

UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA
CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO
CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO

**A NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO
E A EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS**

DISSERTAÇÃO SUBMETIDA AO COLEGIADO
DO CURSO DE MESTRADO EM EDUCAÇÃO
DO CENTRO DE CIÊNCIAS DA EDUCAÇÃO
EM CUMPRIMENTO PARCIAL PARA A OB-
TENÇÃO DO TÍTULO DE MESTRE EM EDU-
CAÇÃO.

APROVADO PELA COMISSÃO EXAMINADORA EM: 25 / 11 / 91.

Prof. Dr. Arden Zylbersztajn (Orientador)

Prof. Dr. Roque Moraes (Examinador)

Prof. Dr. Selvino José Assmann (Examinador)

Prof. Dr. Demétrio Delizoicov (Examinador)

Profa. Msc. Maria Celina da Silva Crema (Examinadora)

REGINA MARIA RABELLO BORGES

Florianópolis, Novembro de 1991.

DEDICATÓRIA

A *Eraldo Rabello*, meu pai,
que me ensinou a amar as tempestades
e me iniciou nos caminhos
das ciências naturais.

AGRADECIMENTO

As pessoas com quem convivemos levam um pouco de nós e deixam um pouco de si. Esta pesquisa não é, portanto, um trabalho individual, mas o resultado de esforços que se somaram. Por isso quero registrar a minha gratidão aos professores e colegas que enriqueceram a minha vida, ao compartilharmos conhecimentos, dúvidas e ideais. Destaco entre eles, de modo especial:

- Arden Zylbersztajn, orientador, por tanta dedicação e pela segurança que me transmitiu, com sua ampla competência no tema que investiguei;
- Roque Moraes, co-orientador, pelo estímulo e confiança no meu trabalho e pelo impulso que imprimiu à continuidade da minha formação profissional.

Sou grata aos professores do DAU/SE/RS e da AESUFOPE, sobretudo a Geraldo Fagundes, por sua atenção no início da pesquisa; aos professores e secretários que enviaram, por correspondência, os dados que solicitei sobre currículo dos cursos; e aos integrantes do Projeto ACOMECIM, pela oportunidade de participar de suas reuniões no CECIRS.

Agradeço aos coordenadores e professores das licenciaturas onde realizei a pesquisa, especialmente José Carlos Koche

(FERVI e UCS), Lenir Zanon e Otávio Maldaner (UNIJUI), Edson Daignen e todo o grupo de professores do Departamento de Ciências (FISC), Maurivan Ramos, Adria Stefani, Plínio Fasolo e Elaine Vieira (PUCRS), Eugênio Ost (FAFIUR), Neiva Grando e Luís Carlos Naujorks (UPF), Alice Valduga (FAPES), Gilberto Graziotin (UCS), Maria Joanete da Silveira e Leocádio Lameira (UFSM), Rolando Axt, Marco A. Moreira e Antonio Milagre (UFRGS) e a todos os que cederam um período de suas aulas, pela abertura e colaboração. Aos alunos concluintes dessas licenciaturas, agradeço o envolvimento direto no trabalho, enriquecendo-o com seus comentários escritos.

Esta pesquisa também foi facilitada pelo SPEC/PADCT/CAPES, através de uma bolsa de estudos, e pelo Governo do Estado do Rio Grande do Sul, pela concessão de licença para realizar o curso em Santa Catarina. Agradeço e espero retribuir com meu trabalho.

Quero agradecer ainda ao Ronaldo, meu irmão, pelo auxílio junto ao computador. E, de modo particular, ao Fernando, meu marido, e aos meus filhos Luís Fernando e Karine, pela compreensão e apoio.

SUMARIO

LISTA DE APENDICES	9
RESUMO	10
ABSTRACT	11
INTRODUÇÃO	
JUSTIFICATIVA, PROBLEMA E OBJETIVOS	12
DESCRIÇÃO DO TRABALHO	20
CAPÍTULO I - CONCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA	
DO CONHECIMENTO CIENTIFICO	22
I.1. DO EMPIRISMO BACONIANO AO POSITIVISMO LOGICO	24
I.2. BACHELARD - O NOVO ESPÍRITO CIENTIFICO	28
I.3. POPPER - A CRÍTICA AO INDUTIVISMO	32
I.4. HANSON - OBSERVAÇÃO E INTERPRETAÇÃO	35
I.5. KUHN - PARADIGMAS, CIENCIA NORMAL E REVOLUÇÕES	38
I.6. FEYERABEND - ANARQUISMO EPISTEMOLÓGICO	42
I.7. O DEBATE POPPER - KUHN - FEYERABEND	45
I.8. AS INFLUÊNCIAS SOCIO-ECONÔMICAS E CULTURAIS	51
CAPÍTULO II - RELAÇÕES ENTRE PEDAGOGIA E EPISTEMOLOGIA	
NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS	54

II.1. O CONSTRUTIVISMO PIAGETIANO	56
II.2. A PROBLEMATICA DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS	68
II.3. RELAÇÕES ENTRE QUESTÕES PEDAGÓGICAS E EPISTEMOLÓGICAS	75
CAPÍTULO III - CONCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTIFICO E A FORMAÇÃO DOS PROFESSORES DE CIENCIAS NO RIO GRANDE DO SUL	83
III.1. IES GAÚCHAS COM CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIENCIAS	85
III.2. DISCIPLINAS RELACIONADAS AO TEMA DA PESQUISA	89
III.3. POSICIONAMENTO DOS FORMANDOS NAS LICENCIATURAS EM CIENCIAS, QUÍMICA, FÍSICA E BIOLOGIA QUANTO A IDEIAS SOBRE A NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTIFICO	99
CAPÍTULO IV - A NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTIFICO E A EDUCAÇÃO EM CIENCIAS: CONCLUSÕES	152
IV.1. O CONHECIMENTO E A PRÁTICA DE ENSINO	152
IV.2. A REESTRUTURAÇÃO DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NO RIO GRANDE DO SUL	169
IV.3. CONCLUSÃO	179
REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS	183
APÊNDICES	195

SUMÁRIO DE FIGURAS

1. FIGURAS MUTÁVEIS E REVERSÍVEIS	37
2. DIVISÃO DO RIO GRANDE DO SUL EM DGE.....	86

SUMARIO DE QUADROS

1. CLASSIFICAÇÃO DAS DISCIPLINAS ANALISADAS	95
2. OBRAS MAIS INDICADAS (NA BIBLIOGRAFIA DAS DISCIPLINAS) QUANTO A FILOSOFIA DAS CIÊNCIAS	96
3. OBRAS INDICADAS QUANTO A HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS, EM LÍNGUA PORTUGUESA	96
4. OBRAS MAIS INDICADAS QUANTO A METODOLOGIA CIENTÍFICA, DO ENSINO E DA PESQUISA	97

SUMÁRIO DE TABELAS

1. TOTAL DE ALUNOS POR CONCEPÇÃO	122
2. PERCENTUAL DE ALUNOS POR CONCEPÇÃO EM CADA IES	123
3. PERCENTUAL DE ALUNOS POR CONCEPÇÃO EM CADA CURSO	123
4. IDÉIAS DOS ALUNOS (%) SOBRE "CONHECIMENTO SEGURO" E RUPTURAS NO DESENVOLVIMENTO DAS CIÊNCIAS	130
5. IDÉIAS DOS ALUNOS QUANTO AOS TEXTOS F, P, K, E	148

LISTA DE APENDICES

1. CURSOS DE LICENCIATURA EM CIENCIAS, QUÍMICA, FÍSICA E BIOLOGIA EXISTENTES NO RIO GRANDE DO SUL EM 1988, SEGUNDO O DAU/SE/RS	195
2. CONVENÇÕES UTILIZADAS NA ANÁLISE DOCUMENTAL	197
3. DISCIPLINAS ANALISADAS EM CADA CURSO E INSTITUIÇÃO	199
4. CONTEUDO E BIBLIOGRAFIA DAS DISCIPLINAS ANALISADAS	205
5. INSTRUMENTO: " <i>IDÉIAS SOBRE A NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO</i> "	213
6. CLASSIFICAÇÃO DAS CONCEPÇÕES DOS ALUNOS, A PARTIR DOS SEUS COMENTÁRIOS AOS TEXTOS	222
-CLASSIFICAÇÃO DOS LICENCIANDOS POR CONCEPÇÃO	223
-EMPIRISTAS - IDÉIAS COMPLEMENTARES	227
-CONSTRUTIVISTAS - IDÉIAS COMPLEMENTARES	231
-INDEFINIDOS - IDÉIAS COMPLEMENTARES	233

RESUMO

Esta pesquisa propõe-se a investigar relações entre a natureza do conhecimento científico e a educação em Ciências, focalizando especialmente a formação de professores. Portanto, inicia com uma síntese de diferentes concepções quanto à natureza do conhecimento científico, seguida por contribuições do construtivismo piagetiano e de estudos sobre concepções alternativas. Analisa também pesquisas nacionais e internacionais envolvendo questões epistemológicas e pedagógicas na educação em Ciências.

Segue-se o relato do estudo realizado no Rio Grande do Sul, em cursos de licenciatura em Ciências, Química, Física e Biologia, quanto a disciplinas que promovem um debate epistemológico e quanto a idéias dos alunos concluintes sobre a natureza do conhecimento científico. Coincidindo com evidências de trabalhos anteriores, houve entre os formandos a predominância da concepção empirista, que deve ser superada para favorecer o desenvolvimento de propostas construtivistas de ensino-aprendizagem.

Assim, a partir de colocações quanto ao modo como as concepções dos professores sobre a natureza do conhecimento científico estão relacionadas à educação em Ciências, os resultados da pesquisa são comentados no contexto de uma realidade educacional em reestruturação, propondo-se alternativas para debater essas questões nas licenciaturas e entre professores em serviço.

ABSTRACT

The aim of this dissertation is to investigate the relationship between the nature of scientific knowledge and science education, focusing particularly on teacher training. It starts by summarizing different philosophical views about the nature of scientific knowledge, followed by the contributions of Piagetian constructivism and of the studies on alternative conceptions. It also analyses research, at home and abroad, dealing with epistemological and pedagogical questions in science education.

In the sequence it is presented a study conducted in institution awarding teaching degrees in science, chemistry, physics and biology, in the state of Rio Grande do Sul. It was centered on subject matter involving epistemological issues and on the ideas held by the student teachers. It was found, in accordance with existing research, that an empirist conception of knowledge is dominant.

Finally, by considering the ways in which teacher conceptions about the nature of scientific knowledge are related to science education, the results of the study are discussed in the context of an educational reality in reconstruction. Alternative forms to enhance the debate of these questions in pre and in-service teacher education are proposed.

INTRODUÇÃO

JUSTIFICATIVA, PROBLEMA E OBJETIVOS

Quando iniciei este trabalho, o Rio Grande do Sul já estava envolvido num processo participativo de reconstrução curricular em Ciências, no ensino de 1º Grau, coordenado pelo Centro de Ciências do RS (CECIRS), órgão da Secretaria da Educação (SE). Essa proposta consiste numa *reconstrução permanente e participativa do currículo por todos os envolvidos na realidade escolar* (Moraes, 1990, p.1), visando adequar a escola pública à maioria da população, provocando transformações que a favoreçam. Muitos trabalhos têm sido feitos neste sentido, com envolvimento de diversas instituições - CECIRS/SE, Instituições de Ensino Superior (IES), Delegacias de Educação (DE), Secretarias Municipais de Educação (SMED) - através do Projeto *Ação Conjunta para Melhoria do Ensino de Ciências e Matemática - ACOMECIM* (CAPES/PADCT/SPEC). Cada grupo avança no seu próprio ritmo, num *processo lento e gradativo em que nos educamos ao mesmo tempo em que reconstruímos o currículo de Ciências* (Moraes, 1990, p. 8).

Participei desse processo a partir de 1986, pelo envolvimento no projeto denominado *Unidades Experimentais de Ciências* (CAPES/ PADCT/SPEC). Segundo a orientação do professor Roque Moraes, coordenador do projeto, o ensino e a aprendizagem em Ciên-

cias devem ter as seguintes características: os alunos devem envolver-se ativamente naquilo que vão aprender, devem construir seus conhecimentos... em atividades organizadas em torno de um ou mais problemas... com discussão, crítica, posicionamentos pessoais e elaboração de conclusões. Devem procurar informações em fontes diversificadas, desenvolvendo habilidades e atitudes científicas, trabalhando conhecimentos ligados ao cotidiano e conscientizando-se quanto à realidade social (Moraes e Ramos, 1988, p. 11-12).

O projeto desenvolveu-se buscando a formação continuada de professores em exercício. É preciso destacar o modo como foi conduzido, o contínuo diálogo, a atenção às contribuições de cada um, o incentivo ao encontro de um trabalho cada vez mais gratificante. Foi o envolvimento em tal projeto que levou-me a buscar um aprofundamento teórico e prático em educação científica no Mestrado em Educação, linha de investigação Educação e Ciência, na Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC).

A mudança nunca é fácil. Exige desacomodação. Rompe com as estruturas anteriores. Mas, segundo Paulo Freire (1987), só nos conscientizamos quanto à nossa realidade ao sairmos dela e a olharmos criticamente. A distância deixa mais claro o papel dos acontecimentos que nos marcaram, possibilitando uma visão de conjunto.

O ponto alto da minha vida profissional consiste nos 15

anos em que atuei em sala de aula, em escolas de vilas populares. No confronto desta ação com conhecimentos teóricos, assimilados e refletidos no curso de Mestrado, identifiquei hoje algumas contradições. Essas contradições estão relacionadas à forma como percebemos o processo de construção dos conhecimentos.

Fazendo um retrospecto, vejo que, epistemologicamente, eu poderia ser classificada como empirista: acreditava que, ao proporcionar aos meus alunos experiências adequadas, essas situações permitiriam a apropriação de conhecimentos, como se as experiências tivessem a força de impor-se por si mesmas. Vejo que era também indutivista, ao pensar que o conhecimento científico sempre partisse de noções particulares, experimentais, para a elaboração de leis e princípios. E, contudo, acreditava que esta posição era construtivista, porque os alunos deviam atuar ativamente na realização de experimentos. Mas no construtivismo o enfoque é diferente. De fato, só percebemos aquilo que nos cerca a partir das estruturas mentais que possuímos. A educação construtivista, em vez da ênfase na indução, deve auxiliar crianças e adolescentes a partirem de suas próprias interpretações e visão de mundo para dinamizar a aprendizagem de Ciências. Para isto é necessária a problematização do conteúdo, que leva à construção e reconstrução de conhecimentos, integrando teoria e prática (Freire, 1984, 1988).

Trabalhando em conjunto com outros professores de Ciências da 27. DE, percebi que a minha posição não era um caso iso-

lado, havendo o predomínio da concepção empirista-indutiva sobre as ciências. Isto foi reforçado pela pesquisa *Concepções sobre o Conhecimento Científico e Reconstrução Curricular* (Borges, 1989a), onde foi aplicada a versão original do instrumento *Idéias sobre a Natureza do Conhecimento Científico* (Zylbersztajn, 1986a) a um grupo de 20 professores de Ciências do ensino de 1º grau, atuantes em escolas de três municípios (Canoas, Esteio e Sapucaia do Sul). O objetivo foi identificar, para depois debater, suas concepções sobre o tema, confrontando as próprias idéias com as dos textos. Conforme era esperado, predominou a visão empirista. Atribuindo notas de 0 a 5 a um conjunto de 9 textos abrangendo quatro diferentes concepções sobre a natureza das ciências, a média obtida pelo empirismo (positivismo - textos 1, 4 e 5) foi 4,2. Os demais textos, com críticas ao empirismo (idéias de Popper, Kuhn e Feyerabend), obtiveram a média 2,9. Resultados similares já haviam sido alcançados por Zylbersztajn (1986b), no Rio Grande do Norte, a partir das respostas de 20 professores ao mesmo instrumento, num curso de atualização em ensino de Física.

Creio que esta concepção é predominante e que está enraizada em nossa prática, tendo sido reforçada na nossa formação. Segundo Medawar (1963) e Zanetic (1989), está implícita, ou mesmo explícita, em muitos livros didáticos e publicações científicas. A predominância desta concepção no ensino de Ciências foi também notada a nível internacional (Cawthron e Rowell, 1978; Nadeau e Désautels, 1984). Resulta, inclusive, de um esforço para melhorar o nível do ensino de Ciências, onde a experimentação ativa subs-

titui a simples memorização de conteúdos pelos estudantes.

Acredito, porém, na possibilidade de um avanço maior. Creio que o aprofundamento teórico em História e Filosofia das Ciências possa contribuir para esse avanço, assim como o construtivismo piagetiano. Sobretudo se ocorrer a partir dos cursos de Licenciatura em Ciências, Química, Física e Biologia, proporcionando uma visão mais crítica e menos linear das ciências naturais.

No momento, muitas das IES gaúchas estão atravessando uma fase de intenso questionamento e reestruturação nos cursos de formação de professores de Ciências. Em vista da receptividade que tenho encontrado, desde a fase inicial deste trabalho, espero também contribuir, de algum modo, para o avanço nas discussões. Minha preocupação essencial permanece concentrada no ensino de 1.º e de 2.º graus, mas a articulação com o 3.º grau tornou-se prioritária.

Um aprofundamento sobre o debate epistemológico e pedagógico que envolve a Filosofia das Ciências contrapõe-se a uma visão empirista-indutiva unilateral, embora não exclua o valor da experimentação. Assim, por exemplo, o construtivismo piagetiano não descarta o valor de dados empíricos. Piaget (1977) refere-se a duas formas básicas de abstração - *empírica e reflexionante* - e ele próprio não dispensou a verificação empírica da sua teoria, pois a *inteligência supõe uma união sempre estreita da experiên-*

cia e da dedução, união essa de que o rigor e fecundidade da razão serão, um dia, o duplo produto (Piaget, 1987, p. 389).

De fato, utilizar dados empíricos, bem como resultados experimentais, não é exclusividade do empirismo: o construtivismo também o faz. Apenas o enfoque é diferente. Piaget (1987) esclarece: *"No empirismo, a experiência é algo que se impõe por si mesmo, sem que o sujeito tenha que organizá-la (p. 339). No construtivismo, a experiência não é recepção, mas ação e construção progressivas (p. 342).*

Por isto é extraordinariamente importante a concepção de cada professor quanto à natureza do conhecimento científico, incluindo o papel que atribui à experiência. Pois, conforme sua visão epistemológica, é possível tornar empirista uma proposta construtivista, ou vice-versa. Justifica-se, então, aprofundar este tema nas licenciaturas já referidas.

Considerando, portanto, a importância de saber quais são as concepções dos professores e a necessidade do debate epistemológico para aprofundar e ampliar nossa visão sobre a natureza das ciências, esta pesquisa partiu de um problema básico:

QUAIS AS CONCEPÇÕES SOBRE O CONHECIMENTO CIENTIFICO VEICULADAS NOS CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIENCIAS, NO RIO GRANDE DO SUL, E COMO PODERAO SER RECONSTRUIDAS?

Havia uma pressuposição, implícita no problema, de que o debate quanto aos fundamentos das ciências naturais ainda não houvesse chegado a muitas das nossas Universidades, predominando a concepção empirista-indutiva, o que poderia dificultar o desenvolvimento de uma proposta construtivista de ensino-aprendizagem. A partir daí destacaram-se as seguintes questões:

- *Como o debate epistemológico e pedagógico, relacionado à Filosofia das Ciências, está (se estiver) sendo tratado nos Centros de Formação de Professores de Ciências?*

- *Quais as concepções sobre o conhecimento científico dos alunos concluintes dos cursos de Licenciatura em Ciências, Biologia, Física e Química?*

- *Como, se necessário, este debate pode ser introduzido nas IES (Instituições de Ensino Superior)?*

- *Como trabalhar este tema com os professores já formados e em exercício, atuando no ensino de Ciências Naturais a nível de 1.º e de 2.º Graus?*

Assim, o objetivo central da pesquisa é a REALIZAÇÃO DE UMA ANÁLISE CRÍTICA DAS CONCEPÇÕES A RESPEITO DA NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO VEICULADAS NOS CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS, no Rio Grande do Sul. Temos, então, como objetivos específicos:

- *Fundamentar teoricamente a pesquisa, analisando diferentes concepções sobre as ciências e suas implicações no processo de ensino-aprendizagem.*

- *Analisar currículos dos cursos de Licenciatura em Ciências, Química, Física e Biologia, bem como programa e bibliografia de disciplinas relacionadas ao tema da pesquisa, nas IES da amostra.*

| - *Fazer um levantamento das concepções dos formandos.*

- *Complementar e esclarecer, se necessário, através de entrevistas com professores e coordenadores dos cursos e de questionamento aos alunos, as informações obtidas através da análise documental.*

Como objetivos mediatos, decorrentes da própria pesquisa, esperamos proporcionar subsídios a propostas que estimulem esse debate, visando fundamentação:

- *a nível de licenciaturas;*

- *a nível de atualização dos professores em serviço.*

DESCRIÇÃO DO TRABALHO

Esta dissertação inicia pela fundamentação teórica da pesquisa: no capítulo I, analiso as principais concepções sobre a natureza do conhecimento científico, desde o empirismo indutivo de Francis Bacon e dos positivistas lógicos até as idéias de filósofos das ciências como Bachelard, Popper, Hanson, Kuhn e Feyerabend. Considero também diferentes abordagens quanto ao desenvolvimento das ciências naturais, segundo a visão internalista (epistemológica) e externalista (sócio-histórica e política).

No capítulo II aprofundo teoricamente a análise das relações entre Pedagogia e Epistemologia * na educação em Ciências. A partir de uma síntese do construtivismo piagetiano, que esclarece as diferenças entre o empirismo e concepções construtivistas sobre o conhecimento, enfatizo a importância das concepções alternativas dos alunos sobre a natureza e relato pesquisas realizadas quanto ao tema. Considero, a seguir, outras relações entre questões pedagógicas e epistemológicas, decorevendo pesquisas nacionais e internacionais sobre a influência das idéias do professor quanto à natureza das ciências na sua prática docente.

Se essas concepções têm influência na atuação do pro-

* Refiro-me à Epistemologia no sentido utilizado por Piaget, sem restringir-me à Filosofia das Ciências.

fessor, é de grande importância conhecer o tratamento que a História das Ciências e a Epistemologia recebem nos cursos de Licenciatura em Ciências, Biologia, Física e Química. Assim, no capítulo III, descrevo a pesquisa que realizei sobre o assunto em cursos de formação de professores de Ciências, no Rio Grande do Sul. Analiso disciplinas relacionadas ao tema e faço um levantamento das concepções sobre a natureza do conhecimento científico entre os formandos desses cursos.

No capítulo IV concluo este trabalho, ligando idéias sobre a natureza do conhecimento científico (formuladas por Francis Bacon, Popper, Kuhn, Bachelard e Feyerabend) com diferentes concepções sobre o processo de ensino-aprendizagem. Comento o resultado da pesquisa feita nas IES gaúchas, no contexto de uma realidade educacional em fase de reestruturação. E proponho alternativas para integrar o debate epistemológico sobre a Filosofia das Ciências com a prática do ensino, tanto nas licenciaturas como entre professores de Ciências já formados e em exercício.

CAPITULO I

CONCEPÇÕES SOBRE A NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTIFICO

O que é ciência? Quais os limites entre ciência e não-ciência? Como se desenvolve, historicamente, o conhecimento científico? Através de qual (ou quais) método(s)? Que fatores influenciam o trabalho dos cientistas?

O modo como nos posicionamos diante dessas questões pode indicar as concepções que temos sobre as ciências, que, mesmo não sendo explícitas, podem influir na nossa atuação em sala de aula. Por exemplo, a concepção tradicional sobre o conhecimento científico, que remonta historicamente ao empirismo indutivo de Francis Bacon, opõe-se à visão construtivista da educação em Ciências, podendo constituir-se num obstáculo ao desenvolvimento de propostas pedagógicas inovadoras. Torna-se necessário então que os professores de Ciências tenham conhecimento sobre o debate epistemológico e pedagógico travado em torno da Filosofia

das Ciências, nas últimas décadas, sobretudo a partir da publicação da obra *A Estrutura das Revoluções Científicas* (Kuhn), em 1962.

Considerando, então, a importância de tal debate na formação dos professores, ele será objeto de uma análise neste capítulo, que apresenta uma síntese de diferentes concepções sobre o conhecimento científico, abordando os seguintes itens:

- Do empirismo baconiano ao positivismo lógico.
- Bachelard - O novo espírito científico.
- Popper - A crítica ao indutivismo.
- Hanson - Observação e interpretação.
- Kuhn - Paradigmas, ciência normal e revoluções.
- Feyerabend - Anarquismo epistemológico.
- O debate Popper - Kuhn - Feyerabend.
- As influências sócio-econômicas e culturais.

I.1. DO EMPIRISMO BACONIANO AO POSITIVISMO LOGICO

A concepção tradicional sobre a natureza do conhecimento científico é caracterizada pelo empirismo, por crer que o conhecimento origina-se na observação, e pela indução, por dirigir-se dos fatos às teorias, do particular ao geral.

Um dos formuladores da concepção empirista foi Francis Bacon. Criticando a prática das pessoas argumentarem sobre Aristóteles, sem observarem a natureza, ele recomendava limpar a mente, viciada de preconceitos individuais e coletivos, e realizar investigações cooperativas na comunidade científica.

Bacon enfatizava a verdade como descoberta e propunha o método experimental empirista-indutivo, que consistia em coletar e registrar o maior número de dados sobre o fenômeno investigado, organizá-los em tabelas e buscar as regularidades, partindo das observações (em grande número, repetíveis, não conflitantes entre si) às leis científicas.

A tradição iniciada por Bacon está sintetizada nos passos do método científico tradicional, predominando desde o século XVII até o século XX. Segundo João Zanetic (1989), a maioria dos livros didáticos e muitos trabalhos científicos e artigos publicados seguem a mesma descrição metodológica, com regras rígidas de procedimento, distorcendo a natureza do pensamento científico.

Apesar de existirem contestações a esse modo de entender o desenvolvimento das Ciências, como a argumentação do filósofo escocês David Hume contra a indução, ela prevaleceu e, no início deste século, serviu de base ao positivismo.

Hume, no século XVII, criticava a indução nas ciências que utilizam dados empíricos. Essa crítica partia do ponto de vista lógico, embora admitindo seu valor psicológico. Pois a repetição regular de um fenômeno não demonstra, por si só, que ele voltará a ocorrer no futuro. Desde então, o problema quanto à (im)possibilidade lógica da indução é conhecido como "problema de Hume".

No século XIX o **positivismo**, caracterizado nas ciências sociais por A. Comte, revelou-se uma ideologia* que considera as ciências sociais semelhantes às ciências naturais, como sendo neutras e livres de juízos de valor.

Na década de 20, formou-se o **Círculo de Viena**, no início um grupo informal de estudiosos que discutiam a ciência do século XX: Otto Neurath, Rudolf Carnap, Kurt Godel, Reichenbach, Philip Frank, Herbert Feigl, Victor Kraft, Friedrich Waissmann,

* Tomarei o conceito de ideologia segundo Karl Mannheim em *Ideologia e Utopia*: um conjunto de idéias e teorias que se orientam para a legitimação, ou reprodução, da ordem estabelecida (Löwy, 1985).

Schlik e outros. Eles desenvolveram uma doutrina e as suas idéias se espalharam. Essa doutrina é o positivismo lógico, que representa uma forma extremada de empirismo, com a preocupação de dar base lógica ao conhecimento científico. Os membros do Círculo de Viena propuseram-se realizar a análise lógica das teorias, sem importar-se com a maneira como a ciência se desenvolve: entre o contexto da descoberta e o contexto da justificação, consideraram que a Filosofia deve ocupar-se com a verificação (análise lógica) e não com o processo. Para isso, assumiram como tarefa desenvolver uma linguagem precisa e consistente, capaz de superar os problemas da linguagem cotidiana, vaga e ambígua.

Bertrand Russel havia criado uma linguagem nova para a Matemática, baseada na Lógica. Rudolf Carnap buscou construir *uma linguagem empiricista, para a qual podem ser traduzidas as leis científicas e as teorias, mas não os enunciados metafísicos* (Losee, 1979, p.196).

Para esse grupo, todos os conhecimentos possíveis se esgotavam nas ciências empíricas, na Lógica e na Matemática. A Filosofia teria o papel de fazer a análise lógica das ciências. Seria, portanto, a análise do conhecimento, pois a linguagem do dia a dia é cheia de imprecisões.

Os problemas filosóficos, para os positivistas, são pseudo-problemas: só é problema o que pode ser verificado pelos

sentidos ou relacionado a algo que o possa. Contudo, essa concepção entra em choque com a Física contemporânea, que apresenta termos novos, sem vínculos mais diretos com os sentidos.

Segundo Cupani(1987), ainda hoje, para o positivismo, a ciência é um tipo de conhecimento considerado como:

- objetivo (intersubjetivamente controlável);
- válido (isto é, confiável, porque submetido a controle);
- metódico (com procedimentos definidos);
- preciso (com formulação clara da linguagem);
- perfectível, progressivo e cumulativo;
- desinteressado e impessoal;
- útil e necessário, pela aplicação dos seus resultados;
- capaz de combinar raciocínio e experiência;
- hipotético, em busca de leis e teorias;
- explicativo e prospectivo, pois sua capacidade de explicar os fatos permite também sua antecipação ou predição.

Entretanto, essa concepção sobre as ciências tem sido objeto de não poucas contestações, sobretudo por apresentar uma visão idealizada do conhecimento científico, sem correspondência com o que a História das Ciências nos mostra.

II.2. BACHELARD - O NOVO ESPIRITO CIENTIFICO

Os primeiros filósofos das ciências que dirigiram ataques fortes ao positivismo, por caminhos diferentes, foram Gaston Bachelard (a partir da década de 20) e Karl Popper (desde a década de 30).

Bachelard tem sido pouco mencionado entre os filósofos das ciências, e isto é de estranhar-se, devido à importância das suas idéias, que permanecem atuais e revolucionárias. Sua produção literária abrange mais de 25 obras, publicadas entre 1928 e 1972 (Dagognet, 1975, p.53).

Le Nouvel Esprit Scientifique *, com publicação original em 1934, foi sua obra de maior repercussão. Mas, já em 1928, em *Etude sur la Evolution d'un Problème de Physique, la Propagation Thermique dans les Solides*, afirmou que é por uma atividade do espírito, inteiramente construtiva, que nós podemos precisar os fenômenos e, depois, enriquecê-los (Bachelard apud Dagognet, 1975, p.60). Na mesma tese, defendeu a filosofia do inexato, contestando a idéia de que só se conhece aquilo que se mede. Afirmou que não se fragmenta a realidade, nem se isola uma qualidade como a condutibilidade térmica, pois é preciso tentar deter-

* Editado em língua portuguesa: *O novo espírito científico*. Lisboa, Edições 70, s/d.

minar a correlação ... com a estrutura (Ibid, p.23).

Segundo Bachelard (1978a), a evolução das ciências esbarra em obstáculos epistemológicos, tais como o senso comum, os dados perceptíveis, os resultados experimentais e a própria metodologia aceita como válida, assim como todos os conhecimentos acumulados. Para conseguir superá-los, são necessários atos epistemológicos: ruptura com os conhecimentos anteriores, seguida por sua reestruturação.

Bachelard (1978a, p.87) afirma: *Em todas as circunstâncias, o imediato deve ceder ao construído* (grifos do autor). Assim, em 1945, no Congresso Internacional de Filosofia da Ciência, garante que as fronteiras do conhecimento são ilusórias, pois *...traçar nitidamente uma fronteira é já ultrapassá-la... Exigimos que a filosofia científica renuncie ao real imediato* (Bachelard, 1977, p.23).

Sua tese principal é a **descontinuidade**, que manifesta-se na História das Ciências. Pois a ciência não adiciona as inovações. Ela as sistematiza e coordena. E o cientista não descobre nada, apenas sistematiza melhor. O essencial não é a acumulação de fatos e documentos, mas a reconstrução, através de atos epistemológicos que reorganizam e transformam, inesperadamente, a evolução de uma determinada área das ciências. Além disso, *o conhecimento do real é uma luz que projeta sempre alguma parte de sombras. Ele jamais é imediato e pleno* (Bachelard, 1977, p.19).

Assim, o maior obstáculo à formação do espírito científico é colocar a experiência antes e acima da crítica. *O espírito científico deve formar-se contra a natureza* (Bachelard, 1977, p. 23).

Cientista e poeta, Bachelard critica a filosofia por ser tentada apenas por reflexões e por pensamentos dicotomizados da matéria, pois a Química surpreende mais do que a poesia, quando se pensa nos progressos científicos e na mecânica quântica. O conhecimento não é imutável: as retificações e as extensões nos impulsionam a buscar sempre, cada vez mais. *E é no momento que um conceito muda de sentido que ele tem mais sentido...* Com a relatividade, o espírito científico constitui-se juiz do seu passado espiritual (Bachelard, s/d, p.42). A retificação dos conceitos, realizada pela teoria da relatividade, ilumina as noções anteriores e mostra a evolução do pensamento. Tudo isso tem valor pedagógico: a epistemologia de Bachelard é, também, uma pedagogia.

Procurando esclarecer convicções e cosmologias pré-científicas, Bachelard é impregnado por elas. Considera que as valorizações primitivas são fundamentais no processo do conhecimento, constituindo-se em nossas motivações, pois os verdadeiros interesses são os interesses sonhados (Bachelard, 1978b, p.297-298). A ciência não nasce da necessidade, nasce do dinamismo do devaneio. Mas, na sua obra, o trabalho também é um valor fundamental, pois leva à remodelação dos conhecimentos e à reestruturação do ser humano (Dagognet, 1975).

Bachelard destaca diferenças de método na evolução dos conceitos científicos, numa ordem que vai do animismo ao ultra-racionalismo, passando pelo realismo, pelo positivismo e pelo racionalismo simples (Bachelard, 1978, p.12). O ultra-racionalismo ou surracionalismo justifica-se: *E preciso restituir à razão humana sua função de turbulência e agressividade ... para a fundação de um surracionalismo, estabelecendo uma razão experimental que organize surracionalmente o real, assim como o surrealismo organiza a liberdade poética* (Bachelard, 1978, p.X). Ou seja, um racionalismo aplicado, que vai do racionalismo à experiência (Bachelard, 1979, p.5). Nessa reinterpretação da racionalidade científica, Bachelard alerta: *O nosso racionalismo simples entrava o nosso racionalismo completo e sobretudo o nosso racionalismo dialético ... as filosofias mais sãs como o racionalismo newtoniano e kantiano, podem em determinadas circunstâncias, constituir um obstáculo ao progresso da cultura* (Bachelard, 1978a, p.26).

A epistemologia de Bachelard enfatiza a história recorrente, ou seja, a necessidade de conhecer-se o presente para, a partir dele, compreender-se o passado. Mas isso não deve ser confundido com uma reconstrução racional da História, que seleciona e organiza acontecimentos para reforçar uma determinada interpretação. Para Bachelard (1971), recorrência histórica significa rever o passado com os conhecimentos atuais, respeitando as respectivas visões de mundo, pois a continuidade da História da Ciência é intercalada por cortes epistemológicos, sendo necessário conhecê-la à luz do saber contemporâneo.

2.3. POPPER - A CRITICA AO INDUTIVISMO

Karl Popper foi um dos primeiros críticos ao positivismo lógico. Por isso, em sua *Autobiografia Intelectual*, pergunta-se - *Quem matou o positivismo lógico?* - e assume essa responsabilidade, ligando-a sobretudo aos argumentos contrários ao positivismo contidos no seu livro *Logik der Forchung*, publicado em 1934 (Popper, 1986, p.95).

Para Popper (1986), não há indução, porque teorias universais não são deduzíveis de enunciados singulares... nunca argumentamos passando dos fatos para as teorias - a não ser com o objetivo de refutar ou "falsear" as teorias (p. 93-94). Mas há contribuição de Popper ao positivismo por oferecer uma alternativa ao "problema de Hume", preservando a imagem racional do procedimento científico, através do critério da falsificabilidade das teorias científicas.

Popper admite que as generalizações empíricas, embora não verificáveis, são falseáveis (Magee, 1989, p.25). Por isso propõe que as teorias sejam formuladas de modo preciso, que permita predições e exposição a testes, visando sua refutação. Esse critério levaria ao aperfeiçoamento das teorias e ao avanço do conhecimento. Pois, embora não seja possível demonstrar que algo é verdadeiro, pode-se demonstrar, às vezes, sua falsidade. Segun-

do Popper, *não podemos identificar ciência e verdade, já que as teorias de Newton e Einstein... não podem ser ambas verdadeiras - e que as duas podem perfeitamente ser falsas* (Magee, 1989, p.30). Uma teoria sempre pode ser substituída por outra melhor.

