
FATORES QUE INFLUENCIAM O ENSINO DE CIÊNCIAS E SUAS IMPLICAÇÕES SOBRE OS CURRÍCULOS DOS CURSOS DE FORMAÇÃO DE PROFESSORES

*Paulo Ricardo da Silva Rosa*¹
Departamento de Física - UFMS
Campo Grande - MS

Resumo

Neste trabalho analisamos alguns fatores que influenciam o Ensino de Ciências na busca dos elementos que possam ajudar-nos na definição de um Domínio da Matéria para a profissão de Professor. Tentamos também, a partir dos elementos identificados, apontar alguns tópicos que, na nossa opinião, deveriam fazer parte dos "Currículos" dos cursos de formação de Professores na área do Ensino de Ciências.

I. Introdução

Em trabalho anterior² apresentamos algumas premissas para a definição de um *Domínio da Matéria* na área do Ensino de Ciências³. Neste trabalho analisaremos alguns fatores que contribuem para a eficácia (ou falta dela) deste Ensino e que, portanto, vão definir os saberes específicos e, por consequência, as necessidades a serem satisfeitas pelo Currículo de um curso de formação de professores.

São vários os fatores que influenciam a forma como o Ensino vai se desenvolver em uma dada escola. Alguns são internos ao ato de ensinar, outros externos. Alguns são explícitos, outros nem tanto.

Dois, a nosso ver, são os principais. O primeiro é a Filosofia, que suporta a visão de mundo compartilhada pelos diversos atores da comunidade escolar onde o ensino vai se desenvolver: pais e alunos, professores e a comunidade em geral. O

¹ Endereço atual: Cité Verte Colline Bat. 2, 43 Av. Mar. Lattre de Tassigny, 13090 Aix-en-Provence France.

² Rosa 1998.

³ Gauthier 1997.

segundo destes fatores é formado pelo conjunto dos objetivos que se quer atingir através do ato de Ensino. Estes objetivos são derivados diretamente dessa visão de mundo. Estes objetivos, que os professores e a comunidade onde a escola se insere atribuem ao Ensino em geral, e ao Ensino de Ciências em particular, nem sempre são enunciados de forma clara e transparente. No ambiente escolar, muitas vezes, estes objetivos são expressos através de frases feitas sobre as quais, aliás, ninguém pensa muito a respeito do significado ideológico⁴.

Outros fatores, explícitos, e muitas vezes externos ao próprio ato de ensino, são também importantes: características pessoais do Professor (sua formação específica, seu histórico de vida, seus conceitos e pré-conceitos, sua cultura, etc.); características sócio-culturais-políticas-ideológicas da comunidade onde a escola se insere ou do grupo que mantém a escola; recursos materiais e humanos disponíveis; Currículo, etc.

Neste trabalho analisaremos cada um deles em particular, começando pelos dois que julgamos serem os mais importantes, expressos pelas seguintes perguntas:

Qual a origem do conhecimento?

A importância desta questão vem do fato de que a idéia que se tem do que é o conhecimento e de como poderemos chegar até ele é um fator decisivo na maneira como pensamos ensinar. Tendo chegado a uma resposta à esta questão, outra se impõe:

Por que ensinar Ciências?

Enquanto a primeira questão tem um caráter ontológico, secundado por um caráter epistemológico, e diz respeito à natureza mesma do conhecimento e de como chegar a ele, a segunda tem, nitidamente, um caráter de juízo moral e implica em um engajamento ideológico, estando ligada aos objetivos do ensino de Ciências na escola.

Todas as outras questões, a nosso ver, decorrem das respostas dadas a estas duas.

II. Um pouco de filosofia ou da ontologia do conhecimento

Quando pensamos no Ensino, onde o objetivo é levar alguém a conhecer alguma coisa, uma questão fundamental a ser respondida é sobre a própria natureza do conhecimento: *qual a natureza do que deve ser conhecido?* Outra questão importante, derivada da anterior, é *como conhecer?*

⁴ Um exemplo deste tipo de frase é: *devemos ensinar os alunos a pensar!* Será que os alunos só pensam depois de ensinados pelo Professor?

Desde há muito tempo a Filosofia vem discutindo a natureza do conhecimento e as formas pelas quais alguém pode vir a conhecer alguma coisa. Faremos a seguir uma breve, *brevíssima*, descrição deste caminho apontando a forma como as escolhas que vão sendo feitas aparecem de forma prática na vida escolar.

Um primeiro ponto que deve ser discutido é se existe ou não uma realidade objetiva a ser apreendida. O que se entende por realidade objetiva é uma realidade que seja independente do sujeito que conhece. Se optarmos por um *não* a esta pergunta estaremos dentro de um conjunto de escolas filosóficas que recebe o nome de *Idealismo*. Para os filósofos *idealistas*, não existe nenhuma realidade independente do sujeito que pensa, do espírito que apreende. A *realidade* é ela mesma determinada pela existência ou não de um espírito que conhece. Sem espírito não há realidade.

Por outro lado se assumirmos que existe uma realidade objetiva, independente e externa ao sujeito que pensa e conhece, estaremos dentro de uma outra classe de escolas filosóficas chamadas pelo nome genérico de *Realismo*. Para os filósofos pertencentes a este conjunto de escolas filosóficas, há uma realidade externa ao sujeito que apreende, esta realidade podendo ser composta por idéias (matemáticas, por exemplo) ou por objetos materiais.

