etc. A eficácia destas iniciativas, contudo, tem relação direta com a prática docente. Nenhum currículo, laboratório ou livro por si só é capaz de promover o aprendizado de ciências, principalmente de modo significativo e prazeroso. Entretanto, hoje se estima que o País tenha um déficit de 200 mil professores nessa área. E boa parte dos licenciados em atuação não recebeu formação adequada para a ação docente que se espera, com foco na pesquisa e investigação. Logo, ampliar este número garantindo também o salto qualitativo na formação é um dos desafios que o país precisa superar.

Também considero importante destacar que devem ser buscadas alternativas para uma licenciatura em ciências que não reforce a biologização e estanquização dos currículos da educação básica, que abrangem conteúdos da Astronomia, Geopaleontologia, Física, Química e Biologia. Além disso, sendo os itinerários de formação do professor de ciências já em atuação tão heterogêneos, inclusive contando com médicos, dentistas, engenheiros etc. trabalhando como docentes faz-se urgente pensar em ações de formação continuada para amenizar os problemas já constatados.

Em termos metodológicos, minha experiência como docente e a análise das entrevistas com os cientistas levam-me a concordar com Laburu e Carvalho (2005 p. 79 e p. 107), para quem uma prática pluralista não revela, ser contra todo e qualquer procedimento metodológico, mas contra a instituição de um conjunto único, frio, restrito, de regras que se pretenda serem universalmente aceitas e principalmente válidas e verdadeiras para toda e qualquer situação do aluno, professor, sala de aula, faixa etária, etnia cultural, lingüística, matéria, conceito etc. Para estes autores, a compreensão de que o processo de aprendizagem pode e precisa ser elaborado em obediência a regras fixas e universais é, ao mesmo tempo, fantasiosa e perniciosa. Desta forma, considero muito pertinente e ratifico a recomendação que fazem para uma educação científica e, principalmente, dos métodos de ensino a ela associados, não-fixos a sistemas rígidos e limitados, mas que estejam abertos a críticas e a todas as novas descobertas e experiências inovadoras da área.

As lembranças dos cientistas entrevistados mostraram indícios de que quanto mais variado e rico for o meio intelectual metodológico fomentado pelo professor, maiores condições ele terá de desenvolver uma aprendizagem significativa da maioria de seus alunos, por sintonia cognitiva, psicológica e afetiva entre outras. Vimos que professores marcantes podem ser bem humorados, sisudos, tímidos, extrovertidos, padres, revolucionários, conservadores, homens, mulheres, jovens ou maduros. Apesar de tão diferentes, todos imprimiram sua marca pessoal na história de crianças e jovens estudantes que se tornaram cientistas, despertando-lhes o prazer em aprender e trabalhar com Ciência. Singulares, estes mestres parecem ter ensinado muito mais que as características de plantas e animais ou outros conteúdos científicos. Ensinaaram seus alunos a olhar o mundo com espírito de cientista: com curiosidade e atenção, inquietos para

desvelar fenômenos da natureza que em geral passam despercebidos à maioria das pessoas.

Vale destacar que as características aqui relacionadas ao perfil de um bom professor de ciências, podem ser extrapoladas para o âmbito de outras disciplinas. Embora o trabalho experimental esteja associado ao incremento de aulas de ciências, de modo análogo pode-se pensar no professor de Matemática que utiliza jogos e simulações quando ensina, no professor de Geografia que propõe a seus alunos a um trabalho de campo para mapear a região onde moram, no professor de Arte que leva e incentiva suas turmas a visitarem museus com exposições e mostras diversas pela cidade, dentre outros. Assim, dados sobre a atuação de professores obtidos neste estudo, sintetizados a seguir, podem ser transpostos para o contexto de prática docente de um modo geral, ainda que meu olhar tenha sido direcionado de modo especial para aqueles que, como eu, lecionam ciências.

### **Uma síntese do que foi detectado neste estudo**

Segundo os cientistas entrevistados, um professor de ciências marcante:

- ✓ Abre espaço para a pergunta e valoriza adequadamente o erro dos alunos;
- ✓ tem uma boa comunicação com seus alunos;
- ✓ demonstra entusiasmo pelo que faz;
- ✓ incrementa sua aula com experimentos, demonstrações, trabalhos de campo etc. ;
- ✓ leva ou estimula os alunos para visitas a espaços não formais de Educação em Ciência;
- ✓ aproxima a ciência à vida do aluno.

Quando interrogados sobre o que pensam acerca da formação de professores de ciências, os cientistas entrevistados:

- ✓ Consideram fundamental uma boa formação específica, que deve ser constantemente atualizada.
- ✓ Não ignoram o componente pedagógico desta formação, mas não sugerem estratégias concretas para romper a dicotomia formação pedagógica-formação específica.
- ✓ Reconhecem a importância do licenciando vivenciar a pesquisa, não só no campo pedagógico, mas também no específico, durante sua formação.

Sobre a relação pesquisa-docência, os cientistas entrevistados:

- ✓ Reconhecem a importância do fluxo bidirecional entre as duas instâncias de atuação.
- ✓ Indicam maior dificuldade no “trânsito” da sala de aula para o laboratório.
- ✓ Concordam que a participação de licenciandos nas pesquisas, atuando tanto nos laboratórios das universidades, quanto nos estágios em escolas, poderia equilibrar este fluxo, identificando questões de pesquisa que articulem os dois espaços (laboratório e escola).

Aspectos que reforçam a importância do Ensino Fundamental na iniciação e estímulo à vocação científica:

- ✓ Papel de professores do Ensino Fundamental, inclusive das séries iniciais na opção profissional pela carreira científica dos entrevistados.
- ✓ Estudos que demonstram ser a escola e sala de aula, espaços de construção de concepções iniciais.
- ✓ Maior desenvolvimento de atitude investigativa, cooperação, trabalho em grupo, em parceria, etc. nos alunos.
- ✓ Construção de competências comunicativas, ampliando o vocabulário e mobilizando o uso de diferentes linguagens - inclusive a matemática - que por sua vez podem favorecer a educação científica.
- ✓ Clara relação entre alfabetização científica e inserção cidadã.
- ✓ Competências e habilidades que são favorecidas na aprendizagem científica têm importância e aplicação que extrapolam os limites deste campo do conhecimento e dos muros da escola.

Alguns desafios a serem superados:

- ✓ Programas e ações com foco na educação e vocação científica ainda têm alcance restrito e são direcionados em sua maioria para o ensino médio.
- ✓ “Funil” referente à taxa de ingresso no Ensino Fundamental em comparação com a de conclusão do Ensino Médio
- ✓ Problemas na formação docente – inicial e continuada.
- ✓ Déficit de professores de ciências no Brasil.

- ✓ Biologização, estanquização, descontextualização e excesso de conteúdos dos currículos da educação básica.
- ✓ Mitificação da Ciência /cientista - na escola e sociedade.

Algumas apostas a serem renovadas:

- ✓ Um currículo que abra espaço para práticas docentes com foco na autonomia do aluno, valorizando atitudes investigativas, estimulando a criatividade, respeitando tanto a dimensão individual quanto coletiva da aprendizagem, trabalhando o conhecimento científico sob uma perspectiva histórica, interdisciplinar e contextualizada, provavelmente será mais fértil para a emergência e/ou encorajamento do que comumente chamamos vocações científicas.
- ✓ A educação científica não deve ficar atrelada a sistemas rígidos e limitados, mas aberta a críticas, novas descobertas e experiências inovadoras da área.
- ✓ Importância da prática pluralista: quanto mais variado e rico for o meio intelectual metodológico fomentado pelo professor, maiores as probabilidades de ocorrer aprendizagem da maioria de seus alunos, por sintonia cognitiva, psicológica e afetiva entre outras.