Sua crítica ao positivismo considera ainda que uma teoria metafísica pode ser significativa e verdadeira, embora não possa ser proclamada como científica, por não ter evidência empírica. Por outro lado, Popper assemelha-se aos positivistas ao supor que o mesmo método usado nas ciências naturais seja válido também para as ciências sociais. Essa possibilidade é negada por muitos críticos. Alguns destacam que as afirmações de Popper não se aplicam nem às ciências naturais: mesmo que os dados refutem uma teoria, os cientistas com ela comprometidos não a abandonam. E isto é válido, porque as teorias nascem com falhas que podem ser corrigidas, aperfeiçoando-se os equipamentos e as condições de controle.

A concepção evolutiva e racionalista de Popper quanto ao conhecimento científico também coincide com a do positivismo, que o vê como progressivo e cumulativo. Mas Popper explica a realidade criativamente, pela teoria dos mundos 1, 2 e 3: o Mundo 1 é constituído por coisas materiais. O Mundo 2 é o mundo subjetivo da nossa mente. O Mundo 3 é o *mundo da cultura humana* (Popper, 1989, p.33), produto objetivo da nossa consciência, embora contenha *uma parte imaterial ... de que os problemas são um exemplo* (Ibid., p.22). Nele está incluído o conhecimento científico.

Popper afirma que podemos considerar como formação da realidade a interação entre esses três mundos através do método do ensaio e do erro. Nós somos o autor da obra, o produto, e simultaneamente somos moldados por ela... ao mesmo tempo que criamos, criamo-nos também a nós próprios através da nossa obra. A formação da realidade é assim uma realização nossa; um processo que não pode ser entendido se não tentarmos compreender... esses três mundos e o modo como eles se interpenetram (Ibid., p.37).

De modo geral, o ataque de Popper ao empirismo indutivo da ciência tradicional e do positivismo lógico é considerável. Para Popper, as teorias nunca são empiricamente verificáveis. E a indução não existe. Mas o critério da falsificabilidade, que ele propõe para a demarcação entre ciência e não-ciência, preserva o caráter racional de uma pesquisa. Pelo mesmo critério, teorias que procuram explicar tudo, como a psicanálise de Freud ou o marxismo, não são consideradas como ciências.

Popper substitui o método científico tradicional pelo método hipotético-dedutivo, que parte de um problema e da elaboração de hipóteses, envolvendo criatividade e imaginação. Mas as hipóteses são submetidas a critérios lógicos e empíricos, deduzindo-se delas conseqüências e procurando-se refutá-las. Segue-se a escolha entre teorias rivais e a elaboração de nova teoria. Há, então, um processo de mudança contínua, com o predomínio da lógica na investigação em ciências, inclusive nas ciências sociais (Popper, 1978).

I.4. HANSON - OBSERVAÇÃO E INTERPRETAÇÃO

Um modo de se falar ou de se pensar é que todas as pessoas observam as mesmas coisas, mas interpretam de maneiras diferentes. Norwood Russel Hanson, nos anos 50, discorda: não podemos separar a observação da interpretação sem descaracterizar a ambas.

O que é a observação, antes da interpretação? É inconcebível separá-las, segundo Hanson, que contesta a pretensa objetividade da observação científica. Para ele, nosso modo de ver o mundo faz com que, ao observar, já se esteja interpretando. E como separar a pintura de uma tela: *separar a pintura da tela destrói o quadro* (Hanson, 1975, p.128). A interpretação acontece no próprio ato de observar. Uma observação científica não é análoga a uma fotografia da realidade. A base empírica de uma observação apresenta uma intrincada mistura com componentes teóricos, dos quais é indissociável. Toda a observação está impregnada de teoria (Hanson, 1985).

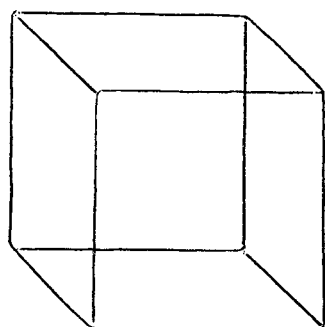
Hanson sustenta, literalmente, que dois observadores, diante do mesmo fenômeno, podem fazer observações diferentes. *Isso porque estão observando e não porque estejam impingindo teorias diferentes a dados puros: observar X é vê-lo como isto ou aquilo* (Hanson, 1975, p.129 - grifos do autor).

Para exemplificar sua afirmação de que *no ver existe algo mais do que aquilo que nos chega aos olhos* (Hanson, 1975, p. 130), cita as diversas maneiras como pode ser visto um cubo de Necker (Figura 1-a). Ao observá-lo como um cubo ora visto de baixo, ora visto de cima, essa diferença perceptiva não corresponde à formação de um padrão ótico anterior à interpretação. *Em nenhum sentido da palavra interpretar interpreta diferentemente o cubo de Necker quando se altera, para mim, sua perspectiva* (Ibid., p. 131). E conclui: *As teorias e as interpretações estão aí, desde o início, no observar* (Ibid., p. 132).

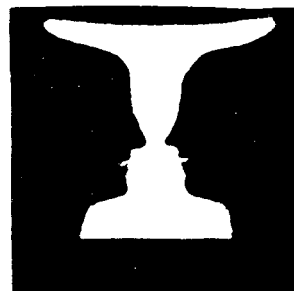
Hanson cita muitos outros exemplos. Todas as figuras de perspectiva mutável utilizadas na Psicologia da Gestalt, como a bandeja, a escada e o túnel, podem ser vistas de diferentes modos, no próprio ato de observar. E também figuras reversíveis, como a copo-e-faces de Koehler (Figura 1-b), uma taça que se destaca em fundo negro ou dois perfis separados por um fundo branco. *Ao ver ora a taça, ora duas pessoas que se encaram, nada de ótico ou sensível se modifica. E, contudo, observam-se coisas diferentes. Alterou-se a estrutura daquilo que se observa* (Idem, p.132).

O estudo da capacidade de percepção através dos sentidos não é novidade para os biólogos, que reconhecem o papel do cérebro na decodificação das impressões sensoriais. A visão, por exemplo, é muito complexa. Ilusões de ótica, figuras de perspectiva mutável, figuras reversíveis pela inversão figura-fundo, diferenças na percepção de crianças e adultos, ou entre adultos com

conhecimentos diversificados, são também estudados pela Psicologia (especialmente a Gestalt).



a) Cubo de Necker



b) Copo-e-Faces de Koehler

FIGURA 1: Figuras Mutáveis e Reversíveis

A originalidade de Hanson, ao tratar esse tema, consiste em associá-lo à Filosofia da Ciência, para contestar a crença na objetividade e na neutralidade científica. Assim como leigos e cientistas percebem de modo diverso um mesmo fato, cientistas com formação diferente também o fazem, sem que haja uma interpretação posterior à observação.

A tese de Hanson (1985) é justamente esta: a observação é indissociável da interpretação, inclusive tratando-se da observação de fatos em ciências naturais. Por trás das observações e das conclusões, existem teorias que nos influenciam.

I.5. KUHN - PARADIGMAS, CIENCIA NORMAL E REVOLUÇÕES

Thomas S. Kuhn ficou em evidência a partir dos anos 60, com a publicação da sua obra *A Estrutura das Revoluções Científicas*. Em sua análise histórica das ciências, o dogma tem um papel de destaque: *Preconceito e resistência parecem ser mais a regra do que a exceção no desenvolvimento científico avançado* (Kuhn, 1974, p. 55). Isto porque os cientistas compartilham uma visão de mundo, desde o processo pelo qual foram treinados para o seu trabalho. Têm, então, por *consenso*, o mesmo *paradigma*: modelo que determina os problemas, os métodos de investigação e as soluções aceitáveis.

A adesão a um paradigma caracteriza períodos de *ciência normal*, intercalados por períodos de crise: as *revoluções científicas*. Uma crise ocorre quando as investigações sobre um determinado aspecto da teoria aceita falham repetidamente, concentrando-se as investigações nesse campo. Assim surgem as novas teorias, a partir de anomalias amplamente conhecidas. O conhecimento dessas anomalias só pode surgir num grupo que sabe muito bem o que teria acontecido, de acordo com a teoria vigente.

Kuhn destaca a importância da *ciência normal*, baseada em realizações científicas passadas. Compara essa atividade à so-

lução de quebra-cabeças: a solução é previsível de acordo com regras sobre o que pode ou não ser feito. Para Kuhn, essa é uma atividade importante, séria, que exige criatividade e é essencial para o desenvolvimento científico. Ao concentrar as atenções em determinados problemas, o paradigma força os cientistas a investigar alguma parcela da natureza com uma profundidade e de uma maneira tão detalhada que de outro modo seriam inimagináveis (Kuhn, 1978, p.45). E preciso considerar também que assim os cientistas preservam a base da sua vida profissional. Deve haver algo que diga ao cientista o que procurar e onde procurar, pois a natureza é demasiado complexa para ser explorada por acaso, mesmo de maneira aproximada (Kuhn, 1974, p.72).

O objetivo de Kuhn é desmistificar visões clássicas sobre as ciências. Assim como A. Koyré e outros autores, contrapõe-se à análise de conhecimentos históricos com o pensamento atual. É preciso julgar a ciência de uma época de acordo com o contexto da época, e não a partir dos conhecimentos de que dispomos hoje (como propõe Bachelard). O conhecimento científico, assim como a linguagem, é intrinsecamente a propriedade comum de um grupo ou então não é nada. Para entendê-lo, precisamos conhecer as características essenciais dos grupos que o criam e utilizam (Kuhn, 1978, p.257).

Para Kuhn, as antigas concepções sobre a natureza não são menos científicas do que as atuais e a ciência não se desen-

volve por acumulação. *Teorias obsoletas não são acientíficas em princípio, simplesmente porque foram descartadas* (Kuhn, 1978, p. 21). E, entre teorias em conflito, é difícil estabelecer algoritmos que possibilitem a opção por uma delas, porque as teorias podem ser incomensuráveis. Essa *incomensurabilidade* deve-se à diferença dos paradigmas em que se apóiam, pois cada uma delas está ligada a uma diferente visão de mundo. Segundo Zylbersztajn (1991, p. 53), para Kuhn a expressão *incomensurabilidade de paradigmas* significa que os *paradigmas rivais oferecem lentes conceituais diferentes através das quais o mundo é visualizado*, pois os defensores de teorias rivais se expressam, de certo modo, *com linguagens diferentes, o que permitirá apenas uma comunicação parcial entre eles* (Ibid., p.54). Mas, apesar de não haver predomínio de critérios lógicos padronizados durante as revoluções científicas, nas fases de ciência normal prevalece o consenso entre cientistas que compartilham um paradigma. E, mesmo nos períodos revolucionários, há um conjunto de valores em comum que os cientistas utilizam nos debates, prevalecendo, então, a racionalidade: *E precisamente nos casos envolvendo julgamentos de valor, quando um algoritmo não pode ser aplicado, que a razão humana tem um papel a desempenhar* (Zylbersztajn, 1991, p. 54).

O consenso entre cientistas com paradigmas compartilhados caracteriza a ciência madura. Exemplos históricos evidenciam a transição do período pré-paradigmático (com teorias em conflito) para o pós-paradigmático (com predominância de um paradigma),

quando alguma realização científica notável reduz para uma única as escolas que competiam num determinado campo de estudos (Kuhn, 1978, p.223). Nesse momento inicia-se a pesquisa dentro de um período de ciência normal.

Kuhn enfatiza os compromissos com o grupo, na estrutura de uma comunidade científica. E acrescenta que, na escolha de uma teoria, quem decide é antes a comunidade dos especialistas que seus membros individuais (Kuhn, 1978, p.246). Além disso, considera que as visões sobre ciências transmitidas por manuais e livros-textos - leis, indução, neutralidade, objetividade, etc.: visão clássica - são tão inadequadas à compreensão do conhecimento científico quanto os guias turísticos o são para o conhecimento de um país.

Em síntese, Kuhn analisa não as teorias, mas o processo do desenvolvimento científico, valorizando o contexto da descoberta. Chama atenção para certos aspectos que envolvem o trabalho dos cientistas e observa que os dados empíricos estão ligados à visão de mundo, ao paradigma adotado. *Os defensores de teorias diferentes são como membros de comunidades de cultura e linguagem diferentes* (Kuhn, 1978, p.251). Mas a ciência caracteriza-se, sobretudo, pelos períodos em que há consenso quanto a um paradigma, nos quais a comunidade científica apresenta forte resistência a mudanças.

I.6. FEYERABEND - ANARQUISMO EPISTEMOLOGICO

No livro *Contra o Método*, editado pela primeira vez em 1974, Paul Feyerabend diz-se a favor do *anarquismo epistemológico*, conforme o princípio: *vale tudo*. Para ele, a investigação científica não inicia com um problema, pois não é assim que se desenvolvem as crianças: é a partir de uma atividade lúdica que chegam a apreender um significado que se havia mantido além do seu alcance, chegando à compreensão. Não há razão para supor que esse mecanismo deixe de agir na pessoa adulta (Feyerabend, 1985, p.32). Feyerabend afirma também que um anarquista epistemológico dá grande importância a maneiras divergentes de perceber e interpretar a realidade, como aquelas relatadas por Carlos Castañeda * em seus livros (Ibid., p. 293 - 294).

O primeiro passo na crítica aos fatos, aos conceitos e processos comuns é a tentativa de romper o círculo vicioso da percepção, pois *necessitamos de um mundo imaginário para descobrir os traços do mundo real que supomos habitar*. Então, pela *contra-indução*, podemos introduzir percepções que não integrem o existente mundo perceptível (Ibid., p. 43).

* Diversos livros de Carlos Castañeda foram publicados pela Record, Rio de Janeiro, constando entre eles: *Uma estranha Realidade*, *Porta para o Infinito*, *Viagem a Ixtlan* e *O Fogo Interior*.

Feyerabend lembra que, segundo Hume, as teorias não podem defluir dos fatos. A exigência de admitir só teorias apoiadas em fatos deixa-nos sem teoria alguma. Por isso é preciso alterarmos a metodologia, admitindo a contra-indução, rejeitando o falseamento e escolhendo teorias falseadas (Feyerabend, 1985, p.87). A evidência não é só objetiva: expressa também certas concepções subjetivas, míticas e de há muito ultrapassadas, não podendo ser árbitro das nossas teorias. Então, o primeiro passo a dar, em nossa crítica dos conceitos comuns e das reações habituais, será o de saltar para fora do círculo e inventar um novo sistema conceptual (Ibid., p. 90).


Como exemplo, cita a revolução copernicana e a resistência das pessoas para alterarem a concepção de movimento, descrevendo como Galileu identificou e substituiu interpretações naturais que se opunham à doutrina de Copérnico: afastou o realismo ingênuo, que é comum em nossa linguagem observacional.

Segundo Feyerabend (1985), as novas teorias se mantêm, por algum tempo, apoiadas em hipóteses "ad hoc", até que se desenvolvam e adquiram consistência. Galileu valeu-se desse recurso e alterou, além das interpretações naturais, também as sensações que contradiziam Copérnico, levando a razão a sobrepor-se aos sentidos. O método das conjeturas e refutações (de Popper), neste caso, teria trazido conseqüências desastrosas. As idéias sobrevivem graças à paixão e aos erros, à teimosia. A teoria copernicana e outras concepções racionais só existem hoje porque, em seu

passado, a razão, em algumas ocasiões, foi posta em segundo plano (Feyerabend, 1985, p. 249). O caminho da ciência é traçado antes de tudo pela imaginação criadora e não pelo universo de fatos, que nos cerca (Ibid., p. 296).

Diante da pergunta sobre o que é o conhecimento e como pode ser obtido, posiciona-se como um anarquista epistemológico, interessado em fenômenos e experiências sobre percepções incomuns quanto à realidade (Ibid., p. 293-294). Defende a irracionalidade das ciências. Considera que o saber científico geral não é muito geral e, por certo, não é muito sábio (Ibid., p. 308).

Feyerabend analisa, como Hanson, numerosos casos que vinculam a observação à interpretação, utilizando figuras da Gestalt. Refere-se, também ao desenvolvimento da percepção humana, estudado por Piaget e sua Escola de Genebra. Reafirma de forma mais radical a incomensurabilidade das teorias (defendida por Kuhn anteriormente) e a aproximação entre a ciência e o mito. Para Feyerabend (1985), existem ilusões comuns e intersubjetivas que bloqueiam novas relações perceptivas e conceituais (Ibid., p. 207) e interessantes casos de incomensurabilidade ocorrem já no domínio da percepção (Ibid., p. 351). Afirmando que, de acordo com os linguistas, nunca é possível uma tradução perfeita, recomenda um procedimento análogo diante de novas teorias: precisamos aprendê-las junto com os experimentadores e teóricos que construíram novas concepções de mundo.



I.7. O DEBATE POPPER - KUHN - FEYERABEND

A Filosofia da Ciência contemporânea rejeita, em geral, o empirismo indutivo como método para a obtenção do conhecimento científico. Hume já havia assinalado a impossibilidade lógica de generalizar-se a partir da observação de acontecimentos, em qualquer número, e, segundo Bertrand Russel, demonstrou que o empirismo puro não é base para o conhecimento científico.

Destacam-se, nessa polêmica, os nomes de Popper, Kuhn e Feyerabend, principais protagonistas do famoso debate ocorrido em Londres em 1965, no Colóquio Internacional sobre Filosofia da Ciência. Todo o debate gira em torno da obra *A Estrutura das Revoluções Científicas* (Kuhn, 1978). Reconstruído e ampliado, consta no quarto volume das atas do Simpósio e foi publicado no livro *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento* (Lakatos e Musgrave, 1979).

Para Kuhn (1979), a origem da sua diferença em relação a Popper é a seguinte: *Ele e seus seguidores compartilham, com os mais tradicionais filósofos da ciência, a suposição de que se pode resolver o problema da escolha da teoria por técnicas semanticamente neutras. Por esta suposição, alguma medida comparativa de contagem de sua verdade/falsidade fornece então a base para a*

escolha racional. Realmente, Popper estabelece também, como diferença fundamental entre ambos, a lógica. Acredita que é possível o confronto de teorias concorrentes, pois a meta é *descobrir teorias que, à luz da discussão crítica, cheguem mais perto da verdade* (Popper, 1979, p.71).

Popper manifesta-se contrário à ciência normal de Kuhn e vê a ciência como um permanente processo revolucionário, buscando sempre, pelo falseamento, a troca de teorias por outras melhores. Para Kuhn, isto só ocorre excepcionalmente nas ciências maduras, embora seja a regra nas protociências (por exemplo, a química e a eletricidade do séc. XVIII e as ciências sociais hoje). E o que caracteriza a ciência é, precisamente, o que ele chama de *ciência normal*: *A existir um critério de demarcação (entendo que não devemos procurar um critério nítido nem decisivo), só pode estar na parte da ciência que Sir Karl ignora* (Kuhn, 1979a, p.11).

Kuhn analisa aspectos históricos e sociológicos das ciências, desconsiderados pelos positivistas. Popper (1979, p.71) considera *surpreendente e decepcionante* recorrer à Psicologia, à Sociologia ou à História da Ciência, como Kuhn o faz.

Kuhn (1978, p.147-148), como Feyerabend, cita o trabalho de N.R.Hanson quanto a alterações de percepção e suas consequências na objetividade científica. Kuhn pergunta-se: *como in-*

fluirá no comportamento de grupo determinada constelação de crenças, valores e imperativos? - referindo-se a grupos de cientistas (Kuhn, 1979a, p.297). Pois o paradigma adotado é um pré-requisito para a própria percepção. O que um homem vê depende tanto daquilo que ele olha como daquilo que sua experiência visual-conceitual prévia o ensinou a ver (Kuhn, 1978, p.148). Refere-se também à incomensurabilidade entre paradigmas diferentes (Kuhn, 1979b).

Nesse último aspecto, Kuhn é criticado por Popper e Lakatos, que defendem a lógica dos programas de pesquisa científica. Popper afirma: *A meta (do cientista) é descobrir teorias que, à luz da discussão crítica, cheguem mais perto da verdade. Desse modo, a meta é o aumento do conteúdo de verdade das nossas teorias* (Popper, 1979, p.71). Feyerabend concorda com Kuhn, pois o modelo popperiano de um enfoque de verdade ruirá até nos limitarmos exclusivamente a idéias. *Ruirá porque existem teorias incomensuráveis* (Feyerabend, 1979, p.270). Ambos (Kuhn e Feyerabend) estão igualmente convictos sobre a importância da filosofia da linguagem e da metáfora. Mas Kuhn (1979b), respondendo às críticas, assume uma posição mais moderada, detalhada depois no Posfácio da sua obra mais importante (Kuhn, 1978). Pois a incomensurabilidade entre diferentes paradigmas não é, para Kuhn, incompatível com a racionalidade, presente na argumentação dos cientistas, embora não seja possível estabelecer critérios lógicos padronizados para nortear os debates nos períodos de crise.

Feyerabend reforça a idéia de incomensurabilidade. Citando trabalhos de Piaget quanto ao desenvolvimento da percepção em crianças, questiona a validade da crença de que o adulto está preso a um mundo conceitual estável, de contornos fixos. Por que não presumir que ainda são possíveis mudanças fundamentais, que acarretam a incomensurabilidade ... a fim de não ficarmos excluídos para sempre do que pode ser um estágio superior de conhecimento e consciência? (Feyerabend, 1979, p.277)

Por outro lado, Feyerabend (1979) posiciona-se ao lado de Popper e Lakatos ao rejeitar os traços dogmáticos, autoritários e tacanhos da ciência normal, o fato de que ela condena ao temporário fechamento da mente, quando o cientista deixa de ser um explorador do desconhecido (p. 71). E acrescenta a suspeita de que a ciência normal ou madura, tal como foi descrita por Kuhn, não é sequer um fato histórico (Feyerabend, 1979, p.256), sendo incorreto separar temporalmente períodos de proliferação (de teorias) e períodos de monismo (Ibid, p.258). Em crítica semelhante à de Popper, considera, como Lakatos, que há uma relação de simultaneidade e interação entre períodos normais e revolucionários. Refere-se também ao que considera como ambigüidade de Kuhn quanto à ciência normal: trata-se de uma descrição ou é uma prescrição? Ele relata algo que constatou, ou aconselha tal procedimento? Segundo Feyerabend, tal modelo é incompatível com uma visão humanitária.

O argumento de Kuhn é claro: os cientistas comportam-se de determinado modo, e esse comportamento tem funções essenciais, para o êxito das investigações. E, na ausência de um *modo alternado que sirva a funções semelhantes, os cientistas devem proceder essencialmente como procedem quando se preocupam em aprimorar o conhecimento científico*. Quanto a isso, considera irrelevante a *defesa do hedonismo de Feyerabend* (Kuhn, 1979a, p.293). Insiste em períodos de pesquisa normal, reservando a importância da proliferação de teorias alternativas a períodos de crise, após esclarecer que ciência normal é a pesquisa dentro de um referencial - - reverso de uma moeda na qual estão também as revoluções.

Kuhn foi criticado também quanto aos diversos significados que atribui ao termo *paradigma*. Em resposta, publicou uma segunda edição da obra *A Estrutura das Revoluções Científicas* com um posfácio, no qual aperfeiçoa sua teoria dos paradigmas. Nesse posfácio, propõe o conceito de *matriz disciplinar*: elementos ordenados de várias espécies (matriz), que são posse comum aos praticantes de uma disciplina particular (Kuhn, 1978, p. 226). Entre os elementos que compõem uma matriz disciplinar, cita *generalizações simbólicas, compromissos coletivos com crenças e valores, soluções previsíveis de problemas, exemplos compartilhados e compromissos com o grupo*. Para esses três últimos - solução concreta de problemas, exemplos compartilhados e compromissos com o grupo - o termo *paradigma* seria totalmente apropriado (Kuhn, 1978, p.231).

As idéias discutidas no Simpósio em questão foram aprofundadas também por Feyerabend, que em 1974 expôs seu *anarquismo epistemológico* no livro *Contra o Método*. Lakatos ampliou sua teoria dos programas de pesquisa científica em *History of Science and Its Rational Reconstruction (História da Ciência e sua Reconstrução Racional)*, além de publicar diversas outras obras.

Ao concluir, é preciso acrescentar um detalhe: não se encontra qualquer referência desses autores à obra de Gaston Bachelard, que os precedeu e postulou, bem antes, idéias defendidas por eles. Por exemplo, a descontinuidade das ciências, pela ocorrência de rupturas com conhecimentos anteriores, corresponde às revoluções científicas de Kuhn. A sua crítica ao indutivismo precede a de Popper. E a contestação a métodos rígidos de investigação científica, por enfatizar a criatividade, é bem anterior à de Feyerabend. Também sua crença num permanente processo de reformulação e na coexistência de teorias divergentes é compartilhada por Feyerabend, Popper e Lakatos. Por tudo isso, é de estranhar-se que Bachelard não tenha sido mencionado ao longo do debate. Mesmo admitindo que os anglo-saxões não costumem ler os franceses, é preciso considerar que Bachelard participou de eventos internacionais, como o Congresso Internacional de Filosofia da Ciência, em 1945, o que me parece tornar injustificável tal omissão.

I.8. AS INFLUENCIAS SOCIO-ECONOMICAS E CULTURAIS

Além da análise epistemológica (que caracteriza a visão internalista do desenvolvimento científico) realizada pelos filósofos das ciências já mencionados, há outra vertente para a abordagem do desenvolvimento científico, chamada de externalismo.

A análise externalista prioriza questões externas à comunidade científica, tais como fatores sociais, políticos, econômicos e religiosos, para questionar os rumos das ciências. No Capítulo 5 de sua tese *A Física também é Cultura*, Zanetic (1989) explicita essa tendência, destacando os trabalhos de Robert Merton, Boris Hessen e John Desmond Bernal.

Merton, importante sociólogo americano, pesquisou o surgimento da ciência no século XVII na Inglaterra, relacionando o empirismo e o racionalismo ao ideal protestante da época e reconhecendo a ciência como um fator cultural. Merton relacionou também a ciência com a economia, que é responsável pelos problemas científicos e técnicos abordados. Esse último aspecto assemelha-se à análise desenvolvida anteriormente pelo físico soviético Boris Hessen.

Hessen analisou os determinantes sociais e econômicos da Física. Ele apresentou em Londres, em 1931, no II Congresso Internacional de Filosofia da Ciência, a comunicação intitulada

As Raízes Sociais e Econômicas dos "Principia" de Newton (Hessen, 1984), que exerceu influência marcante sobre jovens cientistas ingleses presentes ao Congresso (J.D.Bernal, H. Levy, J.B.S.Haldane, L.Hogben e J. Needham). Esse grupo dedicou-se a publicar livros com o objetivo de *mostrar a forte dependência entre o desenvolvimento científico e as necessidades sociais, entendendo-a importante tanto para o bem-estar social quanto para a própria ciência* (Zanetic, 1989, p.154).

Houveram também reações contrárias à tese de Hessen e muitos historiadores empenharam-se em criticar a ênfase atribuída ao efeito de fatores sócio-econômicos no desenvolvimento científico. Na Filosofia da Ciência inglesa, a partir dos anos 50, a vertente internalista tornou-se majoritária. Bernal e os demais componentes do grupo autodenominado humanistas científicos deixaram poucos seguidores. Nos Estados Unidos também predominou o internalismo. Mesmo os soviéticos escreveram pouco na direção externalista, numa análise histórica de cunho científico.

O próprio Hessen, no fim dos anos 20, precisou lutar contra oposições à teoria da relatividade, na União Soviética, pois interpretações marxistas ortodoxas, mecanicistas, incompatibilizavam a relatividade e o materialismo. Hessen levou uma vantagem inicial durante o período de Lenin, assumindo-se publicamente como divulgador da Física moderna na URSS. Mas, quando Stalin chegou ao poder, Hessen foi perseguido e após 1934, *simplesmente desapareceu de cena, presumivelmente executado* (Za-

netic, 1989, p.157). Mais tarde, ainda na URSS, o avanço das pesquisas genéticas ficou bloqueado durante anos, por contestações ideológicas às leis de Mendel.

Na análise de Hessen, só fatores externos determinam o desenvolvimento das ciências, enquanto filósofos das ciências seus contemporâneos, como Popper, subestimam influências externas. Mas, atualmente, reduziu-se o conflito entre as posições internalista e externalista. Ambas estão sendo consideradas complementares. A visão internalista, *essencialmente epistemológica*, é enriquecida pelo externalismo, presente em diversas fontes que *exploram as condicionantes sociais, econômicas, religiosas e culturais* do desenvolvimento científico (Zanetic, 1989, p.166).

Há, portanto, uma complementaridade entre as visões internalista e externalista das ciências, sendo importante considerar esses dois enfoques. O conhecimento científico é um tema demasiado complexo para ser analisado de forma unilateral. Os condicionantes sócio-políticos e econômicos são fortes, devendo ser reconhecidos, mas sem subestimar o processo de construção do conhecimento. Não existe contradição entre internalismo e externalismo: ambos representam posições válidas, porém limitadas quando consideradas isoladamente, excluindo uma à outra. Uma visão mais abrangente pode auxiliar na compreensão do processo histórico do desenvolvimento das ciências, com seus múltiplos contrastes.

CAPITULO II

RELAÇÕES ENTRE PEDAGOGIA E EPISTEMOLOGIA NA EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS

No capítulo anterior analisei diversas concepções sobre a natureza do conhecimento científico, discutidas no campo da Filosofia da Ciência. Mas essas concepções envolvem noções epistemológicas mais profundas, referentes ao modo como se alcança o conhecimento, em qualquer campo do saber. Podem, portanto, influenciar a atuação dos professores em sua prática pedagógica. Por isso meu objetivo, agora, é aprofundar teoricamente as relações entre questões pedagógicas e epistemológicas na educação em Ciências, abordando neste capítulo:

- O construtivismo piagetiano

A teoria construtivista liga-se a idéias compartilhadas atualmente entre os filósofos das ciências, em oposição ao empirismo. Entre os que a defendem na área psico-pedagógica, destaca-

se Jean Piaget, que nela trabalhou durante 50 anos, com enfoque multidisciplinar.

- A problemática das concepções alternativas

As concepções alternativas consistem em formas diversas de interpretar a natureza, desenvolvidas pelos alunos na sua interação com a vida cotidiana. Não devem ser ignoradas pelos professores, pois são um ponto de partida para a visão construtivista da educação científica.

- Relações entre as concepções sobre a natureza do conhecimento científico e a educação em ciências

Questões relacionadas ao construtivismo piagetiano e às concepções alternativas sobre a natureza estão fundamentadas em diversas pesquisas, cujos resultados indicam que reestruturações e mudanças conceituais identificadas nas ciências ocorrem também no processo educacional. Mas não é só o construtivismo que está relacionado às concepções sobre a natureza das ciências. Nesse item considero também a influência do empirismo indutivo na metodologia do ensino, bem como outros problemas que envolvem a atuação do professor em sala de aula.

II.1. O CONSTRUTIVISMO PIAGETIANO

Jean Piaget, cientista suíço criador da *Epistemologia Genética*, dedicou-se, num trabalho interdisciplinar que envolveu numerosos colaboradores, a descobrir *como o ser humano pensa*. E autor ou co-autor de oitenta e oito livros, com publicações originais entre 1916 e 1983 (Leite, 1987, p.188-206).

Na sua última obra, *Psicogênese e História das Ciências* (Piaget e Garcia, 1987), refere-se também à *polêmica contemporânea sobre o desenvolvimento da ciência* (p. 236), envolvendo o debate entre *Popper, Kuhn, Feyerabend, Lakatos, Hanson* e outros. Pois considera que, em tal debate, há *alguma coisa que precisa ser regulada na própria formulação dos problemas* (Ibid., p. 241). Trata-se da questão epistemológica. E o *paradigma epistêmico* que impõe a aceitação ou rejeição de idéias que *determinarão as características do pensamento científico admitidas como válidas numa determinada época* (Ibid., p. 231)

Piaget admite, portanto, a explicação de Kuhn sobre o efeito de *paradigmas* - conjunto de teorias, de problemas considerados como relevantes e de métodos e soluções aceitáveis - sobre a comunidade científica. Mas amplia essa idéia e propõe a noção de *paradigma epistêmico*, que atinge não só os cientistas, mas todo o grupo social de que fazem parte.

Considerando que cada sociedade tem uma visão de mundo, à qual ninguém é imune, Piaget exemplifica através de uma comparação entre a ciência chinesa e a ciência grega: Para os gregos, o estado natural do universo era o repouso, só alterado pela ação de uma força, sendo inconcebível a idéia de um movimento contínuo, sem algo a impulsioná-lo. Contudo, para os chineses, a condição normal do mundo consistia no perpétuo movimento. Compreende-se então por que os gregos, com toda a sua cultura, não chegaram ao conceito de inércia, enquanto um pensador chinês escreveu, no século V a.C.: *A cessação do movimento é devida a uma força oposta. Se não existir força oposta, o movimento nunca mais parará* - acrescentando, ainda, que isto é tão evidente como uma vaca não ser um cavalo (Piaget e Garcia, 1987, p. 233).

Assim, nas ciências, o absurdo e o evidente estão relacionados ao paradigma epistêmico, sendo também em grande parte determinadas pela ideologia dominante (Piaget e Garcia, 1987, p. 234).

Nessa análise das concepções sobre o conhecimento científico, Piaget reconhece que Bachelard foi o primeiro a indicar a importância daquilo que ele chamou de *obstáculo epistemológico e ruptura epistemológica* no desenvolvimento da ciência. Mas, assinalando algumas diferenças, afirma que G. Bachelard considera que existe uma ruptura total entre as concepções pré-científicas e científicas, ao mesmo tempo que identifica como o maior obstácu-

lo epistemológico o irracionalismo pré-científico. Para Piaget, há ruptura mas no sentido de mudança do quadro epistêmico (Ibid., p. 236). E o conhecimento científico não é uma categoria nova, fundamentalmente diferente e heterogênea em relação às normas de pensamento pré-científico e às técnicas...da inteligência prática (Ibid., p. 37).

Piaget assemelha-se a G. Bachelard porque crê que todo o conhecimento consiste na reorganização de conhecimentos num outro nível. Bachelard fala em reestruturação de conhecimentos de modo muito semelhante a Piaget, que complementa a afirmação anterior: *o desenvolvimento cognitivo nunca é linear e exige ... a reconstrução do que foi adquirido nos níveis precedentes* (Ibid., p. 110).

Para Piaget, o desenvolvimento das ciências e a reorganização do saber, interpretados de um modo novo, apresentam os mesmos mecanismos que encontrou ao estudar o desenvolvimento cognitivo das crianças (Piaget e Garcia, 1987, p. 111), conforme exposto a seguir.

Desde o nascimento, cada estágio reorganiza-se, sucessivamente, num nível mais complexo. Assim, as construções mentais mais elevadas relacionam-se às mais primitivas, pela integração e identidade funcional de um mecanismo suscetível de repetições, mas que se renova sem cessar por via de sua própria repetição em níveis diferentes (Piaget e Garcia, 1987, p. 18). Isto não ocor-

re em ordem linear: cada estágio inicia pela reorganização dos anteriores. Os mesmos mecanismos repetem-se no modo como cada nível condiciona a formação do seguinte, a partir de interações entre sujeito e objeto.

Há continuidade entre os processos biológicos e a inteligência, a partir de fatores hereditários que condicionam o desenvolvimento intelectual. Esses fatores podem ser divididos em dois grupos. O primeiro, vinculado ao sistema nervoso e aos órgãos dos sentidos, é de natureza estrutural e permite as percepções. O segundo compreende a hereditariedade do funcionamento e não da transmissão de estruturas: é uma invariante funcional do pensamento, que orienta o conjunto das sucessivas estruturas elaboradas pela razão no contato com a realidade. Essas estruturas variam continuamente entre a criança e o adulto, mas as funções básicas do pensamento permanecem constantes.

Assim, o funcionamento básico da organização mental deriva da organização biológica (Piaget, 1973). A inteligência estrutura o universo, assim como a vida orgânica prolonga-se na inteligência sensório-motora e essa última desenvolve-se, progressivamente, até às formas mais evoluídas do pensamento.

A *assimilação* é um dos aspectos da relação entre sujeito e objeto e consiste na incorporação de elementos do meio aos esquemas de ação. O outro aspecto dessa relação é a *acomodação*

dos esquemas ao meio. A *interação do sujeito e do objeto é tal, dada a interdependência da assimilação e da acomodação, que se torna impossível conceber um dos termos sem o outro* (Piaget, 1987, p. 388).