Para termos uma posição coerente com o paradigma científico atual, que tem por base a experimentação⁵, devemos, obrigatoriamente optar por uma das escolas *realistas*. O mesmo vale para o nosso sistema de ensino. Embora isto não seja dito claramente, e não esteja nas discussões das salas de professores, a nossa escola é *realista*: assumimos que existe um conjunto de conhecimentos, exteriores ao aluno que aprende, e que vai ser ensinado a ele.

Assumamos, então, ao menos por enquanto, que exista uma realidade independente do sujeito, ou seja, optemos por uma das escolas *realistas*. Dado que assumimos que existe uma realidade independente dos sujeitos, uma pergunta que segue logicamente a esta postura é: *como apreender esta realidade?*

Bem aqui temos novamente dois grandes caminhos a seguir.

O primeiro deles aponta para o fato de que, como os sentidos são sempre imperfeitos, a única forma de termos acesso a estas realidades é através da *razão*. A razão é a grande ordenadora de todos os dados provenientes da realidade (os caminhos para chegar-se a estes dados serão discutidos mais adiante). A esta escola filosófica chamamos de *Racionalismo*. Para os defensores deste ponto de vista, a razão é a única ferramenta capaz de atingir o conhecimento puro.

⁵ Não entraremos aqui na questão, colocada pela Mecânica Quântica, do papel do observador e nem discutiremos a natureza das teorias científicas por trás da disputa: teorias indutivistas versus teorias de caráter hipotético dedutivo. O leitor interessado pode consultar os trabalhos de Bachelard (1984) e Popper (1972) a esse respeito, bem como textos específicos de Mecânica Quântica e as várias escolas em disputa sobre a natureza da realidade quântica.

Contraopondo-se a esta escola, temos um grande número de escolas chamadas de *Irracionais*, que defendem que a razão não é o melhor caminho para chegarmos ao conhecimento verdadeiro. Como chegar nele, isto varia de escola para escola, mas no fundo todas optam por algum tipo de processo de revelação. A realidade é revelada por alguma fonte externa ao sujeito. Os taoístas, por exemplo, dizem que *somente fala sobre o Tao aquele que não sabe realmente o que é o Tao*. Por trás desta frase existe a crença em uma realidade além dos sentidos, além do domínio conceitual, campo onde atua a razão, chamada *Tao*, que não pode ser apreendida por meios racionais e somente pode ser apreendida através de um processo de revelação mística.

Pode-se dizer, também que a Arte, nas suas mais diferentes formas, se enquadra nesta categoria das escolas *Irracionais*. Na Arte, no lugar da revelação mística, temos um outro tipo de forma de captar a realidade: a percepção estética.

Mais uma vez, vamos fazer uma opção aqui pela escola *Racionalista*: escolhemos a razão como a ferramenta básica de trabalho. No ambiente escolar isto se manifesta pela forma como trabalhamos com os alunos: procuramos desenvolver neles a habilidade racional e não a habilidade de chegar a revelação por meios místicos.

Por outro lado, infelizmente, a nossa escola abandonou há muito tempo um verdadeiro desenvolvimento do senso estético nos alunos. Isso se manifesta pela pouca carga horária dedicada aos cursos de Artes Plásticas e Música (esta última inexistente na grande maioria das escolas) e pela pouca ênfase à Poesia e à Composição Literária. Mesmo quando estes temas são estudados, eles o são sob um ponto de vista racional: História da arte (factual e analítica), História da Literatura (ênfase nos períodos literários e análise das características de cada período).

Tendo feito duas opções até aqui, somos *realistas e racionalistas*, temos agora que responder à questão, colocada mais acima: de onde vêm os dados sobre os quais a razão vai trabalhar para obter o conhecimento sobre a realidade?

Novamente temos dois caminhos *puros* a seguir.

O primeiro deles aponta para um tipo de conhecimento independente de toda experiência, conhecimento este que é inerente ao ser racional. Este conhecimento é inato ao ser que conhece, daí chamar-se esta escola de *Inatismo*. Não confundir esta posição com a posição *Idealista* discutida mais acima: aqui assumimos *a priori* a existência dos objetos aos quais esse conhecimento se referencia, independentemente do sujeito que conhece.

Para os adeptos desta escola, na sua formulação mais radical, o indivíduo já nasce com todas as ferramentas e conhecimentos necessários sendo tarefa do processo racional (ou da revelação mística) trazer para a consciência este conhecimento, que é inato ao sujeito. A partir do ponto de vista *inatista*, as experiências pelas quais os sujeitos passam tem por função revelar-lhes *algo que já sabem, que faz parte da sua própria constituição*.

Como contraponto a esta escola, temos toda uma gama de escolas filosóficas que defendem, em maior ou menor grau, a postura de que a experiência é a

fonte ontológica de todo conhecimento sobre o qual a razão vai trabalhar. A esta escola filosófica (ou conjunto de escolas) damos o nome de *Empirismo*.

Esta experiência pode envolver realidades externas ao sujeito (materialismo) ou internas (de natureza psicológica). O papel da experiência é fazer o sujeito apreender, incorporar *algo que ele não sabe, que não fazia parte da sua natureza antes da experiência*.

Na sua postura mais radical, há filósofos *empiristas* que defendem que tudo o que existe na mente de alguém, inclusive a forma da própria mente⁶, provém, necessariamente, da experiência. Nesta postura extrema, defende-se que todas as estruturas são formadas a partir do instante zero do nascimento. Dentro dessa abordagem, a própria noção de espaço e tempo vai sendo construída a medida que o indivíduo se desenvolve.