- **Uma proposta**

Aos formadores, proponho um exercício contínuo de metadocência. Talvez assim consigamos que o foco direcione-se ao que efetivamente representa o desafio docente diário: fazer aprender. Afinal, sabemos que se aprende em casa, na rua, com a TV, nos museus, nos jardins, mas a escola ainda é o local onde se espera que a aprendizagem aconteça de modo intencional, efetivo, planejado. E não pode ser vista como privilégio de poucos, mas direito de todos. Reside aí a importância de uma prática pluralista, que invista na diversidade metodológica, de meios e situações didáticas variadas, com maior chance de favorecer a aprendizagem de todos os alunos, indivíduos sempre singulares.

Por fim, uma investigação acerca do que pensam os professores de ciências sobre os cientistas e sua formação, poderia desvelar aspectos que complementassem os resultados desta pesquisa, ampliando o debate sobre a complexa relação entre os centros de produção da Ciência, os cursos de formação

para ensinar ciências e as escolas de Educação Básica, onde se espera que crianças e jovens aprendam ciências e quem sabe um dia queiram ser cientistas.

• **Por uma escola e um tempo de aprender pautados na alegria**

Paulo Freire (apud Snyders 1993, p. 9) afirma que a alegria na escola fortalece e estimula a alegria de viver. Segundo ele, se o tempo da escola tem se configurado como um tempo de enfado, em que o educador, a educadora e os educandos vivem os segundos, os minutos, os quartos de hora, à espera de que a monotonia termine, a fim de partirem risonhos para a vida que os espera lá fora, a tristeza experimentada na escola termina por deteriorar a alegria de viver. Deste modo, viver plenamente a alegria na escola significa mudá-la, significa lutar para incrementar, melhorar e aprofundar a mudança. Além do mais, lutar pela alegria na escola também é uma maneira de lutar pela mudança no mundo.

Ao chegar ao final deste trabalho, num misto de nostalgia e preocupação, muitas idéias e lembranças me vêm à cabeça. Recordo-me da minha pré-adolescência e sinto carinho e gratidão por Dona Eneide - professora de ciências da Escola Municipal Alberto José Sampaio (na Pavuna) - sempre entusiasmada e encorajadora apesar da carência de recursos materiais, e que me fez gostar tanto de ciências quanto de lecionar. Reconheço o privilégio que tive ao compartilhar com os cientistas entrevistados suas memórias. Penso em meus ex-alunos e naqueles que ainda virão. Preocupo-me com meu filho Victor-11 anos, aluno de escola pública-que falava em ser astrônomo e agora que finalmente estuda os astros na escola, não gosta da professora de ciências. Imagino o rosto das crianças de nossas escolas cujos olhos ainda podemos fazer brilhar pelo prazer de aprender ciências. Assim, impregnada por estes pensamentos e recordações, quero compartilhar uma fala que foi dita pelo Dr. IS, visivelmente emocionado, e que de certa forma tem tudo a ver com a questão central de minha pesquisa e com as reflexões que fiz, pois coloca em jogo o que a escola e o professor podem significar na vida dos alunos:

*“Participei durante um tempo de um programa chamado “A Ciência vai à escola”. No momento até está suspenso por falta de recursos. Uma vez me chamaram para ir a uma escola em um lugar bem longe. Não sei nem como chegar sozinho. Um bairro totalmente estranho. Muita cachoeira perto, mas paupérrimo. Na Baixada Fluminense. A escola era uma coisa terrível. Igualzinho a uma prisão. Apesar de o lugar ser pequenininho, toda escola era gradeada. As crianças alucinadas, presas naquele espaço. Não tinha uma árvore, não tinha nada. Eu levei o projetor e uns slides. Lá não tinha onde projetar. Colocaram uma toalha branca, mas estava muito claro, não deu para projetar. E aí, como nunca acontece algo diferente na escola, as professoras, no lugar de trazerem duas turmas, porque a atividade era prevista para 50 crianças, trouxeram 300. E havia jovens já na faixa de 14 ou 15 anos, com aspecto muito marginalizado. Eu fiquei horrorizado em ver que algumas professoras davam tapas, empurravam, mandavam a turma calar a boca. [...] Foi um caos. Eu deixei um kit de fósseis para uma professora. E em um grupo de umas crianças na faixa de 9-10 anos, notei que um garoto ficava assim mais recolhido. E umas 3 meninas diziam assim: “professor, pergunta para ele. Ele sabe tudo sobre fósseis. “Então o menino chegou meio ressabiado. Em geral as crianças só relacionam fósseis com dinossauros. Mas ele chegou e falou assim: “professor eu queria ver um trilobita”. Eu fiquei pasmo, porque é um nome específico, muito particular na paleontologia. Os objetos estavam na mesa e eu disse: “Esse aqui é o trilobita”. O menino olhou fascinado, tocou com o maior carinho. Virou-se e disse: “Posso lhe dar um abraço? Eu sempre quis abraçar um cientista, principalmente um paleontólogo. “E eu: “Claro!” Quase me vendo ali naquele menino, João Paulo. Lembro-me bem do nome dele. Dei um fóssil a ele, que agradeceu dizendo: “Não vou me esquecer do senhor. Ainda vou encontrar com o senhor na universidade”. E eu estou na expectativa de que um dia ele apareça. ”*

Eu também, Dr. IS. Eu também.



## 6

### Referências Bibliográficas

ABC - Academia Brasileira de Ciências-Sobre o Ensino de Matemática e Ciências na Educação Básica. Documento preliminar elaborado por comissão interdisciplinar para apresentação ao Congresso Nacional – Divulgado em 30/05/2007 -Disponível em: <ftp://informatica.abc.org.br/ensino.pdf>

ALVES, N. (org). Formação de professores de Ciências: pensar e fazer. Série Questões de Nossa Época. São Paulo, Cortez, 1993.

ALVETTI, M. A. S. Ensino de física moderna e contemporânea e a revista Ciência Hoje. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em Educação. Centro de Ciências da Educação. Florianópolis: UFSC, 1999.

AMARAL, R. Ciência e tecnologia: desenvolvimento e inclusão social – Brasília: UNESCO, Ministério da Ciência e Tecnologia, 2003. 128p.

AMORIM, Antonio Carlos R. Em aulas de Ciências, ensinam-se Ciências? <http://www.comciencia.br/reportagens/cultura/cultura12.shtml>. Acesso em 10/12/2006.

ANDERSON, G. L: HERR, K. The new paradigm wars: Is there room for rigorous practitioner knowledge in schools and universities?, *Educational Researcher*, v. 28, n. 5, 40, 1999, p. 12-21.

ANDERY, M. A. et al. Para compreender a ciência: uma perspectiva histórica. 12ª edição-Rio de Janeiro: Garamond; São Paulo: EDUC, 2003.

ANDRÉ (org) M. , BEILLEROT, J. , LÜDKE, M. e SOARES, M. O papel da pesquisa na formação e na prática dos professores. Campinas, SP: Papirus, 2001. (Série Prática Pedagógica)

ARAÚJO-JORGE, T. C.; BORGES, E. L. A expansão da pós-graduação na Fundação Oswaldo Cruz: contribuição para a melhoria da educação científica no Brasil *Revista Brasileira de Pós-Graduação [CAPES]*, Brasília: v. 1, n. 2 p. 97-115, nov. 2004.

ASTOLFI, J. e DEVELAY, M. A didática das Ciências. 4a edição, Campinas, SP: Papirus, 1995.

AULER, D. , DELIZOICOV, D. Ciência-tecnologia-sociedade: relações estabelecidas por professores de ciências. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. 5 N°2 (2006). Disponível em: [http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART8\\_Vol5\\_N2.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART8_Vol5_N2.pdf)  
Acesso em 20/04/2007

AXT, R. O papel da experimentação no ensino de Ciências, in Moreira, M. A. e Axt, R., Tópicos em ensino de Ciências, Sagra, 1991. -Borges, A. T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v. 19, n. 3, 2002.