Essa posição é contrária ao empirismo, que vê a experiência como algo que se impõe, sem que a atividade do sujeito a constitua. Para Piaget, a experiência é estruturada pelo próprio sujeito, sendo ação e construção permanentes. E uma acomodação indissociável da ação assimiladora. *A objetividade da experiência é uma conquista da acomodação e da assimilação combinadas, isto é, da atividade intelectual do sujeito e não um dado imposto de fora* (Piaget, 1987, p. 344).

Do mesmo modo, o construtivismo opõe-se a qualquer apriorismo. As estruturas mentais não estão pré-formadas no indivíduo. São progressivamente construídas, por assimilação e acomodação que implicam em organização interna. O conhecimento resulta dessa construção contínua, e é um processo aberto e inconcluso.

Piaget desenvolve essa teoria da assimilação, pela qual o mecanismo biológico prolonga-se na inteligência: *tudo o que corresponde a uma necessidade do organismo é matéria a assimilar, sendo esta necessidade a própria expressão da atividade assimiladora como tal* (Piaget, 1987, p. 380).

A adaptação intelectual ao meio e a organização interna

que ela implica prolongam os mesmos mecanismos, das reações vitais elementares até à inteligência sistemática. Há continuidade entre vida e inteligência. Em todos os níveis, a atividade assimiladora manifesta-se como sendo, ao mesmo tempo, o resultado e a origem da organização (Piaget, 1987, p. 383).

A assimilação e a acomodação são complementares. Os esquemas de assimilação servem à expectativa que precede a acomodação e também ao controle dos seus resultados. Esses esquemas implicam em organização intelectual, graças a um mecanismo assimilador ou construtivo. A origem do conhecimento é a assimilação de objetos e acontecimentos aos esquemas ou estruturas individuais, seguida sempre pela acomodação ou diferenciação de esquemas, em função dos objetos a assimilar. Em todo o conhecimento, assim como na vida orgânica, o sujeito desempenha um papel ativo, caracterizado pela ação assimiladora.

Pelo fato de assimilação e acomodação serem complementares, o mundo exterior e o eu jamais são conhecidos independentemente um do outro. E é por uma construção progressiva que as noções do mundo físico e do eu interior vão ser elaboradas em função uma da outra. Os processos de assimilação e acomodação, portanto, servem de instrumento a essa construção. O resultado é que nunca existe, em nível algum, uma experiência direta do eu nem do meio externo; há, tão-somente, experiências interpretadas, e isso graças ... a esse jogo duplo da assimilação e da acomodação correlativas (Piaget, 1987, p.184).

Assim, o construtivismo é uma teoria sobre a inteligência que consiste em considerar o conhecimento como relação entre sujeito e objeto, na qual as contribuições de ambos permanecem indiferenciadas. O objeto (meio físico e/ou social) existe fora do sujeito, mas não é conhecido diretamente. É a interação entre ambos que permite sua diferenciação e o progresso tanto na objetividade (construção do objeto ao nível da mente) como na interiorização (construção do eu). A interação entre sujeito e objeto corresponde a um processo permanente de assimilação do objeto aos esquemas de ação, seguido de acomodação (diferenciação dos esquemas, experiências) em função do objeto a assimilar. A assimilação e a acomodação, indissociáveis como instrumentos do saber, equilibram-se e constituem a função de adaptação, refletindo-se em organização interna. Isto opõe-se a todo o empirismo, porque substitui a noção de conhecimento-cópia pela de construção contínua, com papel ativo do sujeito. Opõe-se também a qualquer apriorismo, porque assimilar significa estruturar. A inteligência não é um mecanismo pré-formado, independente da nossa intencionalidade. Nenhuma conduta pode ser dissociada do contexto histórico e social de que faz parte. Só as funções ligam a vida à inteligência.

Há uma continuidade funcional, com cortes e saltos, de-sequilíbrios e reequilíbrios, tanto na gênese da inteligência na criança, interligada ao seu desenvolvimento afetivo (Piaget, 1978a), como nos outros níveis, em cada um dos quais o mesmo mecanismo se evidencia. Esse processo de equilibração permanente,

com incorporação dos níveis anteriores numa estruturação cada vez mais complexa, através da interação contínua entre o indivíduo e o meio, explica também as correlações entre a psicogênese, a Sociologia e o desenvolvimento científico (Piaget, 1987). Em todos esses casos, assim como nos mecanismos biológicos, as perturbações produtoras de desequilíbrios exercem o papel fundamental de impelir o sujeito a uma readaptação produtiva, assimilando o novo ao antigo num outro nível de organização. E nisto que consiste a *tomada de consciência* (Piaget, 1978b).

Um dos aspectos mais interessantes do construtivismo piagetiano foi desenvolvido a partir da década de 70: o papel da abstração na construção do conhecimento (Piaget, 1977). As abstrações ocorrem por assimilação e acomodação. Assimilar é tirar algo do seu ambiente natural e atribuir-lhe um significado. Piaget chama esse processo de *reflexionamento* (*réfléchissement*). Então, o que é levado de um plano a outro passa por um processo de reorganização, ou *reflexão* (*réflexion*). Mas a passagem a uma nova estrutura exige ruptura com a estrutura anterior.

Segundo Piaget, existem dois tipos básicos de abstração: *abstração empírica* (*empirique*) e *abstração reflexiva* (*réfléchissante*). Esta última subdivide-se em *abstração pseudo-empírica* (*pseudo-empirique*) e *abstração refletida* (*réfléchie*).

A abstração empírica é tirada diretamente dos objetos e das características materiais das ações, naquilo que é observá-

vel, com envolvimento dos sentidos (percepção). Nela predomina a acomodação dos esquemas aos objetos ou às ações.

A abstração reflexiva procede da coordenação das ações do sujeito, a nível inconsciente (abstração pseudo-empírica) ou envolvendo tomadas de consciência (abstração refletida). Na abstração pseudo-empírica, é a ação do sujeito que estabelece relações entre os objetos, ação esta entendida como coordenação das ações. Quando uma abstração pseudo-empírica se torna consciente, constituindo-se em objeto do pensamento, resulta em abstração refletida, que implica, então, em tomadas de consciência, ou interiorização das ações.

Segundo Piaget, o processo da abstração reflexiva indica que a inteligência humana não procede da linguagem, mas da ação e coordenação das ações, embora, a partir da aquisição da linguagem, tudo seja impregnado por ela. *E assim que, graças à linguagem, a criança se torna capaz de evocar situações não atuais e de se libertar das fronteiras do espaço próximo e do presente* (Piaget, 1989, p. 83), ficando-se tentado a pensar que a linguagem é a fonte do pensamento (Ibid, p. 84).

Vigotsky (1989a, 1989b) também distingue pensamento e palavra, já na década de 20, mas com ênfase numa abordagem sociológica. Ele diferencia uma fase pré-linguística no desenvolvimento do pensamento e uma fase pré-intelectual no desenvolvimento da fala (Vigotsky, 1989, p.36) e critica os dois primeiros livros de

Piaget. Mas o pesquisador soviético morreu com apenas 38 anos. Sua obra mais conhecida, *Pensamento e Linguagem*, foi publicada postumamente em 1934 - antes, portanto, das principais obras de Piaget, que viveu até 1980.

Ainda quanto à abordagem linguística, destacam-se os trabalhos de Noam Chomsky e o debate estabelecido entre ele e Piaget, em 1975. O confronto entre o inatismo de um e o construtivismo de outro mostra teorias tão bem articuladas, com tanta coerência interna, que exemplificam o quanto o paradigma adotado pode influir na interpretação dos mesmos fenômenos. Chomsky, ao contrário de Piaget, defende que *existem capacidades inatas com alto grau de especificidade, as quais determinam o desenvolvimento das estruturas cognitivas, algumas permanecendo inconscientes, outras sendo enunciadas e testadas, sobretudo através da linguagem* (Chomsky, 1983, p. 70). Para Piaget, o que existe é um processo de construção contínua das estruturas do pensamento.

Apesar da ênfase dada ao desenvolvimento das estruturas cognitivas, Piaget e Inhelder (1989, p. 108-109) já haviam identificado uma unidade funcional em cada fase do desenvolvimento, *que liga num mesmo todo as reações cognitivas, lúdicas, afetivas, sociais e morais*. Piaget refere-se também ao problema do consciente e do inconsciente, englobando o inconsciente afetivo e o inconsciente cognitivo e acreditando que *virá um dia em que a psicologia das funções cognitivas e a psicanálise serão obrigadas a fundir-se numa teoria geral, que melhorará as duas, corrigindo-*

as (Piaget, 1983, p. 41-43).

Dolle, em *De Freud a Piaget*, já havia identificado aspectos desta síntese, pois o caminho que conduz à estruturação cognitiva passa necessariamente pela estruturação afetiva (Dolle, 1979, p. 55): ambas afetam-se reciprocamente. *As estruturas da ação são comuns à afetividade e à inteligência* (Ibid., p. 158).

Mas é Habermas (1989) que faz a síntese mais completa, englobando diferentes teorias. Partindo da teoria crítica, que uniu marxismo e psicanálise, ele retoma e amplia a teoria psicogenética, resgatando, no social, o papel do indivíduo. Ele refere-se ao *estruturalismo genético* na psicologia do desenvolvimento: *um modelo que parece muito promissor para a análise da evolução social, do desenvolvimento de imagens do mundo, de sistemas de crenças morais e de sistemas jurídicos* (Habermas, 1989, p.39).

Habermas ampliou a teoria psicogenética, criativamente, para construir uma teoria da ação comunicativa. Para que essa última seja possível, são necessários atores competentes. A intersubjetividade, a interação, só se viabiliza pela construção do eu competente, capaz de agir e de se comunicar. E este eu é gerado na psicogênese da criança. Assim, o encontro entre Piaget e Habermas permite o resgate do indivíduo, em suas ações e interações com o contexto social. Pois a identidade do eu só pode ser assegurada no plano intersubjetivo. Então, para Habermas, a ação co-

municativa consiste numa teoria interativa do eu, ou seja, do eu autônomo, a partir de uma síntese entre três competências: cognitiva, linguística e moral.

Segundo Bárbara Freitag *, no marxismo e na psicanálise o indivíduo desaparece. O "homem sociológico" é um feixe de relações sociais. O "eu" psicológico fica esmagado entre as pulsões do "id" e as pressões do "superego". Habermas restaura, então, o sujeito, em sua integridade e totalidade: aquele que se forma na psicogênese, consistindo num ser competente para relacionar-se no âmbito social.

O construtivismo piagetiano, que embasa a teoria da ação comunicativa formulada por Habermas, considera que a inteligência progride na medida em que o sujeito adquire autonomia. Então, a ação pedagógica deve retomar as ações anteriores de professores e alunos. Não se deve abandonar o que já se fez, em nome de algo diferente: é preciso retomar o antigo e apropriar-se do seu significado. Sob esse enfoque, na educação em Ciências, as concepções sobre a natureza que os alunos trazem para a sala de aula devem ser o ponto de partida para a sua aprendizagem. E isto nos remete à problemática das concepções alternativas.

* Comunicação pessoal, na *Jornada sobre Piaget à Luz do Pensamento Filosófico* (Porto Alegre, agosto/ 1990).

II.2. A PROBLEMATICA DAS CONCEPÇÕES ALTERNATIVAS

A partir de meados dos anos 70, alguns pesquisadores detiveram-se na análise de *concepções alternativas*, isto é, noções sobre fenômenos naturais elaboradas por estudantes, anteriormente consideradas como erros conceituais. Os resultados obtidos causaram impacto e tiveram grande repercussão. Atualmente, esta linha de investigação é encontrada em diversos países, sendo que as pesquisas coincidem quanto às características básicas das idéias prévias dos alunos. Segundo Gil Peres (1986), as concepções alternativas:

- apresentam certa coerência interna;
- são comuns a alunos de diversos meios e idades;
- assemelham-se, às vezes, a concepções aceitas em determinados períodos da História das Ciências;
- são persistentes, dificilmente substituíveis pela educação escolar.

Essas características relacionam-se à uma visão construtivista do conhecimento e ao papel essencialmente ativo de quem aprende, segundo Driver (1986):

- As idéias de quem vai aprender têm importância.
- Encontrar sentido supõe estabelecer relações.

- Quem aprende constrói ativamente significados.
- Os alunos são responsáveis por sua própria aprendizagem.

Gil Perez (1986) refere-se a Piaget e indica a semelhança entre o desenvolvimento individual e o processo de elaboração das teorias científicas.

Segundo Driver (1988), a idéia de construções mentais ou esquemas, utilizada em psicologia cognitiva, é básica para a compreensão de como se aprende. Em qualquer idade, são os nossos esquemas que permitem a interpretação de situações novas, e estes esquemas são ativamente construídos. Assim, nas atividades práticas e nas situações mais formais, como ler ou ouvir informações, nossas concepções influenciam as observações que fazemos, inferências e mesmo estruturação de experimentos. As situações novas são interpretadas a partir do que se conhece ou reconhece. Tudo isto coincide com a teoria de Piaget, de 1936, sobre a construção do conhecimento pela interação entre sujeito e objeto, através dos processos de assimilação e acomodação, correlativos e complementares.

Sob este enfoque, as concepções alternativas, como formas diferentes de interpretação da natureza, têm sentido para os alunos, dentro do seu próprio modo de ver. Daí a necessidade de serem explicitadas e trabalhadas, antes de buscar-se sua substituição por teorias aceitas, atualmente, pela comunidade científica.

Posner et al. (1982) desenvolveram um modelo para que a mudança conceitual ocorra:

1. Produção de insatisfação com os conceitos existentes.
2. Existência de uma nova concepção que seja:
 - minimamente inteligível:
 - inicialmente plausível:
 - potencialmente fecunda, abrindo novas áreas de pesquisa.

Gil Perez (1986) sugere, então, como estratégia de ensino-aprendizagem em Ciências:

- Identificação das idéias prévias dos alunos.
- Questionamento das mesmas, se necessário através de algum contra-exemplo.
- Invenção ou introdução de conceitos.
- Uso das novas idéias em situações abrangentes.

Em artigo anterior, Zylbersztajn (1983) propõe uma sequência de atividades semelhante. Mas destaca a importância de valorizar as concepções dos alunos, após identificá-las, relacionando-as, quando for o caso, a concepções de cientistas, anteriormente aceitas. Depois, sim, explorá-las ao máximo, até que já não expliquem alguns fenômenos, criando um conflito cognitivo e preparando a introdução de novas teorias. Pois, quando essas concepções são tratadas respeitosamente pelos professores, as ativi-

dades podem ainda tornar os alunos mais confiantes quanto ao uso da linguagem e quanto à sua capacidade como elaboradores de conhecimento (Zylbersztajn, 1983, p.9). É importante recorrer a debates, experimentos, leituras sobre o trabalho dos cientistas e sobre os conflitos de idéias que eles também vivenciaram. É também fundamental questionar sobre os conhecimentos científicos e suas aplicações em relação às condições sociais, políticas e econômicas, na época em que ocorreram e no mundo atual.

No Brasil, as concepções alternativas têm sido objeto de pesquisas importantes. Muitas vezes esses trabalhos não chegam ao conhecimento dos professores, talvez por falhas nos mecanismos de divulgação. Em termos de reconstrução curricular, em todos os níveis de ensino, o processo de mudança é muito lento. Mas a participação dos professores é fundamental, para que as pesquisas se convertam em instrumentos de transformação pedagógica.

Na dissertação *A Teoria de Piaget como Sistema de Referência para Compreensão da Física Intuitiva* (Saraiva, 1986), o construtivismo de Escola de Genebra é utilizado como referencial teórico para interpretar as pesquisas existentes sobre concepções alternativas, buscando suas implicações no processo de ensino-aprendizagem. Analisando os resultados das pesquisas, o autor encontra elementos característicos de vários estágios identificados por Piaget. Mas isto não é suficiente para testar a hipótese de um construtivismo sequencial. Haverá diferença entre as teorias que pertencem ao passado da Ciência e os esquemas interpretativos

das crianças e adultos não-cientistas?

Para Piaget, as construções cognoscitivas não têm sucessão linear, mas são reconstruções, nas quais as idéias construídas num nível superior do pensamento apóiam-se nos esquemas de ação existentes. Isto justifica tomar-se as concepções espontâneas (ou alternativas) dos alunos como ponto de partida para a aprendizagem. Entretanto, os progressos nas pesquisas ainda não se refletiram em mudanças nas salas de aula, havendo, nas palavras do autor da dissertação, *posições epistemológicas divergentes, quando se passa da pesquisa à aplicação dos seus resultados no ensino* (Saraiva, 1986, p.105). Sentindo a necessidade de passar-se do plano descritivo ao plano explicativo dos fenômenos, sugere mudanças decorrentes *da adesão ao construtivismo seqüencial piagetiano para o problema da construção do conhecimento* (Ibid., p.106). Para isso é preciso identificar os diversos modelos conceituais possíveis, verificando os que são pré-requisitos para outros e hierarquizando-os. Então, *o ensino de Física (ou de Ciências) deve passar por mudanças conceituais profundas, inclusive na metodologia, estabelecendo-se as condições facilitadoras para a aquisição de novos conhecimentos* (Ibid., p. 106).

Outra dissertação de Mestrado - *Da Física Intuitiva à Dinâmica Newtoniana: Relevância de Simulações em Computador* (Falcão, 1987) - também caracteriza a perspectiva construtivista no ensino: o estudante deve reinventar os conteúdos ensinados, num processo em que seus conhecimentos prévios têm papel decisivo,

uma vez que necessariamente interagirão com os novos conteúdos (Ibid., p. 40).

Sem deter-se no que chama de *construtivismo biológico piagetiano*, por considerar que, em termos práticos, o professor encontra poucos subsídios em Piaget - pois Piaget efetivamente não se preocupa com uma teoria da instrução - Falcão (1987, p. 44) propõe o construtivismo pós-piagetiano (Papert, Vergnaut) para responder a questões quanto ao domínio de estruturas pelas crianças, contradições entre situações e concepções e estímulo à evolução dessas concepções. Propõe o uso do computador como auxiliar instrucional.

Contudo, outras pesquisas indicam a validade de utilizar-se a Epistemologia Genética para a compreensão das concepções alternativas, como, por exemplo, a dissertação *A Evolução das Concepções Espontâneas sobre Colisões* (Mariani, 1987). Ela adverte quanto a uma leitura equivocada de Piaget, que *foi modificando muitas de suas considerações ao longo do seu trabalho* (Mariani, 1987, p. 94). Num livro de Piaget e Garcia (1975), há uma releitura dos estágios pré-operatório, operacional concreto e formal, a partir dos estudos sobre equilíbrio, que evidenciam o processo de construção dessas operações pelo sujeito.

A reversibilidade é o resultado lógico das operações. Mas a noção de equilíbrio acrescenta a dimensão causal: o trabalho do sujeito para a construção de reversibilidade, ou seja,

para a construção do seu próprio conhecimento. Nesse processo, cada estágio reestrutura o conhecimento adquirido no estágio anterior, levando um certo tempo para readquirir o equilíbrio.

No seu trabalho, Mariani (1987) analisou concepções alternativas sobre colisões, em função do nível de escolaridade, e comparou-as com estudos de Piaget sobre o mesmo tema. As similaridades identificadas nas duas pesquisas confirmam a utilidade da Epistemologia Genética para a compreensão das noções espontâneas e da sua evolução no processo de aprendizagem.

II.3. RELAÇÃO ENTRE AS QUESTÕES PEDAGÓGICAS E EPISTEMOLÓGICAS

As idéias dos professores sobre a natureza das ciências podem interferir sobre sua prática em sala de aula. Por exemplo, *o conhecimento científico pode ser considerado como uma descoberta, em que o sujeito cognoscente tem papel passivo, ao apreender os dados que a natureza oferece. E pode também ser visto como uma construção mental, na qual o cientista interage com a natureza, interpretando-a* (Borges, 1989b). Assim, uma visão empirista opõe-se à visão construtivista do conhecimento, pois, segundo Piaget, *o objeto não é um dado, mas o resultado de uma construção* (Piaget, 1987, p.351). Para o empirismo, a experiência determina o sujeito. Para Piaget (1987, p. 342), *a experiência não é recepção, mas ação e construção progressivas. A ação (assimilação) é a matéria-prima que a experiência (acomodação) reorganiza e reconstrói em outro plano. O conhecimento humano se faz assim, na medida em que o sujeito pensa a sua prática, apropriando-se dela, em interação social.*

A relação entre construtivismo e o processo de ensino-aprendizagem em Ciências tem se manifestado, principalmente, nas pesquisas sobre concepções alternativas ou espontâneas, que as pessoas constroem ao interpretar a natureza. Essas concepções podem se mostrar persistentes e difíceis de modificar. São comuns

a alunos de diferentes níveis de escolaridade, em diversos países, e algumas delas assemelham-se a teorias aceitas em determinados períodos da História das Ciências (Zylbersztajn, 1983; Driver, 1986, 1988; Gil Perez, 1986; Saraiva, 1986; Falcão, 1987; Mariani, 1987). Os trabalhos realizados nesta linha indicam a necessidade e a relevância de considerar-se as idéias prévias dos alunos, que deverão explicitá-las, debatê-las em grupo e testar sua validade em situações conflitantes, antes de analisar as teorias aceitas, hoje, pela comunidade científica. É preciso que os alunos reconstruam mentalmente essas teorias, tendo consciência da própria aprendizagem, que, portanto, implica em mudança conceitual.

As mudanças conceituais necessárias na aprendizagem das ciências não são fáceis de ocorrer, e isto é relacionado, por Gil Perez (1986, p.115), ao *paralelismo existente entre a evolução histórica das ciências e a formação das concepções intuitivas dos alunos*. No mesmo artigo, ele refere-se a G. Bachelard e afirma que a investigação científica não é e não pode considerar-se uma *atividade natural, senão, pelo contrário, a ruptura - necessária mas difícil - com formas co-naturais de pensamento* (Ibid, p. 115 - grifo do autor). As características do trabalho científico podem ser melhor compreendidas à luz da teoria construtivista, incluindo suas reestruturações profundas e mudanças conceituais, tanto no desenvolvimento das ciências como no processo de ensino-aprendizagem.

Um conceito de desenvolvimento científico historicamente informado é considerado como condição necessária à prática da educação científica escolar - condição necessária, mas não suficiente, ao buscar-se conhecimento e compreensão. As dimensões sociológicas, psicológicas e pedagógicas do conhecimento científico também são fundamentais (Terhart, 1988). A literatura internacional tem relatado diversas pesquisas relacionadas a este tema.

Bloom (1989) analisou concepções dos professores sobre ciências, teorias e evolução, numa pesquisa em que os envolvidos deviam expressar suas próprias idéias, através de respostas a um questionário. Esse estudo visou auxiliar a compreensão de *como os professores podem afetar o desenvolvimento e a construção dos fundamentos do conhecimento científico entre crianças* (Bloom, 1989, p.402) e sua influência sobre o tipo de ciência presente na escola elementar. Os resultados obtidos mostram um *antropocentrismo* que interfere na compreensão das teorias sobre a evolução, entre os professores testados. Por isso, o autor vê a necessidade de mais pesquisas quanto às idéias dos professores sobre as ciências e a natureza do mundo, sobre o modo como tais idéias se manifestam na sua atuação em sala de aula e sobre a influência na aprendizagem dos alunos.

Watts e Pope (1989) identificam analogias entre a aprendizagem na escola e o desenvolvimento de idéias, hipóteses e princípios pelos cientistas, quando estão diante de um novo fenômeno. Os conhecimentos e teorizações iniciais das crianças são

muito importantes, como parte do processo que leva ao conhecimento científico do mundo que as cerca (Watts e Pope, 1989, p. 326). Analisando concepções alternativas sobre a luz, eles referem-se a Driver (1988) e reafirmam o impacto que a perspectiva construtivista traz à educação científica, quando os professores interagem com os seus alunos, questionam e constroem experiências apropriadas, abrindo novos caminhos à reflexão. Uma forma de abordagem semelhante é realizada por Carvalho (1989), numa proposta construtivista para o ensino da Física.

Outros pesquisadores discordam. Pesquisando as concepções sobre a natureza das ciências entre professores, Lederman e Zeidler (1987) questionam se elas terão, de fato, influência sobre sua atuação na escola. Afirmando que presume-se essa relação por uma noção intuitiva, implícita em diversos trabalhos, testaram sua validade. Mas concluíram que, embora os educadores continuem investindo tempo e esforços em programas sobre História e Filosofia das Ciências, isto não tem relação direta com o seu desempenho: *Os dados da investigação não confirmam a idéia predominante de que a atuação do professor em sala de aula seja diretamente influenciada por sua concepção sobre a natureza das ciências* (Lederman e Zeidler, 1987, p. 731 - tradução minha).

Contudo, comparando-se essa conclusão com os resultados da maior parte das pesquisas já relatadas, é reforçada a idéia de que um questionamento histórico e filosófico sobre o desenvolvi-

mento científico é necessário, embora possa não ser suficiente para modificar o trabalho do professor. Para que isso ocorra, é necessário mostrar as relações entre essas questões e as diversas orientações pedagógicas.

Outra linha de pensamento é adotada por Ogawa (1989). Diante da pergunta - *O que é ciência?* - muitos educadores a interpretam conforme é desenvolvida na moderna sociedade ocidental. Mas ele argumenta que *cada cultura tem a sua ciência* (Ogawa, 1989, p. 248) e que a ciência ocidental é apenas uma forma de ciência, entre diversas outras que existem no mundo. E acrescenta que, na verdade, *cada cultura tem duas ciências* (Ibid., p. 248), sobretudo nas sociedades não-ocidentais. No Japão, o programa de educação científica elementar, estabelecido desde 1891, procura levar as crianças a amarem a natureza, o que não se relaciona à ciência do ocidente. Mas o programa secundário de educação científica é semelhante ao das sociedades ocidentais e, ao contrário do que ocorre com o anterior, não é bem aceito pelos estudantes. Para eles, coexistem duas formas de ciências, confundindo-os. Por isso Ogawa procura analisar o que significa *natureza* no contexto cultural japonês. Cita o pesquisador Ogunniyi, que o faz no ambiente cultural africano, e afirma serem necessárias investigações em outras culturas, mais do ponto de vista educacional que do antropológico.

Raybin (1987) também pergunta-se: *O que é ciência?* E

por que nós a estudamos? (p. 442) Destacando a importância do processo relacionado à elaboração de teorias, critica os livros didáticos, que reduzem as teorias a alguns princípios relativamente simples. Pois os cientistas não organizam informações classificando conhecimentos, mas resolvendo problemas. E, na resolução de problemas, é necessária uma *intuição em Física*, ou seja, uma habilidade pessoal de prever o que ocorrerá em dada situação, com base nas próprias experiências e em análises matemáticas. Portanto, os estudantes não deveriam aprender somente leis científicas, mas também processos para a resolução de problemas, tanto nas ciências quanto em suas vidas.

Cabe aqui ressaltar que a problematização do conteúdo é essencial também na teoria pedagógica de Paulo Freire, que tem fundamentado diversos trabalhos. Assim, Delizoicov (1982), atuando na recém-libertada Guiné-Bissau, propõe uma *Concepção Problematizadora para o Ensino de Ciências em Educação Formal*, a partir das condições sócio-culturais da população. Em continuidade, Angotti (1982) busca uma *Solução Alternativa para Formação dos Professores de Ciências*. Ambos assumiram a reconstrução curricular no ensino de Ciências, em 5ª e 6ª série do ensino básico daquele país. Embora sem referência às concepções sobre a natureza do conhecimento científico, o respeito às peculiaridades locais e à visão de mundo da população atestam que elas não estiveram ausentes.

Delizoicov (1991), na tese *Conhecimento, Tensões e Transições*, analisa o seu trabalho anterior, propondo e fundamentando teoricamente um modelo didático-pedagógico para a educação em ciências, a partir da concepção educacional de Paulo Freire. Nesse modelo, relaciona as rupturas que ocorrem na passagem da consciência ingênua à consciência crítica (Freire) e de um nível de conhecimento a outro (Piaget) com a visão de Kuhn sobre o desenvolvimento científico. Ressalta que: *Tanto em Kuhn quanto em Freire é o caráter coletivo da produção de conhecimentos, com características próprias de cada uma das produções, o objeto de análise, um pela via epistemológica e sociológica do conhecimento científico, outro pela via gnoseológica e antropológica dos conhecimentos. Ambos empregando categorias de análises próprias, consideram rupturas na construção/aquisição de conhecimentos* (Delizoicov, 1991, p. 158).

Esta síntese dos modelos de Freire, Kuhn e Piaget em torno das rupturas, que se estabelecem tanto nas ciências como no processo ensino-aprendizagem, converge em direção às concepções alternativas, pois pressupõe a necessidade de rupturas entre o conhecimento que o sujeito já possui e aquele que é veiculado pela educação escolar (Ibid., p. 114). Rupturas e reestruturações do conhecimento podem ser facilitadas através da educação problematizadora ou dialógica.

A problematização do conteúdo é prioritária, também,

nas *Unidades Experimentais de Ciências*, já mencionadas. Nelas, embora predomine o método da descoberta, caracterizado por Gil Peres (1986) como empirista-indutivo, existe abertura para formas alternativas de pensamento, rejeitando-se qualquer dogmatismo na educação científica escolar e buscando-se a integração com o cotidiano dos alunos. O diálogo, o senso crítico, a construção e a reformulação de idéias são possibilitados ao longo das unidades, num processo de permanente ação e reflexão. É de se esperar que um aprofundamento em História e Filosofia das Ciências permita uma operacionalização melhor da proposta pelos professores. E também o estudo das concepções alternativas, pois a questão para discussão inicial, que abre cada unidade, vai evidenciá-las. É preciso enfatizar a importância desse debate inicial, antes de passar-se a atividades experimentais e ao questionamento dos seus resultados.

* Em síntese, considero que aspectos epistemológicos e pedagógicos são indissociáveis. O modo como o professor concebe a aquisição do conhecimento pelos alunos, no processo de ensino-aprendizagem, manifesta-se na sua atuação, pois a orientação pedagógica do trabalho desenvolvido contém uma epistemologia a ela subjacente. Então, julgando fundamental conhecer as concepções dos professores sobre a natureza do conhecimento científico, desde os cursos de licenciatura, realizei a pesquisa relatada no próximo capítulo.

CAPITULO III

CONCEPÇÕES SOBRE O CONHECIMENTO CIENTIFICO PRESENTES NOS CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIENCIAS NO RIO GRANDE DO SUL

Conforme o objetivo de realizar uma análise crítica das concepções quanto à natureza do conhecimento científico, veiculadas em cursos de formação de professores de Ciências, no Rio Grande do Sul, propus-me a:

- Obter informações sobre as IES responsáveis por esses cursos, determinando universo, população e amostra.
- Estabelecer contato com as IES, através de correspondência, solicitando currículo dos cursos e programa e bibliografia de disciplinas selecionadas.
- Analisar o material obtido.
- Conversar com professores e coordenadores dos cursos, visando esclarecer as informações obtidas através da análise documental.
- Aplicar, aos alunos concluintes dos cursos, uma adaptação do

instrumento *Idéias sobre a Natureza do Conhecimento Científico* (apêndice 5).

- Analisar as respostas obtidas (notas, relacionadas ao grau de concordância com os textos contidos no instrumento, e justificativa) em cada turma.
- Encaminhar essa análise aos professores ou coordenadores de curso responsáveis pelas turmas, com os quais já havia mantido contato.
- Verificar quais são as concepções predominantes entre os alunos dos diversos cursos, analisando o conjunto formado pelas IES da amostra.

A metodologia da pesquisa e os resultados obtidos serão detalhados ao longo deste capítulo, que consta das seguintes partes:

- III.1. IES gaúchas com cursos de formação de professores de Ciências.
- III.2. Disciplinas relacionadas ao tema da pesquisa.
- III.3. Posicionamento dos formandos dos Cursos de Licenciatura em Ciências, Química, Física e Biologia, quanto a idéias sobre a natureza do conhecimento científico.

III.1. IES GAUCHAS COM CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES DE CIÊNCIAS

Entre os cursos de Licenciatura em Ciências, Química, Física e Biologia encontrados no Brasil (universo), optei pela análise dos existentes no Rio Grande do Sul (população), por diversas razões. Além de ser gaúcha e ter feito parte de uma Comissão Mista *, como membro da 27ª DE, participando de um esforço conjunto para vincular o ensino de 1º, 2º e 3º graus, considero também que o RS tem se empenhado em melhorar a qualidade da educação científica. Quanto a isso destaco, especialmente, a atuação do CECIRS nos últimos 20 anos e a existência de 24 IES com cursos de formação de professores de Ciências no RS (ver apêndice 1), distribuídas em 4 distritos geoeducacionais (DGE).

A divisão do Brasil em DGE foi feita em 1968, pela Lei 5540, que dispõe sobre a organização do ensino superior no país. Os critérios para delimitação desses distritos foram estabelecidos pelo Parecer 701/74 do CFE. No mesmo ano, a Portaria Ministerial nº 514 criou 41 DGE no Brasil, localizando no RS os DGE 35, 36, 37 e 38, conforme a figura 3 (DAU/SE/RS, 1989, p.10).

* *Comissões Mistas são grupos regionais constituídos por representantes de Delegacias de Educação (DE), Secretarias Municipais de Educação (SMEC), Instituições de Ensino Superior (IES) e outros órgãos e entidades ... de uma determinada área de abrangência (DAU/SE/RS, 1989, p.16).*

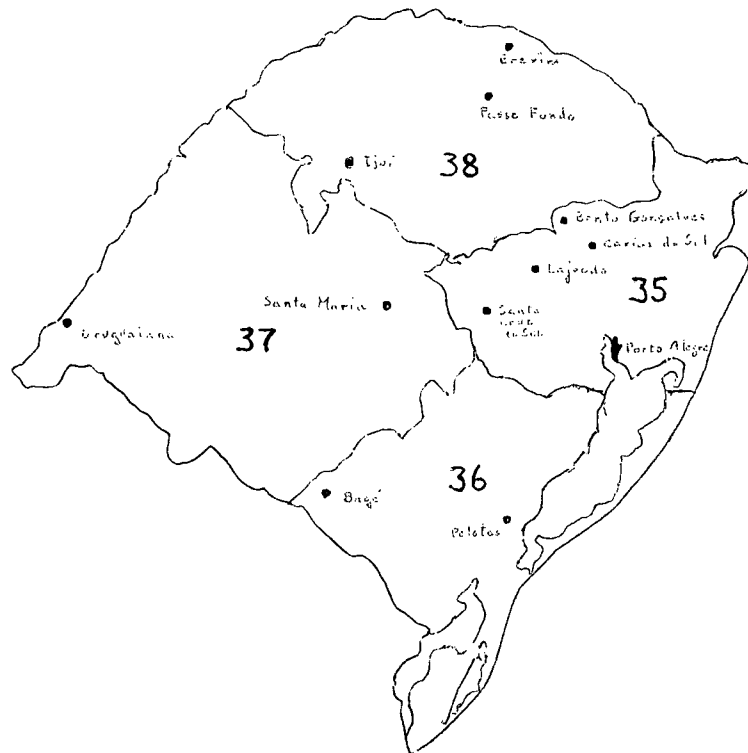


Figura 3: Divisão do RS em DGE

Assim, na seleção inicial da amostra para esta pesquisa, levei em conta a distribuição das IES nos distritos geoeducacionais. Considerei, sobretudo, o número de cursos (entre Biologia, Física, Química e Ciências) oferecidos pelas IES e o fluxo de alunos (matriculados e concluintes) nos últimos anos, a partir de um levantamento solicitado ao DAU, selecionando metade das IES. Segundo Thiollent (1986), a seleção intencional da amostra é recomendável, por permitir aprofundar o conhecimento em determinado assunto. Nesta pesquisa, importam mais os cursos que estão em expansão e que formam o maior número de professores.

As *Recomendações Finais do III Encontro de Licenciaturas em Ciências* (1989) ressaltam as características locais de cada IES, permitindo-se modelos alternativos em vista das peculiaridades de cada uma (3. entre os pontos comuns estabelecidos pelas IES presentes no Encontro). Isto justifica esta percentagem relativamente alta (45 %) na delimitação da amostra, aliada à sua distribuição nos DGE. E, para garantir a representatividade, levei em conta ainda a forma de administração - pública (Federal) ou particular - e os tipos de cursos oferecidos (diurno ou noturno, período normal ou de férias).