Vem do *empirismo radical* a idéia de *tabula rasa*: a mente da criança recém-nascida seria como um quadro totalmente em branco a ser preenchido.

Observe que, se projetada no ambiente escolar, uma postura *empirista radical* implica que cada aluno é um sujeito diferente pois, como cada um teve que construir todas as suas estruturas (ou quase todas) a partir das suas interações com o meio, aquelas são resultados determinados historicamente, sendo dependentes da natureza do meio social onde o sujeito se insere. Ou seja, o sujeito é, ao mesmo tempo, agente e objeto da sua construção cognitiva. A cultura neste caso desempenha um papel fundamental fornecendo as experiências e a matriz de interpretação destas experiências.

Deve-se chamar a atenção que a postura *empirista clássica* reserva um papel estático ao indivíduo: o conhecimento existe, penetra na mente dos sujeitos e é apreendido por ele, que não se modifica com o processo de interação.

Nas suas formulações menos extremas, há *empiristas* que admitem a possibilidade de que o ser humano nasça com um número reduzido de habilidades e formas de pensamento (estruturas) e, a medida que vai crescendo, os estímulos oriundos da interação com o meio vão, ao mesmo tempo, transformando e preenchendo a mente do sujeito, criando novas estruturas capazes de realizar a interpretação e o armazenamento da informação. Esses esquemas vão se modificando à medida que exista uma interação maior entre o sujeito e o meio onde este se insere. Nesta abordagem, portanto, admite-se um certo grau de *inatismo estrutural*.

Estas diferentes escolas empiristas se diferenciam pelo grau de estruturas que pressupõem previamente formadas quando o sujeito nasce.

Aqui, por conta das diferentes nuances discutidas mais acima, as opções a seguir são um pouco mais sutis do que nas escolhas feitas até agora. A partir de uma posição *empirista*, o que significa ensinar alguém? Se formos coerentes com esta

⁶ Obviamente que falamos aqui da topologia da estrutura racional e não do substrato físico (cérebro).

posição filosófica, significa provocar um certo número de experiências, internas ou externas, ao aprendiz.

Se olharmos a nossa volta, observaremos que a escola é definida em termos de uma forma do *empirismo suave* discutido anteriormente⁷. Historicamente, o aluno é visto como um adulto em miniatura (resultado da parte inatista desta abordagem) e o papel do professor é preenchê-lo com conhecimentos e esses são, por definição, interessantes e novos para aqueles alunos (componente empirista). Observe que a postura de *tabula rasa*, característica de uma visão empirista do mundo está presente, apenas com um deslocamento do instante zero onde o quadro é apagado: no sistema escolar o instante zero é o momento onde o aluno se senta na sala de aula. Nesta escola tradicional, o papel do aluno é passivo (típica deste *empirismo clássico*): o aluno apreende e o professor ensina.

Podemos fazer aqui uma analogia, com um livro. Suponhamos que a mente de uma criança seja comparável a um livro. Na visão *empirista radical* a própria forma do Livro (se de espirais ou colado, com linhas ou sem linhas), a topologia das páginas (a memória) e estrutura e a organização dos capítulos (a maneira como armazenamos a informação e a recuperamos) devem ser definidas pelo conhecimento a ser adquirido do meio via sentidos (no caso da memória) e pelas relações, de natureza dialética, com o meio, ele mesmo definido por essa relação (no caso da estrutura). O trabalho de Jean Piaget⁸ vai bem dentro desta linha. O livro é objeto de uma construção permanente, a medida que o sujeito vive.

Por outro lado, se assumirmos uma postura *empirista suave*, e assumirmos que algumas das estruturas já estão presentes quando o sujeito nasce, numa mistura entre a porção *Inatista* (estruturas) e a porção *Empirista* (conteúdo) do modelo, a forma do Livro é dada a priori: basta ao professor escrever sobre as linhas previamente desenhadas e, numa visão *inatista radical*, mesmo o conteúdo já está escrito, às vezes com tinta invisível.

Podemos identificar na porção *Inatista* deste empirismo suave, que fundamenta a ação escolar clássica, a origem filosófica da ideologia que encontramos nas escolas⁹, segundo a qual certos grupos sociais podem atingir certos limites estreitos (normalmente grupos de alunos pertencentes a camadas exploradas da população) enquanto outro grupo pode atingir outros limites mais largos (grupo de alunos com

⁷ A bem da verdade esta postura está em transformação haja vista a grande quantidade de escolas que se definem como *construtivistas*.

⁸ O trabalho do psicólogo suíço Jean Piaget é extenso. Para uma descrição de seu trabalho no campo da epistemologia ver Flavel, 1986 e Piaget, 1978.

⁹ Aqui não encontraremos, no mais das vezes, a explicitação disto. Como toda ideologia, esta é feita muito de idéias partilhadas muito ao nível do ‘senso comum’.

origem na camada dominante da população). Assume-se, bem dentro da visão inatista, que a forma do livro é a mesma para todos os alunos *de um mesmo grupo*: o mesmo tipo de encadernação, o mesmo tipo e espaçamento entre as linhas, o mesmo tipo de letra, etc. A genética, neste caso, dita a forma do livro, podendo-se ter variações de um grupo para o outro.

Numa visão *empirista suave* todos os sujeitos de um mesmo grupo são, inicialmente, iguais entre si¹⁰. Nesta visão não há espaço para a ação da cultura e do meio social sobre os sujeitos, pois estes já vêm ao mundo com toda a aparelhagem necessária para interagir com o mesmo.