AXT, R. O papel da experimentação no ensino de ciências, in Moreira, M. A. e Axt, R., Tópicos em ensino de ciências, Sagra, 1991.

BARBERÁ, O. ; VALDÉS, P. - El trabajo en la enseñanza de las ciencias. Una revision. Enseñanza de las ciencias, 1996, 14(3), p. 365-380.

BARRETO FILHO, B. Atividades práticas na 8ª série do Ensino Fundamental: Luz numa abordagem regionalizada. Dissertação de Mestrado. Campinas: Faculdade de educação, UNICAMP, 2001.

BEJARANO, N. R. R.; CARVALHO, A. M. P. Tornando-se professor de Ciências: crenças e conflitos – Ciência e Educação, v. 9, n. 1, p. 1- 15. 2003.

BERNSTEIN, B. A Estruturação do Discurso Pedagógico – classe, códigos e controle. Petrópolis: Editora Vozes, 1996.

BEVILACQUA, G. D. e COUTINHO-SILVA, R. O ensino de Ciências na 5ª série através da experimentação. In: Ciências e Cognição 2007; Vol. 10: 84-92 Disponível em: [http://www. cienciasecognicao. org](http://www.cienciasecognicao.org)- acesso em 15/05/2007.

BIZZO, N. Falhas no Ensino de Ciências. Ciência Hoje. 27, n. 159, p. 26-31. 2000.

BORDENAVE, J. D. ; Pereira, A. M. Estratégias de ensino-aprendizagem. 18. Ed. Petrópolis: Editora Vozes, 1998. 312 p.

BORGES, C. M. F. O professor da educação Básica e seus saberes profissionais. Araraquara: JM Editora, 2004.

BORGES, R. M. R. Repensando o Ensino de Ciências In: MORAES, Roque (org.). Construtivismo e Ensino de Ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas. Porto Alegre. Sagra, 2000.

BORGES, O. e GOMES, C. M. A. O Currículo de Ciências pode ajudar a desenvolver a inteligência dos alunos? In: I X Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Física, Jaboticatubas – MG, 2004.

BORGES, R. M. R. e LIMA, V. M. R. Tendências contemporâneas do ensino de Biologia no Brasil In: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 6 Nº. 1 (2007).

BORGES, A. T. O papel do laboratório no ensino de ciências. In MOREIRA, M. A. ZYLBERSZTA J. N, A. , DELIZOICOV, D. e ANGOTTI, J. A. P. Atlas do I Encontro Nacional de Pesquisa em Ensino de Ciências. Editora da Universidade – UFRGS, Porto Alegre, RS, 1997. 2 –11

BRASIL. Algumas razões para ser um cientista – publicação do Centro Brasileiro de Pesquisas Físicas- Ministério da Ciência e Tecnologia-1984

\_\_\_\_\_. Guia do livro didático 2007 : Ciências : séries /anos iniciais do Ensino Fundamental / Secretaria de Educação Básica. – Brasília: Ministério da Educação, 2006.

\_\_\_\_\_. Guia de livros didáticos PNLD 2008: Ciências - Brasília: Ministério da Educação, 2007.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação e do Desporto. Secretaria da Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: 1ª a 4ª séries do Ensino Fundamental. Brasília: MEC/SEF, 1997.

\_\_\_\_\_. Ministério da Educação. Conselho Nacional de Educação. Parecer CEB nº. 15/98. Diretrizes Curriculares Nacionais para o Ensino Médio-DCNEM, 1998.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Ciências naturais. Brasília: MEC/SEF, 1997.

\_\_\_\_\_. Secretaria de Educação Fundamental. Parâmetros Curriculares Nacionais: Temas Transversais Meio Ambiente e Saúde. Brasília: MEC/SEF, 1997.

BROCKINGTON, G. e PIETROCOLA, M. Serão as regras da transposição didática aplicáveis aos conceitos da Física Moderna? In: Investigações em Ensino de Ciências – Disponível em [www. if. ufrgs. br/public/ensino/vol10/n3/v10\\_n3\\_a5. htm](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol10/n3/v10_n3_a5.htm) | - Acesso em 26/06/2007

BROCKMAN, J. Espíritos curiosos: como uma criança se torna cientista. Lisboa: Gradiva, 2006.

CACHAPUZ, A. *et. Al.* A necessária renovação do ensino de ciências. São Paulo: Cortez, 2005.

CACHAPUZ, A. , PRAIA, J e JORGE, M. Da educação em ciência às orientações para o ensino das Ciências: um repensar epistemológico - Revista Ciência e Educação, v. 10, n. 3, p. 363-381, 2004.

\_\_\_\_\_. Reflexão em torno de perspectivas do ensino das Ciências: contributos para uma nova orientação curricular: ensino por pesquisa. Revista de Educação, Lisboa, v. 9, n. 1, p. 69-79, 2000.

CALAÇA, C. E. : 'Vivendo em Manguinhos: a trajetória de um grupo de cientistas no Instituto Oswaldo Cruz'. História, Ciências, Saúde — Manguinhos, vol. VII (3): 587-606, nov. 2000-fev. 2001.

CANDAU, V. M. et al. Novos rumos da licenciatura: relatório final. Rio de Janeiro: PUC, 1998.

CANTO, R. S. T. Teoria, saber docente e formação de professores de Ciências. Dissertação (Mestrado em Educação) – Faculdade de Educação, PUC, 1998.

CARRAHER, D. W. et al. Caminhos e descaminhos no ensino de ciências. Ciência e Cultura, v. 37, n. 6, jun. 1985

CARRIJO, I. L. M, Do professor de Ciências ideal (?) ao professor possível. Araraquara: JM Editora, 1999.

CARVALHO, A. M. P. “Quem sabe faz, quem não sabe ensina”: Bacharelado X Licenciatura. XIV Reunião Anual da ANPED. São Paulo, 1991.

\_\_\_\_\_. Física no Ensino Fundamental: Introduzindo os Alunos no Universo das Ciências. In: Atas do VII Congreso Internacional sobre Investigación em la Didáctica de las Ciencias-Meio digital: 2005.

CARVALHO, A. M. P. e GIL PEREZ, D. Formação de professores de Ciências. São Paulo: Cortez, 1993.

\_\_\_\_\_. Ensino de Ciências e epistemologia genética. In: Viver: mente e cérebro. Coleção memória da pedagogia, n. 1: Jean Piaget. Rio de Janeiro: Ediouro; São Paulo: Segmento Duetto, 2005.

CARVALHO, A. M. P. e VIANNA, D. M. Formação permanente: a necessidade da interação entre a ciência dos cientistas e a ciência da sala de aula. In: Ciência & Educação. Volume 6 N. 1, 2000 – Disponível em : <http://www2.fc.unesp.br/cienciaeducacao/include/getdoc.php?id=308&article=127&mode=pdf>- Acesso em 23/06/2007

\_\_\_\_\_. Do fazer ao ensinar ciência - a importância dos episódios de pesquisa na formação de professores. Investigações em Ensino de Ciências. Vol. 6, N. 2, 2001. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

CARVALHO, M. C. (org. ). Construindo o saber-metodologia científica: fundamentos e técnicas. 5ª ed. Campinas: Papyrus, 1995.

CAZELLI, S. Alfabetização científica e os Museus interativos da Ciência. Tese de mestrado do programa de pós-graduação em educação da PUC/RJ, 1992.

CAMPOS, Luciana M. L. e DINIZ, Renato Eugênio S. A prática como fonte de aprendizagem e o saber da experiência: o que dizem professores de Ciências e de Biologia. In: Investigações em Ensino de Ciências. Vol. 6, N. 1, março de 2001. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

CHALMERS, A. A fabricação da ciência. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1994.

CHASSOT, A. Alfabetização científica: questões e desafios para a educação. 3ª Ed. Ijuí: 2003

\_\_\_\_\_. Para que(m) é útil o ensino? 2ª ed. Canoas: Editora da Ulbra, 2004.