Procurei manter uma proporcionalidade entre a amostra e o número de IES com cursos de formação de professores de Ciências, mas surgiram obstáculos: alguns cursos encontram-se em fase de reestruturação e outros foram reestruturados recentemente (em 1990, UNIJUI, URG e FISC abriram Licenciatura Plena em Ciências; em 1988, a ULBRA implantou licenciaturas em Biologia e Química). Está prevista, ainda, a abertura de novos cursos (UFPEL: Licenciatura em Física, em 1991, e em Biologia, em 1992). As IES representativas do DGE 36 (UCPEL, URG, URCAMP) não enviaram programa e bibliografia das disciplinas solicitadas. A maioria das IES atravessou períodos de greve, sendo que a PUC e a UNISINOS quase inviabilizaram o 2. semestre/90 devido às paralisações.

Na delimitação final da amostra, selecionei 11 IES. Representei o DGE 35, dividido em três sub-regiões, pela sua diversidade e abrangência, por 6 IES. O DGE 37 ficou representado por

duas e o DGE 38 por três IES, conforme o seguinte esquema:

DGE 35 - 3 sub-regiões - 9 IES - 23 Cursos (C,B,F,Q) - Amostra:

Metropolitana: UFRGS (F) - Porto Alegre (B,F,Q)

PUC/RS (P) - Porto Alegre (B,F,Q,C)

Vale FISC (P) - Santa Cruz do Sul (C,B,F,Q)

Serra FERVI (P) - Bento Gonçalves (C)

UCS (P) - Caxias do Sul (B - C,F,Q em
reestruturação)

FATES (P) - Lajeado (C,B)

DGE 37 - 6 IES - 12 Cursos - Amostra:

UFSM (F) - Santa Maria (C,F,B - Q sem turma neste ano)

Campus II/PUC/RS (P) - Uruguaiana (C,B)

DGE 38 - 6 IES - 12 Cursos - Amostra:

UNIUI (P) - Ijuí - (C,B,F,Q)

UPF (P) - Passo Fundo - (C,B,Q)

FAPES (P) - Erechim - (C,B)

OBSERVAÇÕES:

- C,B,F,Q: Licenciaturas em Ciências, Biologia, Física e Química.

- P: Particular - F: Federal.

- O DGE 38 não apresenta IES pública (Federal).

- As IES do DGE 36 não forneceram programas e bibliografias de disciplinas, não sendo, por esta razão, incluídas na amostra.

III.2. DISCIPLINAS RELACIONADAS AO TEMA DA PESQUISA

III.2.1. Metodologia

Obtive as primeiras informações sobre as instituições gaúchas com cursos de formação de professores de Ciências no DAU, que forneceu dados sobre os cursos de Licenciatura em Ciências, Química, Física e Biologia existentes no Estado (apêndice 1).

Para complementar essas informações, o Prof. Geraldo Fagundes recomendou a AESUFOPE (Associação das Escolas Superiores de Formação de Profissionais do Ensino), onde consegui subsídios sobre o III Encontro de Licenciaturas em Ciências, realizado em 1989, em Caxias do Sul. No texto (referido anteriormente) transparecem os principais problemas dessas licenciaturas e a busca de soluções, através do intercâmbio entre IES, preservando, porém, a autonomia e a especificidade de cada uma, conforme a região e a comunidade onde estão inseridas.

A AESUFOPE, cuja sede localiza-se na PUC/RS, indicou também o nome e o endereço das pessoas responsáveis pelos cursos, possibilitando o estabelecimento de contato por correspondência.

Solicitei, inicialmente, o currículo dos cursos. A Delegacia Regional do MEC (em Porto Alegre) forneceu os currículos desenvolvidos nas Faculdades isoladas. Para obter os demais, es-

crevi aos Reitores das Universidades.

A maioria das instituições atendeu prontamente. Mas, no DGE 36, a URG e a UCPEL não responderam e apenas a URCAMP enviou os currículos. Também a UFSM (DGE 37) não se manifestou.

Realizei outras tentativas, tanto por correspondência como entrando em contato direto com pessoas que atuam nessas instituições. Consegui, assim, o currículo dos cursos da UFSM.

Logo iniciei a análise dos currículos, para selecionar as disciplinas que, pelo nome, poderiam estar relacionadas ao tema da pesquisa. Solicitei, aos Chefes de Departamento ou Coordenadores de Curso, o programa e a bibliografia das mesmas. Ao receber o material, selecionei as que se referem especificamente a questões epistemológicas.

Dessa vez não obtive resposta de nenhuma IES localizada no DGE 36. Em compensação, todas as IES do DGE 35 responderam em seguida, assim como a UNIJUI, a UPF e a FAPES (DGE 38) e o Campus Universitário II da PUC/RS (DGE 37). Foi difícil, novamente, receber resposta da UFSM, o que só tornou-se possível graças ao empenho de uma amiga, que conseguiu os programas e as bibliografias diretamente com os professores.

Passei, então, à análise documental. Para facilitá-la, convenicionei designar as IES por números (de 1 a 11), os cursos

pela sua inicial maiúscula e as disciplinas por letras minúsculas (ver apêndice 2). Estabelecidos esses critérios, sintetizei algumas informações sobre as disciplinas analisadas em cada curso e instituição, nos quadros 6 a 9 (apêndice 3), e resumi, no quadro 10 (apêndice 4), o programa e a bibliografia correspondentes às mesmas disciplinas. Nesse último quadro, os aspectos relacionados ao tema da pesquisa encontram-se destacados em negrito.

III.2.2. Análise dos resultados

Entre as onze instituições que compõem a amostra, apenas quatro apresentam disciplinas específicas sobre epistemologia e história das ciências: UFRGS, UCS, FERVI e UNIJUI.

Na UFRGS, os alunos podem optar entre diversas que são oferecidas, entre as quais destaco *Filosofia da Ciência e Evolução do Pensamento Científico*, por realizarem o debate epistemológico. Mas é importante frisar que:

- as duas disciplinas citadas acima são apenas optativas no curso de Licenciatura em Biologia, junto com outras 16 em que o aluno só se inscreve se quiser, para enriquecimento do currículo;

- na Licenciatura em Física, essas duas disciplinas compõem um

Bloco Optativo formado por um total de 28 disciplinas (118 créditos), entre as quais o aluno deverá obter 17 créditos;

- no Bacharelado em Química, as mesmas disciplinas têm caráter obrigatório-alternativo (os alunos devem optar por uma delas ou por *Psicologia das Relações Humanas*), mas isso não ocorre na Licenciatura, em cujo currículo não constam nem como opcionais; em compensação, *Evolução da Química*, que apresenta o desenvolvimento histórico da química de forma linear, é disciplina obrigatória.

Isto significa que na UFRGS, embora constem nos currículos desses cursos disciplinas específicas sobre o debate epistemológico, os alunos podem se formar sem passar por elas.

Na UCS (Biologia), existem duas que são obrigatórias: *Epistemologia da Ciência e Metodologia Científica*. A última, idêntica à *Metodologia Científica I desenvolvida na FERVI*, ambas pelo prof. José Carlos Köche, difere de outras disciplinas com o mesmo nome, presentes em outras instituições, pois realiza, essencialmente, um debate epistemológico. Enquanto, nas demais IES, disciplinas sobre metodologia científica, do ensino e da pesquisa mencionam o método científico e suas etapas, essa refere-se à ausência de um método científico e a critérios básicos que atribuem cientificidade aos métodos de investigação, sendo que a apresentação e discussão de aspectos históricos e epistemológicos do conhecimento científico precedem a preparação para pesquisas cien-

tíficas e orientações quanto à estrutura, organização e apresentação de relatórios de pesquisa. Outra diferença importante consiste na bibliografia indicada (ver apêndice 4): na maioria das IES, como é possível conferir no quadro 4, predomina a indicação de obras que abordam a metodologia científica de forma tradicional, correspondente a uma concepção empirista.

Na UNIJUI, o currículo renovado da Licenciatura Plena em Ciências (com habilitação em Química, Física e Biologia) contém, entre as disciplinas obrigatórias, *Epistemologia da Ciência*, a ser ministrada no 9º semestre do curso, em 1994. Mas esse tema, conforme a Profa. Lenir Zanon, Coordenadora do Curso, já é tratado pelos professores no curso em extinção, oportunizando aos alunos, inclusive, o acesso à textos sobre o assunto, publicados em revistas especializadas e traduzidos na própria Universidade.

Nas demais IES, mesmo na ausência de disciplinas específicas, existem outras que abordam metodologia científica, da pesquisa ou do ensino tratando alguns aspectos dessas questões, conforme consta em seu programa ou na bibliografia. Portanto, foram também analisadas neste capítulo. Assim, o debate epistemológico sobre a Filosofia das Ciências é incluído em disciplinas desenvolvidas na PUC/RS (F), na FISC (C), na FATES (C), na UPF (CQB), no currículo em extinção da UNIJUI (C) e no Campus Universitário II da PUC/RS (ver apêndice 4), entre outros temas. Mas esse questionamento ocorre de forma superficial, complementar, não sendo essa a ênfase de tais disciplinas.

Existem também disciplinas que abordam aspectos relacionados à visão externalista das Ciências. Entre essas, destaca-se uma desenvolvida na UPF - *Fundamentos Filosóficos e Sociológicos da Educação* - e também a *Prática de Ensino* ministrada na FISC, bem como a *Metodologia Científica em Biologia* da UFRGS.

Mas, mesmo tratando-se de questões epistemológicas, é preciso diferenciar se a abordagem histórica ocorre de modo linear, cumulativo, estabelecendo-se uma metodologia única, ou se há um questionamento sobre critérios de cientificidade em diferentes métodos, reconhecendo-se crises e rupturas no desenvolvimento das ciências. Por isso apresento, no quadro 1, uma classificação dessas disciplinas conforme os seus principais conteúdos, considerando se as referências ao tema desta pesquisa estão explícitas no programa e na bibliografia ou somente na bibliografia.

Outro aspecto interessante a considerar, nesta análise, é a bibliografia mais utilizada nos diversos cursos. As obras recomendadas em cada disciplina constam no quadro 8 (apêndice 4), ao lado do seu programa. Uma síntese quanto às obras mais indicadas nos cursos encontram-se nos quadros 2 (Filosofia e Epistemologia das Ciências), 3 (História das Ciências - obras em língua portuguesa) e 4 (Metodologia da Ciência, do Ensino e da Pesquisa).

QUADRO 1: Classificação das disciplinas analisadas

REFERENCIA	Explicita no programa e na bibliografia:	Só na bibliografia:	
CONTEUDO DA DISCIPLINA			
Filosofia e História das Ciências com debate epistemológico	1/fc/F, 1/evc/F, 4/eph/B, 4/mc/B, 5/mcI/C, 9/ep/C	-	
Evolução histórica das ciências	1/ev/Q, 10/hev/Q, 1/evq/F	-	
Visão externalista das ciências	10/ffs/C	-	
METODOLOGIA CIENTÍFICA	.Debate epistemológico sobre filosofia das ciências	3/mtp/C, 8/mcI/C, 8/mcII/B, 2/me/F, 10/mc/CQB	6/meI/C, 10/tp/C, 1/mc/B
PESQUISA	.Abordagem externalista das ciências	1/mc/B, 3/ie/C, 9/mp/C, 10/mcCQB	-
SAÚDE	.Epistemologia genética	1/pe/BF, 8/peI/C, 7/pse/C	-
ENSINO	.Referência ao método científico e suas etapas	1/ie/BF, 1/mc/B, 1/pe/B, 3/ie/C, 3/mtp/C, 6/meI/C, 7/ieI/F, 8/mcII/B, 8/mcI/C, 10/mc/CQB	-
INCLUSÃO	.Referência à ausência de um só mét. científico	2/mb/B, 10/ip/B	

QUADRO 2: Obras mais indicadas quanto à filosofia das ciências

BIBLIOGRAFIA	DISCIPLINAS
ALVES, R. <i>Filosofia da Ciência.</i>	4/mc/B, 5/mcI/C, 6/meI/C, 10/tp/C
BACHELARD, G. <i>O Novo Espírito Científico.</i>	1/fc/F, 4/mc/B, 5/mcI/C, 6/mc/B 2/me/F, 3/mtp/C
DESCARTES, R. <i>Discurso do Método.</i>	1/evc/F, 4/mtp/C, 8/mcII/B
FEYERABEND, P. <i>Contra o Método.</i>	1/evc/F, 4/mc/B, 5/mcI/C
KUHN, T.S. <i>A Estrutura das Revoluções Científicas.</i>	1/fc/F, 1/evc/F, 4/eph/B, 4/mc/B 5/mcI/C
LAKATOS, I. e MUSGRAVE, A. <i>A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento.</i>	4/eph/B, 4/mc/B, 5/meI/C
POPPER, K. <i>A Lógica da Pesquisa Científica.</i>	1/fc/F, 1/mc/B, 4/eph/B, 4/mc/B 5/mcI/C, 8/mcI/C
_____ <i>Conhecimento Cbjetivo.</i>	1/fc/F, 4/eph/B, 4mc/B, 5/mcI/C 8/mcI/C, 10/mc/CQB, 7/d/B

QUADRO 3: Obras indicadas quanto à história das ciências, em língua portuguesa

BIBLIOGRAFIA	DISCIPLINAS
BLAUTH, P. e OLIVEIRA, M.G. <i>A História da Ciência no Ensino de Ciências.</i>	10/hev/Q
TATON, R. (org.). <i>História Geral das Ciências.</i>	1/ev/Q, 1/evc/F

QUADRO 4: Obras mais indicadas quanto à metodologia científica, do ensino e da pesquisa

BIBLIOGRAFIA	DISCIPLINAS
CERVO, A.L. e BERVIAN, P.A. <i>Metodologia Científica.</i>	3/mtp/C, 8/mcI/C, 8/mcII/B, 9/mp/C 10/tp/C, 10/ip/B, 11/mpc/C
GALLIANO, A. <i>O Método Científico, Teoria e Prática.</i>	1/mc/B, 3/ie/C, 9/mp/C
HEGENBERG, L. <i>Etapas da Investigação Científica.</i>	1/mc/B, 4/mcB, 5/mcI/C
HENNIG, G.J. <i>Metodologia do Ensino de Ciências.</i>	1/ie/BF, 6/meI/C, 6/meII/B, 8/pe1/C, 8/pe2/B, 10/tp/C, 10/ip/B
KOCHE, J.C. <i>Fundamentos da Metodologia Científica.</i>	1/mc/B, 3/mtp/C, 4/mc/B, 5/mcI/C 8/mcII/B, 10/mc/CQB
RUIZ, J.A. <i>Metodologia Científica.</i>	1/mc/B, 3/mtp/C, 8/mcI/C, 10/ip/B
VERA, A. Asti. <i>Metodologia da Investigação Científica.</i>	1/mc/B, 3/ie/C

III.2.3. Conclusões

Como vimos, quatro entre as dez instituições analisadas - UFRGS, UCS, FERVI e UNIJUI - apresentam disciplinas sobre Filosofia e História das Ciências, nas quais se estabelece um debate epistemológico. Na UFRGS, essas disciplinas têm caráter optativo, enquanto nas demais são obrigatórias.

Nas outras instituições, alguns aspectos desse conteúdo podem estar incluídos esporadicamente em diferentes disciplinas, conforme seu programa e/ou bibliografia.

Quanto à disciplina *Metodologia Científica*, na FERVI e na UCS parte de uma reflexão crítica sobre fundamentos epistemológicos, metodológicos e filosóficos, enfatizando a inexistência de um só método científico, ao contrário do que ocorre em disciplinas equivalentes ministradas nas outras IES. Também a maioria dos livros mais indicados sobre metodologia científica, do ensino e da pesquisa mostram que, de modo geral, prevalece nesses cursos uma visão empirista-indutiva quanto às questões metodológicas.

Isso era previsível, a partir dos relatos de pesquisas nacionais e estrangeiras que indicam ser essa a concepção predominante entre os professores de Ciências. Mas, apesar da convicção de que muitos fatores interferem na formação das nossas concepções sobre a natureza do conhecimento, tais como estudos e conhecimentos anteriores ao curso de licenciatura, o modo como é desenvolvido o conteúdo das disciplinas específicas e a existência de uma possível prática profissional como professor, acredito que os próprios cursos de licenciatura possam reforçar a concepção empirista, assim como creio que o debate epistemológico possa contribuir para a mudança e o amadurecimento dessas idéias. Por isso, na continuidade da pesquisa, realizei um levantamento das concepções dos formandos quanto à natureza do conhecimento científico.

III.3. POSICIONAMENTO DOS FORMANDOS DOS CURSOS DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS, QUÍMICA, FÍSICA E BIOLOGIA, QUANTO A IDEIAS SOBRE A NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

III.3.1. Metodologia

Como saber quais são as idéias predominantes quanto a natureza do conhecimento científico, entre os licenciandos em Química, Física, Biologia e Ciências, no Rio Grande do Sul?

Buscando responder a essa questão, utilizei o instrumento *Idéias sobre a Natureza do Conhecimento Científico* (apêndice 5), formado por um conjunto de seis textos sobre diferentes concepções quanto às ciências. Esse instrumento é uma adaptação de outro, com o mesmo nome, criado por Zylbersztajn (1986a) para um Curso de Atualização em Ensino de Física, no Projeto Treinamento e Ação (UFRN/SEC-RN/CAPE) e também aplicado a um grupo de professores envolvidos com reconstrução curricular de Ciências (Borges, 1989a), em Canoas/RS.

O instrumento original (Zylbersztajn, 1986a) é constituído por nove textos, abrangendo quatro diferentes concepções: empirismo indutivo (Francis Bacon), falseacionismo (Karl Popper), contextualismo (Thomas S. Kuhn) e anarquismo epistemológico (Paul

Feyerabend). O tempo previsto para sua resolução é de duas horas. O outro, utilizado nesta pesquisa, contém seis textos, um sobre cada concepção, acrescentando-se às anteriores o racionalismo dialético de Gaston Bachelard e a abordagem externalista do desenvolvimento científico. Esses textos foram simplificados, reduzindo para uma hora o tempo previsto para a realização do exercício. A razão para isso foi sua aplicação num contexto diferente: em vez de um curso (Zylbersztajn, 1986b) ou de um encontro (Borges, 1989), com maior disponibilidade de tempo, tratava-se de uma pesquisa a ser realizada em sala de aula, em período cedido por algum professor.

Nesta pesquisa, portanto, os alunos deveriam ler os seis textos, analisá-los, atribuir uma nota e escrever sua justificativa. Esses textos, designados pelas letras E, F, L, P, K e B, trazem sínteses de algumas visões sobre as ciências:

Texto E - Visão externalista. Influência de fatores externos à comunidade científica (econômicos, sociais, religiosos, políticos) sobre o desenvolvimento das ciências. Síntese a partir de textos de Boris Hessen (1931) e de João Zanetic (1989).

Texto F - Visão anarquista sobre a metodologia científica. Diversidade de métodos. Inexistência de regras de pesquisa que não tenham sido violadas e necessidade de tais violações para o progresso. Síntese de idéias de Paul Feyerabend (1974), semelhante à crítica anterior de Bachelard (1934) a métodos rígidos

de procedimento nas ciências.

Texto L - Visão tradicional das ciências. Método científico empirista-indutivo, que parte de observações à formulação de teorias. Conhecimento científico visto como seguro, por ser baseado em evidência observacional e experimental. Idéias defendidas por Francis Bacon (séc. XVII) e pelo positivismo lógico.

Texto P - Visão falseacionista, pela qual nenhuma teoria pode ser considerada como absolutamente certa: é possível refutar, mas jamais comprovar o conhecimento científico. Popper (1935) propõe esse critério da falsificabilidade das teorias para distinguir entre ciência e não-ciência.

Texto K - Visão consensualista proposta por Kuhn (1962), que vê a comunidade científica como conservadora e resistente a mudanças, sendo considerado ciência apenas aquilo que os cientistas aceitam por consenso.

Texto B - Visão construtivista do conhecimento científico, incluindo razão e experiência, sendo as observações precedidas e influenciadas por teorias. O mesmo texto apresenta uma visão descontinuista das ciências, pela presença de rupturas com o senso comum e com conhecimentos anteriores. Essas idéias foram defendidas por Bachelard em 1934 e retomadas, depois, por Kuhn (1962) e Feyerabend (1969).

Como, após a leitura de cada texto, os respondentes lhe atribuíram um grau e justificaram por escrito, isto possibilitou analisar suas concepções individuais sobre a natureza do conhecimento científico, bem como as concepções predominantes em cada turma, curso e Instituição. Descontando problemas decorrentes da não devolução do material por alguns alunos, seu preenchimento incompleto ou outros, consideramos, do total de 300 instrumentos distribuídos, as respostas de 238 alunos concluintes de 23 cursos, em 9 IES do Estado, localizadas nos DGE 35,37 e 38.

As notas dadas pelos licenciandos revelaram-se pouco significativas para a análise, não sendo por isso levadas em conta. É possível que o problema deva-se ao próprio instrumento, devido à inclusão de mais de uma idéia em alguns textos, como:

- L - observação neutra; conhecimento seguro;
- B - teoria precedendo observação; desconfiança de idéias iniciais e experiências imediatas; rupturas no conhecimento;
- K - conservadorismo quanto a teorias; consenso entre cientistas.

Assim, o grau pode estar relacionado a uma das idéias expressas no texto, sem que as outras tenham sido consideradas, como nos exemplos seguintes, em que alunos classificados como empiristas atribuem grau 5 aos textos L e B:

L=5 Concordo, porque o método indutivo é o mais correto, há mais probabilidade de acertos. B=5 Concordo, porque experiên-

cias com conclusões precipitadas podem futuramente apresentar contrastes. [090]

L=5 Concordamos plenamente com o texto, pois somente se chega a conclusões verdadeiras através da observação e da experimentação. B=5 Concordamos com o texto, pois o cientista não deverá aceitar sempre os resultados imediatos ou iniciais, deverá, sim, testar várias vezes os resultados para realmente comprovar os dados obtidos. [194]

Também devido à discordância com a segurança do método experimental, ou devido a outra forma de interpretar o texto L, as notas atribuídas aos textos podem até dar uma idéia oposta à apresentada através das justificativas, como no seguinte exemplo, classificado como empirista:

L=0 O conhecimento científico não é tão seguro assim. B=4 É a experiência que leva à formulação de novas teorias, não se deve prender a experiência científica à teoria. [069]

Por essas razões é preciso considerar as limitações do instrumento, bem como do tempo disponível para a sua aplicação, realizada em classe, com o consentimento de professores que cederam um período de aula.

O processo utilizado para a obtenção das concepções dos licenciandos em Ciências, Química, Física e Biologia partiu, por-

tanto, da avaliação escrita que eles fizeram quanto às idéias contidas nos textos do instrumento já citado. Mas cada um desses textos, isoladamente, não foi suficiente para caracterizar uma determinada concepção sobre as ciências, tornando-se necessário analisá-los em conjunto. Inicialmente procurei resumir e padronizar as respostas, buscando as concepções predominantes nas diversas turmas. Enviei a análise preliminar referente a cada curso aos coordenadores ou professores por ele responsáveis, que oportunizaram a realização da pesquisa, visando proporcionar um retorno e esperando sugestões e críticas que pudessem enriquecê-la.

Em resposta, obtive importantes contribuições, como: carta do Prof. José Carlos Köche (FERVI), com comentários críticos sobre as respostas dos seus alunos; convite do Prof. Edson Daigen para participar de uma reunião com os professores do Departamento de Ciências da FISC e explicar a pesquisa; convite da Profa. Lenir Zanon (UNIJUI) para participar do *V Encontro de Licenciaturas em Ciências*, neste ano, em Ijuí. Senti-me gratificada também por saber que alguns professores, como Maurivan G. Ramos (FUCRS), Otávio Maldaner (UNIJUI) e Antonio Milagre (UFRGS), debateram com seus alunos suas respostas ao instrumento.

Após esse período de reflexões quanto à análise de conteúdos realizada inicialmente em cada turma, considerando a diversidade das respostas e a dificuldade em estabelecer categorias mais amplas, reestruturei todo o trabalho, para proceder a uma análise global dessas concepções.

O texto E (Externalismo) foi analisado separadamente dos outros por fazer uma análise sociológica das ciências.

A abordagem epistemológica do desenvolvimento das ciências (Internalismo) pode ser dividida em duas grandes categorias:

EMPIRISMO - O conhecimento encontra-se fora do sujeito, é exterior a ele e deve ser buscado. Isto evidencia-se, sobretudo, na visão tradicional sobre as ciências.

Assim, o empirismo indutivo baconiano, que ainda hoje é marcante na educação científica, supõe que a observação dos fenômenos e a realização de experimentos precedem a formulação de teorias. Na visão indutivista, o método científico parte da observação à elaboração de hipóteses, seguida de experimentos (repetidos diversas vezes pelos pesquisadores) e conclusões, para chegar a teorias e leis.

CONSTRUTIVISMO - O conhecimento não se encontra nem no sujeito, nem no objeto, mas é construído, progressivamente, pela interação entre ambos. A teoria precede observações, influenciando-as. A ciência é um processo dinâmico e sujeito a mudanças. Atualmente, a maioria dos filósofos-cientistas, por maiores que sejam as suas divergências, contestam o empirismo e apresentam em comum uma visão construtivista do conhecimento, que pode apresentar diversas variações, como:

Falseacionismo (Popper). A metodologia científica parte de um problema e da elaboração teórica para solucioná-lo: da teoria são deduzidas conseqüências para serem submetidas a testes, visando sua refutação, o que pode levar ao aperfeiçoamento ou substituição da teoria por outra melhor. Nesta pesquisa, tal concepção está sendo considerada como construtivista. Mas, de certo modo, o falseacionismo popperiano, que rejeita a indução, aproxima-se também do empirismo, pois acredita ser possível refutar, experimentalmente, teorias científicas, utilizando critérios lógicos e imparciais - ou seja, sem influência das idéias do pesquisador.

Contextualismo (Kuhn). A ciência depende do contexto em que se desenvolve, conforme o *paradigma* adotado pela comunidade científica. Em períodos de *ciência normal*, ou seja, na vigência de um paradigma, a comunidade científica é conservadora quanto a teorias, métodos e soluções aceitáveis, desenvolvendo um conhecimento progressivo e cumulativo. Esse conhecimento sofre rupturas durante os períodos de crise ou *revoluções científicas*, quando o antigo paradigma já não serve e existem várias teorias emergentes, competindo entre si.

Racionalismo aplicado, racionalismo dialético ou sur-racionalismo (Bachelard). O conhecimento científico é estabelecido tanto pela reflexão como pela experiência, mas essa última é necessariamente precedida por uma construção intelectual. A ciên-

cia exige criatividade, senso crítico e, portanto, ruptura com o senso comum e com conhecimentos anteriores, inclusive quanto à metodologia: os métodos devem ser superados, pois podem constituir-se em *obstáculos epistemológicos*. Para Bachelard, *o próprio saber entrava o seu progresso, o pior inimigo da ciência é a própria ciência, os seus hábitos, mesmo os seus métodos, que são maus hábitos, os seus conhecimentos, em função de sua solidez* (Dagognet, 1965, p. 16).

Anarquismo epistemológico (Feyerabend). O conhecimento científico é viável a partir dos métodos mais diversificados, havendo pluralismo na comunidade científica. Os conflitos são necessários. Procedimentos dogmáticos quanto a teorias e métodos transformam a ciência em ideologia, não trazendo benefícios à humanidade. Essa concepção assemelha-se à de Bachelard, sendo, porém, mais radical na crítica aos métodos, considerando que a irracionalidade (erros, paixão, teimosia) influi no desenvolvimento das ciências.

Diversas variações de uma concepção construtivista, intercalando aspectos das anteriores, foram encontradas entre os respondentes. Assim, numa análise geral, os resultados da pesquisa ficaram mais claros a partir de uma nova classificação dos alunos em três categorias básicas: *empiristas, construtivistas e indefinidos*.

Retomando, então, as justificativas dos alunos, comparei seus comentários ao texto L (o conhecimento científico origina-se na observação dos fenômenos, utilizando o método indutivo) e a uma parte do texto B (toda a observação é precedida por uma formulação teórica). A comparação dessas idéias que se opõem é fundamental, pois permite a determinação das categorias básicas da pesquisa, já citadas. Mas considere também os outros textos, em casos onde os comentários aos textos L e B foram insuficientes para caracterizar uma concepção, procurando determiná-la através da análise das justificativas aos outros textos ou do comentário final. Em síntese:

- *Empiristas*: Acreditam que a observação precede a teoria.
- *Construtivistas*: Acreditam que a teoria precede e influencia a observação, ou seja, que não há observação neutra, isenta de teoria.
- *Indefinidos*: Não definem claramente uma concepção ao comentar os textos, ou por não a terem clara, ou porque o instrumento de análise não o permitiu.

Para completar a análise dos textos L e B, que levou ao estabelecimento dessas categorias básicas, considere suas opiniões sobre:

- *Conhecimento obtido através do método experimental (Texto L)*: é seguro ou não.

- Desenvolvimento das ciências (Texto B): é contínuo ou apresenta descontinuidades (ruptura com conhecimentos anteriores).

A seguir, considerando cada uma dessas categorias separadamente, complementei suas idéias através da análise das respostas aos outros textos, conforme os seguintes aspectos:

- Metodologia científica (Texto F): rígida, flexível ou ausente.
- Comprovação ou falseamento do conhecimento científico (Texto P): é possível comprovar teorias, é possível apenas refutá-las ou não é possível comprovar nem refutar, definitivamente, teorias científicas.
- Conservadorismo dos cientistas quanto a teorias (Texto K): não existe, existe e é válido ou existe mas é errado.
- Ciência como consenso entre cientistas (Texto K): concordam ou discordam.
- Efeito de fatores sócio-político-econômicos sobre as ciências (Texto E): determinam, influenciam ou não influem no desenvolvimento científico.

III.3.2. Análise dos resultados

Em primeiro lugar, nesta análise, é interessante conhecer melhor cada categoria, através das palavras de alguns licenciandos. Na transcrição dos comentários, os alunos serão identificados por seu número [1 a 238], entre colchetes.

III.3.2.1. Categorias básicas

Concepção empirista

Ter uma concepção empirista significa acreditar que o conhecimento pode ser encontrado no objeto, independente de qualquer sujeito, com neutralidade e imparcialidade. Assim, inclui nessa categoria os alunos considerados como empiristas (49 %), por afirmarem que o conhecimento científico origina-se na observação dos fenômenos.

Alguns exemplos típicos entre os licenciandos que foram classificados como empiristas são:

L: A concordância total com o texto deve-se principalmente ao fato de que realmente a indução é uma das características fundamentais da ciência. B: Discordo no que tange à prova cienti-

fica se firmar tanto no raciocínio como na experiência. Ela se baseia somente na experiência. [151]

L: É necessário já existir uma observação muito profunda e fundamentada, antes de se partir para uma teoria. (#: Em B há um comentário sobre "rupturas".) [230]

B: A teoria não pode ser identificada antes da observação. (##: Em L há um comentário sobre "conhecimento seguro".) [095]

B: A experiência científica parte da observação e no decorrer de anos. (##) [109]

B: Os cientistas devem confiar e não desconfiar das experiências. (##) [104]

L: Concordo, porque o método indutivo é o mais correto, há mais probabilidade de acertos. (#) [090]

L: Concordamos plenamente com o texto, pois somente se chega a conclusões verdadeiras através da observação e da experimentação. (#) [194]

L: Acho que desde o início da pesquisa o cientista deveria ir experimentando e testando individualmente, sem se basear em teorias ou equações anteriores, para daí, sim, ter segurança naquilo

que está observando. (#) [225]

B: *Concordo que é necessário o raciocínio e a experiência, mas acho que é preciso primeiro assistir o fenômeno e depois pensar sobre ele. (##) [005]*

B: *O pensamento científico necessita de observações e hipóteses anteriores para se estabelecer uma teoria... (##) [008]*

L: *O método usado em ciências normalmente se compõe da observação do fenômeno, formulação de hipóteses, experimentação e confirmação ou não das hipóteses formuladas. B: Errado. A ciência é construída principalmente através da observação. [121]*

B: *Acho que a necessidade de uma experiência científica é identificada pela observação e depois pela teoria. (##) [076]*

B: *Acho que não podemos escrever ou afirmar na teoria o que nunca observamos na prática. (##) [139]*

Só foram classificados como empiristas aqueles que não apresentam contradições nos comentários aos textos L e B. Os contraditórios foram incluídos na categoria dos indefinidos.

Quando os comentários aos textos L e B foram insuficientes para definir uma concepção, em alguns casos (2 %) isso foi possível a partir das outras justificativas, do seu conjunto

ou de "outras idéias" escritas ao final do trabalho, como o seguinte exemplo, classificado como empirista:

Outras idéias - Sempre que seguirmos os passos do conhecimento científico: fato, hipóteses, etc., muito mais difícil será de cairmos em erro. [081]

Concepção construtivista

Uma concepção construtivista opõe-se à anterior, sendo incompatível com o empirismo, pois não aceita que o conhecimento se origine na observação neutra dos fenômenos. Para o construtivismo, a observação e a experimentação supõem *uma atividade intelectual que participa na construção da realidade exterior percebida pelo sujeito* (Piaget, 1987, p. 340). Portanto, *o conhecimento é sempre um relacionamento entre o objeto e o sujeito ... : o objeto não é um "dado", mas o resultado de uma construção* (Ibid, p. 351). Nesta categoria foram classificados 19 % dos alunos, conforme é evidenciado por comentários como os dos exemplos abaixo:

L: ... Há ainda o fato de que na observação já existem idéias prévias e conceitos formados anteriormente. (#) [009]

L: Não concordo que a primeira fase seja a observação, na verdade não existe uma observação apenas, nesse momento já existe uma atuação minha sobre o que vou estudar e trabalhar. No momento em que apenas observar, não vou me incluir no processo, o que acho necessário. B: O conhecimento se dá quando se é capaz de, frente a uma nova situação, estabelecer relações. Em cima disso construo o conhecimento. [208]

B: Certo está ao se afirmar que a teoria vem antes da prática. O raciocínio faz parte tanto da teoria como da experiência. (##) [049]

L: Eu penso que se deve ter bases teóricas para se observar..., pois há fenômenos que, por falta de bases teóricas, passam despercebidos. Digo, porque certos fenômenos que ocorrem na natureza eu só passei a observá-los após algum conhecimento teórico. (#) [135]

B: Concordo que deve existir primeiro a parte teórica, e que esta deve ser coerente, deve ter lógica, mas não é uma coisa exata e acabada, estará sempre sujeita a alterações, reformulações ou complementações... (##) [143]

Também podem ser considerados como construtivistas aqueles que concebem o conhecimento a partir da interação entre a razão e a experiência, como:

B: *Nem sempre a teoria vem antes da experimentação, é mais interessante, mais aproveitável, caminhar junto teoria e experimentação. O conhecimento anterior só ajudará no entendimento posterior, reconhecendo os erros e modificando-os para desenvolver seu trabalho. (##) [214]*

B: *Não se pode ter conhecimento científico sem teoria e sem prática. (##) [118]*

Os que aceitam a indução e a dedução nas ciências também são compatíveis com o construtivismo, pois, segundo Piaget (1987), ... não existe oposição de natureza entre a descoberta e a invenção (não mais que entre a indução e a dedução), testemunhando ambas, ao mesmo tempo, uma atividade do espírito e um contato com o real (p.388). Isto porque ... a inteligência supõe uma união sempre estreita da experiência e da dedução, união essa de que o rigor e a fecundidade da razão serão, um dia, o duplo produto (p. 389). São exemplos característicos:

L: *A ciência não se faz somente de indução, mas de deduções que são experimentadas. B: O desenvolvimento das ciências exige do pesquisador idéias inovadoras, rompimento com regras já estabelecidas, criatividade e divulgação, para verificar se outros pesquisadores buscam negar ou aceitar as novas idéias anunciadas. O senso crítico é fundamental para o desenvolvimento das ciências. [036]*

Mas há os que discordam em parte ou mesmo rejeitam completamente a indução (8 % dos construtivistas), nos comentários escritos:

L: Nem todas as coisas podem ser testadas. (#) [078]

L: Não se pode generalizar o que é particular. (#) [143]

Concepção indefinida

Os licenciandos classificados como indefinidos (32 % do total) quanto à sua concepção sobre a natureza do conhecimento científico são aqueles que não definem claramente uma posição através das suas palavras.

Essa categoria, bastante diversificada, foi subdividida em 4 grupos:

A - Escrevem comentários coerentes, mas que não permitem definir sua concepção quanto à natureza do conhecimento científico.

B - Consideram que o conhecimento pode partir tanto da teoria como da observação.