Como conseqüência lógica desta postura empirista suave, o sucesso ou não dentro do ambiente escolar são resultados do esforço individual de cada sujeito, sendo determinado pelo conteúdo genético de cada um (componente inatista). Ainda como uma conseqüência desta posição, observamos a postura dos professores quando trabalham com alunos de diferentes grupos sociais: altamente motivados e esperançosos com uns e desesperançados e com sentimento de impotência com outros. Como bem apontado por Charlot (1977), isto convém muito bem ao papel ideológico desempenhado pela escola na sociedade burguesa¹¹.

Portanto, chegamos a um ponto onde devemos novamente escolher: a postura *empirista suave*, característica de escola atual, ou uma postura *empirista radical* que aponta para uma transformação da maneira de ensinar. Se optarmos por esta última, a Educação bancária¹², que não leva em conta a natureza histórica do conhecimento e da escola, que assume a postura de *tabula rasa* não levando em conta a existência e a historicidade dos saberes dos alunos, esta escola não tem o mínimo sentido e a escola deve caminhar para um envolvimento ativo do aluno no processo de construção do seu conhecimento.

III. Juízo de valor: por quê ensinar? Ou qual o objetivo do Ensino de Ciências?

Tendo chegado à conclusão, no parágrafo anterior, de que existe um conhecimento objetivo a ser ensinado (e aprendido) que pode ser atingido pela via

¹⁰ São iguais mas, às vezes, nem tanto. Este tipo de postura pode ser usada ideologicamente para justificar diferenças entre raças e grupos sociais, justificando desta forma esquemas de dominação e exploração.

¹¹ Uma discussão deste tema está além dos limites deste nosso trabalho. O leitor interessado pode encontrar esta discussão na referência citada.

¹² Termo de Paulo Freire.

racional e que é apreendido através das experiências provocadas pela interação com o meio, temos que colocar a questão: *por que ensinar?*

Pode-se admitir (não sem o lamentar) que um Professor tenha dúvidas eventuais sobre algum ponto mais técnico da sua matéria ou, mesmo, que tenha alguma dificuldade em explicar algum ponto mais delicado e contemporâneo da sua disciplina. Mas se há uma pergunta para a qual ele não pode titubear em dar uma resposta imediata é a seguinte:

Qual a razão pela qual alguém deve estudar a sua disciplina ou uma determinada parte dela?

É claro que a resposta a esta questão é um *Juízo de Valor* e, por consequência, não é única, sendo uma função do tempo e do lugar onde o ato de ensinar está ocorrendo. Podemos, apenas, dar algumas indicações de como esta resposta pode ser obtida, cabendo a cada um descobrir as suas próprias razões.

Por trás desta pergunta existe uma outra, mais geral, que norteia a procura que fizemos da resposta à nossa questão. Esta pergunta mais geral poderia ser expressa como:

Qual a função da Escola?

Esta pergunta por sua vez é secundada por outras como:

- *O que define o Currículo?*
- *Qual o tipo de adulto que temos em mente formar?*
- *Como a Escola se subordina às relações de poder dentro de um determinado agrupamento de seres humanos?*

De forma alguma estas questões são simples de responder mas, se olharmos para a História da sociedade em que vivemos, poderemos obter alguns indicadores que nos apontem possíveis soluções para o nosso problema.

Vamos retroceder ao início dos anos 70, olhemos para a situação política daquele momento e como estes condicionantes sócio políticos se articulam com o tipo de Currículo¹³ presente nos cursos de formação de professores.

¹³ Daremos mais adiante uma definição mais precisa do que entendemos pelo termo currículo.

IV. Os anos de chumbo

Como é de conhecimento geral tivemos, a partir da metade dos anos sessenta, ao longo da década de 70 e parte da década de 80, não só no Brasil mas em quase toda América Latina¹⁴, um crescimento da repressão a qualquer movimento popular de caráter reformador/revolucionário.

Neste período, ocorre um forte aumento da repressão política em toda região, conseqüência da estratégia adotada pelas grandes potências ocidentais (Estados Unidos e seus aliados europeus) na sua disputa de poder com o bloco socialista (ex - URSS, e as repúblicas aliadas do leste europeu, e China). O Brasil, em particular, como esfera de influência dos Estados Unidos, sofreu uma grande pressão no sentido de abortar qualquer tipo de reforma do Estado em direção a posições identificadas como de esquerda, sobretudo a partir da revolução cubana em 1959 e da crise dos mísseis em 1961.

Nesta época, tempo dos governos militares (Generais Castelo Branco, Costa e Silva, Emílio Garrastazu Médice, Ernesto Geisel e João Baptista Figueiredo), a Escola sofre um processo de emudecimento sobre qualquer tema político-institucional.

No campo da regulamentação da vida política, o cerceamento da liberdade de expressão é baseado nos Atos Institucionais (AI-5 principalmente) e no Decreto Lei 477, que impediam a livre manifestação política de amplos setores da sociedade. É com base nestas leis de exceção que ocorre o expurgo político dos insatisfeitos com o regime implantado no país em 1964.

No campo administrativo, tem lugar a reforma universitária, que acontece em 1968 com a introdução dos Departamentos e outras modificações estruturais, e a reforma do ensino básico (Lei 5692/71), no início dos anos 70, pela transformação dos antigos cursos Ginásial, Científico e Clássico nos cursos de primeiro e segundo graus,¹⁵ o último com a característica de ser um curso profissionalizante, que tinha por objetivo prover ao egresso da escola secundária uma terminalidade técnica que o capacitasse a enfrentar prontamente o mercado de trabalho.