CHASSOT, A. e Oliveira, J. R. (org). Ciência, ética e cultura na educação. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1998.

CHERVEL, A. História das disciplinas escolares: reflexões sobre um campo de pesquisa In Teoria e Educação n.2, Porto Alegre: Ed. Pannonica, 1990.

CHEVALLARD, Y. La transposición Didáctica: del saber sabio al saber ensinado. Buenos Aires: Aique, 3ª ed. 1998.

COCHRAN-SMITH, M; LYTLE, S. L The teacher research movement: a decade later. Educational Researcher, v. 28, n. 7, 1999, p. 15-25.

CONTRERAS, J. A autonomia de professores. São Paulo: Cortez, 2002.

CORAZZA-NUNES *et al.* Implicações da mediação docente nos processos de ensino e aprendizagem de biologia no Ensino Médio. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 5 N°3 (2006). Disponível em: [http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART8\\_Vol5\\_N3.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART8_Vol5_N3.pdf)  
Acesso em 20/04/2007

CARMO, M. e COSTA, E. S. “Rumo ao futuro”: a influência de um programa de orientação, nas competências de tomada de decisão vocacional de alunos do 9º ano de escolaridade. In: [www.psicologia.com.pt](http://www.psicologia.com.pt). Viseu: 2003 .Acesso em 10/07/2007

CUNHA, A. M. O. e CICILLINI, G. A. Considerações sobre o Ensino de Ciências para a escola fundamental In: VEIGA, I. P. A. e CARDOSO, M. H. F. Escola fundamental currículo e ensino (2ª ed. ), Campinas, SP, 1995.

CUNHA, M. I. O bom professor e sua prática. Campinas, SP: Papyrus, 1989.

\_\_\_\_\_. Paradigmas científicos e propostas curriculares-fevereiro, 1998. [www.interface.org.br/revista2/debates4.pdf](http://www.interface.org.br/revista2/debates4.pdf)

DALTON, M. O currículo de Hollywood: quem é "bom" professor, quem é a "boa" professora? In Educação e Realidade. Porto Alegre, 21 (1): 97 – 136, 1996.

D'AMBRÓSIO, U. O ensino de Ciências e Matemática na América Latina. Campinas, UNICAMP, 1984.

DELIZOCOIV et alli, Metodologia do Ensino de Ciências. São Paulo: Cortez, 1992.

\_\_\_\_\_. Ensino de Ciências: fundamentos e métodos. São Paulo, Cortez, 2003.

DELVAL, J. Aprender a aprender. São Paulo, Papirus, 1998.

DEMO, P. Educar pela pesquisa. 5ª edição. Campinas, SP: Ed. Autores Associados, 2002. (Coleção Educação Contemporânea).

DOURADO, L. Concepções e práticas dos professores de Ciências Naturais relativas à implementação integrada do trabalho laboratorial e do trabalho de campo. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 5 Nº 1 (2006) Disponível em: [http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART11\\_Vol5\\_N1.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART11_Vol5_N1.pdf)

ESTEVES, L. C. G. *et alii*. Estar no papel: cartas dos jovens do Ensino Médio – Brasília: UNESCO, INEP/MEC, 2005. 139 p.

FERREIRA, M. S. A História da Disciplina Escolar Ciências no Colégio Pedro II (1960-1980). Tese de Doutorado em Educação. Universidade Federal do Rio de Janeiro, UFRJ, Brasil, 2005.

FIORENTINI, D. , GERALDI, C. M. G. , PEREIRA, E. M. A. (orgs.). Cartografias do trabalho docente: professor (a) pesquisador (a). São Paulo: Mercado de Letras, 1998.

FONSECA, A. B. Ciência, Tecnologia e desigualdade social no Brasil: contribuições da Sociologia do conhecimento para a educação em Ciências In: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 6, Nº 2, 364-377 (2007).

FOUREZ, G. Crise no ensino de Ciências? In: Investigações em Ensino de Ciências. Vol. 8, N. 2, agosto de 2003. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

\_\_\_\_\_. Alfabetización Científica y Tecnológica. Colección Nuevos Caminos, Ediciones Colihue, 1997.

FRACALANZA, H. O conceito de ciência veiculado por atuais livros didáticos de biologia. Campinas: UNICAMP, 1989. Tese de mestrado.

FRANCO, C. As idéias dos alunos sobre temas científicos: vale a pena levá-las a sério? In: Revista Ciência e Ensino, n. 4, junho de 1998. Disponível em: <http://www.ige.unicamp.br/ojs/index.php/cienciaeensino/article/view/30/37>

FREIRE, P. Pedagogia do oprimido. 2. ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975.

\_\_\_\_\_. Pedagogias da autonomia: dos saberes à prática educativa. São Paulo: Paz e Terra, 1998.

\_\_\_\_\_. Pedagogia da esperança: um reencontro com a pedagogia do oprimido. 6ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1999

GADOTTI, M. Educação e poder: introdução à pedagogia do conflito. São Paulo: Cortez, 1984.

\_\_\_\_\_. História das idéias pedagógicas. 5ª ed. Série Educação. São Paulo: Ática, 1991.

GALIAZZI, M. C., Professor-pesquisador: é preciso mudar de paradigma. In: Ciência, ética e cultura na educação. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1998.

GALIAZZI, M. C., ROCHA, J. M. B., SCHMITZ, L. C., SOUZA, M. L., GIESTA, S. E GONÇALVES, F. P. Objetivos das atividades experimentais no Ensino Médio: a pesquisa coletiva como modo de formação de professores de Ciências. Ciência e Educação, v. 7, n. 2, 2001

GALIAZZI, M. C e MORAES, R. Educação pela pesquisa como modo, tempo e espaço de qualificação da formação de professores de Ciências. Revista Ciência e Educação, v. 8, n. 2, p. 237-252, 2002.

GASPAR, A. e MONTEIRO, I. C. C. Atividades experimentais de demonstração em sala de aula: uma análise segundo o referencial da teoria de Vygotsky. In: Investigações em Ensino de Ciências. N. 10, Vol. 2, agosto de 2005. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

GIL-PÉREZ, D. *et al.* Para uma Imagem não Deformada no Ensino de Ciências. Revista Ciência e Educação, Bauru, v. 7, n. 2, p. 125-153, 2001

GODOY, A. S. *et al.* Preferências de ensino: estudo exploratório com alunos do curso superior de Administração de Empresas. Revista Administração OnLine, v. 2, 2002. Disponível em: [http://www.fecap.br/adm\\_online/adol/artigo.htm](http://www.fecap.br/adm_online/adol/artigo.htm). Acesso em 01/03/2007.

GONÇALVES, T. V. O. Ensino de Ciências e Matemática e Formação de Professores: marcas da diferença. Tese de Doutorado. Campinas, Faculdade de Educação. UNICAMP, 2000.

GOULART, S. M. A sala de aula como universo de construção do conhecimento físico. Dissertação de Mestrado em Educação. Universidade do Estado do Rio de Janeiro, UERJ, 1994.

GUICHARD, J. La escuela y las representaciones de futuro de los adolescentes. Barcelona, Laertes, 1995.

GUICHARD, J.; HUTEAU, M. Psychologie de l'orientation. Paris, Dunod, 2001

HENNING, G. J. Metodologia do Ensino de Ciências. Porto Alegre, Mercado Aberto, 1994.

HODSON, D. Educational Philosophy and Theory, 20, 53 - 66, 1989. Tradução de Paulo A. Porto. Disponível em: [www.iq.usp.br/wwwdocentes/palporto/TextoHodsonExperimentacao.pdf](http://www.iq.usp.br/wwwdocentes/palporto/TextoHodsonExperimentacao.pdf) Acesso em 10/03/2007.

HODSON, D. (1994). Hacia un enfoque más crítico del trabajo de laboratorio. *Enseñanza de las Ciencias*, 12, 299-313.