C - Contraditórios nos comentários aos textos L e B.

D - Indecisos ou confusos nas idéias que expressam.

No grupo A (63 % dos indefinidos) foram incluídos todos aqueles que, mesmo apresentando coerência ao se considerar o conjunto das justificativas escritas, não tiveram sua concepção claramente determinada através dos seus comentários aos textos. São exemplos típicos:

L: Toda e qualquer lei que diga respeito à natureza deve ser elaborada a favor de uma ciência mais humana. B: Jamais poderão ser aceitas idéias imediatas. F: Entendo que certas situações em determinado momento são violadas, mas também não é por esse motivo que deixamos de continuar com as mais profundas e corretas investigações. P: Esta colocação está bem clara, pois não podemos provar que determinada teoria está correta, com a evolução da ciência que estamos seguindo. K: Nem sempre este consenso está correto. [182]

L: Nem sempre é seguro. B: Não concordo que o desenvolvimento das ciências exige ruptura com os conhecimentos anteriores. F: Concordo em parte com o texto. P: As vezes pode-se provar que está certo e não só provar que é errado. K: Geralmente é considerado como ciência aquilo que os cientistas aceitam por consenso. [116]

No grupo A encontram-se também aqueles que deixaram dú-

vidas quanto à sua concepção, pois a concordância plena com o texto L refere-se a uma prática educacional que não imponha ao aluno determinados conceitos, e não à metodologia das ciências, como pode ser constatado nos exemplos:

L: Concordo com o texto, porque é necessário que usemos os métodos eficientes para um melhor aprendizado. Não dando as coisas prontas ao aluno, mas fazendo de forma que ele seja induzido a chegar ao X da questão - uma indução e não uma imposição. B: Concordo plenamente, para realizarmos um bom conhecimento (uma base teórica). Para dali partir para um conhecimento mais amplo do assunto. [237]

L: Se você induz uma pessoa a pensar a partir das idéias que a mesma formulou, você conseguirá fazer com que ela atinja o conhecimento. [228] (Grifo meu.)

Ainda no grupo A, em que os comentários aos textos L e B não revelam claramente uma concepção, é interessante acompanhar o que os alunos escrevem na última folha do teste, como nos exemplos a seguir:

Outras idéias: Tudo o que se diz ciência melhora a nossa qualidade de vida? Não somos máquinas detentoras de conhecimento, somos homens e cada um com uma vontade e uma crença. Que o dito conhecimento científico ponha-se acima de tudo e de todos, acre-

dito que não! Ciência é um nome inventado e não deveria ser nada mais e nada menos que o conjunto de idéias humanas, a vontade de aprender e conhecer o mundo que nos cerca, de todas as maneiras possíveis, material e espiritualmente. [080]

Outras idéias: O homem sempre acha necessidade de colocar dentro de uma realidade científica, inventada por ele, tudo o que acontece no universo. A essência das coisas materiais é mais estável que as espirituais e a mente humana se direciona a explicar os fenômenos da matéria, sempre colocando explicações plausíveis de se acreditar, para se satisfazer em seu conhecimento empírico. [155]

Existem também, entre os indefinidos, os que consideram que o conhecimento pode partir tanto da teoria como da experiência. Esses foram incluídos no grupo B, que corresponde a 18 % dos indefinidos. Trata-se de uma posição intermediária, que não é nitidamente empirista nem construtivista, pois, embora admita que teorias possam preceder observações, também aceita que a observação possa vir em primeiro lugar. Esse grupo diferencia-se dos construtivistas sobretudo por não mencionar a necessidade de interação entre sujeito e objeto na construção do conhecimento, conforme pode ser exemplificado:

L: Nem sempre a formulação de uma lei natural vem da observação dos fenômenos, na relatividade chega-se a conclusões puramente

embasadas em teoria. B=4 Essa questão é a complementar do texto L. [022]

B: ... a experimentação nem sempre depende de uma elaboração teórica anterior. [017]

L: Não concordo com a palavra indução. B: As vezes a teoria surge após uma experimentação e não deve ter ruptura com os conhecimentos anteriores, esses podem enriquecer. [224]

L: Tudo é válido para se ter um alto conhecimento das leis naturais que ocorrem neste planeta. B: Ao meu ver, uma experiência científica nem sempre é identificada pela teoria antes das observações. Nunca aos extremos, tudo se interliga mas em proporções iguais. [066]

Também são indefinidos os alunos que expressam idéias que se opõem, na análise dos textos L e B. Trata-se do grupo C (10 %). Por exemplo:

L: Deveria na minha opinião ser este o melhor caminho, concordando com o texto. Só que nem todos os cientistas vão por este caminho e sim continuam lutando em cima de fórmulas, conceitos que muitas vezes não levam a lugar nenhum. B: Concordo com o texto acima, pois sempre procuramos a teoria e depois a prática. [213]

L: Grau 5, por ver no texto a idéia exata de como se formula as leis naturais, usando o método experimental. B: Concordo que a necessidade de uma experiência científica é identificada pela teoria antes de ser descoberta pela observação. [232]

Entre os indefinidos ocorre também o grupo D (8 %), cujos comentários mostram indecisão ou dúvida, como nos exemplos a seguir:

L: Discordo do texto porque uma teoria não pode ser feita só de experimentos, pois muitas vezes estas teorias podem ser falsas. Por outro lado, concordo, pois é através da observação de fenômenos que chegamos a conclusões. Mas devemos deixar bem claro que qualquer teoria pode ser derrubada por outra que comprove o contrário ou seja aperfeiçoada. B: Nunca podemos formar uma teoria com apenas um experimento, é necessário muito estudo para formar a teoria. [175]

L: Não saberia colocar o grau e apenas justificar que fiquei em dúvida quanto às afirmações do texto. [220]

SINTESE

Os resultados obtidos, registrados nas tabelas 6 a 9,

(apêndice 6), podem ser relatados brevemente, em termos quantitativos: de um total de 238 licenciandos em Ciências, Biologia, Física ou Química, em 23 turmas de 9 Instituições de Ensino Superior do RS, 49 % foram classificados como empiristas, 19 % como construtivistas e 32 % como indefinidos (ver tabela 1). Mas é preciso destacar que, entre os indefinidos, encontram-se aqueles cujos comentários escritos foram insuficientes para identificar sua concepção, podendo ser maior, portanto, o número de empiristas e de construtivistas. Assim, é bem possível que o percentual de empiristas ultrapasse 50 %, como seria de esperar com base em estudos anteriores.

CONCEPÇÃO	EMPIRISTAS	CONSTRUTIVISTAS	INDEFINIDOS	TOTAL
N. ALUNOS	116	46	76	238
% ALUNOS	49	19	32	100

TABELA 1: Total de alunos por concepção

A seguir temos, na tabela 2, o percentual obtido em cada categoria considerando-se as diferentes licenciaturas (C,B,F, Q). A tabela 3 indica o percentual obtido em cada IES, independente desses cursos.

Curso	N. de Alunos	CONCEPÇÃO (%)		
		EMPIRISTA	CONSTRUTIVISTA	INDEFINIDA
C	- 99	50	19	31
B	- 91	47	19	34
F	- 26	58	19	23
Q	- 22	45	23	32

TABELA 2: Percentual de alunos por concepção, em cada curso

IES	N. de Alunos	CONCEPÇÃO (%)		
		EMPIRISTA	CONSTRUTIVISTA	INDEFINIDA
UFRGS	- 26	42	16	42
PUCRS	- 44	59	14	27
FISC	- 56	59	18	23
UCS	- 13	54	23	23
FERVI	- 12	50	33	17
UFSM	- 4	50	-	50
FAFIUR	- 16	44	19	37
UNIJUI	- 43	35	28	37
UPF	- 24	37	21	42

TABELA 3: Percentual de alunos por concepção, em cada IES

Como pode ser observado na tabela 2, não há grande diferença quanto à distribuição dos respondentes nas três categorias básicas, quando os alunos são agrupados conforme os cursos

que frequentam. Os percentuais obtidos aproximam-se da média, ficando próximos a 50 % de empiristas, 20 % de construtivistas e 30 % de indefinidos. Nos cursos de licenciatura em Física, onde há menos indefinidos (23 %), aumentam proporcionalmente os empiristas (58 %). O percentual de construtivistas é igual nas licenciaturas em Ciências, Física e Biologia (19 %), sendo que entre os licenciandos em Química é um pouco maior (23 %).

A distribuição dos alunos por concepção nas diferentes IES, representada na tabela 3, mostra que o maior percentual de alunos construtivistas encontra-se na FERVI (33 %), seguindo-se a UNIJUI (28 %). Nessa última ocorre ainda o menor percentual de empiristas (35 %). A UPF também tem relativamente poucos empiristas (37 %), categoria em que a PUCRS e a FISC apresentam o maior percentual (59 % cada uma). Quanto aos indefinidos, o menor percentual localiza-se na FERVI (17 %), na UCS e na FISC (23 % em cada) e na PUCRS (27 %).

Vale lembrar que a FERVI, a UCS e a UNIJUI apresentam a epistemologia e a história da ciência em disciplinas obrigatórias. A UFRGS o faz em disciplinas opcionais. E as demais não apresentam, no currículo, disciplinas específicas sobre o tema. A UPF, em compensação, promove um intenso envolvimento em prática de ensino desde o primeiro semestre do curso, o que talvez influa para o questionamento e amadurecimento das concepções dos licenciandos: o percentual de empiristas é relativamente baixo (37 %), embora muitos (42 %) tenham ficado entre os indefinidos.

III.3.2.2. Idéias complementares sobre conhecimento seguro e rupturas

"Conhecimento seguro"

Quanto à afirmação de que o conhecimento científico é seguro, por ser baseado na evidência observacional e experimental, a maioria dos empiristas (69 %) está de acordo. Seguem-se alguns exemplos de afirmações típicas:

L: As leis que regem os fenômenos só valem se baseadas em observações e experiências que são coerentes entre si. [025]

L: Concordo porque acho que a ciência, fonte das leis naturais, deve ser investigada e experimentada para ser comprovada, para ter certeza dos fenômenos. [133]

L: O método experimental é o mais seguro e prático existente no universo. Possibilita ao homem testar e provar a sua eficiência ou ineficiência, o que não acontece em testes teóricos ou qualquer outro subjetivo. [163]

L: O texto indica perfeitamente como pode-se chegar a inferir num determinado fenômeno, mas na verdade esse método experimental não é seguro e não gera conhecimento seguro, se este processo não

for repetido e então, sim, tirar conclusões dali. (grifo do aluno). [134]

Há também discordância (11 %) entre os respondentes empiristas, conforme pode ser exemplificado:

L: Esta é a maneira que a ciência utiliza e não há como contestar, mas afirmar que é um conhecimento seguro, não sei, talvez dependa da situação ou de que fenômeno se observa... [004]

L: Não concordo quando diz conhecimento seguro, mesmo uma observação profunda pode levar a algum erro, algo que não foi visto ou parecia ser assim, mas não era. [005]

L: Nem sempre as pesquisas atingem um conhecimento seguro. [177]

Outros (20 %) não se referem a essa questão.

Mas os construtivistas (56 %), ao contrário da maior parte dos empiristas, geralmente não aceitam como seguro o conhecimento obtido através do método experimental. Exemplificando:

L: Questiono o termo "conhecimento seguro", pois acho que não há "certeza" quando quem analisa o fenômeno, quando quem observa, é o "homem". [009] (Grifos da aluna.)

Ainda quanto à segurança do método experimental, 36 % entre os indefinidos discordam, posicionando-se de modo semelhante à maioria dos construtivistas, como no seguinte exemplo:

L: O conhecimento nunca pode ser tão seguro quanto gostaríamos que fosse. Existe sempre a possibilidade daquilo que é passar a não ser. [017]

Entre os demais, 29 % aceitam essa questão, assemelhando-se aos empiristas, e 35 % não a mencionam.

"Rupturas"

O texto B, que junto ao L serviu à determinação das categorias básicas, por referir-se à relação entre observação e teoria, também enfatiza um aspecto complementar: a descontinuidade do conhecimento científico. Quanto à existência de rupturas no conhecimento, apenas 12 % dos empiristas estão de acordo, enquanto 34 % não mencionam essa questão e a maior parte (45 %) discorda:

B: Os conhecimentos e as teorias anteriores devem ser aproveitados. [122 e 123]

B: Se uma teoria foi elaborada e viveu por algum tempo, jamais

será abandonada, poderá ser em parte substituída, reelaborada, mas as raízes permanecem. [209]

Quanto aos construtivistas, na questão abordada pelo texto B, ou seja, a ruptura com conhecimentos anteriores, as opiniões são diversificadas: 39 % aceitam, 22 % rejeitam e 38 % não se referem a ela. Alguns comentários podem exemplificar:

B: Concordo, porém questiono se é possível que o ser humano, como manipulador da ciência, consiga a ruptura com o senso comum e com os conhecimentos anteriores. Este último talvez seja impossível de ser conseguido (Grifos da aluna). [009]

L: A ciência não exige ruptura com os conhecimentos anteriores, pois através desses conhecimentos é que chegamos onde estamos em conhecimento científico. [059]

B: Os conhecimentos anteriores servem de degraus. O cientista deve questionar os conhecimentos anteriores e, através das suas idéias, ele vai abandoná-los ou reforçá-los. [195]

B: Algumas vezes a ruptura deve ocorrer, mas isso não deve ser regra geral. [236]

B: As vezes se exige ruptura, às vezes, aperfeiçoamento. [078]

Sobre essa possibilidade de ruptura com conhecimentos

anteriores, 22 % dos indefinidos discordam e 38 % não fazem comentários. Mas 40 % concordam, como nos exemplos:

B: Se você está reformulando uma teoria, você terá que romper com os conhecimentos anteriores, mas não deve deixá-los de lado, porque a partir do erro anterior você poderá acertar os seus resultados. [228]

B: Concordo quando diz que o cientista deve refletir sobre os conceitos iniciais e contestar as idéias evidentes... Para que a ciência progrida é necessário que ela se liberte de certas idéias do senso comum, tais como as superstições. [220]

SINTESE

A tabela 4 sintetiza as idéias dos alunos sobre conhecimento e rupturas no desenvolvimento científico.

Comparando-se os percentuais nela representados, fica nítido o predomínio da crença num conhecimento científico seguro entre os que foram classificados como empiristas, ao contrário do que ocorre entre os considerados como construtivistas e mesmo entre os indefinidos, embora nesses últimos haja uma variação menor. Isso é coerente e mostra que existe uma consistência nas concepções dos licenciandos.

IDEIA	CONHECIMENTO SEGURO			RUPTURAS		
	S	N	-	S	N	-
EMPIRISTA	69	11	20	12	45	34
CONSTRUTIVISTA	9	56	35	39	28	32
INDEFINIDA	29	36	35	40	22	38

(S) Concordância - (N) Discordância - (-) Ausência de comentário

TABELA 4 - Idéias dos alunos (%) sobre "CONHECIMENTO SEGURO" e "RUPTURAS" no desenvolvimento das ciências

Na tabela 4 nota-se ainda que, entre os empiristas, prevalece a rejeição à idéia de rupturas no conhecimento, enquanto a maior parte dos construtivistas e indefinidos que comentaram essa questão aceita a descontinuidade do conhecimento científico. Também aqui evidencia-se a coerência das idéias dos alunos, pois, realmente, o empirismo indutivo relaciona-se à crença de que o conhecimento científico é seguro, contínuo e cumulativo, enquanto isso é contestado pelo construtivismo.

III.3.2.3. Idéias complementares contidas nos textos F, P, K e E

Dentro da abordagem internalista, uma visão geral sobre os comentários aos textos F,P e K pode complementar esta análise, focalizando outros aspectos, como:

Metodologia científica - Texto F

O texto F, baseado na obra *Contra o Método* de Paul Feyerabend, em geral não é bem aceito.

Há os que discordam totalmente, entre os alunos distribuídos nas três categorias (30 % dos empiristas, 21 % dos indefinidos e 15 % dos construtivistas), defendendo uma metodologia rígida para a pesquisa científica:

F: Não concordo, pois se não há uma sistemática não há como repetir o experimento. [037]

F: Para bom desenvolvimento científico é necessário seguir rigorosamente os procedimentos metodológicos, ou criar outros, mas sempre se deve seguir algumas regras. [160]

Uma forma de interpretação, relacionando metodologia e

ética, influencia a rejeição ao texto F:

F: Deve ser em primeiro lugar considerada a ética profissional. O cientista deve recorrer a uma metodologia mais adequada para não causar problemas ou desequilíbrio de um sistema (seja ecológico, econômico, genético, político). [040]

F: Discordo, pois o texto vai contra o princípio de liberdade que inclui o respeito e dignidade para com o semelhante. O produto de uma pesquisa tem resultados muito marcantes com a sociedade. Por isso merece reflexão. [136]

Mesmo os que afirmam concordar com o texto podem manifestar a idéia oposta no comentário escrito:

F: Concordo plenamente, pois o resultado do trabalho científico deve ser exato, ou seja, verificável, e isto é o mais importante. [087]

A concordância real (13 % dos indefinidos, 14 % dos empiristas e 24 % dos construtivistas) direciona-se à ausência de metodologia e manifesta-se por uma justificativa coerente:

F: Na pesquisa não existem caminhos certos a serem seguidos. Muda-se o projeto enquanto desenvolve-se o trabalho. [139]

F: Alguns tabus retrógrados devem ser violados para que haja progresso na ciência. [178]

F: Acho também que não existe nenhuma regra que não seja violada, pois os mesmos passos não servem para todas as pessoas. Pois não pode existir uma regra geral para todos. [237]

F: As grandes descobertas foram feitas em cima de erros nos processos realizados. [223]

F: A meu ver, não deve haver regra de pesquisa, pois não existe regra para o pensamento, nem limites. [209]

A justificativa pode ser muito bem fundamentada:

F: ... E ainda grandes rupturas de metodologia em pesquisa acompanharam boa parte do desenvolvimento científico. E assim que, durante os períodos kuhnianos de ruptura de paradigmas, quando os critérios de validação de pesquisa em dado paradigma estão sendo questionados, grandes avanços têm sido dados nas ciências. Dessa forma, as violações às regras de pesquisa são ocasionalmente necessárias. [016]

A maioria concorda parcialmente, defendendo uma metodologia flexível (55 % dos empiristas, 61 % dos construtivistas e 65 % dos indefinidos), como pode ser exemplificado:

F: Concordo em parte, pois tem regras que não podem ser violadas. [018]

F: Cada cientista adota a metodologia de pesquisa que quiser, contanto que resulte no progresso científico. [176]

Esse texto provocou também uma crítica relacionada à visão externalista das ciências, como nos exemplos seguintes. Alguns alunos (2 % dos empiristas e 2 % dos construtivistas) consideram, inclusive, que a metodologia científica é imposta.

F: Quanto à liberdade de escolha do cientista, é utopia acreditar que ele poderá fazer aquilo que lhe agrada mais, no que diz respeito à metodologia da pesquisa. Muitos fatos irão influenciar até mesmo nesta escolha. [023]

F: ...Onde está o incentivo econômico para que o cientista consiga, realmente, dedicar-se à pesquisa que quiser? [206]

Falsificabilidade de teorias - Texto P

O texto P defende idéias de Popper sobre a impossibilidade de comprovar teorias científicas e a possibilidade de refutá-las experimentalmente. Quanto a isso ocorrem os seguintes posicionamentos:

- Concordância total ou parcial (empiristas 39 %, indefinidos 42 %, construtivistas 61 %):

P: *Concordo perfeitamente, está de acordo com o meu pensamento. O homem é incompleto e não tem domínio sobre a Ciência. Tudo em matéria de Ciência é questionável, embora aceito dentro de uma determinada época, enquanto não surgem novas pesquisas dentro da comunidade científica. [159]*

P: *Só podemos provar na ciência o que está errado, pois as idéias científicas não podem ser provadas através de experimentos, somente inovadas por erros apresentados nos experimentos. [197]*

P: *Pelo meu conhecimento, sempre soube que o avanço da ciência ocorreu quando romperam-se estruturas de teorias mal formuladas. Por exemplo, a teoria de Lamarck do uso e desuso. (Grifo meu.) [049]*

P: *O mundo está mudando constantemente e o que é válido hoje pode perder o significado ... Nossa realidade não é uma realidade estática. [220]*

P: *Nunca tomei conhecimento da idéia acima, mas realmente a discordância, as "refutações" e não as comprovações, só tendem a enriquecer a ciência. [215]*

P: *Nem todas as idéias científicas podem ser provadas, mas é o que os cientistas buscam.* [006]

P: *Não que uma teoria esteja errada, mas sim que outra teoria consegue estabelecer mais relações do que a outra estabelecia, devido às limitações da época.* [055]

P: *As vezes se pode provar que está certo e não só provar que está errado.* [116]

- **Discordância total quanto à impossibilidade de provar teorias (empiristas 54 %, indefinidos 45 %, construtivistas 30 %):**

P: *Colocar que idéias científicas não podem ser provadas por fatos experimentais, ridículo!* [031]

P: *As idéias científicas podem mostrar que as proposições científicas estão corretas, podem ser provadas por fatos experimentais. Sempre existe a possibilidade de provar que uma teoria estabelecida está correta.* [235]

- **Concordância quanto a impossibilidade de comprovar teorias, mas discordância quanto à refutação de teorias por experimentos (empiristas 1 %, indefinidos 10 %, construtivistas 5 %):**

P: *Nem todas as teorias são carentes de prova experimental.* [161]

P: Nunca se pode provar se uma teoria é certa ou errada, mas sempre se pode aperfeiçoar. [180]

Conservadorismo e consenso entre cientistas - Texto K

O texto K apresenta a visão de Thomas Kuhn sobre o conservadorismo dos cientistas quanto a teorias e o consenso que prevalece entre eles, em períodos de *ciência normal*, ou seja, na vigência de um paradigma. As justificativas escritas pelos alunos manifestam diversas posições em relação a essas idéias, conforme os exemplos a seguir.

- **Rejeição ao conservadorismo de teorias (empiristas 34 %, indefinidos 23 % e construtivistas 15 %):**

K: Não concordo que a comunidade científica seja conservadora, pois como em tudo na vida há necessidade de mudanças. [090]

K: Acredito que os cientistas por natureza estão buscando o conhecimento real e logicamente esperam que suas teorias sejam verdadeiras, mas creio que, quando comprovada a invalidade da teoria, a maioria deles tende a aceitar e partir em busca da verdade. Afinal é este o objetivo da pesquisa. E claro que eles podem até se negar a aceitar o fracasso, quando pressionados por seus investidores. [026]

- Rejeição à idéia de consenso nas ciências (empiristas 18 %, indefinidos 17 %, construtivistas 11 %):

K: Não acho que só seja considerado como ciência aquilo que os cientistas aceitam por consenso, afinal de contas a ciência é uma coisa instável, que não se tem previsão e nem absoluta certeza de nada e é isto que a torna tão fascinante: este conjunto de opiniões divergentes e a constante procura à resposta ou solução correta. [058]

K: Os cientistas estão em busca de inovação e não se preocupam com teorias (negar ou comprovar) existentes. [109]

- Indefinição quanto ao texto K ou ausência de comentário (conservadorismo: empiristas 6 % e indefinidos 9 %; consenso: empiristas 20 %, indefinidos 23 %, construtivistas 6 %). Exemplos:

K: Não posso emitir opinião, pois não estou a par deste assunto. [051]

K: Não vou justificar, pois não concordo e nem discordo com as idéias do texto acima. [221]

- Concordância com o consenso entre cientistas (empiristas 62 %, indefinidos 60 %, construtivistas 83 %). Pode haver, nesse caso, tanto a aceitação da idéia de consenso e rejeição à de conserva-

dorismo como a aceitação de ambas. Por exemplo:

K: Os cientistas, acredito, estão abertos às idéias novas, mas estas devem ser aceitas por consenso, a partir de muitas experiências e estudos. Através das pesquisas, os cientistas procuram descobrir novas regras que talvez possam substituir as anteriores. [148]

K: Para que uma nova ciência seja considerada é preciso que ela passe por um consenso, pois caso contrário ocorreriam muitos absurdos e todo o mundo seria cientista. [166]

K: Elas são aceitas pelas pessoas que procuram evoluir, caso contrário as novas teorias somente serão incorporadas pelas novas gerações. [169]

- Concordância com o conservadorismo de teorias (empiristas e indefinidos 32 % cada, construtivistas 50 %), que pode incluir ou não a aceitação do consenso, como é exemplificado a seguir:

K: Acredito que a comunidade científica tem razão de somente em casos muito especiais alterar uma teoria. E esta deve ser aceita por um consenso, pois senão sempre haveria alguém tentando substituir determinadas teorias ou alterá-las, causando desta maneira muita confusão. [153]

K: As teorias novas tendem a ser rejeitadas porque quando muda algo a que estamos acostumados, indiretamente acontece uma rejeição, se essa coisa a que estávamos acostumados nos satisfazia. [220]

K: Concordo, porque realmente é difícil abandonar uma teoria aceita por longo tempo. Mesmo comprovando-se com novos fatos, insiste-se na ANTERIOR. [231]

K: A comunidade científica é conservadora e por demais crítica, mas nem sempre o consenso é a verdade. Na realidade, para a ciência todos os pontos de vista devem ser investigados. [127]

- Consideração de que o texto reflete uma situação real, mas indesejável (empiristas 29 %, indefinidos 36 %, construtivistas 35 %):

K: Lamentavelmente funciona assim ... e a ciência é a verdade imposta, tema da imprensa hoje: formação de cartéis. [159]

K: O texto está correto, mas acho que nem sempre deveria ser assim. [167]

K: Muitos fatos que poderiam ser aceitos são ignorados e saem da roda científica. Os cientistas não são os donos da verdade. [217]

Abordagem externalista das ciências - Texto E

Todos os textos discutidos anteriormente referem-se a questões relacionadas ao desenvolvimento do conhecimento científico - o processo que leva a esse conhecimento, os métodos utilizados e fatores inerentes à própria comunidade científica. Mas o texto E traz uma abordagem diversa, ao referir-se a fatores externos a essa comunidade na determinação dos rumos das ciências.

Vale destacar a grande aceitação do texto E pela maioria dos formandos, independente da categoria em que foram incluídos nesta pesquisa (79 % dos empiristas, 79 % dos indefinidos, 81 % dos construtivistas). Seguem-se alguns comentários típicos:

E: Concordo plenamente. Um país que não dá apoio à ciência, seja este apoio econômico, social ou político, não pode esperar grandes acontecimentos nessa área. O ensino brasileiro, por exemplo, jogado às traças, prepara maus profissionais que serão, ainda por cima, mal remunerados futuramente. Não interessa aos políticos que o povo aprenda a pensar e criar, pois torna-se assim mais facilmente manipulável. [058]

E: Concordo com o raciocínio acima, pois já descobri através de leituras que, em geral, os cientistas são levados a pesquisar apenas os assuntos que revelam interesse para as indústrias multinacionais de grande capital. Inclusive os grandes mestres das ciências muitas vezes não aparecem com a sua nova teoria e che-

gam a vender o seu trabalho, justamente pela necessidade de mais recursos que às vezes o cientista não dispõe e se obriga a comercializar, para depois investir em novas pesquisas. [140]

E: Concordo plenamente. Basta ver o aporte de verbas para a pesquisa agropecuária imediatista (produção, resistência a pragas, inseticidas, etc.), para a BIOTECNOLOGIA (ciência altamente discutível nos seus interesses) e vários outros exemplos que eu poderia citar. Realmente a pesquisa, não só no Brasil, está atrelada a interesses econômicos (geralmente particulares) e até políticos. [001]

E: A pesquisa científica, por si só, não se justifica. A pesquisa é motivada por uma necessidade, e esta necessidade normalmente não é da maioria, e sim de pequenos grupos, que têm status para desencadeá-la e controlá-la. [053]

E: O desenvolvimento da ciência, como vê-se claramente, está voltado para os interesses de uma minoria, que investe e tem o retorno de acordo com as suas necessidades. [025]

E: Li que a indústria de corantes se desenvolveu quando uma determinada rainha exigiu que seus vestidos tivessem cores até então não usadas. Durante a 2ª Guerra Mundial, assim como na 1ª, houve grande desenvolvimento da indústria química. De maneira que quem determina o desenvolvimento das ciências são os poderosos, seja qual for a situação. [018]

E: Só há investimento onde ocorre retorno. [054]

E: Concordo plenamente, em virtude dos interesses sociais das classes dominantes determinarem o quê, como, quando e onde devem se desenvolver projetos de ciências. [028]

E: Só há financiamento para aquilo que não abala a estrutura vigente. Tudo que possa levar o povo a contestar o que já existe, ou que revolucione, abala as estruturas dos mais ricos, mais fortes. [035]

E: As agências financiadoras investem em outros meios, mas não nos que interessam: a pesquisa científica nas escolas de 1º e 2º graus está reduzida quase a zero, por falta de recursos materiais e humanos. [115]

E: É muito difícil que um cientista consiga pesquisar sem o auxílio de uma agência que o financie. Então ele se torna um empregado. [142]

E: Hoje em dia, por exemplo na própria Universidade, é possível ver que as agências financiadoras têm direcionado linhas de pesquisa. [005]

E: Concordo plenamente, pois as instituições financiadoras de bolsas para pesquisas investem somente naquilo que lhes interes-

sa. No momento, estamos sentindo isto na pele, ao não conseguirmos bolsas para pesquisar. [233]

E: O que o texto descreve é verdade, estudando um pouco de História podemos verificar esses acontecimentos. [167]

E: Boa parte da pesquisa financiada está na linha da "pesquisa de ponta", ou seja, só há verbas para trabalhos que têm alguma relação com os interesses da classe que detém o poder. [007]

E: A máquina econômica é a grande propulsora da pesquisa científica. [013]

E: Concordo, pois todo o desenvolvimento de uma sociedade sempre dependeu dos problemas econômicos, técnicos, sociais e políticos que nela existem. Nós somos país do 3º mundo, somos dominados pelas influências externas que detém as regras também no desenvolvimento das ciências segundo os seus interesses. [172]

E: Os investidores favorecem os grandes grupos industriais, de onde o retorno é rápido e certo. [204]

E: Antigamente era claro o que a indústria, a igreja e a burguesia queriam. Hoje as classes dominantes não nos deixam claro para que pesquisam e o que querem fazer, qual é o seu objetivo. Enganam-nos sempre. [193]

E: Muitos temas caem no esquecimento e são do máximo interesse para a grande maioria, mas podem ir contra os interesses dos que podem financiar esses trabalhos, caindo assim em total esquecimento. [169]

E: Realmente hoje o nosso sistema permite averiguarmos e constatar que as influências externas nas ciências dão a elas uma direção: as ciências dançam conforme a música que o sistema tocar. [215]

Fode haver concordância parcial com o texto E (14 % dos empiristas, 10% dos indefinidos, 15 % dos construtivistas), sobretudo entre os que consideram que tais fatores influenciam, mas não determinam, o desenvolvimento científico. Por exemplo:

E: O desenvolvimento científico não é determinado, mas sim influenciado pelos problemas econômicos, técnicos, sociais ou políticos. [024]

E: A ciência não é algo a parte. Ela faz parte da sociedade como um todo. Sendo assim, é influenciada pelos demais fatores da mesma. [080]

E: Concordo que o desenvolvimento das ciências seja limitado por fatores externos, mas não podemos deixar de mencionar aqueles que se destacaram (na Idade Média, por exemplo), mesmo com todos os impedimentos políticos, religiosos, etc. [006]

E: Existem pesquisas de grande valor científico e que não podem ser estacionadas pelo simples problema da falta de dinheiro. [163]

E: A pesquisa aplicada realmente é conduzida pelos interesses econômicos do momento, mas a pesquisa teórica (básica) se desenvolve segundo seu progresso natural, sendo que cada trabalho novo determina a resolução de certos problemas e o surgimento de outros, que também deverão ser resolvidos. [121]

E: Em parte concordo com o autor, mas a pesquisa científica não depende só dos aspectos econômicos, técnicos e políticos da época. Ela também pode e deve ter uma certa autonomia destes fatores, ou seja, deve avançar cada vez mais dentro das escolas, mesmo que muitas vezes não receba grandes incentivos. [087]

Poucos discordam do texto E (5 % dos empiristas, 10 % dos indefinidos e 4 % dos construtivistas), como por exemplo:

E: As necessidades é que lançam o homem a criar elementos que facilitem sua vida. [042]

E: A consciência profissional deve estar acima dos interesses econômicos, ideológicos ou religiosos e políticos. [036]

E: Alguns cientistas se alienam em seus "casulões", pesquisando

somente o que lhes interessa, sem levar em conta o bem comum da sociedade. [019]

E: Em parte as pesquisas seguem os interesses da atualidade, ou seja, para solucionar problemas atuais. Mas acima disso as pesquisas são desenvolvidas segundo os conhecimentos e os gostos do autor. [224]

Uma minoria não se posicionou sobre esse texto (2 % dos empiristas). Outro aspecto a considerar, evidenciado através dos comentários aos outros textos, nos exemplos transcritos, é que a abordagem externalista não é incompatível com nenhuma das visões internalistas sobre as ciências.

SINTESE

Comparando-se o posicionamento dos alunos conforme sua distribuição nas três categorias básicas, nota-se que apresentam alguns pontos em comum, predominantes entre todos os instrumentos analisados. Isso ocorre quanto à aceitação da abordagem externalista (80 % do total de alunos - 79 % empiristas, 81 % construtivistas e 80 % indefinidos), do consenso entre cientistas (70 % do total - 62 % empiristas, 83 % construtivistas e 60 % indefinidos) e de uma metodologia flexível para as ciências (60 % do

total - 55 % empiristas, 61 % construtivistas e 65 % indefinidos).

A tabela a seguir traz uma síntese, evidenciando esses e outros aspectos.

TEXTO	F metodologia				P falseamento				K conservadorismo				K consenso			E externalismo			
	MR	MF	MA	(-)	CT	RT	NCR	(-)	EC	ED	NE	(-)	E	NE	(-)	Dt	I	NI	(-)
EMPIRISTA	30	55	14	1	54	39	1	6	32	29	34	6	62	18	20	79	14	5	2
CONSTRUTIVISTA	15	61	24	-	30	61	5	4	50	35	15	-	83	11	6	81	15	4	-
INDEFINIDA	21	65	13	1	45	42	10	3	32	36	23	9	60	17	23	80	10	10	-

TABELA 5 - Idéias dos alunos (%) quanto aos textos F, P, K, E

LEGENDA:

M: Metodologia MR: M. Rígida MF: M. Flexível MA: M. Ausente

CT: É possível comprovar teorias.

RT: Só é possível refutar teorias.

NCR: Não é possível comprovar nem refutar teorias científicas.

E: Existe EC: E. Concorde ED: E. Discordo NE: Não Existe

Dt: Determinam I: Influenciam NI: Não influem

Quanto à possibilidade de comprovar ou de refutar teorias científicas, os indefinidos se dividem (45% aceitam a comprovação, 42 % aceitam só a refutação e 10 % rejeitam a ambas, enquanto 3 % não se posicionam). A maior parte dos empiristas (54 %) acredita ser possível a comprovação experimental; mas 39 % aceitam apenas o falseamento, 1 % nega a ambos e 6 % não comentam essa questão. Por outro lado, a maioria dos construtivistas (61 %) só admite o falseamento, enquanto 30 % aceitam a comprovação, 5 % não concordam com a possibilidade de refutar ou comprovar teorias e 4 % não fazem comentários.

Também há alguma divergência quanto ao conservadorismo de teorias, embora predomine a aceitação de sua existência. A maioria (61 % dos empiristas, 68 % dos indefinidos e 85 % dos construtivistas) considera que a comunidade científica é conservadora, enquanto outros (15 % dos construtivistas, 23 % dos indefinidos e 34 % dos empiristas) não crêem na existência desse conservadorismo. Mas, embora a maioria dos alunos reconheça nos cientistas uma resistência a mudanças, uma parte (29 % dos empiristas, 35 % dos construtivistas e 36 % dos indefinidos) critica tal procedimento, enquanto outra (50% dos construtivistas, 32 % de indefinidos e o mesmo percentual de empiristas) o justifica, por considerá-lo válido e necessário. Portanto, a concordância com essa concepção de Kuhn é maior entre os construtivistas.

III.3.3. Conclusões

Já apresentei conclusões parciais nas três sínteses sucessivas sobre a análise das concepções dos alunos, envolvendo sua classificação nas três categorias básicas - empiristas, construtivistas e indefinidos - e idéias complementares sobre:

- segurança nos resultados obtidos através do método experimental e presença de continuidade/rupturas no desenvolvimento científico;
- metodologia das ciências, conservadorismo e consenso na comunidade científica, falseamento/comprovação de teorias e influência de fatores externos no desenvolvimento das ciências.