É sempre bom lembrar que o início dos anos 70 é marcado pelo *milagre brasileiro*, caracterizado pela expansão da indústria de base (energia, telecomunicações, siderurgia, transportes, etc.), expansão esta bancada por investimentos maciços do

¹⁴ Há revoluções de caráter “restaurador” praticamente em todos os países da região nesse período, patrocinadas pelas oligarquias locais, aliadas aos Estados Unidos: Argentina (1976), Chile (1973), Bolívia (várias no período), Uruguai (1971), etc.

¹⁵ Atuais ensino fundamental e médio segundo a nova Lei de Diretrizes e Bases da Educação Nacional (LDB).

Estado nestas indústrias, financiando com recursos públicos as bases sobre as quais o desenvolvimento econômico se dará^{16.17}.

Neste contexto, a Escola é vista como uma formadora de mão de obra especializada (pessoal com domínio da técnica necessária à implantação das novas estruturas econômicas) e deve se ater apenas a aspectos técnicos do ato Ensino-Aprendizagem sem deter-se na utilidade dos conhecimentos adquiridos (aspectos político-ideológicos)¹⁸.

Como suporte teórico a esta linha de pensamento pedagógico tecnicista, é usada a teoria *Comportamentalista*¹⁹, cujo pressuposto básico é de que a Aprendizagem ocorre se forem controladas as condições externas ao aprendiz de forma adequada e se manifesta como uma mudança observável nas respostas eliciadas pelos estudantes, frente a um determinado estímulo. Esta teoria passa a ser o principal paradigma do período nos cursos de formação de professores, mormente nos cursos de Metodologia do Ensino e Didática e, a partir daí, pela inserção dos formados nestes cursos, esta proposta se torna a base do ensino de segundo grau, principalmente.

A ênfase desse período está na *Tecnologia Educacional*, considerada como uma panacéia para todos os males educacionais. Bastaria instrumentalizar adequadamente o professor com um conjunto de técnicas apropriadas que os problemas da Educação estariam, como por um passe de mágica, completamente resolvidos. Como um exemplo da literatura do período, podemos citar textos como *O Física Auto Instrutiva (FAI)* ou o *Química Auto Instrutiva (QAI)*²⁰, de nítida orientação comportamentalista.

¹⁶ A bem da verdade a intervenção do Estado na formação da indústria de base começa bem antes, ao longo da década de 50, primeiro com os presidentes Getúlio Vargas (criação da Petrobrás, p. ex., em 1954) e Juscelino Kubischek de Oliveira (criação da indústria automobilística e a marcha para o Oeste, com a construção de Brasília, inaugurada somente em 1961, pelo presidente Jânio Quadros).

¹⁷ Este é o período de formação da dívida externa brasileira.

¹⁸ Deve-se concordar com Charlot (1977) quando este diz que toda escola exerce este papel, não apenas a escola brasileira dos anos 70. Apenas queremos argumentar que este papel passa a ser explicitamente exercido com o aumento da ênfase do papel ideológico da escola.

¹⁹ Sobre o Comportamentalismo ver Skinner 1978 e Holland 1975.

²⁰ Não estamos aqui querendo dizer que os autores destes ou de outros livros de orientação comportamentalista tenham sido aliados do regime político vigente a época, mas apenas que a aceitação e utilização deste tipo de manual por parte dos professores das disciplinas científicas (nosso campo de análise) se deveu à conjunção dos fatores

No campo político, a principal característica desse período é o processo de alienação imposto aos estudantes (e a muitos professores), os quais devem se dedicar, única e exclusivamente, à tarefa de estudar os temas técnicos, que por definição nada têm a ver com o momento político da época, justificando-se por si mesmos.

Esse período também é marcado por uma expansão (numérica) da rede escolar de primeiro e segundo graus e por uma forte expansão do sistema universitário privado.

Com o início da abertura política, engendrada pelo governo Geisel²¹ na segunda metade da década de 70, e que teve prosseguimento, na primeira metade da década de 80, com o governo do Gal. João Batista Figueiredo, surge um espaço político para a expressão de opiniões divergentes às do Regime Militar propiciando o aparecimento²², dentre os teóricos da Educação, do que se convencionou chamar de *Pedagogia Crítica dos Conteúdos*. Esta Pedagogia surge como uma oposição ao tecnicismo que marca o período anterior, e tem por questão central a utilidade do conhecimento adquirido pelo estudante na escola e, o que é mais importante, o papel da Escola e dos educadores de uma forma geral, colocando em xeque o *para que e para quem ensinar?*

Nomes como Paulo Freire²³, Demerval Saviani²⁴, Moacir Gadotti²⁵, Pedro Demo²⁶, Carlos Brandão²⁷, entre outros, põem a luz as contradições que a Escola traz em si e apontam para o que seria o novo papel da Escola: ser um agente da libertação dos indivíduos, através da explicitação das diversas estruturas subjacentes às relações de poder em um determinado grupo social e, através dessa tomada de

que estamos descrevendo. Infelizmente não temos a referência completa destes trabalhos.

²¹ No que ficou conhecido como período de abertura lenta e gradual.

²² Quando utilizamos o termo aparece não queremos dizer que estas construções teóricas tenham sido construídas por conta do arrefecimento da repressão durante o período de abertura política, mas sim que surge o espaço necessário para a difusão dessas idéias, que de fato retomam temas já abordados por Paulo Freire, entre outros, no início dos anos 60, como se verá mais adiante.

²³ Freire, 1983 ; Brandão 1986c.