KANBACHA, B. G., LABURÚB, C. D. E SILVA, O. H. M. Razões para a não utilização de atividades práticas por professores de Física no Ensino Médio. Disponível em: [www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0373-1.pdf](http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0373-1.pdf). Acesso em 11/04/2007

KOSIK, K. (1976) Dialética do Concreto. 3ªed. Rio de Janeiro: Paz e Terra.

KRAPAS, S., QUEIROZ, G., COLINVAUX, D. , FRANCO, C. e ALVES, F. Modelos: uma análise de sentidos na literatura de pesquisa em Ensino de Ciências. In: Investigações em Ensino de Ciências. N. 3, Vol. 2, dezembro de 1997. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

KRASILCHIK M. O Professor e o currículo das Ciências. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

\_\_\_\_\_. Formação de professores e Ensino de Ciências: tendências nos anos 90. In: MENEZES, L. C. (org.) Formação Continuada de Professores de Ciências: Nupes. 1996. p. 135-170.

\_\_\_\_\_. Reformas e realidade: o caso do ensino de Ciências- In: São Paulo em Perspectiva, 14 (1) 2000. P. 85-93

KRASILCHIK M. e MARANDINO, M. Ensino de Ciências e Cidadania. São Paulo: Ed. Moderna, 2004.



LELLIS, L. O. Um estudo das mudanças relatadas por professores de Ciências a partir de uma ação de formação continuada. Dissertação de mestrado em Ensino de Ciências, USP, São Paulo, 2003.

LIMA, A. L. G. S. Ciência, Política e Paixão: Trajetórias de Cientistas e a Profissionalização da Ciência no Brasil (1951-1974). Texto disponível em: [www.anpuh.uepg.br/Xxiii-simposio/anais/anaistitulo.htm](http://www.anpuh.uepg.br/Xxiii-simposio/anais/anaistitulo.htm). 12/04/2007

LOPES, A.C. A organização do conhecimento escolar nos PCN para o ensino médio. In: ROSA, D.G.; SOUZA, V.C. (Org.). Políticas organizativas e curriculares, educação inclusiva e formação de professores. Rio de Janeiro: DP&A, 2002c.

Os Parâmetros curriculares nacionais para o Ensino Médio e a submissão ao mundo produtivo: o caso do conceito de contextualização. Educ. Soc. [online]. 2002, vol. 23, no. 80 [citado 2007-07-05], pp. 386-400. Disponível em: <[http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci\\_arttext&pid=S0101-73302002008000019&lng=pt&tenrm=iso](http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-73302002008000019&lng=pt&tenrm=iso)>. ISSN 0101-7330.

LOPES A C. e MACEDO, E. (orgs) Currículo de Ciências em debate, São Paulo, Papirus, 2004.

LÜDKE, M. (coord.) O professor e a pesquisa. Campinas, SP: Papirus, 2001. (Série Prática Pedagógica)

LÜDKE, M. e ANDRÉ, M.. Pesquisa em educação: abordagens qualitativas. São Paulo, EPU, 1986.

LÜDKE, M. Avaliação institucional: formação de docentes para o Ensino Fundamental e Médio (as licenciaturas). São Paulo: Cadernos CRUB, Vol. 1, nº 4, 1994.

LÜDKE, M e BOING, L. A. Caminhos da profissão e da profissionalização docentes. Campinas: Educação e Sociedade, vol. 25, n. 89, p. 1159-1180, set. /dez. 2004

LÜDKE, M. (org). Tema em destaque: pesquisa e formação docente. Caderno de Pesquisa v. 35, n. 125, maio/ago. 2005.

MACEDO, E. Currículo e competência. In: LOPES, A.C.; MACEDO E.F. (Org.). Disciplinas e integração curricular: história e políticas. Rio de Janeiro: DP&A, 2002.

MALDANER, O. A. A Formação Inicial e Continuada de Professores de Química – Professores/pesquisadores. Ijuí: UNIJUÍ, 2000. (Coleção Educação Química).

MALDANER, O. A. e SCHNETZLER, R. P. A necessária conjugação da pesquisa e do ensino na formação de professores e professoras. In: Ciência, ética e cultura na educação. São Leopoldo: Ed. UNISINOS, 1998.

MARANDINO, M. A Formação Continuada de Professores em Ensino de Ciências: problemática, desafios e estratégias. In: Magistério, Construção Cotidiana. CANDAU, V. M. (org.). 2ª ed.. Petrópolis: Vozes, 1997.

\_\_\_\_\_. A Biologia nos Museus de Ciências: A Questão dos Textos em Bioexposições. In: Ciência e Educação, v. 8, n. 2. 2002. p. 187-202.

\_\_\_\_\_. A Transposição Didática a Recontextualização: Sobre a Transformação do Discurso Científico na Elaboração de Exposições de Museus. Disponível em: <http://www. anped. org. br/25/posteres/marthamarandino04. rtf> Acesso em: 23 Jan. 2005.

\_\_\_\_\_. A pesquisa educacional e a produção de saberes nos museus de ciência. História, Ciências, Saúde – Manguinhos, v. 12 (suplemento), p. 161-81, 2005.

\_\_\_\_\_. Educação em Museus de Ciências: Contribuições da História da Biologia. In: Anais do I Encontro Regional de Ensino de Biologia: Novo Milênio, novas práticas educacionais? Niterói. 2001, P. 301–305.

MARSULO, M. A. G. e SILVA, R. M. G. Os métodos científicos como possibilidade de construção de conhecimentos no ensino de ciências. Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 4 Nº. 3 (2005). Disponível em :[http://www. saum. uvigo. es/reec/volumenes/volumen4/ART3\\_Vol4\\_N3. pdf](http://www. saum. uvigo. es/reec/volumenes/volumen4/ART3_Vol4_N3. pdf)

MARTINS, RAMPON e SILVA, Reflexões e concepções de alunos dos cursos. De licenciatura em biologia e química sobre Ensino-aprendizagem. (2005). Disponível em: [www. fc. unesp. br/abrapec/venpec/atas/conteudo/artigos/1/doc/p880. doc](http://www. fc. unesp. br/abrapec/venpec/atas/conteudo/artigos/1/doc/p880. doc). Acesso em 27/02/2007

MARTINS, I, NASCIMENTO, T. G. e ABREU, T. B. Clonagem na sala de aula: um exemplo do uso didático de um texto de divulgação científica. In: Investigações em Ensino de Ciências. Vol. 9, N. 1, março de 2004. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

MEGID NETO, J. , FRACALANZA, H.; FERNANDES, R. C. A. O que sabemos sobre a pesquisa em Educação em Ciências no Brasil (1972-2004). Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências, 5, 2005: Bauru/SP. Atas.. Bauru: Abrapec, 2005. CD ROM

MEGID NETO, J. TEIXEIRA, P. M. M. Investigando a pesquisa educacional: um estudo enfocando dissertações e teses sobre o ensino

de Biologia no Brasil. In: Investigações em Ensino de Ciências. Vol. 11, N. 2, agosto de 2006. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

MENEZES FILHO, N. O esgotamento do avanço educacional brasileiro In: Jornal Digital do Instituto Veris, IBMEC, São Paulo: 01/06/2007. Disponível em: [www.ibmecsp.edu.br/imprensa/content.php?recid=370](http://www.ibmecsp.edu.br/imprensa/content.php?recid=370)

MENEZES, L. C. (org). Formação Continuada de professores de Ciências no contexto ibero-americano. São Paulo, Autores associados /NUPES, 1996.

MENEZES, E. T. e SANTOS, T. H. - OSPB (verbete). Dicionário Interativo da Educação Brasileira – EDUCABRASIL. São Paulo: Midiamix Editora, 2002, <http://www.educabrasil.com.br/eb/dic/dicionario.asp?id=364>, visitado em 23/7/2007.