Retomando os resultados obtidos, quero enfatizar alguns aspectos:

a) Não há quase diferença na distribuição dos alunos nas três categorias básicas, quando são agrupados conforme sua habilitação. A distribuição varia mais de uma IES para outra e o maior percentual de construtivistas encontra-se nas IES com disciplinas obrigatórias sobre epistemologia e história das ciências.

b) Há coerência e consistência interna nas concepções dos alunos,

pois os empiristas em geral aceitam a segurança do método experimental e a continuidade/cumulatividade do conhecimento científico, enquanto predominam, entre os construtivistas, a aceitação de rupturas no desenvolvimento das ciências e uma rejeição à idéia de conhecimento seguro.

c) Existem idéias comuns à maioria dos respondentes. Entre elas destacam-se:

- sua concordância com o texto E, por acreditarem que fatores sócio-políticos e econômicos possam direcionar o desenvolvimento das ciências, sobretudo através do financiamento de pesquisas que interessam às classes dominantes;

- a consideração de que a metodologia científica deve ser flexível, podendo ser escolhida de acordo com o tipo de trabalho e a vontade do pesquisador;

- a concordância com as idéias de consenso na comunidade científica e de conservadorismo quanto a teorias, embora essa última seja melhor aceita entre os construtivistas.

Retomarei essas questões no próximo capítulo, situando-as face ao processo dinâmico em que se encontram essas licenciaturas. Mas não é possível oferecer um quadro estático, por estarem em permanente questionamento e atualização, com tendência a valorizar questões epistemológicas numa linha construtivista.

CAPITULO IV

A NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTIFICO E A EDUCAÇÃO EM CIENCIAS - CONCLUSAO

Destaquei diversas vezes, ao longo deste trabalho, a importância da fundamentação do professor em epistemologia e história das ciências, devido às relações entre as concepções sobre a natureza do conhecimento científico e a atuação pedagógica. Assim, neste capítulo final, quero iniciar por uma integração maior entre os dois primeiros capítulos, analisando o modo como as concepções de Francis Bacon, Popper, Kuhn, Bachelard e Feyerabend relacionam-se com a educação em Ciências.

Em primeiro lugar, comento a ausência de uma concepção definida sobre o processo de desenvolvimento das ciências, num ensino que apenas repete informações para serem memorizadas. Depois analiso reações a essa forma de "ensinar", tanto no enfoque empirista como no construtivista, quando a ênfase do processo educacional desloca-se da memorização para a descoberta, para a "metodologia científica" ou para a construção do conhecimento.

Analiso também relações entre conhecimento e poder, numa abordagem externalista, ligando fundamentos da escola libertária às críticas de Feyerabend (1985) à educação científica.

A seguir, destaco a reestruturação que está se processando nos cursos de formação de professores de ciências, no Rio Grande do Sul, principalmente pelo envolvimento das IES na rede de projetos CAPES/PADCT/SPEC. E em tal contexto que retomo a pesquisa realizada nas IES, analisando alguns aspectos dos currículos de cursos de formação de professores de Ciências e procurando interpretar, dentro da nossa realidade educacional, as concepções dos formandos das licenciaturas em Ciências, Química, Física e Biologia.

Finalizo o trabalho buscando alternativas para debater a epistemologia das ciências entre alunos desses cursos e entre professores em serviço, integrando-a com a prática de ensino e analisando criticamente a educação científica escolar.

IV.1. O CONHECIMENTO E A PRÁTICA DE ENSINO

A prática de ensino é influenciada pelas nossas concepções sobre a natureza do conhecimento, ou sobre o modo como conhecemos, conforme analisarei a seguir.

O conhecimento como memorização

Quando não são consideradas as relações entre o desenvolvimento das ciências e a formação científica dos alunos, predomina uma *educação bancária* (Freire, 1987), que vê o aluno como um recipiente que armazena informações, retendo-as na memória e depois prestando contas ao devolvê-las, através de testes periódicos. Então, o conhecimento está centrado no professor, que deve transmiti-lo aos estudantes.

Admitir a possibilidade da transmissão do saber de uma pessoa a outra implica numa visão epistemológica intelectualista, pois *é da essência do intelectualismo considerar a inteligência como uma faculdade, ou seja, um mecanismo inteiramente formado na sua estrutura e no seu funcionamento* (Piaget, 1987, p.347). Isto pressupõe condições individuais inatas para a aprendizagem: alguns têm mais condições do que outros para aprender. E os alunos que saem melhor nos testes são considerados como mais intelligen-

tes e capazes, sem questionar-se, devidamente, a (in)adequação do processo às crianças dele excluídas, por evasão ou repetência.

Essa modalidade de ensino tem sido contestada de diversos modos, a partir de posições epistemológicas diferentes (tanto empiristas como construtivistas), incluindo concepções educacionais progressistas, que visam a transformação da sociedade.

O conhecimento como descoberta

Numa reação ao ensino de ciências baseado na memorização, John Dewey retomou o empirismo indutivo de Francis Bacon e caracterizou a aprendizagem como descoberta, partindo das observações às teorias, com hipóteses e testes para comprová-las. Gil Peres(1986), citando trabalhos de Hodson e Ausubel e embasado na atual Filosofia das Ciências, afirma que essa orientação pedagógica é prejudicial, pois não é assim que os cientistas trabalham e que as ciências se desenvolvem.

A realização de experimentos, em vez de aulas constituídas somente pela exposição do professor e a leitura de textos, motiva e dinamiza as situações de classe. Mas pode ser questionado o seu significado na aprendizagem, pois a experimentação, por si só, não determina a construção do conhecimento.

A visão empirista pressupõe que os alunos, diante de evidências observacionais e experimentais, descubram (ou redescubram) leis e princípios científicos, desconsiderando suas idéias prévias (concepções alternativas sobre a natureza), que podem levá-los a diversas interpretações. Isto porque, segundo o empirismo, o conhecimento ocorre de fora para dentro: a experiência se impõe e determina o que se conhece. Esta é a base do positivismo, para o qual o conhecimento científico é considerado como neutro, independente do observador/pesquisador.

Há, porém, um modo construtivista de entender a descoberta. Para Piaget (1989), não há distinção fundamental entre descoberta e invenção. Em ambas está presente a criação mental, ligada a observações e interpretações simultâneas, inseparáveis (Hanson, 1975). Pois só observamos aquilo que nossa mente está apta para compreender - a partir de todas as nossas ações e reflexões anteriores.

O conhecimento como resultado de um método

Na década de 70, a Reforma de Ensino formalizada pela Lei 5692/71 destacou a orientação epistemológica empirista, favorecendo a pedagogia da escola nova e do tecnicismo (Pernambuco, 1985).

Na escola tecnicista, assim como na escola nova, o conteúdo fica em segundo plano. Mas, enquanto na escola nova a educação centraliza-se no aluno, priorizando os seus interesses, no tecnicismo importam mais os métodos e os recursos didáticos disponíveis. Em ambas, o papel do professor fica reduzido. A tendência tecnicista chega a propor projetos instrucionais completos (textos, materiais, roteiros), que dispensam a competência profissional do professor, transformando-o num aplicador de programas elaborados por outros (Fernambuco, 1985). Hoje em dia, muitos livros didáticos exercem um papel semelhante, com textos, exercícios, descrição de experimentos - trazendo, até mesmo, planos de curso prontos para serem executados.

O tecnicismo enfatiza a metodologia de modo rígido e dá grande importância aos instrumentos utilizados. Em geral, desenvolve-se sob a orientação epistemológica *empirista-indutiva*. Mas presta-se também à concepção *falseacionista*, onde se caracteriza a aprendizagem como resolução de problemas: parte de teorias, com formulação de hipóteses e experimentos visando refutá-las. Mas, embora fundamentada em Popper e Lakatos, realiza o que Lakatos (1979) chama de *falseacionismo ingênuo*, pois teorias não são refutadas por experimentos, mas por outras teorias, em programas de pesquisa. Além disso, Gil Peres (1986) acrescenta a crítica de que não se abandonam boas teorias na falta de outras.

No empirismo, que caracteriza a concepção científica tradicional, supõe-se que o conhecimento se origine na observa-

ção dos fatos, seguindo-se a identificação de problemas, a formulação de hipóteses e a realização de diversos experimentos, para a comprovação de teorias e leis. No falseacionismo popperiano, ao contrário, é a teoria que precede a observação. Hipóteses e experimentos visam não comprovar, mas refutar teorias, a fim de aperfeiçoá-las. As teorias têm sempre o caráter de hipóteses ou conjeturas (Popper, 1986).

Tanto no empirismo indutivo baconiano como no falseacionismo de Popper e Lakatos, é estabelecido um determinado método para as ciências. No primeiro, trata-se da metodologia científica tradicional: *observação - problema - hipóteses - experimentação - conclusão (teoria)*. No segundo, modifica-se a sequência: *problema - teoria (hipótese) - dedução de conseqüências da teoria - experimentação - refutação (ou corroboração, até que a teoria seja refutada por outros experimentos)*. Mas a existência de um método rígido no procedimento científico é descartada por muitos pesquisadores.

O conhecimento como construção

Atualmente existem diversas tendências pedagógicas que apresentam, em comum, a visão epistemológica do conhecimento como construção do indivíduo em interação social, afirmando que idéias prévias influenciam observações e experimentos. Sob este aspecto já considereei, no terceiro capítulo, relações entre o construti-

vismo e as concepções sobre a natureza das ciências.

O construtivismo, conforme foi caracterizado por Piaget e seus colaboradores, tem muito a ver com as posições de filósofos-cientistas que rejeitam o destaque à indução na evolução das ciências. Mas as concepções desses autores divergem em certos pontos e nem todas são compatíveis com uma visão progressista da educação.

O falseacionismo, já analisado nos seus aspectos tecnicistas, relaciona-se também ao construtivismo. Embora determine um só método de procedimentos para as ciências, prioriza a construção teórica, destacando que nenhuma teoria é definitiva e que a ciência encontra-se em reformulação contínua, a partir de programas de pesquisas científicas. Também na visão construtivista, a teoria é anterior à observação, influenciando-a. E, assim como no falseacionismo (Popper), no contextualismo (Kuhn) e no racionalismo aplicado (Bachelard), no construtivismo piagetiano não se dispensa a verificação empírica das formulações teóricas. Mas Popper difere de Piaget ao desconsiderar a influência de fatores sociais, políticos, econômicos e históricos sobre as ciências. Piaget, mesmo sem priorizar esses aspectos em suas pesquisas, não os subestima.

Delizoicov (1991) prefere relacionar as concepções de Piaget e Kuhn, por ambos reconhecerem que o conhecimento é descontínuo, intercalado por rupturas. Mas, para Kuhn, a educação

científica envolve doutrinação quanto ao paradigma vigente, pois só ocorrem as revoluções científicas em períodos de crise, quando o paradigma falha, repetidamente, na solução de problemas. Em períodos de ciência normal, um paradigma instrumentaliza os cientistas, permitindo avanços no conhecimento, estruturando melhor, ampliando e mesmo corrigindo falhas no paradigma em questão.

Analisando a História das Ciências, Kuhn (1978) relata a resistência dos cientistas para abandonar antigas teorias. Piaget (1987) identifica, também na psicogênese, a dificuldade de mudanças, relacionada ao desequilíbrio que precede uma reestruturação. Também a escola deveria proporcionar um estudo historicamente fundamentado, levando em consideração a visão de mundo dos alunos. Poderia enquadrar-se aqui a linha de pesquisas sobre concepções alternativas, que, conforme já foi analisado no capítulo anterior, está embasada no construtivismo e na História das Ciências. Pois, segundo Piaget e Garcia (1987), a psicogênese e a História das Ciências apresentam características comuns. Portanto, a visão de Kuhn sobre o desenvolvimento científico pode ser adaptada à educação escolar, considerando-se *o aluno como cientista kuhniano* (Zylbersztajn, 1983).

Sob este enfoque, a aprendizagem consiste em mudança conceitual, ou seja, conversão de um paradigma a outro, o que não ocorre sem uma desestabilização. Mas tal desestabilização pode ser insuficiente para que os alunos cheguem, por si próprios,

às teorias hoje aceitas. Experimentos também não bastam, pois, se a experimentação pudesse evidenciar uma teoria, as mudanças paradigmáticas não seriam tão difíceis. Mas supõe-se que, após identificar, expressar e debater suas idéias prévias, reconhecendo a importância de tê-las elaborado, os alunos, colocados em situações conflitantes, fiquem receptivos a teorias propostas por cientistas, dispostos a testá-las e aplicá-las em novas situações (Zylbersztajn, 1985). Isso foi colocado em prática no projeto *Ensino de Dinâmica através de uma Abordagem Construtivista*, envolvendo estudantes do 2º grau, em Florianópolis. Após diversas atividades e discussões, ao final *menos de 20 % dos alunos continuaram associando de forma sistemática força e direção do movimento* (Zylbersztajn et al., 1990, p.176), o que é muito comum entre os alunos e difícil de ser modificado. Trata-se, então, de um resultado bastante promissor.

As concepções alternativas encontram fundamentação em Kuhn, por analogias entre sua teoria dos paradigmas e essa linha de pesquisas. Mas podem fundamentar-se também em Bachelard, que já em 1934 recomenda o estudo de teorias sucessivas. Pois *o aluno compreenderá melhor o valor da noção de velocidade de Galileu, se o professor souber expor o papel aristotélico da velocidade no movimento ... O mesmo se passa no que se refere à retificação dos conceitos realizada pela Relatividade. O pensamento não-newtoniano absorve assim a mecânica clássica e distingue-se dela... Ilumina com uma nova e estranha luz o que passava por ser claro em si* (Bachelard, s/d, p. 42).

Entre os filósofos das ciências, Bachelard é quem mais se envolve com a educação, pela sua própria condição de professor e em coerência com a sua epistemologia, que é, ao mesmo tempo, uma pedagogia. Suas idéias aproximam-no da educação libertadora, proposta por Paulo Freire. Ambos apresentam muitas idéias semelhantes, como a dialogicidade entre educadores e educandos, todos sujeitos do processo de ensino-aprendizagem.

Também quando Paulo Freire (1986) escreve sobre o ciclo gnosiológico, afirmando que a construção do conhecimento novo não se dissocia da reconstrução do conhecimento já existente, recria, noutro contexto, idéias de Bachelard, publicadas desde 1934: todo o conhecimento é uma reconstrução. Conhecimentos novos consistem numa reorganização do saber.

Bachelard precede Paulo Freire na crítica à escola tradicional. Em primeiro lugar, considerando o saber como processo, e não como produto, alteram-se as relações entre professor e aluno: *Continuar sendo estudante deve ser o voto secreto de todo o professor. Devido à própria natureza do pensamento científico em sua prodigiosa diferenciação, devido à inevitável especialização, a cultura científica coloca incessantemente o verdadeiro cientista na situação de estudante* (Bachelard, 1977, p. 31).

O mesmo raciocínio é aplicável àquele que aprende: *Quem é ensinado deve ensinar. Uma instrução que se recebe sem que a transmita forma espíritos sem dinamismo, sem autocrítica* (Ba-

chelard apud Dagognet, 1975, p. 28).

A partir dessa dialética professor-aluno, não há distinção rígida entre quem sabe e quem não sabe, invertendo-se o dogmatismo e a crença num conhecimento científico universal e acabado. É necessária a problematização dos conhecimentos, em busca de abandonar o nível empírico das constatações e das acumulações, construindo um saber que promova a inovação e a criatividade, com rigor científico (Bachelard, 1977).

A crítica de Bachelard à escola dirige-se principalmente contra o autoritarismo: *Impor a razão parece-nos uma violência notável, na medida em que a razão se impõe por si... A severidade é uma psicose. E, em particular, a psicose profissional do professor* (Bachelard apud Dagognet, p. 70-71).

É possível ampliar as convicções de Bachelard através da teoria pedagógica de Paulo Freire, que vincula essas idéias ao contexto sócio-político, revelando mecanismos que oprimem, alienam o povo e reforçam o poder das elites.

Após mais de vinte anos de ação e reflexão como professor, Paulo Freire fundamentou teoricamente sua pedagogia, explicando-a por duas categorias de análise: *educação bancária* e *educação libertadora* (Freire, 1987). Enquanto uma busca a transmissão de conhecimentos e valores, de maneira acrítica, para que a realidade não se altere, a outra visa a problematização dos co-

nhecimentos, questionando as pessoas em sua relação com o mundo e comprometendo-as com mudanças sociais. Neste aspecto relaciona-se diretamente ao socialismo e à visão externalista das ciências.

De fato, a ênfase da teoria de Paulo Freire está na libertação do oprimido, pois, conforme a síntese de Faria (1987), os valores das elites dominantes *não incluem o diálogo. Este seria a negação delas mesmas. Esses valores do opressor, introjetados no próprio oprimido, são um obstáculo à humanização da sociedade* (p. 33). Assim, a educação deve promover o processo de conscientização, buscando a transformação social.

Paulo Freire (1984) utiliza a expressão *educação problematizadora* como equivalente a *educação libertadora*, pois a problematização do conteúdo programático é essencial para a formação do senso crítico e o despertar da criatividade. Nas relações entre professor e alunos, *o importante é o exercício da atitude crítica em face do objeto e não o discurso do educador em torno do objeto. E mesmo quando informações são necessárias ao prosseguimento da análise, pois conhecer não é adivinhar, a informação deve ser precedida de certa problematização. Sem esta, a informação deixa de ser um momento fundamental do ato do conhecimento para ser a transferência que dele faz o educador aos educandos* (Freire, 1984, p. 17).

A delimitação do que conhecer liga-se a um projeto social e às condições concretas para sua realização, mas não se es-

gota na substituição de certo tipo de conteúdo programático por outro (Freire, 1984). Não basta mudar o conteúdo, se for mantido o método anterior (Moraes e Ramos, 1987).

Uma interpretação equivocada da teoria de Paulo Freire, na qual se aplica o método desvinculado da pedagogia que o viabiliza, não distingue a ênfase no conteúdo, que é fundamental. Na educação libertadora não se dissocia o conteúdo do método. Assim, as críticas de autores nacionais que rotulam essa pedagogia como escolanovista e não-diretivist são inadequadas. Admito, como Faria (1987), as dificuldades quanto à seleção e sistematização do conteúdo, considerando as diversidades regionais do Brasil e os problemas do nosso sistema educacional. Mas o relato de pesquisas realizadas recentemente (Aydos, 1990; Bastos, 1990), com intervenção em sala de aula, mostra que tais dificuldades podem ser solucionadas, com determinação e competência.

Relações entre conhecimento e poder

A questão do poder institucional é enfatizada pela pedagogia libertária, que não apresenta um limite rígido com a pedagogia libertadora. Paulo Freire e Bachelard podem fundamentar a ambas. Tanto uma como outra valorizam a dialogicidade entre as pessoas e contestam qualquer forma de dominação. Mas, na pedagogia libertária, a rejeição ao autoritarismo é mais radical.

O autoritarismo, segundo Mendel e Vogt (1988), não inicia na escola, mas na própria estrutura psico-familiar. A escola apenas lhe dá continuidade, preparando as pessoas para submeterem-se à ordem vigente, pois os professores desempenham um papel análogo ao dos pais, na infância: a *ideologia autoritária de base* inicia nos primeiros meses de vida. Bachelard (1977, p. 87) também denuncia a *intrusão autoritária dos pais e dos educadores no superego de uma personalidade tida como subalterna*.

A escola libertária vê a criança e o adolescente como pessoas completas, como fins em si mesmas, e não como um *vir-a-ser*, em transição para a idade adulta. Eles não podem ser bloqueados em sua busca de autonomia. Muito ao contrário, é preciso que descubram *seu poder sobre o meio, elemento do desenvolvimento humano ao qual vai associado o ato-poder, tanto individual como coletivo* (Mendel e Vogt, 1988, p. 74).

Os autores citados propõem, assim, o exercício do poder coletivo na instituição escolar, pois o *ato-poder, isto é, o exercício do poder associado ao ato* (Ibid, p. 234), permite que tanto alunos como professores desenvolvam suas capacidades, tornando-se agentes de transformação institucional no seu meio.

Essas idéias são perfeitamente conciliáveis com o anarquismo epistemológico proposto em *Contra o Método* (Feyerabend, 1977). Desde a introdução, o autor considera que a educação cien-

tífica simplifica a ciência, delimitando os campos de pesquisa, manipulando os conhecimentos e restringindo a imaginação e a linguagem das pessoas. Mas o mundo é em grande parte desconhecido e devemos permanecer abertos às opções. Também para os libertários, a educação científica ... levada a efeito em nossas escolas não pode ser conciliada com uma atitude humanista... A tentativa de fazer crescer a liberdade, de atingir vida completa e gratificadora e a tentativa correspondente de descobrir os segredos da natureza e do homem implicam, portanto, rejeição de todos os padrões universais e de todas as tradições rígidas (Mendel e Vogt, 1988, p. 22).

Feyerabend (1977), após afirmar que a ciência aproxima-se do mito e que é uma das formas de pensamento desenvolvido pelo homem e não necessariamente a melhor (p. 447), argumenta que para a maioria dos cientistas, a frase liberdade para a ciência significa liberdade para doutrinar não apenas os que resolverem acompanhá-los, mas também o resto da sociedade (p. 461). E que esta forma de ciência é uma ideologia. Acrescenta ainda: Um cidadão amadurecido não é um homem que foi instruído em uma especial ideologia ... e que agora é portador desta ideologia, como de um tumor mental; um cidadão amadurecido é uma pessoa que aprendeu a tomar decisões e que decidiu em favor daquilo que mais lhe convém... Será o voto de todos os interessados que decidirá as questões fundamentais, referentes, por exemplo, a métodos de ensino utilizados, ou à verdade de crenças básicas, tal como a relativa à teoria da evolução ou à teoria quântica - o voto e não a auto-

ridade dos importantes que se ocultam por detrás de inexistente metodologia (Feyerabend, 1977, p.465. Grifos do autor). Apesar do exagero quanto à escolha de teorias científicas pelo voto, essa crítica ao dogmatismo é válida na educação científica escolar.

Feyerabend considera que todas as metodologias têm limitações e que os métodos antigos e modernos apresentam um traço comum: *tendem a preservar o status quo da vida intelectual.* (Ibid, p. 56) Qualquer método que estimule a uniformidade leva ao conformismo e deteriora o raciocínio, *destrói o mais precioso dom da juventude - o poder da imaginação - e fala em educar* (p. 57). Só a pluralidade de idéias pode levar ao progresso.

Tanto a pedagogia libertária como o anarquismo epistemológico de Feyerabend implicam em aceitar e valorizar o conflito e converter as pessoas em agentes de transformação social.

Também para Piaget, a *tomada de consciência* consiste em adquirir poder sobre a própria ação, refletindo sobre ela e reestruturando-a noutro plano (*abstração reflexiva*). Isto pressupõe uma ação livre, autônoma, com *poder associado ao ato ou ato-poder*. Mas na escola libertária, além do construtivismo, há espaço para o subjetivismo disciplinado (Habermas, 1989), que as pessoas desenvolvem a partir da sua interação no grupo social.

A escola libertária traz um elemento novo para a análise da escola que temos, que faz parte de uma estrutura em que os

alunos não têm poder algum e os professores têm poder (autoritário) sobre os alunos, mas não sobre o sistema: considera essencial o estabelecimento de novas relações de poder entre professores, alunos, administradores, serventes. Isto corresponde à tese de Foucault (1989) de que o poder é sempre relação (relação de poder), e não algo que se possui. É dinâmico, envolve conflitos e contradições, atinge o individual e o coletivo.

Quanto às críticas sobre as dificuldades para sistematizar o conteúdo programático, podem ser consideradas irrelevantes pelos libertários, que defendem o pluralismo de idéias. Mas essa pedagogia é flexível o suficiente para admitir propostas como a de Faria (1987), que concilia o tratamento de conhecimentos sistematizados (nas ciências, nas artes, nas letras) com a abordagem de conhecimentos não sistematizados sobre a realidade, levando à *desmistificação de construções ideológicas, ou pseudo-conhecimentos, que procuram justificar privilégios de grupos e classes sociais dominantes* (Faria, 1987, p. 46). Essa proposta fundamenta-se na teoria pedagógica de Paulo Freire.

Assim, a ação docente do professor liga-se a diferentes concepções sobre a natureza do conhecimento científico e sobre a educação, relacionando-se também ao seu posicionamento político e social. Por isso, tanto em cursos de formação como em cursos de atualização, é importante questionar os fundamentos epistemológicos e pedagógicos da educação em Ciências.

IV. 2. A REESTRUTURAÇÃO DA EDUCAÇÃO CIENTÍFICA NO RS

A busca da autonomia, o desenvolvimento da capacidade da pessoa apropriar-se de suas ações e decisões, tem ocorrido no Rio Grande do Sul pela progressiva integração de instituições voltadas para a educação científica, através de projetos financiados pela CAPES/PADCT/SPEC. Isso levou a uma reconstrução curricular, processo participativo pelo qual os professores assumem o direcionamento do seu trabalho, que resulta numa educação continuada e na reconstrução permanente do currículo (Moraes, 1991a, p.9). Seu histórico pode contextualizar esta pesquisa.

Ação Conjunta para Melhoria do Ensino de Ciências e Matemática - ACOMECIM

A partir de 1983 iniciou o financiamento, pelo SPEC, de alguns projetos voltados à educação científica, proporcionando a formação de vínculos entre grupos de lideranças do ensino de Ciências e Matemática e deles com o SPEC. Nos dois últimos anos, houve uma evolução para a articulação dos projetos em rede.

A rede do SPEC no RS chama-se *Ação Conjunta para a Melhoria do Ensino de Ciências e Matemática: ACOMECIM*. É um projeto integrado, envolvendo 11 instituições (CECIRS/SE e 10 IES), que engloba, numa só proposta, os quatro grupos de atividades do Edital 01/90 (SPEC): formação e capacitação de professores; apoio à

pesquisa e pós-graduação; produção, adaptação, difusão e ou avaliação de materiais instrucionais. Não há projetos isolados para cada uma dessas áreas ou para cada IES, mas sim *ações integradas das instituições envolvidas, Secretaria de Educação e suas Delegacias de Educação e Secretarias Municipais de Educação*, prevenindo-se ainda a discussão dos resultados produzidos, *numa comunidade mais ampla, num processo permanente de aperfeiçoamento* (Moraes, 1991a, p.6).

Desde a criação do SPEC, os projetos desenvolvidos pelas IES que agora compõem a rede do RS priorizaram a ação junto aos professores em exercício nas escolas, enquanto preocupavam-se, também, com as licenciaturas e a produção e testagem de materiais instrucionais. Ao integrarem seus esforços, as IES mantiveram essa ênfase na atuação dos professores, buscando a melhoria da educação científica. Como as IES formam também novos professores, tal processo leva a repensar as licenciaturas.

A atuação da rede constitui-se numa *pesquisa-ação**, pois fundamenta-se na *convicção de que a realidade escolar não é algo dado e pronto, mas é construída coletivamente* (Ibid., p.11). Para isso é indispensável a *valorização do trabalho docente*, tornando o professor cada vez mais necessário pela sua compe-

* Segundo Karr e Kemmis (1988), uma pesquisa-ação consiste em *estratégias de ação programada que se haverá de implementar... (onde) os participantes da ação se considerem integradamente comprometidos em todas estas atividades (p. 176).*

tência e possibilitando-lhe assumir o direcionamento da educação nas escolas (Moraes, 1991a, p.15).

Isso envolve uma mudança de paradigma e fundamenta a pesquisa-ação, que liga num mesmo todo o projeto ACOMECIM, apontando para *...objetivos, metas e atividades que possibilitem o processo interativo, a tomada de decisões em conjunto, a construção de uma compreensão coletiva do próprio trabalho, o aprofundamento teórico a partir de uma reflexão sobre a própria prática* (Ibid., p.16). Tal mudança de paradigma implica em *adotar o cânon da subjetividade disciplinada em lugar do mito da objetividade científica* (Ibid., p.11).

Tudo isto favorece a organização de grupos de estudo, núcleos de professores e encontros. Mas é preciso considerar, face à recente troca de governo, que a continuidade desta proposta, já em fase de execução, precisa ser preservada. E necessário um esforço conjunto para não haver um retrocesso nas conquistas, que envolvem, a partir da criação de redes regionais, uma *descentralização das decisões sobre os modelos pedagógicos* (Ibid., p. 3).

Acredito que a rede está sendo co-responsável por um processo irreversível de mudança profunda na forma e no conteúdo da condução da problemática da educação científica, particularmente no RS (Moraes, 1991a, p.1). Mas considero também que não ocorrerão mudanças *... enquanto nos preocuparmos em atacar os efeitos ao invés das causas. O sistema que deve ser transformado*

é o nosso próprio modelo atual de pensamento sistemático, ou seja, a própria racionalidade vigente (Moraes, 1991a, p.4).

Creio que nos encontramos num período de transição paradigmática, em que reconhecemos a necessidade de superar o mito da neutralidade científica, mas ainda não o conseguimos plenamente. Isso vale para os coordenadores dos cursos, diretamente responsáveis pelo projeto ACOMECIM, e para os professores que colaboraram na realização desta pesquisa, mas não para a maior parte dos alunos testados, que aceitam esse mito.

Idéias dos licenciandos sobre a natureza das ciências

Analisei idéias sobre a natureza das ciências entre 238 licenciandos em Ciências, Química, Física e Biologia, num total de 23 turmas, em 9 IES do Rio Grande do Sul, entre as quais apenas duas (UFRGS e FERVI) não fazem parte do projeto ACOMECIM. A análise global das concepções não foi fácil, envolvendo releituras sucessivas dos comentários que os alunos escreveram.

Encontrei dificuldades para categorizar as concepções de alunos que ficaram numa posição intermediária (32 %), nem empirista, nem construtivista. Talvez isto se deva a falhas do instrumento. Mas tenho dúvidas. Trata-se de um tema complexo, que não pode, realmente, ser expresso em números. É possível que a passagem de uma posição empirista para outra, construtivista,

apresente um período de transição. Estou inclinada a acreditar que isso é o que está acontecendo, em vista do processo de reestruturação que movimenta alguns desses cursos, e considerando também que 4 entre as 9 IES da amostra realizam o debate epistemológico em disciplinas específicas.

De qualquer modo, há um consenso quanto à visão externalista das ciências, pelo posicionamento político da maioria dos licenciandos (8 %) cujas concepções analisei. Eles reconhecem influências externas, de opressão e dominação, sobre as ciências, as universidades, as escolas. Denunciam o descaso dos governantes ao sistema educacional. Criticam a imposição de conteúdos para serem memorizados. Propõem um ensino experimental, onde seja possível construir conhecimentos. Encontrei comentários construtivistas (19 %), mas a maioria dos alunos (49 %) ainda vê, como alternativa ao autoritarismo da memorização imposta, apenas o método empirista indutivo. Inicialmente isso pareceu-me uma contradição.

Se o conhecimento científico não é neutro; se existem influências externas (políticas, econômicas, sócio-culturais) sobre o desenvolvimento das ciências; se as teorias hoje aceitas não são definitivas, imutáveis; se é rejeitada a idéia de que a ciência é neutra, independente de juízos de valor - contestando, portanto, o positivismo; como, então, aceitar a concepção empírico-indutivista do conhecimento? Como pensar que o conhecimento científico parte da observação... de uma observação objetiva, sem

influências externas? Como falar em método científico referindo-se a um único método, com normas rígidas de procedimento?

Na verdade, não há tanta contradição. É possível pensar que o conhecimento é produzido conforme a visão empirista, mas que fatores externos às ciências direcionam ou desviam seus resultados. Existe certa consciência quanto aos aspectos sócio-políticos da educação científica. Eles devem continuar sendo tratados nas licenciaturas, mas é importante aprofundar mais a questão epistemológica de como o conhecimento se processa. Está faltando algo para que os alunos realizem um salto qualitativo em suas concepções, reestruturando-as.

Não é possível queimar etapas. O conhecimento é intransferível e o desenvolvimento cognitivo, segundo Piaget, não é um processo cumulativo e linear. Encontra-se intercalado por crises e reestruturações profundas, em que os conhecimentos obtidos num determinado nível passam por desequilíbrios, que impulsionam a busca de um outro nível de organização.

A História das Ciências também é marcada por rupturas (Bachelard) ou revoluções científicas (Kuhn), que levam à reestruturação dos conhecimentos e estabelecem uma nova visão do mundo. Por isso Delizoicov (1991), na tese *Conhecimento, Tensões e Transições*, relaciona as rupturas necessárias nas ciências (Kuhn), no conhecimento (Piaget) e na educação (Freire), para fundamentar uma proposta dialógica de educação científica. Seus

princípios valem também para a formação dos professores de Ciências. Mas, na educação científica de 1º e 2º graus e mesmo nas licenciaturas, prefiro a epistemologia/pedagogia de Bachelard, que se distingue da concepção de Kuhn sobretudo pela rejeição ao dogma. A formação profissional de especialistas numa determinada área das ciências pode ser dogmática, mas na educação científica escolar a concepção de Bachelard me parece mais adequada e compatível com a dialogicidade proposta.

O Prof. José Carlos Köche, que coordena o Curso de Licenciatura em Ciências da FERVI e leciona disciplina específica sobre epistemologia das ciências, na FERVI e na UCS, traz outra contribuição para esta análise.

Mostrando-se perplexo com as respostas dos seus alunos a esta pesquisa *, pois alguns têm coerência e argumentam com boa fundamentação, enquanto outros refletem aquela concepção ingênua de Ciência, Köche pergunta-se: *o que estamos fazendo? ... Se eles pensam assim, como será que pensam os seus professores? Como eles trabalham em sala de aula a ciência? Pois, ao trabalhar com professores de 1º, 2º e 3º graus, tem constatado que a reflexão epistemológica não está presente em seus estudos ou em sua ação pedagógica. Por quê? Porque o professor não trabalha com o conhecimento. E o pior é que ele não está preparado para distin-*

* Em correspondência que me enviou em 26 de março de 1991.

guir o que é e o que não é trabalhar com conhecimento, pois trabalha apenas com informações superficiais recolhidas em algum manual elaborado por qualquer compilador. Mas Köche considera que a reflexão epistemológica não é suficiente para modificar a concepção do aluno. Não basta a reflexão. É necessária a vivência da produção e da crítica do conhecimento. Se o aluno não passar por essa experiência (experimento) ele não mudará a sua opinião.

Assim, os alunos da Licenciatura em Ciências (2 anos) da FERVI e os da Licenciatura em Biologia (5 anos) da UCS, embora passando por reflexão epistemológica semelhante, na mesma disciplina, tiveram vivências diversas em seus cursos, que podem ter influenciado no modo como hoje concebem a natureza das ciências.

O debate epistemológico nas licenciaturas

No capítulo anterior, relatei os resultados da análise documental quanto a disciplinas relacionadas a um debate sobre os fundamentos das ciências naturais, nas licenciaturas em Ciências, Química, Física e Biologia de dez IES localizadas no Rio Grande do Sul. Mas não é objetivo desta pesquisa analisar em profundidade o currículo desses cursos. Sei que o currículo de um curso faz parte de um todo mais abrangente, e não tem sentido tratá-lo iso-

ladamente como, em geral, se faz (Moreira, M.A. e Axt, R., 1991). Não é tão simples alterá-lo, introduzindo ou modificando uma disciplina. Ao contrário, trata-se de um tema bastante complexo. E preciso considerar também que importantes reformas curriculares já estão em andamento em alguns desses cursos no RS, como, por exemplo, a *Proposta de Nova Licenciatura para Formação de Professores da Área de Ciências e Matemática* * da UNIJUI. Nessa proposta, já implementada, a epistemologia e a história das ciências fazem parte do currículo.

Silveira (1991), ao reconhecer que o empirismo continua dominante entre professores e cientistas, manifestando-se nas "reconstruções racionais" das teorias a partir dos fatos, também sugere: *Um possível caminho para se seguir a mudança de mentalidade é a introdução de disciplinas de filosofia e história das ciências nos cursos de graduação... no final, quando o aluno já tenha se deparado com problemas relacionados ao conhecimento científico* (Silveira, 1991, p.74).

Então, mesmo sem analisar o currículo como um todo, acredito que deve haver, na estrutura dos cursos, uma discussão mais profunda sobre as relações entre construtivismo, prática de ensino e concepções sobre a natureza do conhecimento científico.

* Apresentada por O.A. Maldaner e L.B. Zanon no VII SBEEC, em 1989.