²⁴ Saviani, 1985, 1986, 1989.

²⁵ Gadotti 1985, 1988.

²⁶ Demo 1988.

²⁷ Brandão, 1985, 1986a, 1986b, 1988,1989.

consciência, propondo uma transformação das relações do sujeito com outros sujeitos dentro do seu grupo social e das relações entre os diversos agentes sociais e grupos de interesse que compõe e constituem uma determinada sociedade. É claro que esse tipo de postura leva a uma reflexão profunda sobre o que seria o papel do Professor nessa nova Escola.

De fato, a preocupação com este tipo de temática remonta ao início dos anos 60 com a *Pedagogia Libertadora*, desenvolvida por Paulo Freire, a qual apontava, já naquele tempo, para a necessidade de a Escola incorporar no seu fazer a dialética da vida dos sujeitos aos quais ela, Escola, se destinava, levando-os a um processo de apropriação do conhecimento e, através dessa apropriação, a sua libertação, via tomada de consciência da sua condição sócio-política.

Na opinião desse grupo, o principal objetivo a ser perseguido pela Escola seria o de formar indivíduos críticos em relação a sua própria condição social. A escola deveria dar-se conta do caráter *Histórico* (e do próprio caráter de construção humana da História) do processo de Ensino-Aprendizagem rompendo desse modo com a cadeia de alienação na qual se insere. Observe-se, ainda, que isto representa uma ruptura ideológica.

Neste mesmo período, e em paralelo, adentra na escola a *Teoria Construtivista*, ou como ficou mais conhecida, *Construtivismo*, cuja base teórica remonta aos trabalhos desenvolvidos pelo psicólogo suíço Jean Piaget, a *Epistemologia Genética*. Diferentemente do *Comportamentalismo*, que orientou as ações pedagógicas ao longo da década de 70, o ponto central do *Construtivismo* é o sujeito e os processos pelos quais ocorre a maturação dos mesmos e como esta maturação se manifesta em esquemas de apreensão da realidade na qual o indivíduo está inserido.

Como apontado por vários autores (veja o que se dirá mais adiante na seção sobre as concepções espontâneas e as referências aí citadas), as propostas de intervenção na realidade escolar, que têm por base a teoria piagetiana, pecam pela não inclusão das interações de caráter social como componente importante do processo de construção dos significados por parte dos sujeitos, uma vez que a apreensão dos significados passa pela mediação da Cultura do grupo onde o sujeito se insere.

Esta insatisfação com o Construtivismo leva, no início dos anos 90, à busca da teoria do Psicólogo russo Vygotsky como referencial teórico para os herdeiros da Pedagogia Crítica, uma vez que, para Vygotsky, as interações sociais, associadas aos processos de maturação bem descritos pela teoria piagetiana, são uma das principais responsáveis pelo processo de desenvolvimento do pensamento.

Dentro da teoria de Vygotsky fica claro o papel da cultura: é através dos processos de mediação da cultura que os seres humanos podem desenvolver um conjunto de conceitos comuns, o que torna possível a comunicação entre dois seres humanos. Sem a mediação cultural cada ser humano se desenvolveria em uma direção própria tornando a vida em sociedade impossível.

V. Os anos noventa

Mas e hoje, qual é a situação? Quais são as características sócio-econômicas que delineiam o quadro em torno das atividades desenvolvidas na Escola?

Hoje, segunda metade dos anos 90, estamos assistindo a uma profunda transformação nos processos de produção, com um declínio do poder político e econômico das chamadas indústrias sujas (por poluidoras, produção de aço, p. ex.) em favor de indústrias limpas e não poluidoras, onde a tecnologia agregada aos bens produzidos é um fator de valorização²⁸.

Extremamente rentável, este tipo de indústria tem uma característica completamente diferente das indústrias da geração anterior: a tecnologia agregada a um produto continua propriedade de quem a produz.

Para exemplificar, analisemos os casos de um filme (produto cultural) e de um carro (bem de consumo durável). O primeiro, o filme, mesmo vendido continua propriedade do estúdio que o produziu, que detém ainda os direitos sobre o produto e pode revendê-lo a outros. O que compramos é o direito de uso do bem produzido. O mesmo vale para um programa de computador, por exemplo. Por outro lado, o carro uma vez vendido é propriedade de quem o comprou. Se a fábrica quiser vender um carro a um terceiro deve produzir um outro. Observe-se que no primeiro caso (o filme) o único custo adicional por cópia é o da mídia (película) onde o filme será copiado. No segundo caso (o carro) a mesma quantidade de recursos despendida para produzir o primeiro (aço, energia elétrica, mão de obra, por exemplo) será necessária para produzir o segundo.

Aliado a isso vemos o uso da informática cada vez maior no processo de produção com conseqüentes aumentos de produtividade e diminuição do emprego de mão de obra não qualificada.

Demandando menos recursos físicos, e por conseqüência provocando menos degradação ao meio ambiente, esta nova tendência vem responder, no plano político, a uma preocupação maior com o estado geral do planeta que habitamos²⁹.

Essa transformação dos meios de produção está levando a uma mutação extremamente rápida no mercado de trabalho, ao tornar obsoletas várias indústrias e profissões que, até poucos anos atrás, eram altamente competitivas.

Paralelamente a estas transformações de caráter econômico, estamos assistindo a uma transformação nas relações de poder dentro da sociedade, com uma

²⁸ São exemplos deste novo tipo de indústria a Informática e o Turismo, por exemplo.