MONTEIRO, M. A. A. e TEIXEIRA, O. P. B. O ensino de Física nas séries iniciais do Ensino Fundamental: um estudo das influências das experiências docentes em sua prática em sala de aula In: Investigações em Ensino de Ciências. Disponível em [http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol9/n1/v9\\_n1\\_a1.htm](http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/vol9/n1/v9_n1_a1.htm)

MOREIRA, M. A: O professor – pesquisador como instrumento de melhoria do Ensino de Ciências. In MOREIRA, M. A. e AXT, R. Tópicos em Ensino de Ciências. Porto Alegre: Ed. Sagra, 1991.

MORIN, E. A Cabeça Bem-Feita: repensar a reforma, reformar o pensamento. 6ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2002.

\_\_\_\_\_. Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro. 2ª ed. São Paulo: Cortez, 2000.

MOROSINI, M. C. Os aprendizes de cientista: quem são e como avaliam o seu aprendizado- IC on-line, Porto Alegre, v. 1, n. 3, dez. 1996

MORTIMER, E. F. Sobre chamas e cristais: a linguagem cotidiana, a linguagem científica e o Ensino de Ciências. In: CHASSOT, A.; OLIVEIRA, R.J. Ciência, ética e cultura na educação. São Leopoldo: UNISINOS, 1998. p. 99-118.

\_\_\_\_\_. Uma agenda para a pesquisa em educação em ciências. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Porto Alegre, v. 2, n. 1, p. 25-35, 2002.

MORTIMER, E. F.; MACHADO, A. H. Elaboração de conflitos e anomalia na sala de aula. In: MORTIMER, E. F.; SMOLKA, A. C. (org) Linguagem, Cognição e Cultura: reflexões para o ensino e a sala de aula. Belo Horizonte: Autêntica. 2001.p. 105-138

MORTIMER, E. F.; SCOTT, P. H. Atividade discursiva nas salas de aula de ciências: uma ferramenta sociocultural para analisar e planejar o ensino. Investigações em Ensino de Ciências, Porto Alegre - RS, v. 7, n. 3, p. 7, 2002.

MORTIMER, E. F.; SANTOS, W. P.. Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de ciências. Ciência & Educação, Bauru - SP, v. 7, n. 1, p. 95-111, 2001.

MORTIMER, E. F.; SANTOS, F. M. T.. Comunicação não-verbal em sala de aula. Revista Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências, Porto Alegre, v. 1, n. 1, p. 18-30, 2001.

NARDI, R. (org). Questões atuais mo ensino de ciências. São Paulo: Escrituras Editora, 1998.

NARDI, R., BASTOS, F. e DINIZ, R. E. S. (org) Pesquisas em ensino de ciências: contribuições para formação de professores. São Paulo: Escrituras Editora, 2004.

NERSESSIAN, N. (1995) Should physicists preach what they practice? Constructive modelling in doing and learning physics. Science e Education, 4, 203-226.

OGBORN, J.; KRESS, G.; MARTINS, I. e MCGILLICUDDY, K. Explaining science in the classroom. Buckingham: The Open University Press, 1996.

OLIVEIRA, A. T. C. C. saberes e práticas de formadores de professores que vão ensinar matemática nos anos iniciais. Tese de Doutorado. Rio de Janeiro:PUC, Departamento de Educação, 2007.

OLIVEIRA, M. B. F. As vozes e os efeitos de sentido da “prática” no discurso de professoras sobre sua formação. In: Linguagem e Ensino, Vol. 1, No. 2, 1998 (11-26).

PAVÃO, A. C. Estudantes Cientistas. Ciência Hoje das Crianças, Rio de Janeiro, 01 set. 2005.

\_\_\_\_\_. Feiras de Ciências: Revolução Pedagógica. Espaço Ciência, Maio de 2007. Disponível em [http://www. espacociencia. pe. gov. br/artigos/?artigo=6](http://www.espacociencia.pe.gov.br/artigos/?artigo=6) Acesso em 23/06/2007

PERRENOUD, P. Dez Novas Competências para Ensinar. Trad. Patrícia C. Ramos. Porto Alegre: Artmed Editora, 2000

\_\_\_\_\_. A prática reflexiva no ofício de professor: profissionalização e razão pedagógica. Porto Alegre: Artmed Editora, 2002.

PERSECHINI, P. M. e Cavalcanti, C. - Popularização da ciência no Brasil, Jornal da Ciência – SBPC- 535 - 20 de Agosto de 2004.

PIETROCOLA, M. Realidade: o realismo científico de Mário Bunge e o ensino de Ciências através de modelos. In: Investigações em Ensino de Ciências. Vol. 4, N. 3, dezembro de 1999. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

PIETROCOLA, M, CRUZ, F. F. S. e CUSTÓDIO, J. F. Conflitos cognitivo-afetivos: a condição de insatisfação com as concepções prévias dos alunos e a exploração de novas idéias. Trabalho apresentado no XVI Simpósio Nacional de Ensino de Física – Rio de Janeiro – 2005. Disponível em: [www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0603-1.pdf](http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/snef/xvi/cd/resumos/T0603-1.pdf) -Acesso em 15/05/2007

PIMENTEL, M. G. O professor em construção. Campinas, SP: Papirus, 1994.

PRETTO, N. L. P. A ciência nos livros didáticos. Campinas: Editora da UNICAMP; Salvador: Editora da Universidade Federal da Bahia, 1995.

QUADROS, A. L.; CARVALHO, E. ; COELHO, F. S.; Salviano, L.; GOMES, M. F. P. A.; MENDONÇA, P. C.; BARBOSA, R. K. Os professores que tivemos e a formação da nossa identidade como docentes: um encontro com nossa memória. Ensaio, v. 7, n. 1, 2005. Disponível em [www.fae.ufmg.br/ensaio/v7\\_n1/memoria%20de%20professores.pdf](http://www.fae.ufmg.br/ensaio/v7_n1/memoria%20de%20professores.pdf) Acesso em 20/05/2007

QUEIROZ, G. R. P. e BARBOSA LIMA, M. C. Conhecimento científico, seu ensino e aprendizagem: Atualidade do Construtivismo. In: IX Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, 2004, Jaboticatubas. Atas do IX EPEF, 2004. p. 1-12. Disponível em: [www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/ix/atas/posteres/po21-20.pdf](http://www.sbf1.sbfisica.org.br/eventos/epf/ix/atas/posteres/po21-20.pdf)

QUEIROZ, M. I. P. Relatos orais: do “indizível” ao “dizível” In: Von Simon, Olga de Moraes (org) Experimentos com Histórias de vida (Itália-Brasil). São Paulo: Ed Vértice, 1988.

RABONI, P. C. A. Atividades práticas de ciências naturais na formação de professores para as séries iniciais. Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, UNICAMP, 2002.

RALDI, MALHEIROS, FRÓIS e LAGE-MARQUES. O papel do professor no contexto educacional sob o ponto de vista dos alunos 2003. Revista da Associação Brasileira de Ensino Odontológico-ABENO. São Paulo. 3(1): 15-23 disponível em [www.abeno.org.br/revista/arquivos\\_pdf/2003/rald.pdf](http://www.abeno.org.br/revista/arquivos_pdf/2003/rald.pdf). Acesso em 25/02/2007.

REIS, P. e GALVÃO, C. O diagnóstico de concepções sobre os cientistas através da análise e discussão de histórias de ficção científica redigidas pelos alunos. In: Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 5 Nº 2 (2006)

REIS, P, RODRIGUES, S. e SANTOS, F. Concepções sobre os cientistas em alunos do 1º ciclo do ensino básico: “poções, máquinas, monstros, invenções e outras coisas malucas” In: *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. 5 N° 1 (2006). Disponível em: [http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART4\\_Vol5\\_N1.pdf](http://www.saum.uvigo.es/reec/volumenes/volumen5/ART4_Vol5_N1.pdf)  
Acesso 20/04/2007

ROCHA, M. S. P. M. L. Não brinco mais- a (des) construção do brincar no cotidiano educacional. Ijuí: Ed Unijuí, 2005.