IV.3. CONCLUSÃO

No momento em que as IES gaúchas encontram-se na busca do aperfeiçoamento do processo de educação científica, é preciso considerar que uma longa caminhada já foi percorrida, aproximando as Licenciaturas em Ciências do ensino de 1º e de 2º graus e, também, da formação continuada de professores em exercício. Isto pode ser acentuado com experiências em situações de classe, desde o início dos cursos, como, por exemplo, é realizado na UFF.

Moraes, numa investigação sobre a educação e profissionalização do professor, a partir de vivências de professores com reconhecida liderança em educação científica, relata que os cursos de graduação foram pouco significativos para eles e considera a importância central da efetiva prática docente, como elemento de profissionalização. Destaca também a convivência com bons professores ou a vivência de experiências educacionais marcantes, mostrando como, ao longo do tempo, surge *um professor cada vez mais consciente e crítico*. Afirma também: *A educação do professor é continuada, representando cada estágio uma função específica. O professor não completa sua formação no curto espaço de uma vida acadêmica, mas são essenciais ao tornar-se professor, tanto experiências e vivências anteriores à graduação, quanto as posteriores. É um processo histórico que se move através de uma reflexão permanente sobre a própria prática... num processo sem-fim de*

busca da sua própria realização pessoal e profissional (Moraes, 1991b, p.301).

Moraes (1991b) propõe a educação do professor a partir de uma pesquisa-ação continuada. Concordo plenamente. Mas creio ser fundamental, também, descobrir por que os cursos de licenciatura são pouco efetivos e procurar melhorá-los.

Assim, tendo como meta aprimorar a formação dos professores de Ciências, dentro de uma proposta construtivista de educação, creio que é importante haver um debate quanto aos fundamentos do conhecimento científico nos cursos de magistério e nas licenciaturas, e mesmo em cursos de atualização para professores já formados. As concepções que temos quanto ao desenvolvimento das ciências, incluindo questões metodológicas e epistemológicas, influenciam nossa ação docente, mas é preciso questioná-las, esclarecendo suas relações com o trabalho que realizamos.

Por isso considero importante que existam disciplinas específicas sobre a epistemologia e a história das ciências, com a promoção de um debate epistemológico, para que os alunos superem uma reconstrução histórica linear e cumulativa. Mas essas disciplinas não devem ser desvinculadas da prática do ensino e da pesquisa. E é preciso que sejam trabalhadas dialogicamente, considerando as idéias prévias dos alunos como ponto de partida.

Segundo R. Axt, os universitários podem ingressar nos

cursos de licenciatura mantendo sua própria interpretação dos fenômenos naturais, ou seja, com as suas concepções alternativas sobre a natureza. Em situações acadêmicas - aplicação de fórmulas, respostas a testes - utilizam o ensino de 1º e de 2º graus que receberam. Mas, diante de situações problemáticas do cotidiano, em geral manifestam, inalteradas, suas antigas concepções*. Isto significa que não lhes foi proporcionada a experiência da ruptura, o conflito de idéias, o desequilíbrio necessário para a reorganização dos conceitos em outro nível.

Segundo Moreira (1990), a participação em pesquisas educacionais é fundamental para quem leciona, pois o professor está em melhores condições do que pesquisadores externos para coletar bons dados de pesquisa (p. 140) e o seu engajamento na investigação aumenta as probabilidades de que haja transferência de resultados para a sala de aula. A pesquisa em ensino não tem sentido se não visar a sala de aula e deve concentrar-se no conteúdo. A psicologia cognitiva, a epistemologia, a filosofia e a história das ciências devem ser instrumentos que auxiliem na tentativa de veicular conteúdos de ciências (p. 140-141).

Portanto, creio que a reflexão epistemológica é insufi-

* Em comunicação pessoal, no minicurso *Experimentos de Física para a Escola Primária e Secundária com materiais que podem ser localmente desenvolvidos*, durante o VII Simpósio Sul Brasileiro do Ensino de Ciências - 1989, Santa Maria/RS.

ciente, sem os alunos vivenciarem rupturas em seus próprios conceitos. Para que isso ocorra, sugiro que, antes da introdução às idéias de Kuhn e Bachelard, algumas concepções alternativas sejam problematizadas - de preferência aquelas já bem conhecidas, através de diversas pesquisas (Zylbersztajn, 1983; Driver, 1986, 1988; Gil Peres, 1986; Mariani, 1987; Arcà e Guidoni, 1989). Tudo o que foi escrito no capítulo II.2, direcionado aos alunos de 1º e de 2º graus, é aplicável aos acadêmicos. Mais do que isto, é recomendável, pois assim eles terão mais condições para trabalhar de modo semelhante com seus próprios alunos. Após passar pela experiência de ruptura, será mais fácil compreender a descontinuidade das ciências.

Considero que o trabalho com concepções alternativas, dentro de disciplinas que promovam um debate epistemológico, é válido para todos os cursos de formação de professores de Ciências. Pode ser realizado, também, em cursos de pequena duração (40 h), para atualização de professores. Isso atende a recomendação de Köche quanto à necessidade de trabalhar com o conhecimento, ou seja, a vivência da produção e da crítica do conhecimento, seguida por uma reflexão que permita a tomada de consciência sobre esse processo; e de Moreira (1989), sobre a importância do envolvimento dos professores nas pesquisas educacionais.

Espero, através do projeto ACOMECIM, que envolve uma pesquisa-ação e, portanto, a ampla participação de todos os interessados, contribuir para viabilizar esta proposta.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- LANGOTTI, J.A. *Solução Alternativa para a Formação de Professores de Ciências*. São Paulo, Dissertação de Mestrado, IFUSP/FEUSP, 1982.
- ARCA, M. e GUIDONI, P. Modelos Infantiles y Modelos Científicos sobre la Morfología de los Seres Vivos. In: *Enseñanza de las Ciencias*, v. 7, n. 2, p. 162-167, 1989.
- ASSOCIAÇÃO das Escolas Superiores de Formação de Profissionais do Ensino - AESUFOPE. *Recomendações Finais do III Encontro de Licenciaturas em Ciências*. Porto Alegre, AESUFOPE, 1989 (mimeo).
- AYDOS, C. *Prática de Ensino de Química: Uma Experiência Educacional Dialógica*. Florianópolis, Dissertação de Mestrado, UFSC, 1990.
- BACHELARD, G. *O Novo Espírito Científico*. Lisboa: Edições 70, s/d. Original francês de 1934.
- _____. *A Filosofia do Não*. São Paulo: Abril Cultural, 1978a. Coleção Os Pensadores. Original francês de 1940.
- _____. *O Racionalismo Aplicado*. Rio de Janeiro: Zahar, 1987. Original francês de 1949.

- BACHELARD, G. *A Poética do Espaço*. São Paulo: Abril Cultural, 1978a. Coleção Os Pensadores. Original francês de 1957.
- _____. *Epistemologia - Trechos Escolhidos*, preparado por Dominique Lecourt. Rio de Janeiro: Zahar, 1977. Original francês de 1971.
- BASTOS, F.P. *"Alfabetização Técnica" na Disciplina de Física: Uma Experiência Educacional Dialógica*. Florianópolis, Dissertação de Mestrado, UFSC, 1990.
- BLOOM, J.W. Preservice Elementary Teacher's Conceptions of Science: Science, Theories and Evolution. In: *International Journal of Science Education*, v. 11, n. 4, p. 401-415, 1989.
- BORGES, R.M.R. *Concepções Sobre o Conhecimento Científico e Reconstrução Curricular*. Florianópolis, Monografia, UFSC, 1989a.
- _____. *A Construção do Conhecimento Científico*. Florianópolis, Monografia, UFSC, 1989b.
- CAWTHON, E.R. e ROWELL, J.A. Epistemology and Science Education. In: *Studies in Science Education*, v. 5, p. 31-59, 1978.
- CARVALHO, A.M. *Física: Proposta para um Ensino Construtivista*. São Paulo: EPU, 1989.

CHOMSKY, N. A Propósito das Estruturas Cognitivas e de seu Desenvolvimento: Uma Resposta a Piaget. In: PIATTELLI-PALMARINI, M.P. (org.). *Teorias da Linguagem, Teorias da Aprendizagem - O Debate entre Jean Piaget e Noam Chomsky*. São Paulo: Cultrix/EDUSP, 1982.

CUPANI, A. *A Crítica do Positivismo e o Futuro da Filosofia*. Florianópolis: UFSC, 1985.

DAGOGNET, F. *Bachelard*. Lisboa: Edições 70, 1965.

DELIZOICOV, D. *Concepção Problematizadora do Ensino de Ciências na Educação Formal*. São Paulo, Dissertação de Mestrado, IFUSP/FEUSP, 1982.

_____. *Conhecimento, Tensões e Transições*. São Paulo, Tese de Doutorado, FEUSP, 1991.

DEPARTAMENTO de Assuntos Universitários. *O Exercício da Integração no Cenário do DGE*. Porto Alegre: Secretaria da Educação do Rio Grande do Sul, 1989, Série Articulação, n. 1.

DOLLE, J.M. *De Freud a Piaget*. Buenos Aires: Paidós, 1979.

DRIVER, R. *Psicologia Cognoscitiva y Esquemas Conceptuales de los Alumnos*. In: *Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n. 1, p.3-15, 1986.

DRIVER, R. Un Enfoque Constructivista para el Desarrollo del Currículo en Ciencias. In: *Enseñanza de las Ciencias*, v. 6, n. 2, p. 109-120, 1988.

FALCAO, J.T.R. *Da Física Intuitiva à Dinâmica Newtoniana: Relevância das Simulações em Computador*. Pernambuco, Dissertação de Mestrado, UFPE, 1987.

FARIA, W. *Teorias de Ensino e Planejamento Pedagógico*. São Paulo: EPU, 1987.

FEYERABEND, P. *Contra o Método*. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1985.

_____. Consolando o Especialista. In: LAKATOS, I. (org.). *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento*. São Paulo: Cultrix, 1979.

FREIRE, P. *Cartas à Guiné-Bissau*. 4 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1984.

_____ e FAUNDEZ, A. *Por uma Pedagogia da Pergunta*. 2 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1986.

_____. *Pedagogia do Oprimido*. 17 ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

FREIRE, P. *Medo e Ousadia - O Cotidiano do Professor*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1988.

FOUCAULT, M. *Microfísica do Poder*, 8 ed. Rio de Janeiro: Graal, 1989. Original francês de 1979.

GIL PERES, D. La Metodologia Científica y la Enseñanza de las Ciencias. Unas Relaciones Controvertidas. In: *Enseñanza de las Ciencias*, v. 4, n. 2, p. 111-121, 1986.

HABERMAS, J. *Consciência Moral e Agir Comunicativo*. Rio de Janeiro: Tempo Brasileiro, 1989.

_____. *Técnica e Ciência como Ideologia*. Lisboa, Edições 70, 1987.

HANSON, N.R. Observação e Interpretação. In: MORGENBESSER, S. (org.). *Filosofia da Ciência*. São Paulo: Cultrix, 1975.

_____. *Patrones de Descubrimiento. Observation e explication*. Madrid: Alianza, 1985.

HESSEN, B. As Raízes Sociais e Económicas do "Principia" de Newton. In: *Revista do Ensino de Física*, v. 5, n. 1, 1984.

CARR, W. e KEMMIS, S. *Teoria Crítica de la Enseñanza*. Barcelona: Martinez Roca, 1988.

KUHN, T.S. *A Estrutura das Revoluções Científicas*. 2 ed. São Paulo: Perspectiva, 1978.

_____. A Função do Dogma na Investigação Científica. In: DEUS, J.D. (org.). *A Crítica da Ciência*. Rio de Janeiro: Zahar, 1974.

_____. Lógica da Descoberta ou Psicologia da Pesquisa? In: LAKATOS, I. (org.) *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento*. São Paulo: Cultrix, 1979a.

_____. Reflexões Sobre Meus Críticos. In: LAKATOS, I. (org.) *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento*. São Paulo: Cultrix, 1979b.

LAKATOS, I. (org.) *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento*. São Paulo: Cultrix, 1979a.

_____. O Falseamento e a Metodologia dos Programas de Pesquisa. In: LAKATOS, I. (org.) *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento*. São Paulo: Cultrix, 1979b.

LEDERMAN, N.G. e ZEIDLER, D.L. Science Teacher's Conceptions of the Nature of Science: Do They Really Influence Teaching Behavior? In: *Science Education*, v. 71, n. 5, p. 721-734, 1987.

LEITE, L.B. (org.). *Piaget e a Escola de Genebra*. São Paulo: Cortez, 1987.

LOSEE, J. *Introdução Histórica à Filosofia da Ciência*. Belo Horizonte: Itatiaia, 1979.

LÖWY, M. *Ideologias e Ciência Social*. São Paulo: Cortez, 1985.

MAGEE, B. *As Idéias de Popper*. São Paulo: Cultrix, 1989.

MARIANI, M.C. *A Evolução das Concepções Espontâneas Sobre Colisões*. São Paulo, Dissertação de Mestrado, FEUSP, 1987.

MEDAWAR, P. Is the Scientific Paper a Fraud? In: *The Listener*, v. 12, sept. 1963.

MENDEL, G. e VOGT, C. *Manifiesto de la Educación*. 9.ª ed. Madrid: Siglo Veintiuno de España, 1988.

MORAES, R. *A Construção de uma Proposta Curricular para o Ensino de Ciências no Rio Grande do Sul*. Porto Alegre, 1990 (mimeo).

_____ e RAMOS, M.G. *Construindo o Conhecimento*. Porto Alegre: SAGRA, 1988.

_____. Introdução. In: *ACOMEJIM: Ação Conjunta para Melhoria do*

Ensino de Ciências. Projeto apresentado ao SPEC/CAPES/PADCT, Porto Alegre, 1991a (mimeo).

_____. *A Educação de Professores de Ciências: Uma Investigação na Trajetória de Profissionalização de Bons Professores*. Porto Alegre, Tese de Doutorado, UFRGS, 1991.

MOREIRA, M.A. O Grupo de Ensino de Física da UFRGS: Retrospectiva e Perspectiva. In: *Atas do III Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Porto Alegre, UFRGS, Instituto de Física, 1990.

_____ e AXT, R. Ênfases curriculares e Ensino de Ciências. In: MOREIRA, M.A. e AXT, R. *Tópicos em Ensino de Ciências*. Porto Alegre: SAGRA, 1991.

NADEAU, R. e DEESAUTELS, J. *Epistemology and the Teaching of Science*. Science Council of Canada, Apr. 1984.

OGAWA, M. Beyond the Tacit Framework of "Science" and "Science Education" Among Science Educators. In: *International Journal of Science Education*, v. 11, n. 3, p. 247-250, 1989.

PERNAMBUCO, M. Uma Retomada Histórica do Ensino de Ciências. In: *Atas do VI Simpósio Nacional de Ensino de Física*. Niterói, 1985.

PIAGET, J. *O Nascimento da Inteligência na Criança*. 3 ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1987. Original francês de 1936.

- _____. *A Formação do Símbolo na Criança*. 3 ed. Rio de Janeiro: Zahar, 1978a. Original francês de 1946.
- _____. *Seis Estudos de Psicologia*. 6 ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 1989. Original francês de 1964.
- _____ e INHELDER, B. *A Psicologia da Criança*. 10 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1989. Original francês de 1966.
- _____. *Biologia e Conhecimento*. Petrópolis: Vozes, 1973. Original francês de 1967.
- _____. *Problemas de Psicologia Genética*. 5 ed. Lisboa: Dom Quixote, 1983. Original francês de 1972.
- _____. *A Tomada de Consciência*. São Paulo: Melhoramentos/EDUSP, 1977a. Original francês de 1974.
- _____. *Fazer e Compreender*. São Paulo: EDUSP/Melhoramentos, 1978b. Original francês de 1974.
- _____. *Equilíbrio das Estruturas Cognitivas*. Rio de Janeiro: Zahar, 1976. Original francês de 1975.
- _____ et al. *Conclusions Générales*. In: *Recherches sur l'Abstraction Réfléchissante*. Paris, P.U.F., 1977b. Tradução de Fernando Becker.

- _____ e GARCIA, R. *Psicogênese e História das Ciências*. Lisboa: Dom Quixote, 1987. Original francês de 1980.
- POPPER, K.R. A Ciência Normal e seus Perigos. In: LAKATOS, I. (org.). *A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento*. São Paulo: Cultrix, 1979.
- _____. *Lógica das Ciências Sociais*. Rio de Janeiro: Universidade de Brasília, 1978.
- _____. *Autobiografia Intelectual*. São Paulo: Cultrix, 1986.
- _____. *Em Busca de um Mundo Melhor*. Lisboa: Fragmentos, 1989.
- POSNER et al. Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. In: *Science Education*, n. 66, v. 2, p. 211 - 227, 1982.
- RAYBIN, D.M. On Science. In: *The Physics Teacher*, v. 25, n. 7, p. 442-443, 1987.
- SARAIVA, J.A.F. *A Teoria de Piaget como Sistema de Referência para a Compreensão da Física Intuitiva*. São Paulo, Dissertação de Mestrado, IFUSP/FEUSP, 1986.
- SILVEIRA, F.L. A Filosofia da Ciência de Karl Popper e suas Implicações no Ensino da Ciência. In: MOREIRA, M.A. e AXT, R.

(org.) *Tópicos em Ensino de Ciências*. Porto Alegre: SAGRA, 1991.

TERHART, E. Philosophy of Science and School Science Teaching. In: *International Journal of Science Education*, v. 10, n. 1, p. 11-16, 1988.

THIOLLENT, M. *Metodologia da Pesquisa-Ação*. 2 ed. São Paulo: Cortez, 1986.

VIGOTSKY, L.S. *Pensamento e Linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1989a. Original russo de 1934.

VIGOTSKY, L.S. *A Formação Social da Mente*. São Paulo: Martins Fontes, 1989b.

WATTS, M. e POPE, M. Thinking About Thinking, Learning About Learning: Constructivism in Physics Education. In: *Physics Education*, v. 24, n. 6, p. 326-328, 1989.

ZANETIC, J. *Física Também É Cultura*. São Paulo, Tese de Doutorado, FEUSP, 1989.

ZYLBERSZTAJN, A. Concepções Espontâneas em Física: Exemplos em Dinâmica e Implicações para o Ensino. In: *Revista de Ensino de Física*, v. 5, n. 2, p. 3-16, 1983.

ZYLBERSZTAJN, A. *O Aluno como Cientista Kuhniano*. Natal, UFRN, 1985 (mimeo).

_____. *Idéias sobre a Natureza do Conhecimento Científico*. Natal, UFRN, 1986a (mimeo).

_____. *Projeto Treinamento e Ação*. Relatório apresentado ao SPEC/PADCT/CAPES, Natal, UFRN, 1986b (mimeo).

_____. *O Ensino de Dinâmica Através de Uma Abordagem Construtivista*. In: *Atas do III Encontro de Pesquisa em Ensino de Física*. Porto Alegre, UFRGS, Instituto de Física, 1990.

_____. *Revoluções Científicas e Ciência Normal na Sala de Aula*. In: MOREIRA, M.A. e AXT, R. (org.) *Tópicos em Ensino de Ciências*. Porto Alegre: SAGRA, 1991.

APENDICE 1:

**CURSOS DE LICENCIATURA EM
CIENCIAS, QUIMICA, FISICA E BIOLOGIA
EXISTENTES NO RIO GRANDE DO SUL EM 1988
SEGUNDO O DAU/ SE/RS**

QUADRO 5 - CURSOS DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS (C), QUÍMICA (Q),
FÍSICA (F) E BIOLOGIA (B) NO RS, EM 1988:

MUNICÍPIO	DGE	INSTITUIÇÕES DE ENSINO SUPERIOR (IES)	CURSOS			
			C	Q	F	B
ALEGRETE	37	Centro Integrado de Ensino Superior	x			x
BAGE	36	Fac.Unidas de Bagé (em 89: URCAMP - Univ. Região da Campanha)	x			x
BENTO GONÇALVES	35	FERVI - Fac.Educação,Ciências e Letras da Região dos Vinhedos	x			
CACHOEIRA DO SUL	37	Unidades Integradas de Ensino Superior do Vale do Jacuí	x			x
CAMAQUA	36	Fac.Formação de Professores e Especialistas em Educação	x			x
CANOAS	35	ULBRA - Universidade Luterana do Brasil		x		x
CAXIAS DO SUL	35	UCS - Universidade de Caxias do Sul	x	x	x	x
CRUZ ALTA	38	Fac.Fil.C.e Letras de Cruz Alta (em 89: Univ. de Cruz Alta)	x			
EREXIM	38	FAPES - Fundação Alto Uruguai de Pesquisa e Ensino Superior	x			x
		(em 90: URI - Universidade Regional Integrada)				
IJUI	38	UNIJUI - Universidade de Ijuí	x	x	x	x
LAGEADO	35	FATES - Fundação Alto Taquari de Ensino Superior	x			x
PASSO FUNDO	38	UPF - Universidade de Passo Fundo	x	x		x
PELOTAS	36	UCPEL - Universidade Católica de Pelotas	x	x	x	x
PORTO ALEGRE	35	UFRGS - Universidade Federal do Rio Grande do Sul		x	x	x
		PUC/RS- Pontifícia Universidade Católica do RS	x	x	x	x
		FAPA - Faculdade Portoalegrense	x			
RIO GRANDE	36	FURG - Fundação Univ.de R.Grande (em 90: Univ.de Rio Grande)	x	x		x
SANTA CRUZ DO SUL	35	FISC - Faculdades Integradas de Santa Cruz	x	x	x	x
SANTA MARIA	37	UFSM - Universidade Federal de Santa Maria	x	x	x	x
SANTA ROSA	38	Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras Dom Bosco	x			x
SANTO ANGELO	38	Faculdades Integradas de Santo Angelo	x			
SÃO GABRIEL	37	Faculdades Integradas de São Gabriel	x			
SÃO LEOPOLDO	35	UNISINOS - Universidade do Vale do Rio dos Sinos	x		x	x
URUGUAIANA	37	Campus Universitário II da PUC/RS	x			x

Fonte: DAU (Departamento de Assuntos Universitários) - SE/RS.

APENDICE 2:

**CONVENÇÕES UTILIZADAS
NA ANÁLISE DOCUMENTAL**

Convenções utilizadas para designar IES (números de 1 a 11), cursos (inicial maiúscula) e disciplinas (letras minúsculas):

IES (Instituições de Ensino Superior):

1. UFRGS (Universidade Federal do Rio Grande do Sul)
2. PUC/RS (Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul)
3. FISC (Faculdades Integradas de Santa Cruz do Sul)
4. UCS (Universidade de Caxias do Sul)
5. FERVI (Faculdade de Educação, Ciências e Letras da Região dos Vinhedos)
6. FATES (Fundação Alto Taquari de Ensino Superior)
7. UFSM (Universidade Federal de Santa Maria)
8. PUC II (Campus Universitário II da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul - Uruguaiana)
9. UNIJUI (Universidade de Ijuí)
10. UPF (Universidade de Passo Fundo)
11. FAPES (Fundação Alto Uruguai para Pesquisa e Ensino Superior)

CURSOS:

- C - Ciências
- Q - Química
- F - Física
- B - Biologia

DISCIPLINAS ANALISADAS:

- d - Didática
- ep - Epistemologia da Ciência
- eph - Epistemologia e História da Ciência
- ev - Evolução da Química
- evc - Evolução do Pensamento Científico
- evq - Evolução Conceitual da Teoria Quântica
- fc - Filosofia da Ciência
- ffs - Fundamentos Filosóficos e Sociológicos da Educação
- hc - História da Ciência
- hev - História e Evolução da Química
- hph - História do Pensamento Humano
- ht - Humanismo e Tecnologia
- ip - Iniciação à Pesquisa
- ie - Instrumentação para o Ensino
- lm - Lógica e Metodologia
- mb - Método Biológico
- mc - Metodologia Científica
- mcp - Metodologia Científica e da Pesquisa
- me - Metodologia do Ensino de (C,Q,F,B)
- mp - Metodologia da Pesquisa
- mtp - Métodos e Técnicas de Pesquisa
Metodologia e Técnicas de Pesquisa
- pe - Prática de Ensino
- tp - Técnica de Projetos em Ciências
- pse - Psicologia da Educação

APENDICE 3:

**DISCIPLINAS ANALISADAS
EM CADA CURSO E INSTITUIÇÃO**

QUADRO 6 - DISCIPLINAS ANALISADAS - CURSO: CIÊNCIAS - C

INSTITUIÇÃO	DISCIPLINA ANALISADA	CODIGO	SEMESTRE	CREDITOS	CARÁTER
2	me	1420-B	5º	03	OBRIG.
	pe	1420-D	6º	04	OBRIG.
3	ie	3310904	3º	02	OBRIG.
	mtp	3330383	2º	04	OBRIG.
4	(Curso suspenso temporariamente)				
5	mc I	-	1º	04	OBRIG.
6	me I	152114	4º	04	OBRIG.
7	me 1	MEN340	4º	(105 h/a)	OBRIG.
8	mc I	17915	1º	04	OBRIG.
	pe 1	17530	5º	10	OBRIG.
9	ep	-	9º	04	OBRIG.
	mp	-	1º	04	OBRIG.
10	mc	FIL101	1º	04	OBRIG.
	tj	DFI753	2º	04	OBRIG.
	ffs	FPE193	3º	02	OBRIG.
11	me I	152114	4º	04	OBRIG.
	me II	152124	4º	04	OBRIG.

QUADRO 7 - DISCIPLINAS ANALISADAS - CURSO: QUÍMICA - Q

INSTITUIÇÃO	DISCIPLINA ANALISADA	CODIGO	SEMESTRE	CREDITOS	CARÁTER
1	ev	QUI114	8º	04	OBRIG.
2	me	14278	7º	04	OBRIG.
3	(Idem Curso de Licenciatura em Ciências.)				
4	(Curso suspenso temporariamente.)				
7	d/Q	MEN229	4º	08	OBRIG.
	pse	FUE210	3º	06	OBRIG.
9	(Idem Curso de Licenciatura em Ciências.)				
10	hev	QUI244	1º	02	OBRIG.
	mc	FIL101	1º	04	OBRIG.

QUADRO 8 - DISCIPLINAS ANALISADAS - CURSO: FÍSICA - F

INSTITUIÇÃO	DISCIPLINA ANALISADA	CODIGO	SEMESTRE	CREDITOS	CARÁTER
1	fc	HUM146	-	04	OPT.
	evc	HUM102	-	04	OPT.
	evq	FIS185	-	04	OPT.
	ie	EDU240	-	04	OPT.
	pe	EDU238	-	06	OPT.
2	me	1423D	7º	02	OBRIG.
3	(Idem Curso de Licenciatura em Ciências.)				
4	(Sem disciplina ligada ao tema da pesquisa.)				
7	d/F	MEN324	7º	08	OBRIG.
	pse	FUE210	6º	06	OBRIG.
	mtp	ADE302	6º	03	OBRIG.
9	(Idem Curso de Licenciatura em Ciências.)				

QUADRO 9 - DISCIPLINAS ANALISADAS - CURSO: BIOLOGIA - B

INSTITUIÇÃO	DISCIPLINA ANALISADA	CODIGO	SEMESTRE	CREDITOS	CARATER
1	evc	HUM102	-	04	OPT.
	mc	BIO706	-	02	OPT.
	pe	EDU238	8º	06	OBRIG.
	ie	EDU240	6º	04	OBRIG.
2	mb	31444	1º	02	OBRIG.
3	(Idem Curso de Licenciatura em Ciências.)				
4	mc	FIL101	2º	04	OBRIG.
	eph	FIL407	10º	04	OBRIG.
6	(Idem Curso de Licenciatura em Ciências.)				
7	d/CB	MEN409	4º	08	OBRIG.
	pse	FUE210	6º	06	OBRIG.
8	mc I	179150	1º	04	OBRIG.
	mc II	17916	6º	04	OBRIG.
	pe 1	17530	5º	10	OBRIG.
	pe 2	17331	9º	10	OBRIG.
9	(Idem Curso de Licenciatura em Ciências.)				
10	mc	FIL101	1º	04	OBRIG.
	ip	BIO172	8º	04	OBRIG.
11	me I	152114	4º	04	OBRIG.
	me II	152124	4º	04	OBRIG.
	me	195109	9º	04	OBRIG.

APENDICE 4:

**CONTEUDO E BIBLIOGRAFIA
DAS DISCIPLINAS ANALISADAS**

QUADRO 10 - CONTEUDO E BIBLIOGRAFIA DAS DISCIPLINAS ANALISADAS

IES/CURSO/ DISCIPLINA	CONTEUDOS DESENVOLVIDOS	BIBLIOGRAFIA
1/F fc	<p>Posições das principais correntes contemporâneas na filosofia da ciência.</p> <ol style="list-style-type: none"> 1. A ciência como processo: a investigação científica. 2. A ciência como produto: o conhecimento científico. <ol style="list-style-type: none"> 2.1. Caracterização do conhecimento científico. 2.2. Bachelard e a noção de ruptura epistemológica. 2.3. T.Kuhn: ciência normal e paradigmas. 3. Questões especiais: <ol style="list-style-type: none"> 3.1. Modelos. 3.2. A indução: Popper e Carnap. 	(Textos sobre Bachelard, Kuhn, Popper e Carnap.)
1/F evc	<p>A história das ciências e seu sentido epistemológico: propostas de análise do conhecimento científico.</p> <ul style="list-style-type: none"> . A concepção grega de ciências. . A visão medieval. . A revolução científica dos séculos XVI e XVII. . A revolução na química moderna. . A revolução nas ciências biológicas no séc. XIX. . Novos questionamentos para a concepção de ciências a partir dos desenvolvimentos do séc. XX. 	<p>I. Para instrumental de análise será requerida a aquisição de F ou K: F) FEYERABEND, P. <i>Contra o Método</i>. K) KUHN, T.S. <i>A Estrutura das Revoluções Científicas</i>. N) MAGEL, E. <i>Ciência: Natureza e Objeto</i>. II. História das ciências: (diversos). III. Leituras específicas: BACON, GALILEU, DARWIN, KOYRE e outros.</p>
1/F evq	<p>- Estudo qualitativo da evolução dos conceitos e expressão formal da teoria quântica não-relativística desde o seu surgimento até o momento atual.</p>	<p>- Polígrafos do curso. Artigos vários. - JAMMER, M. <i>The Philosophy of Quantum Mechanics</i>.</p>
1/Q ev	<p>- Desenvolvimento histórico da química. - Leis e teorias da química. - A química e a ecologia. - A história da química no Brasil.</p>	<p>BAUER, H. <i>História de la Química</i>. NEWCOMB, E. <i>Da Alquimia ao Átomo</i>. TATON, R. <i>História Geral das Ciências</i>. (Outros.)</p>
1/B oc	<p>. O biólogo como profissional: hoje e no futuro. Conceitos gerais e aspectos básicos do método científico: aspectos filosóficos e empíricos. As etapas do método científico. A revisão bibliográfica. Planejamento e elaboração de projetos de pesquisa em Biologia. Redação e publicação de trabalhos científicos. Pesquisa básica, tecnologia e desenvolvimento. O papel da Universidade na formação de recursos humanos, no desenvolvimento científico e tecnológico do país.</p>	<p>. Cópias de textos de revistas como: <i>Inter-ciência</i>, <i>Ciência Hoje</i>, <i>Ciência e Cultura</i>. GALLIANO, A. <i>O Método Científico - Teoria e prática</i>. HEGENBERG, L. <i>Etapas da Investigação Científica</i>. HULL, D. <i>Filosofia da Ciência Biológica</i>. KÖCHE, J.C. <i>Fundamentos da Metodol. Científica</i> POPPER, K. <i>A Lógica da Pesquisa Científica</i>.</p>

IES/CURSO/ DISCIPLINA	CONTEÚDOS DESENVOLVIDOS	BIBLIOGRAFIA
1/B/F ie	<p>. Características do pensamento e do método científico a serem consideradas no ensino. A atitude científica: processos e produtos. Observação e experimentação no ensino de 1º grau. Objetivos do ensino científico. Método ativo e ensino de Ciências. Planejamento, execução e avaliação de projetos de instrumentação para o ensino. Laboratório e manipulação instrumental. Análise de livros-textos de Ciências.</p>	<p>HENNIG, G.J. <i>Metodologia do Ensino de Ciências</i>. KNOLL, K. <i>Didática de la Enseñanza de la Física</i>. (Outros - Livros sobre Didática de Ciências e textos de revistas.)</p>
1/B/F pe	<p>. Disciplina de caráter teórico-prático. Oportuniza o envolvimento docente em atividades de prática docente no 1º grau, desenvolvendo as habilidades de planejar e avaliar ensino em bases metodológicas ajustadas à faixa etária dos alunos, às peculiaridades das escolas e da comunidade e aos princípios do método científico.</p>	<p>BAZIN, M. et al. <i>Iniciação à Ciência</i>. CANIATO, R. <i>Consciência na Educação</i>. CARRAHER, D. et al. <i>Aprender Pensando: Contribuições da Psicologia Cognitiva para a Educação</i>. (Outros: artigos de revistas.)</p>
2/C me	<p>. Procedimento científico: desenvolvimento da atitude e a relação com as dimensões do ensino; operações e habilidades mentais, atitudes e valores. Solução de problemas como processo de aprendizagem no ensino de Ciências.</p> <p>. Planejamento. Relação objetivos, procedimentos e avaliação no ensino de Ciências.</p> <p>. Escolha e organização de atividades.</p> <p>. Análise de atividades sobre ensino de Ciências.</p> <p>. Aspectos metodológicos de avaliação em Ciências.</p>	<p>BLOUGH, G. et al. <i>Como Ensinar Ciências</i>. FEIL, I. e LUTZ, A. <i>Conteúdos Integrados: Proposta Metodológica</i>. HENNIG, G.J. <i>Metodologia do Ensino de Ciências</i>. MAFRA, W. e JOULLI, V. <i>Didática de Ciências através de Módulos Instrucionais</i>. PILETTI, C. <i>Didática Especial</i>. SOUZA, G. <i>Metodologia das Ciências Naturais</i>. (Outros livros e revistas.)</p>
2/F me	<p>. Estudo de definições, conceitos, teorias, leis, estruturas e metodologia da Física. Experimentos. Medidas, avaliação e precisão. Indução e dedução em Física. Técnicas de investigação. Uso de modelos. Aplicação dos estudos na elaboração de atividades de ensino da Física para o 2º grau.</p>	<p>BACHELARD, G. <i>O Novo Espírito Científico</i>. CAPRA, F. <i>O Tao da Física</i>. FREIRE, P. <i>Medo e Ousadia - O Cotidiano do Professor</i>. GREAR, J. <i>Física</i>. P.S.S.C. <i>Física</i>.</p>
2/Q me	<p>. Estudo de conceitos e princípios metodológicos do ensino de Química. Mapeamento de conteúdos de Química no 2º grau. Análise de diferentes métodos, técnicas, processos e atividades adequadas ao ensino de Química. Estudo e construção de materiais instrucionais. Montagem de estratégias instrucionais.</p>	<p>. Bibliografia básica: MORAES, R. e RAMOS, M.G. <i>Construindo o Conhecimento</i>. MORAES, R. (org.) <i>Unidades Experimentais de Ciências</i>.</p>