²⁹ Observe-se nas propagandas a ênfase crescente nas características não poluidoras dos produtos.

ascensão dos detentores de monopólios de informação em substituição aos velhos “capitães de indústria”, estrelas da fase de industrialização que seguiu ao pós-guerra³⁰.

Outro ponto a ser considerado é o “casamento” da informática com o setor de telecomunicações, dando origem à *Telemática*. As conseqüências para a vida do cidadão e sobre o próprio conceito de cidadão são radicais.

Mas, o que significa ser um cidadão hoje em dia?

A nosso ver, uma definição geral de Cidadão poderia ser: *um cidadão é alguém capaz de compreender e que pode, efetivamente, influenciar a sociedade em que vive*³¹.

Em uma sociedade antiga (tomemos a sociedade grega do séc. V antes de Cristo, por exemplo) ser um cidadão era uma tarefa relativamente simples, pois a quantidade de informações que eram necessárias para chegar-se a um processo de decisão eram relativamente poucas.

Hoje em dia, as relações sociais são cada vez mais complexas e mediatizadas pelos meios de comunicação, levando ao aparecimento de novas formas de dominação e controle, mais sutis e menos visíveis.

A quantidade de informação que chega, e que deve ser levada em conta para uma tomada de decisão sobre a vida de uma determinada comunidade, é enorme. Antigamente pouco importava para a economia brasileira a variação do índice *Nikei*³². Atualmente, qualquer variação desse índice é suficiente para derrubar a bolsa de São Paulo.

Quando o fluxo de informação assume um papel decisivo como o que observamos na sociedade pós-industrial, é óbvio que o controle dos meios de comunicação é decisivo para o controle político da sociedade, e que qualquer um que não seja capaz de manipular a quantidade de informação que é gerada todos os dias, passa a ser um brinquedo nas mãos daqueles que conseguem fazê-lo e daí, naturalmente, passa a ocupar um lugar de sub cidadão³³.

³⁰ No Brasil, por exemplo, é notória a concentração nas mãos de sete famílias dos grandes conglomerados de comunicação (formados por rádio, jornal e TV). Não é a toa que uma das principais armas de baganha política dos governos que se sucedem sejam as concessões de Rádio e TV.

³¹ O Dicionário Michaelis eletrônico define cidadão da seguintes forma: s. m. 1. Habitante de uma cidade. 2. Indivíduo no gozo dos direitos civis e políticos de um Estado.

³² O índice Nikei é o índice que serve para medir o desempenho da bolsa de Tóquio.

³³ É interessante observar como os tomadores de decisão utilizam cada vez mais programas de ajuda de tomada de decisão cuja função é extrair da base de dados disponível aquelas informações úteis no processo de definir estratégias.

Nas relações internacionais, vemos a substituição do conceito de *Nação* pelo conceito de *Interesses de Grupos Econômicos*. A detenção de bens (de consumo ou de capital) é substituída pelo conceito de tecnologia agregada, tanto aos processos de produção como aos processos de tomada de decisão³⁴.

Do futuro cidadão exige-se o domínio desta linguagem para que, dominando-a, possa decidir o que é melhor para si e para o grupo ao qual pertence.

É sobre este pano de fundo, onde a palavra de ordem é *transformação*, que a questão: *Porque e para quem ensinar Ciências nas escolas de primeiro e segundo graus?* nos é colocada.

A meu ver há cinco grandes razões para que Ciências e/ou as disciplinas científicas particulares devam ser ensinadas nos primeiro e segundo graus:

1. O corpo de conhecimentos acumulado a que chamamos *Ciência* é um legado de várias gerações (incluindo a nossa) à geração que estamos formando.

Esta afirmação, eu creio, explica a si própria. O Homem vem acumulando um saber sobre o mundo físico ao longo de sua História. Cada geração é herdeira desse saber e merece recebê-lo da forma mais completa possível para que possa dele usufruir e aumentá-lo em proveito próprio e do ecossistema como um todo.

2. A atuação e influência do futuro cidadão nos processos decisórios é dependente do conjunto de conhecimentos de que é possuidor e da habilidade de relacioná-los entre si e a situações concretas do cotidiano.

Na nossa sociedade pós-industrial, a detenção da tecnologia, do saber fazer, é decisiva para que o cidadão possa exercer em sua plenitude a sua vontade nos processos de decisão coletivos.

Se cada futuro cidadão não se apropriar e dominar o jargão dos novos meios de produção, e as relações de poder e dominação que lhes são inerentes, estaremos criando os analfabetos científico-tecnológicos, por oposição aos analfabetos funcionais. Enquanto os últimos não sabem interpretar o que lêem os primeiros não entenderão o mundo em que vivem, no qual a tecnologia exercerá um papel extremamente importante na criação (ou destruição) de sistemas de dominação e exploração.

³⁴ Sobre este ponto é importante observar que uma das empresas da área de informática que mais cresce no mundo é a sueca SAP que produz o programa de gerenciamento de informações empresariais R/3.

3. Do ponto de vista cognitivo, há vários processos que somente poderão ser catalisados pela atuação provocativa do professor no ambiente escolar.

Como apontado pela teoria de Vygotsky, há um conjunto de conceitos e habilidades, importantes para a Ciência, porém, muito mais para a vida, que somente no âmbito da escola podem ser apreendidos³⁵.

4. O ambiente de sala de aula, com a sua ênfase no trabalho cooperativo pode ser a base sobre a qual o trabalho cooperativo em sociedade pode ser estimulado e levado à consciência dos futuros cidadãos.