ROMANOWSKI, J. P. Os processos de pesquisa e a formação docente. In: ROMANOWSKI, MARTINS e JUNQUEIRA (orgs. ). Conhecimento local e conhecimento universal: Pesquisa didática e ação docente. Curitiba: Editora Universitária Champagnat, 2004.

ROSA, M. I. P. (org) Formar: encontros e trajetórias com professores de ciências. São Paulo: Escrituras Editora, 2005.

ROSA, ROSA e PECATTI (2007). Atividades experimentais nas séries iniciais: relato de uma investigação. *Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias* Vol. 6, N° 2, 263-274 (2007)

SÁ, D. M.. A ciência como profissão: médicos, bacharéis e cientistas no Brasil (1895-1935). Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2006

SALÉM, S. e KAWAMURA, M. R. O texto de divulgação e o texto didático: conhecimentos diferentes? Atas do V Encontro de Pesquisadores em Ensino de Física. Sociedade Brasileira de Física. Belo Horizonte, 2-6 de set., 1996.

SANTOS, B. S. Um Discurso sobre as Ciências. 8. ed. Porto Alegre:Afrontamento, 1996.

SANTOS, F. Do Ensino de Ciências como mudança conceitual à fronteira de uma abordagem afetiva, dissertação de mestrado, CED, UFSC, 1996.

SANTOS, F. M. T. e GRECA, I. M. (orgs). A pesquisa em ensino de Ciências no Brasil e suas metodologias. Ijuí: Ed. Ijuí, 2006.

SANTOS, W. L. P. dos; e MORTIMER, E. F. (2001) Tomada de decisão para ação social responsável no ensino de Ciências. *Revista Ciência e Educação*, v. 7, nº 1.

SAVIANI, D. Os saberes implicados na formação do educador-In: BICUDO, M. A. V. e SILVA JUNIOR, C. (Org.) Formação do educador: dever do Estado, tarefa da universidade. São Paulo: Editora da Unesp, 1996.

SCHNETZLER, R. P. e Aragão, Rosália M. R. (orgs) Ensino de Ciências: fundamentos e abordagens. Campinas, R. Vieira Gráfica e Editora, 2000.

SCHNETZLER, R. Contribuições, limitações e perspectiva da investigação no ensino de Ciências Naturais. In Anais do IX Encontro Nacional de didática e prática de ensino (Endipe). 1998.

SCHÖN, D. Formar professores como profissionais reflexivos. In: Nóvoa (org) Os professores e a sua formação, Lisboa, Dom Quixote, 1992.

\_\_\_\_\_. Educando o profissional reflexivo: um novo design para o ensino e a aprendizagem. Porto Alegre, Artmed, 2000, p. 61.

SEQUEIRA, M E SILVA, C. Perfil de um bom professor de física e química no contexto actual. Revista da associação Brasileira de Pesquisa em Educação em Ciências. Vol. 4 Num 2 - Maio/Agosto 2004. Disponível em [www.fc.unesp.br/abrapec/revistas/v4n2a8.pdf](http://www.fc.unesp.br/abrapec/revistas/v4n2a8.pdf). Acesso em 02/03/2007

SHULMAN, L. S. Knowledge and teaching: foundations of the new reform. Harvard Educational Review, v. 57, no. 1, p. 1-22, February, 1987

SILVA, E. O. Extensão do conhecimento nas disciplinas científicas do Ensino Médio: nuances de uma epistemologia de fronteiras. In: Investigações em Ensino de Ciências. Vol. 4, N. 1, março de 1999. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, Brasil

SILVA, H. S. C. Artigos de Divulgação Científica e Ensino de Ciências: Concepções de Ciência, Tecnologia, Sociedade. Dissertação de Mestrado. Campinas: Faculdade de educação, UNICAMP, 2003.

SILVA, L. H. A e SCHNETZLER, R. P. Mediação pedagógica em uma disciplina científica como referência formativa para a docência de futuros professores de biologia In: Revista Ciência e Educação, v. 12, n. 1, 2006.

\_\_\_\_\_. Buscando o caminho do meio: a “sala de espelhos” na construção de parcerias entre professores e formadores de professores de ciências. In: Revista Ciência e Educação, Vol. 6, n. 1, 2000.

SNYDERS, Alunos felizes: reflexões sobre a alegria na escola a partir de textos literários. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1993.

SLONGO, I. I. P. A produção acadêmica em Ensino de Biologia. Florianópolis. Centro de Ciências da educação, Universidade Federal de Santa Catarina, 2004. 349f. (Tese de Doutorado).

SOARES, M. As pesquisas nas áreas específicas influenciando o curso de formação de professores In: André (org) O papel da pesquisa na formação e na prática dos professores. Campinas, SP: Papirus, 2001. (Série Prática Pedagógica)

STENHOUSE, L. An introduction to curriculum research and development. London: Heinemann, 1975.

TEIXEIRA, P. M. M. Educação científica sob a perspectiva da pedagogia histórico-crítica e do movimento c. t. s. no ensino de Ciências. Revista Ciência e Educação, v. 9, n. 2, p. 177-190, 2003

\_\_\_\_\_. Ensino de Biologia e cidadania: o técnico e o político na formação docente. Dissertação (Mestrado) - Faculdade de Ciências, Universidade Estadual Paulista, Bauru, 2000.

TENREIRO-VIEIRA, C. Formação em pensamento crítico de professores de ciências: Impacto nas práticas de sala de aula e no nível de pensamento crítico dos alunos Revista Electrónica de Enseñanza de las Ciencias Vol. 3 N° 3 (2004)

TOBIN, R. Teachers as Researchers: Expanding the Knowledge Base of Teaching and Learning. In: Looking into windows: qualitative research in science education. EUA: AAAS, p. 1-13, 1989.

UNESCO: A ciência para o século XXI: uma nova visão e uma base de ação; Texto baseado na "Conferência Mundial sobre Ciência, Santo Domingo, 10-12 mar, 1999" e na "Declaração sobre Ciências e a Utilização do Conhecimento Científico, Budapeste, 1999. Brasília: 2003. 72p.

VELLOSO, J. Pós-Graduação: Egressos, Trabalho e Formação no País e no Exterior. Instituto de Estudos Avançados. USP. São Paulo: 2004. Disponível em: [http://www.\\_\\_\\_\\_\\_.iea.\\_\\_\\_\\_\\_.usp.br/iea/tematicas/educacao/superior/pesquisaposgraduacao/vellosoposgraduacao.pdf](http://www.iea.usp.br/iea/tematicas/educacao/superior/pesquisaposgraduacao/vellosoposgraduacao.pdf)- acesso em 23/05/2007

VENTORIM, S. A formação do professor pesquisador na produção científica dos Encontros Nacionais de Didática e Prática de Ensino entre 1987-2000. Tese de Doutorado em Educação, UFMG, 2004.

VIANNA, D. M. Do Fazer ao Ensinar Ciência, Tese de Doutorado, Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 1998 ([http://www. if. ufrj. br/~deisemv/tese](http://www.if.ufrj.br/~deisemv/tese))

VILLANI, A. e FREITAS, D. Formação de professores de Ciências: um desafio sem limites. In: Investigações em Ensino de Ciências, Vol. 7, N. 3, dezembro de 2002. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

VILLANI, A. e PACCA, J. L. A. Como avaliar um projeto de pesquisa em educação em Ciências? In: Investigações em Ensino de Ciências, Vol. 6 nº1/2001. Instituto de Física, UFRGS, Porto Alegre, Brasil.

\_\_\_\_\_. A Competência dialógica do professor de Ciências no Brasil. ATAS da XX ANPED. Disquete do GT4 - Didática. Caxambu (M. G. ) 1997.