IES/CURSO/ DISCIPLINA	CONTEUDOS DESENVOLVIDOS	BIBLIOGRAFIA
2/B mb	<ul style="list-style-type: none"> . Conceito de método e irredutibilidade à técnica. Diferentes tipos de métodos. Método biológico. . Ciência: conceito, divisão, semelhanças e diferenças entre as diferentes ciências. . O método de uma leitura eficiente: presença e delimitação do problema, levantamento e seleção de hipóteses concernentes ao problema. . Coleta, seleção e manuseio de dados: fichas, gráficos, tabelas e outros. . Citação bibliográfica: normas da ABNT. 	<p>BAKER e ALLEN. <i>Estudo de Biologia</i>. MACEDO, M. <i>Biologia Fundamental</i>. MAHLLMANN, E.P. <i>Metodologia Científica</i>.</p> <p>Normas da ABNT para apresentação de trabalhos científicos e relatórios de pesquisa.</p> <p>Notas de aula de Metodologia Científica - Prof. Luiz Glock - PUCRS.</p>
3/C (QFB) atp	<ul style="list-style-type: none"> I. O conhecimento científico <ul style="list-style-type: none"> . Natureza do conhecimento científico. <ul style="list-style-type: none"> - níveis de conhecimento; - formação do espírito científico; - trinômio: verdade, evidência e certeza. . O método científico. <ul style="list-style-type: none"> - método científico, racionalidade e autoridade; - processos do método científico; - etapas do método científico; - dedução e indução. II. A pesquisa: noções gerais. III. Técnicas de ensino: <ul style="list-style-type: none"> Redescoberta, problemas, projetos. IV. Integração das técnicas estudadas com o estágio supervisionado de Ciências. 	<p>BACHELARD, G. <i>O Novo Espírito Científico</i>. CERVO, A. e BERVIAN, P.A. <i>Metodologia Científica</i>. DESCARTES, R. <i>Discurso do Método</i>. FERRARI, A. <i>Metodologia da Ciência</i>. HEGENBERG, L.M.B. <i>Introdução à Filosofia da Ciência</i>. KÜCHE, J.C. <i>Fundamentos da Metodologia Científica</i>. NABEL, E. et al. <i>Filosofia da Ciência</i>. RUIZ, J.A. <i>Metodologia Científica: Guia para Eficiência nos Estudos</i>. VIEIRA PINTO, A. <i>Ciência e Existência</i>. WEATHERALL, M. <i>Método Científico</i>.</p>
3/c (QFB) ie	<ul style="list-style-type: none"> . Reflexão: educação e experiências diárias - relacionamento com ciências e a formação do professor. . O professor: agente de mudança e suas influências no meio. Melhoria da aprendizagem. . Método científico: suas etapas fundamentais, como aplicá-las e onde. Aplicação de atividades dentro da metodologia científica. . Orientações para uso de laboratório. . Técnicas de trabalhos. Planos de ensino. . Metodologia para Ciências. Momentos: teórico (expositivo), prático e investigatório. . Laboratório e sala de aula. Atividades práticas. 	<p>KAPLAN, A. <i>A Conduta da Pesquisa</i>. GALLIANO, A.G. <i>O Método Científico: Teoria e Prática</i>. VERA, A.A. <i>Metodologia da Investigação Científica</i>.</p> <p>(Outros: livros sobre metodologia da pesquisa, técnica de projetos e Feiras de Ciências - CECIRS/PROCIRS.)</p>

IES/CURSO/ DISCIPLINA	CONTEUDOS DESENVOLVIDOS	BIBLIOGRAFIA
4/B eph	<p>Introdução à epistemologia. Epistemologia e história da ciência: - Epistemologia histórica de G.Bachelard. - Epistemologia crítica de K.Popper. - Epist. revolucionária de T.Kuhn. Tópicos da filosofia da Biologia; - Ideologia e racionalidade. - Tipos de racionalidade. - Questões de biofilosofia.</p>	<p>BUNGE,M. <i>Epistemologia:Curso de Atualização.</i> JAPIASSU,H. <i>Introdução ao Pensamento Epistemológico.</i> KUHN,T.S. <i>A Estrutura das Rev. Científicas.</i> LAKATOS,I.e MUSGRAVE,A. <i>A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento.</i> PIAGET,J. <i>Biologia e Conhecimento.</i> _____ <i>A Epistemologia Genética.</i> POPPER,K. <i>A Lógica da Pesquisa Científica.</i> _____ <i>Conjeturas e Refutações.</i> _____ <i>Conhecimento Objetivo.</i></p>
4/B oc 5/C oc I	<p>. Introdução ao estudo da teoria da ciência a partir de uma reflexão crítica sobre os principais tipos de conhecimento. A provisoriade do conhecimento científico. . Apresentação e discussão de aspectos históricos e epistemológicos do conhecimento científico. A visão atual de ciência. A questão do método científico. Abordagem crítica de: indução e dedução,confirmaabilidade e falseabilidade, empirismo e racionalismo. Ausência de um método científico.Critérios básicos que atribuem cientificidade aos métodos de investigação. Método hermenêutico e método dialético. Natureza das leis e teorias.Funções das teorias em relação à pesquisa. O caráter hipotético das teorias. . Preparação para pesquisas científicas:bibliográfica,descritiva e experimental. Estrutura, organização e apresentação de relatórios de pesquisa.</p>	<p>ALVES,R. <i>Filosofia da Ciência.</i> BACHELARD,G. <i>O Novo Espírito Científico.</i> FEYERABEND,P. <i>Contra o Método.</i> KOCHE,J.C. <i>Fundamentos da Metodologia Científica.</i> KOPNIN,P.V. <i>A Dialética como Lógica e Teoria do Conhecimento.</i> KUHN,T.S. <i>A Estrutura das Rev.Científicas.</i> LAKATOS,I. e MUSGRAVE,A. <i>A Crítica e o Desenvolvimento do Conhecimento.</i> NAGEL,E. <i>La Estructura de la Ciencia.</i> POPPER,K. <i>A Lógica da Pesquisa Científica.</i> _____ <i>Autobiografia Intelectual.</i> _____ <i>Conhecimento Objetivo.</i> (Outros, sobre metodologia da pesquisa.)</p>
6/C (B) me I	<p>Preparação, apresentação e discussão de experimentos sobre os conteúdos de Ciências do 1. grau (Física e Química). Elaboração de material instrucional para ensino dos conteúdos de Física e Química. Análise de conteúdos programáticos e livros didáticos relacionados com essa área de ensino.</p>	<p>ALVES,R. <i>Filosofia da Ciência.</i> FREIRE,P. <i>Essa Escola Chamada Vida.</i> HENNIG,J.G. <i>Metodol.do Ensino de Ciências.</i> PESSOA,O,F. <i>Como Ensinar Ciências.</i> MARQUES,D.e LUZ,G.O.F. <i>Fundamentação em Ciências: uma Proposta para Debate e Ação.</i> In: <i>Revista do PROCIRS,nº1,p.12-15, 1988.</i></p>
7/F ie I	<p>. Abordagens ao ensino de laboratório:diferentes maneiras de abordagem. O método científico.Guia de estudo e roteiro para atividades experimentais. Análise de livros-textos e roteiros experimentais. . Atividades experimentais a nível de 2º grau:montagem de atividades experimentais e testagem de equipamentos e roteiros.</p>	<p>Manuais de laboratório. Bibliografia usual no 2º grau. Artigos de periódicos.</p>

IES/CURSO/ DISCIPLINA	CONTEUDOS DESENVOLVIDOS	BIBLIOGRAFIA
7/C (QFB) pse	<ul style="list-style-type: none"> . Contexto da psicologia da educação. . A personalidade do educando de 1º e 2º graus. . Psicologia do desenvolvimento: <ul style="list-style-type: none"> - Estruturalismo psicogenético. - Teoria do conhecimento. - Epistemologia genética de Jean Piaget. - Processos biológico e psicológico do desenvolvimento humano. Estágios do desenvolvimento. - Desenvolvimento bio-psico-social, religioso, vocacional do adolescente segundo vários autores. . Enfoques teóricos do processo ensino-aprendizagem. . Teorias da aprendizagem. 	<p>BALDWIN, A.L. <i>Teorias do Desenvolvimento da Criança.</i></p> <p>BEE, H. <i>Psicologia do Desenvolvimento.</i></p> <p>BIAGGIO, A.M. <i>Psicologia do Desenvolvimento.</i></p> <p>CHIAROTTINO, Z.R. <i>Piaget: Modelo e Estrutura.</i></p> <p>DORIN, L. <i>Psicologia Educacional.</i></p> <p>FURTH, A.G. <i>Piaget na Sala de Aula.</i></p> <p>GESELL, A.L. <i>O Jovem de 10 a 16 Anos.</i></p> <p>MOSQUERA, J.J. <i>Adolescência e Provação.</i></p> <p>PIAGET, J. <i>Epistemologia Genética.</i></p> <p>PIKUNAS, J. <i>Desenvolvimento Humano.</i></p> <p>(Outros, sobre Psicologia e desenvolvimento.)</p>
7/B d	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contexto educacional brasileiro e ensino de ciências biológicas. 2. Fundamentos teóricos do processo ensino-aprendizagem e suas decorrências metodológicas no ensino de ciências físicas e biológicas (CFB) no 1º e 2º graus: <ul style="list-style-type: none"> - Principais teorias de ensino-aprendizagem. - Natureza, função e estrutura das CFB. - Metodologias adequadas à natureza, função, estrutura e objetivos das CFB. 3. Programas de ensino das CFB para 1º e 2º graus. 	<p>BUNGE, M. <i>Epistemologia.</i></p> <p>CERVO, A. e BERVIAN, P. <i>Metodologia Científica.</i></p> <p>ECCO, U. e BONAZZI, M. <i>Mentiras que Parecem Verdades.</i></p> <p>PESSOA, O.F. <i>Como Ensinar Ciências.</i></p> <p>PIAGET, J. <i>Seis Estudos de Psicologia.</i></p> <p>POPPER, K. <i>Conhecimento Objetivo: Uma Abordagem Evolucionária.</i></p> <p>(Diversos outros livros e artigos de revistas, sobre didática e ensino de Ciências.)</p>
7/F d	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contexto educacional brasileiro e ensino de Física. 2. Fundamentos teóricos do processo ensino-aprendizagem e suas decorrências metodológicas no ensino de Física no 1º e 2º graus: <ul style="list-style-type: none"> - Principais teorias de ensino-aprendizagem. - Natureza, função e estrutura da Física. - Metodologias adequadas à natureza, função, estrutura e objetivos da Física. 3. Programas de ensino de Física para 1º e 2º graus. 	(A critério do professor.)
7/G d	<ol style="list-style-type: none"> 1. Contexto educacional brasileiro e ens. de Química. 2. Fundamentos teóricos do processo ensino-aprendizagem e suas decorrências metodológicas no ensino de Química no 1º e 2º graus: <ul style="list-style-type: none"> - Principais teorias de ensino-aprendizagem. - Natureza, função e estrutura da Química. - Metodologias adequadas à natureza, função, estrutura e objetivos da Química. 3. Programas de ensino de Química para 1º e 2º graus. 	(A critério do professor.)

IES/CURSO/ DISCIPLINA	CONTEUDOS DESENVOLVIDOS	BIBLIOGRAFIA
8/C (B) pe 1	Parte I: . Diretrizes do estágio supervisionado. . Habilidades técnicas do ensino de Ciências. . Métodos e técnicas do ensino de Ciências. Parte II: Atividade docente em escola de 1º grau. Parte III: Relatório das atividades desenvolvidas.	AEBLI, H. <i>Una Didáctica Fundada en la Psicología de Jean Piaget.</i> PIAGET, J. <i>A Construção do Real na Criança.</i> HENNIG, J.G. <i>Metodologia do Ens. de Ciências.</i> (Outros, sobre metodologia científica.)
8/C (B) mc I	. Introdução à metodologia científica: conceito, importância, origem e divisão. . Métodos práticos para eficiência nos estudos. . O espírito científico: conceito, características. . O conhecimento científico: níveis de conhecimento: características. . A ciência. O método científico. As leis e teorias. . A pesquisa científica. A pesquisa bibliográfica.	BUNGE, M. <i>Teoria e Realidade.</i> CERVO, A.L. e BERVIAN, P.A. <i>Metodologia Científica.</i> ESCOBAR, C.H. <i>Epistemologia e Teoria da Ciência.</i> POPPER, K. <i>A Lógica da Pesquisa Científica. Conhecimento Objetivo.</i> (Outros: metodologia cient. e da pesquisa.)
8/B	. Fundamentos da metodologia científica: a ciência e o conhecimento. O método e a atitude científica. . A pesquisa científica: conceito, tipos, fases. . Análise de projetos e relatórios de pesquisa. . Planejamento e execução de projetos de pesquisa.	CERVO, A. e BERVIAN, P. <i>Metodologia científica.</i> DESCARTES, R. <i>Discurso do Método.</i> FERRARY, A.T. <i>Metodologia da Ciência.</i> KÜCHE, J.C. <i>Fundamentos da Metodol. Científica.</i> (Outros: metodol. científica e da pesquisa.)
9/C (QFB) ep	. Introdução. Objetivos e conteúdos da disciplina e suas relações com as demais disciplinas do curso. . A leitura no estudo. . Documentação como método de estudo pessoal. . Passos formais de estudos científicos. . A comunicação ou apresentação de trabalhos científicos.	Bibliografia básica: GALLIANO, A.G. <i>O método científico: teoria e prática.</i> LUCKESI, C. et al. <i>Fazer Universidade: Uma Proposta Metodológica.</i> SEVERINO, A.J. <i>Metodologia do Trabalho Científico.</i>
9/C (QFB) ep	. Conceitos básicos, especificidades e limites do pensamento epistemológico. Discussão de noções fundamentais como "corte" e "obstáculos" epistemológicos e as principais correntes de pesquisa ligadas a nomes tais como J. Piaget ou G. Bachelard, enfatizando ... o saber articulado em sua gênese, historicidade, fundamentos e estruturas internas.	(Obs.: Disciplina em fase de estruturação, que compõe o currículo do curso renovado de Licenciatura Plena em Ciências, com habilitação em Biologia, Física ou Química, que iniciou em 1990. Essa disciplina será ministrada em 1994, no 9º semestre do curso.)
10/C tp	. Tipos de projetos científicos. . Metodologia de projetos científicos. . Avaliação dos projetos.	ALVES, R. <i>Filosofia da Ciência.</i> BRANDAO, C. <i>Pesquisa Participante.</i> CERVO, A. e BERVIAN, P. <i>Metodologia Científica.</i> HENNIG, J.G. <i>Metodol. do Ensino de Ciências.</i>

IES/CURSO/ DISCIPLINA	CONTEUDOS DESENVOLVIDOS	BIBLIOGRAFIA
10/Q hev	<ul style="list-style-type: none"> . Evolução da Química. Escolas filosófica, alquimista, flogística, dualística e atomística. . Evolução e histórico da Química moderna a partir de Lavoisier. . Evolução e histórico da Química no Brasil. 	<p>BLAUTH,P.e OLIVEIRA,M.G. <i>A História da Ciência no Ensino de Ciências.</i></p> <p>FERREIRA,R. De Berzelius aos problemas de muitos corpos. In: SBPC - <i>Ciência e Cultura</i>, abril/1980.</p>
10/C,Q,B ac	<ol style="list-style-type: none"> 1. Eu no mundo:Contexto histórico.Ser universitário. 2. Fazer Universidade: <ul style="list-style-type: none"> - Através da produção e transmissão do conhecimento: o conhecimento como compreensão do mundo. Níveis de conhecimento.Exigências para a produção de conhecimento. A produção e transmissão no Brasil. - Através da apreensão do conhecimento: a leitura como leitura do mundo. Prática da leitura no Brasil: como lemos e estudamos. - Através da expressão do conhecimento: expressão do conhecimento como expressão do mundo. Como se faz uma redação. O trabalho científico: passos do método científico. Tipos de pesquisa:bibliográfica, experimental,descritiva.Apresentação escrita (regras ABNT). 	<p>Bibliografia básica:</p> <p>CERVO,A.L. e BERVIAN,P.A. <i>Metodologia Científica.</i></p> <p>KOCHE,J.C. <i>Fundamentos da Metodologia Científica.</i></p> <p>POPPER,K. <i>Conhecimento Objetivo.</i></p>
10/B ip	<ul style="list-style-type: none"> . Introdução à pesquisa. Projetos experimentais e de coleta. . Orientação para a construção de projetos. . Discussão: pesquisa positivista e pesquisa-ação. . Acompanhamento e orientação para relatório e confecção do resumo. . Apresentação e avaliação em grupo. . Apresentação para a banca examinadora. 	<p>BRANDAO,C. <i>Pesquisa Participante.</i></p> <p>CERVO,A.e BERVIAN,P.<i>Metodologia Científica.</i></p> <p>HENNIG,J.G.<i>Metadol.do Ensino de Ciências.</i></p> <p>JAPIASSU,H.O <i>Mito da Neutralidade Científica.</i></p> <p>RUIZ,J.A. <i>Metodologia Científica.</i></p>
10/C ffs	<ul style="list-style-type: none"> . Aspectos básicos do processo educativo. . Aprofundamento da teoria crítica da educação. . Postura do cientista-pedagogo frente ao mundo da tecnologia e da ciência.A ciência e a mentalidade. Ciência e tecnologia. Desenvolvimento científico e econômico e o contexto social.Política nacional de ciência e tecnologia. Dependência científica. Ciência e senso comum. 	<p>BRANDAO,C.R. <i>O Educador Vida e Morte.</i></p> <p>FREIRE,P. <i>Pedagogia do Oprimido.</i></p> <p>FURTES,P. <i>Educação e Reflexão.</i></p> <p>GADOTTI,M. <i>Educação e Poder.</i></p>
11/c mcp	<ul style="list-style-type: none"> . A leitura e sua técnica de aproveitamento. . Os níveis de conhecimento. . O espírito científico. . A ciência. O método científico. . A pesquisa científica. . O relatório do trabalho científico. 	<p>VERA.A.A. <i>Metodologia da Pesq.Científica.</i></p> <p>CERVO,A.e BERVIAN,P.<i>Metodologia Científica.</i></p> <p>DEMO,P.<i>Introdução à Metodologia da Ciência.</i></p> <p>LAKATOS,E.e MARCONI,M.A. <i>Introdução à Metodologia da Ciência.</i></p> <p>(Outros, sobre metodologia da pesquisa.)</p>

APENDICE 5:

INSTRUMENTO:

***IDEIAS SOBRE A NATUREZA DO
CONHECIMENTO CIENTIFICO***

IDÉIAS SOBRE A NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTIFICO

Este instrumento contém um conjunto de seis pequenos textos expressando idéias sobre a natureza do conhecimento científico. Provavelmente você concordará com alguns e discordará de outros, por ter suas próprias idéias sobre o assunto.

Para completar este exercício, leia com atenção cada um dos textos. Após a leitura de cada texto, indique o seu grau de concordância com o mesmo, usando uma escala de 0 a 5. Use 5 para indicar concordância plena e 0 para indicar desacordo total. Para cada um dos textos justifique, por escrito, o grau atribuído.

.....

IDÉIAS SOBRE A NATUREZA DO CONHECIMENTO CIENTIFICO

DADOS DE IDENTIFICAÇÃO

INSTITUIÇÃO:

CURSO:.....

SEMESTRE (DO CURSO):

- Você já leciona (ou lecionou)? _____

- Há quanto tempo? _____

- Qual (quais) disciplina(s)? _____

- Se não se importar, escreva seu nome:

TEXTO E

Comparando-se os temas de pesquisa científica com os problemas econômicos, técnicos, sociais ou políticos de cada época, evidencia-se que o desenvolvimento científico é determinado por eles. Antes da revolução industrial, a ciência não podia ultrapassar os limites impostos pela Igreja. Depois, submeteu-se aos interesses da burguesia, cujas necessidades técnicas e econômicas determinaram o desenvolvimento posterior das teorias científicas.

Atualmente, o papel dessas influências externas sobre o desenvolvimento das ciências pode ser facilmente constatado, verificando-se em quais pesquisas as agências financiadoras investem seus recursos.



TEXTO E

GRAU: _____

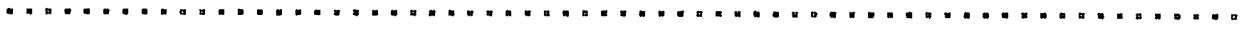
JUSTIFICATIVA:

Multiple horizontal lines for writing the justification.

TEXTO F

Em princípio, o cientista pode fazer aquilo que lhe agrada mais, no que diz respeito à metodologia da pesquisa. Ou seja, vale tudo.

Não existe regra de pesquisa que não tenha sido violada alguma vez. Portanto, não se pode insistir para que, numa dada situação, o cientista adote, obrigatoriamente, um certo procedimento metodológico. No fim das contas, pode ser esta justamente a situação em que a regra deve ser alterada. Não existe nenhuma regra, por mais alicerçada que esteja numa teoria do conhecimento, que não tenha sido violada em uma ocasião ou outra. Tais violações são necessárias ao progresso.



TEXTO F

GRAU: _____

JUSTIFICATIVA:

Multiple horizontal lines for writing the justification.

TEXTO K

Normalmente os cientistas não estão muito preocupados em negar uma teoria, mas sim em comprovar as teorias existentes. Se o resultado aparecer depressa, ótimo. Caso contrário, o cientista lutará com os seus instrumentos e as suas equações até que, se for possível, obtenha resultados conformes com a teoria adotada pela comunidade científica a que pertence.

A comunidade científica é conservadora. Somente em casos muito especiais uma teoria aceita por longo tempo é abandonada e substituída por outra. Em geral, as novidades que não se enquadram nas teorias vigentes tendem a ser rejeitadas pelos cientistas. Só é considerado como ciência aquilo que os cientistas aceitam por consenso.



TEXTO K

GRAU: _____

JUSTIFICATIVA:

Multiple horizontal lines for writing the justification.

APENDICE 6:

**CLASSIFICAÇÃO DAS CONCEPÇÕES
DOS ALUNOS, A PARTIR DOS SEUS
COMENTARIOS AOS TEXTOS**

TABELA 6 - DISTRIBUIÇÃO DOS ALUNOS DOS DIVERSOS CURSOS NAS CATEGORIAS BÁSICAS DA PESQUISA

CONCEPÇÃO IES/CURSO	EMPI- RISTA	CONSTRU- TIVISTA	INDEFINIDA			
			A	B	C	D
1 B	003	009	001	015	006	
	004	012	002		010	
	005	013	007			
	008		014			
	011					
1 Q	018			016		
				017		
1 F	019	021		020		
	023			022		
	024					
	025					
	026					
2 C (**)	027	036	028	033	035	
	029		039			
	030					
	031					
	032					
	034					
	037					
	038					
2 B	040	045	041	056		
	042	049	043			
	044		058			
	046					
	047					
	048					
	050					
	051					
	052					
	053					
	054					
	055					
	057					

CONCEPÇÃO	EMPI- RISTA	CONSTRU- TIVISTA	INDEFINIDA			
			A	B	C	D
2 D	060 063	059 064 065	062	061 066		
2 F	067 069 070		068			
3 C	071 072 074 075 076 077 081 082 083 084 085 086	073 079	078 080 087			
3 C (*)	089 090 092 095 096 097 098 099 100 104	091 103 105 106	088 093 094 101			102
3 B (*)	109 110 111 113 114 117	115 118	107 108 116			112
3 F (*)	120 121 122 123 125	119 126				124

CONCEPÇÃO IES/CURSO	EMPI- RISTA	CONSTRU- TIVISTA	INDEFINIDA			
			A	B	C	D
4 B	127	130	129		138	
	128	131	136			
	132	135				
	133					
	134					
	137 139					
5 C (**)	144	140	145	142		
	147	141				
	148	143				
	149	146				
	150 151					
6 B	153		155		152	
	154					
7 C	157	156	161		158	
	160	159	164			
	162		166			
	163					
	165					
	167 168					
7 B	-	170	169			
			171			
8 C (*)	172	174	176		173	175
	180	179	177			
	183	181	178			
		187	182			
			184			
			185 186			
8 B (*)	192	188	197	189		
	193	190		191		
	194	195		192		
		196				

CONCEPÇÃO	EMPI- RISTA	CONSTRU- TIVISTA	INDEFINIDA			
			A	B	C	D
IES/CURSO						
8 Q (*)	198 200 201 204 205 206 207	203 208	202			199
8 F (*)	210 212	209 214	211		213	
9 C	217 218 222	215 223	216 219 220			221
9 B	225 226 227 230 234 235	233 238	228 229 231 236 237	224	232	

EMPIRISTAS: Acreditam que o conhecimento parte de uma observação neutra.

CONSTRUTIVISTAS: Crêem que a observação é precedida e influenciada por teorias.

INDEFINIDOS:

A - Escrevem comentários coerentes, mas que não permitem definir sua concepção quanto à natureza do conhecimento científico.

B - Consideram que o conhecimento pode partir tanto da teoria como da observação.

C - Contraditórios nos comentários aos textos L e B.

D - Indecisos ou confusos nas idéias que expressam.

(*) Curso de Férias

(**) Curso Noturno

TABELA 7 - EMPIRISTAS: IDEIAS COMPLEMENTARES

CURSO-ALUNO	TEXTO	L		B			F			P			K			K			E		
		certeza		desenvolvimento			metodologia			falseamento			conservadorismo			consenso			externalismo		
		S	NS	DC	DD	DCD	MR	MF	MA	CT	RT	NCR	EC	ED	NE	E	NE		Dt	I	NI
1 B	003	x		-			x			x				x		-					x
	004	-		-			x			x			x			x					x
	005		x		x			x		x				x		-					x
	008	-				x		x		x				x		x					x
	011	x		-			x				x			x		x					x
1 Q	018	-		x				x		x					x					x	x
1 F	019	x		-				x		x					x						x
	023	x		-				x		x			x			x					x
	024	x		-				x			x				x		-				x
	025	x				x		x			x		x			x					x
	026	x		-				x			x				x		-				x
2 C	027	-				x	x			x					x					x	x
	029	x			x		x				x		x			x					x
	030	x		-			x			x			-			-					x
	031		x		x		x			x					x		-				x
	032	x		-				x		x			x			-					x
	034	x			x			x		x			x			-					x
	037	x			x		x			x				x		-					x
	038		x		-		x			x			-			x					x
2 B	040	x			x		x			x				x		-					x
	042		x		-			x		x			x			x					x
	044	x			x			x			x			x		-					x
	046	x		-				x		x				x		x					x
	047	x		-			x			x			x			x					x
	048	x		-				x		x			x			x					x
	050	x			x			x			x				x			x			x
	051	x		-			x			x			-			-					x
	052	x			x				x		x		x			x					x
	053	x			x				x	x					x			x			x
	054	x			x				x	x					x			x			x
	055	x		-					x	x					x			x			x
	057	x		-				x			x		x			x					x

CURSO-ALUNO	TEXTO	L		B			F			P			K			K		E		
		S	NS	DC	DD	DCD	MR	MF	MA	CT	RT	NCR	EC	ED	NE	E	NE	Dt	I	NI
		certeza		desenvolvimento			metodologia			falseamento			conservadorismo			consenso		externalismo		
2 D	060		x	-				x	x					x		x			x	
	063	x		-				x	x			x			x				x	
2 F	067	x			x		x			x		x			x				x	
	069		x	x			x			x		x			x				x	
	070	x		-				x		x		x			x				x	
3 C	071	x		x				x		x			x		-				x	
	072		x	-				x		x		x			x				x	
	074	x		x				x		x			x		x				x	
	075	x		x				x		x				x	x				x	
	076	x			x			x		x		x			x				x	
	077	x		x				x		x				x	x				x	
	081		x	x				x		x				x	x				x	
	082	x		x				x		x		x			x				x	
	083	x		x					x	x			x		x				x	
	084	-		x					x		x		x		x					x
	085	x		x				x		x			x		x				x	
086	x		-				x		-		-			-					x	
3 C	089	x		-			x			x			x		x				x	
	090	x		x				x		x			x		-				x	
	092	x				x		x		x			x			x			x	
	095	x		-			x			x			x		-				x	
	096	x			x			x			x		-		x				x	
	097	x		-			x		x				x		-				x	
	098	x		-			x		x			-			x				x	
	099		x	-				x		x				x		-			x	
	100	-		x				x			x			x			x		x	
	104	x		x				x		-		x			x				x	
3 B	109	-		x				x		x			x			x			x	
	110		x	-				x			x		x		x				x	
	111		x		x			x			x			x		x			x	
	113	x		-				x			x				x				x	
	114	x		-				x		-		x			x				x	
	117	-		x				-		x				x			x		x	

CURSO-ALUNO	TEXTO	L certeza		B desenvolvimento			F metodologia			P falseamento			K conservadorismo			K consenso		E externalismo		
		S	NS	DC	DD	DCD	MR	MF	MA	CT	RT	NCR	EC	ED	NE	E	NE	Dt	I	NI
3 F	120	-			X			X		X			X			X			X	
	121	X			X			X		X			X			X			X	
	122	-			X			X			X		X			X			X	
	123	-			X			X			X		X			X			X	
	125	X			X			X		X			X			X			X	
4 B	127	X			X			X		X			X			X			X	
	128	-			X			X		X				X		X			X	
	132	X			X			X			X		X			X			X	
	133	X			X			X		X			X			X			X	
	134	X			X		X	X		X			X			X			X	
	137	X			X			X		X			X			X			X	
	139		X		X			X			X		X			X			X	
5 C	144	X			X			X		X			X			X			X	
	147	X			X			X		X			X			X			X	
	148	X			X			X		X			X			X			X	
	149	X			-			X		X			X			X			X	
	150	X			-			X		X			X			X			X	
	151	X			X			X		X			X			X			X	
	153	-			X			X		X			X			X			-	
	154	X			X			X		X			X			X			X	
7 C	157	-			X			X		X			X			X			X	
	160	X			X			X		X			X			X			X	
	162	X			X			X		X			X			X			X	
	163	X			X			X		X			X			X			X	
	165	X			-			X		X			X		X		X		X	
	167	-			X			X		X			X			X			X	
	168	X			X			X		X			X			-			X	
8 C	172	X			-			X		X			X			X			X	
	180	X			X			X		X			X			X			X	
	183	X			X			X		X			X			X		X	X	

CURSO-ALUNO	TEXTO	L certeza		B desenvolvimento			F metodologia			P falseamento			K conservadorismo			K consenso		E externalismo		
		S	NS	DC	DD	DCD	MR	MF	MA	CT	RT	NCR	EC	ED	NE	E	NE	Dt	I	NI
8 B	192	x		x				x		-			-			x			x	
	193	x		x				(MI)		x				x		-			x	
	194	x		-				(MI)		x				x		-			x	
8 Q	198	x		x				x		x			x			x			x	
	200	x		x				x			x			x		-			x	
	201	-		x				x		x			x			x			x	
	204	x		x				x		x				x		x			x	
	205	-		x				x		-				x		x			x	
	206	-		x				x		x				x		x			x	
	207	-		x				x		x					x	x			x	
8 F	210	x		-				x		x			x			x			x	
	212	-		x				x		x			x			-			x	
9 C	217	x		x				x			x			x		x			x	
	218	-		x				x			x				x	x			x	
	222	-		-				x		x					x	x			x	
9 B	225	x		x				x		x				x		x			x	
	226	x		x				x		-			x			x			x	
	227	x		-				x			x			x		x			x	
	230	x		-				x		-				x		x			x	
	234	x		-				x		x				x			x		x	
	235	x		x				x		x				x			x		x	

LEGENDA:

S: O conhecimento é Seguro NS: O conhecimento Não é Seguro.

DC: Desenvolvimento Contínuo DD: Desenvolvimento Descontínuo

DCD: Períodos de Continuidade e Descontinuidade

M: Metodologia MR: M. Rígida MF: M. Flexível MA: M. Ausente

CT: É possível Comprovar Teorias.

RT: Só é possível Refutar Teorias.

NCR: Não é possível Comprovar nem Refutar teorias científicas.

E: Existe EC: E. Concordo ED: E. Discordo NE: Não Existe

Dt: Determinam

I: Influenciam

NI: Não Influem

TABELA 8 - CONSTRUTIVISTAS: IDEIAS COMPLEMENTARES

CURSO-ALUNO	TEXTO	L		B			F			P			K			K			E		
		S	NS	DC	DD	DCD	MR	MF	MA	CT	RT	NCR	EC	ED	NE	E	NE	Dt	I	NI	
1 B	009		x		x			x		x		x		x		x		x			
	012		-		-			x		x		x		x		x		x			
	013		-		-			x		x			x		x		x				
1 F	021		-		-			x		x		x		x		x		x			
2 C	036		-			x		x		x			x		x					x	
2 B	045		x		x			x		x			x		x					x	
	049		x		x			x		x		x		x		x				x	
2 Q	059		x		-			x		x		x		x		x				x	
	064		x		x			x		x			x			x		x		x	
	065		x		x			x		x		x		x		x				x	
3 C	073		-		x			x		x		x		x		x				x	
	079		x		-			x		x		x		x		x				x	
3 C (f)	091		-		-			x		x		x		x		x				x	
	103		x		x				x		x			x			x			x	
	105		x		x				x		x		x		x		x			x	
	106		x		x			x		x		x		x		x				x	
3 B	115		x		x			x		x		x		x		x				x	
	118		x		-			x		x			x		x					x	
3 F	119		-		x			x		x		x		x		x				x	
	126		-		-			x		x		x		x		x				x	
4 B	130		x			x			x			x			x					x	
	131		-		-			x		x			x		x					x	
	135		x				x		x		x			x		x				x	

CURSO-ALUNO	TEXTO	L certeza		B desenvolvimento			F metodologia			P falseamento			K conservadorismo			K consenso		E externalismo		
		S	NS	DC	DD	DCD	MR	MF	MA	CT	RT	NCR	EC	ED	NE	E	NE	Dt	I	NI
5 C	140	x			x			x		x			x		x				x	
	141	x			x			x		x			x		x				x	
	143	x			x				x	x			x		-				x	
	146	x			x			x		x				x	-				x	
7 C	156	x			x			x		x				x		x			x	
	159	x			x				x	x			x		x				x	
7 B	170	x			x			x		-			x		x				x	
8 C	174	x			-			x		x			x		x				x	
	179	x				x		x		x			x		x				x	
	181	-			-			x		x			x		x				x	
	187	x				x		x		x			x		x				x	
8 B	188	x			x			x		x			x		-				x	
	190	x			x			x		x			x		x				x	
	195	x				x			x	x			x		x				x	
	196	-			-			(MI)		x				x		x			x	
8 D	203	-			x			x		x				x		x			x	
	208	-				x		x		-			x		x				x	
8 F	209	x			x			x		x			x		x				x	
	214	x			-			x		x			x		x				x	
9 C	215	-			x			x		x			x		x				x	
	223	-			x				x		x		x		x				x	
9 B	233	x			-			x		x				x		x			x	
	238	-			-			x		x			x		x				x	

TABELA 9 - INDEFINIDOS: IDEIAS COMPLEMENTARES

CURSO-ALUNO	TEXTO	L certeza		B desenvolvimento			F metodologia			P falseamento			K conservadorismo			K consenso		E externalismo		
		S	NS	DC	DD	DCD	MR	MF	MA	CT	RT	NCR	EC	ED	NE	E	NE	Dt	I	NI
1 B	001	x		-			x			x			x		-				x	
	002	-			x			x			x		-		-				x	
	006	-		-				x		x			x		-				x	
	007	x		-				x			x		x		x				x	
	010	x		-			x				x		x		-				x	
	014	x		x			x				x				x				x	
	015	x		-				x			x		x		x				x	
1 D	016	-			x			x		x		x			x				x	
	017	-		-				x		x		x			x				x	
1 F	020	-		x			x			x		x			x				x	
	022	-		-				x		x		x			x				x	
2 C	028		x		x			x						x		x			x	
	033		x		-				x			x				x			x	
	035	x			x				x			x				x			x	
	039	x			-				x		x		-				x		x	
2 B	041		x		x				x			x				x			x	
	043		x		-			x			x				x		x		x	
	056		x		-				x			x				x			x	
	058		x			x			x					x		x			x	
2 D	061		x		-				x			x				x			x	
	062		x			x			x			x				x			x	
	066		x			x			x					x		x			x	
2 F	068		x			x			x				x			x			x	
3 C	078		x			x			x				x			x			x	
	080		x			-			x				x			x			x	
	087		x			-				x		x			x				x	

CURSO-ALUNO	TEXTO	L		B			F			P			K			K		E		
		certeza		desenvolvimento			metodologia			falseamento			conservadorismo			consenso		externalismo		
		S	NS	DC	DD	DCD	MR	MF	MA	CT	RT	NCR	EC	ED	NE	E	NE	Dt	I	NI
B C	173	x		x				x		x				x		-				x
	175		x	-				x			x			x		x				x
	176		x		x			x			x			x						x
	177		x		x			x		x						x				x
	178	-		x				x		-				x						x
	182	-			x			x			x			x						x
	184		x		x			x			x			x						x
	185		x		x			x			x			x						x
	186		x		x			x			x			x						x
B B	189	-			x				x	x					x		x			x
	191	x		-				x			x			x			x			x
	192		x		x			x		x				x			x			x
	197		x		x			x			x				x		-			x
B Q	199		x		x			x		x				x			-			x
	202		x		x			x			x				x		-			x
B F	211	-			x			x		x					x		-			x
	213	-			-			x		x				x			x			x
9 C	216	x			-			x			x			-				x		x
	219	-			x			x			x			x				x		x
	220	-				x		x				x		x				x		x
	221	x			-			x				x		-			-			x
9 B	224	-			x			x		x				x			-			x
	228	-				x		x		x				x			-			x
	229	x			-			x		-				x						x
	231	-			x			x			x			x						x
	232	x			-			x		x				x						x
	236		x			x		x				x				x				x
	237	-			-				x	x					x		-			x