\_\_\_\_\_. Construtivismo, conhecimento científico e habilidade didática no ensino de ciências. Rev. Fac. Ed. São Paulo, v. 23, n. 1-2, 1997



WALDHELM, M. Produção sócio-política do corpo nos livros didáticos editados nas décadas de 60 e 90. Dissertação de Mestrado, Niterói, UFF, 1998.

WEISSMANN, H. O que ensinam os professores quando ensinam Ciências naturais e o que dizem querer ensinar In: WEISSMANN, H. Didática das Ciências naturais: contribuições e reflexões. Porto Alegre: Artmed, 1998.

WERTHEIN, J. ; CUNHA, C. (orgs.) Educação científica e desenvolvimento: o que pensam os cientistas. Brasília: UNESCO; Instituto Sangari, 2005.

ZANCUL, M. C. S. A ciência que se ensina: fragmentação, ritualismo e descontinuidade nas práticas de Ciências para as séries finais do Ensino Fundamental. Tese de Doutorado em Educação Escolar - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho. UNESP, 2001

ZANON, D. A. V. e FREITAS, D. (2007). A aula de ciências nas séries iniciais do Ensino Fundamental: ações que favorecem a sua aprendizagem. Ciências e Cognição; Ano 04, Vol. 10, pp. 93-103. Disponível em: [www.cienciasecognicao.org](http://www.cienciasecognicao.org)

ZEICHNER, K. M. A formação reflexiva de professores: idéias e práticas, Lisboa-Portugal: Educa, 1993.

## **ANEXOS**

## ANEXO 1

### Modelo de questionário fechado aplicado na primeira etapa

Nome: \_\_\_\_\_  
 Sexo: \_\_\_\_\_  
 Idade: \_\_\_\_\_  
 Titulação Máxima: \_\_\_\_\_  
 Área de pesquisa: \_\_\_\_\_  
 Departamento /laboratório de pesquisa onde atua: \_\_\_\_\_  
 E-mail /tel. para contato: \_\_\_\_\_

Prezado (a) cientista,

Para cada um dos fatores listados abaixo indique o grau de importância que você atribuiria considerando-se a influência na sua opção pela carreira de pesquisador (a):

Considere: 0 - nenhuma ou mínima importância

- 1 – pouca importância
- 2 – relativa importância
- 3- grande importância

- a) Família ( )
- b) Amigos ( )
- c) Personalidade célebre- pessoa e/ou trabalho realizado ( )
- d) Período escolar dos 7 aos 14 anos de idade ( )
- e) Período escolar dos 15 aos 18 anos de idade ( )
- f) Professor (es) que teve dos 7 aos 14 anos de idade ( )
- g) Professor (es) que teve dos 15 aos 18 anos de idade ( )
- h) Contexto sócio-político-econômico da época de estudante ( )
- i) Status social da carreira ( )
- j) Livros, revistas e outras publicações ( )
- k) Meios de comunicação- TV, rádio, jornais e outros ( )
- l) Espaços não formais de Educação em Ciências – museus, centros de Ciências, feiras de Ciências, clubes, etc. ( )

## ANEXO 2

### Termos de Consentimento Livre e Esclarecido

Pontifícia Universidade Católica Do Rio De Janeiro

Doutorado em Educação

Pesquisadora: Mônica de Cassia Vieira Waldhelm

Orientadora: Menga Lüdke

Pesquisa: Como aprendeu Ciências na Educação Básica quem hoje produz e ensina Ciência? O papel dos professores de Ciências na trajetória acadêmica e profissional de pesquisadores e professores da área de Ciências Naturais.

Eu \_\_\_\_\_

fui convidado (a) a participar desta pesquisa que busca identificar junto a cientistas, pesquisadores da área de Ciências Naturais, quais fatores consideram decisivos e marcantes em sua opção profissional pela pesquisa científica.

Na primeira etapa, será utilizado um questionário fechado e objetivo. Estes questionários são identificados, nesta etapa, para que seja possível contactá-lo em etapa posterior da pesquisa. A faixa etária é um dado também importante, pois neste trabalho serão estabelecidas relações entre o contexto histórico e o período no qual o entrevistado cursou a Educação Básica. Entretanto, sob nenhuma hipótese serão citados os nomes verdadeiros dos entrevistados no texto da tese ou em qualquer outra forma de divulgação desta pesquisa. Dentre os entrevistados na primeira etapa será feita uma seleção tendo como foco aqueles pesquisadores que apontarem a figura de um ou mais professores, ou ainda da escola, como fatores importantes na sua opção pela carreira científica.

A segunda etapa envolverá o grupo menor de pesquisadores, composto a partir da seleção referida acima. Serão então realizados encontros presenciais e gravados relatos. Das memórias evocadas, buscar-se-ão identificar características, fatores, práticas, perfis, contextos,

expressões e outros elementos que ajudem a compor o que representou a figura do professor de Ciências ou História Natural na opção profissional pela carreira científica do (a) entrevistado (a).

Ao participar desta pesquisa, estarei colaborando na construção de conhecimento que pode vir a subsidiar programas de formação de professores e promover melhoria no ensino de ciências nas escolas de Educação Básica.

Minha participação é inteiramente voluntária e gratuita. Fui informado (a) de que o termo de consentimento é um procedimento preconizado pelo Ministério da Saúde e que posso a qualquer momento desistir de participar da pesquisa.

Recebi uma cópia desse termo de consentimento e pela presente consinto voluntariamente em participar desta pesquisa.

Rio de Janeiro     /     /

Assinatura do (a) cientista \_\_\_\_\_

Assinatura     da     pesquisadora     responsável     pelo     projeto

\_\_\_\_\_

Mônica de Cassia Vieira Waldhelm

Contato: tel 22546505 - 99455878.

E-mail: mwaldhelm@gmail.com

Testemunha \_\_\_\_\_

# Livros Grátis

( <http://www.livrosgratis.com.br> )

Milhares de Livros para Download:

[Baixar livros de Administração](#)

[Baixar livros de Agronomia](#)

[Baixar livros de Arquitetura](#)

[Baixar livros de Artes](#)

[Baixar livros de Astronomia](#)

[Baixar livros de Biologia Geral](#)

[Baixar livros de Ciência da Computação](#)

[Baixar livros de Ciência da Informação](#)

[Baixar livros de Ciência Política](#)

[Baixar livros de Ciências da Saúde](#)

[Baixar livros de Comunicação](#)

[Baixar livros do Conselho Nacional de Educação - CNE](#)

[Baixar livros de Defesa civil](#)

[Baixar livros de Direito](#)

[Baixar livros de Direitos humanos](#)

[Baixar livros de Economia](#)

[Baixar livros de Economia Doméstica](#)

[Baixar livros de Educação](#)

[Baixar livros de Educação - Trânsito](#)

[Baixar livros de Educação Física](#)

[Baixar livros de Engenharia Aeroespacial](#)

[Baixar livros de Farmácia](#)

[Baixar livros de Filosofia](#)

[Baixar livros de Física](#)

[Baixar livros de Geociências](#)

[Baixar livros de Geografia](#)

[Baixar livros de História](#)

[Baixar livros de Línguas](#)

[Baixar livros de Literatura](#)  
[Baixar livros de Literatura de Cordel](#)  
[Baixar livros de Literatura Infantil](#)  
[Baixar livros de Matemática](#)  
[Baixar livros de Medicina](#)  
[Baixar livros de Medicina Veterinária](#)  
[Baixar livros de Meio Ambiente](#)  
[Baixar livros de Meteorologia](#)  
[Baixar Monografias e TCC](#)  
[Baixar livros Multidisciplinar](#)  
[Baixar livros de Música](#)  
[Baixar livros de Psicologia](#)  
[Baixar livros de Química](#)  
[Baixar livros de Saúde Coletiva](#)  
[Baixar livros de Serviço Social](#)  
[Baixar livros de Sociologia](#)  
[Baixar livros de Teologia](#)  
[Baixar livros de Trabalho](#)  
[Baixar livros de Turismo](#)