O mundo moderno, com suas relações cada vez mais complexas, seja no mundo das relações de trabalho, seja no mundo das relações interpessoais, é caracterizado pelo trabalho cooperativo, onde as relações pessoais dentro das equipes que se constituem para executar determinada tarefa são fatores de extrema importância e fundamentais para a obtenção do sucesso ou fracasso da equipe e de cada indivíduo³⁶. A época do trabalhador autônomo pertence ao passado em quase todas as áreas e profissões.

5. O trabalho em Ciências, por ser centrado na investigação, propicia o desenvolvimento de uma postura independente, desenvolvendo a capacidade de busca da informação e de auto-educação.

O que se exige hoje de alguém é a capacidade de estar permanentemente se atualizando a partir de fontes não usuais ou, podemos dizer, não regulares. A Educação Permanente, quer como cultura empresarial quer como forma de auto-instrução do indivíduo, está cada vez mais presente e é mais exigida em um mundo onde a palavra de ordem é a transformação. Nas atividades de Ciências³⁷, a criança pode ser habilitada para sobreviver e se adaptar a esse mundo, pois é nessa atividade que ela é exposta

³⁵ Vygotsky, 1993.

³⁶ Ver a esse respeito o livro de Gardner: *Inteligência Emocional*.

³⁷ Claro que aqui não podemos ter em mente a Educação Bancária, no sentido de Paulo Freire (Freire, 1983).

constantemente a problemas que exigem soluções novas e, muitas vezes, inovadoras.

Em suma, diríamos que, para nós, o objetivo do Ensino de Ciências é:

Propiciar às novas gerações a apropriação crítica dos conhecimentos e habilidades já incorporados pelo Homem ao seu patrimônio científico-cultural permitindo, desse modo, que os indivíduos a elas pertencentes possam desenvolver-se de forma autônoma e cidadã, dando a estas novas gerações a possibilidade de serem os construtores de sua História de forma consciente e livre.

Uma vez que definimos qual o objetivo que imaginamos para o Ensino de Ciências podemos ver mais claramente que conteúdos são necessários para a formação do professor de Ciências.

Como consequência do que é dito mais acima, este Professor deve ser versado sobre temas de História, Filosofia e Sociologia. Conhecimentos de Economia Política são também desejáveis.

Este Professor deverá possuir um domínio profundo do conteúdo, com uma visão globalizante e evolutiva da Ciência, de como o conhecimento científico evoluiu ao longo da história e suas relações com os momentos sócio-econômicos das sociedades onde este conhecimento se desenvolveu. Isto aponta claramente para a inserção de cursos de História da Ciência no Currículo do curso de formação de Professores.

Este Professor deve também ter noções de Psicologia da criança e do adolescente, bem como noções de Psicologia de grupo de modo a compreender e coordenar as ações coletivas dentro da sala de aula. Sempre é bom lembrar que estamos endereçando questões relativas ao *Domínio da Matéria*. Estas questões são mais ligadas ao que chamamos em outro trabalho de *Domínio da Classe* (ver Rosa 1998). No entanto, como apontado naquele trabalho, esta divisão é uma divisão apenas para fins de análise e o Professor, no seu cotidiano deve lidar com estes dois *Domínios*, de forma indiferenciada na maior parte do tempo. Logo, temos que imaginar a inserção de conteúdos relativos à dinâmica de grupo, uma vez que os conteúdos de psicologia da Criança e do Adolescente já se encontram razoavelmente bem cobertos nos cursos de Psicologia da Aprendizagem, Didática e Prática de Ensino³⁸.

³⁸ Embora, na nossa opinião, estes cursos poderiam ser mais aprofundados.

VI. Outros fatores determinantes no Ensino de Ciências

Além da resposta ao *Por quê ensinar Ciências?* vários outros fatores influenciam o Ensino (e a Aprendizagem) dos conteúdos científicos. Passaremos em seguida a discutir, resumidamente, alguns deles.

VI.1- O meio ambiente: fatores sociais, econômicos e culturais

O meio ambiente onde os alunos estão inseridos é outro fator importantíssimo para que o estudante possa ter sucesso na aprendizagem de conceitos científicos e no desenvolvimento daquelas habilidades que lhe serão necessárias no futuro.

O meio ambiente influencia tanto na forma como a Ciência é vista (atitude frente a Ciência) como nos próprios conceitos e pré-conceitos que os alunos trazem para dentro da sala de aula. Expectativas sociais serão determinantes na postura que o estudante trará para dentro da sala de aula e determinarão a maneira como o Professor poderá (ou não) influenciar a aprendizagem. O meio social, e os fatores sócio-econômicos a ele associados, determinam também os meios físicos disponíveis no ambiente escolar, limitando muitas vezes as possibilidades de aprendizagem³⁹.

Isto sinaliza, novamente, para a necessidade, já apontada mais acima, de instrumentalizar o Professor com conhecimentos na área de História, Sociologia, Economia e Psicologia Social, de modo que o mesmo possa compreender os fenômenos psicossociais que o envolvem.

VI.2- O Professor

Seguramente o Professor é o fator que, isoladamente, mais influencia o que acontece dentro da escola. Apesar de encararmos a Educação como uma via de mão dupla, uma vez que há um fluxo de informação tanto do Professor (agente do Ensino) para o aluno (agente da Aprendizagem) como deste para aquele, pela sua experiência e maturidade, o Professor é o elemento que detém o controle da situação de Ensino. É ele que tem condições de definir o que pode ser ensinado em um dado tempo, como uma função do momento cognitivo, social e emocional dos estudantes.

Outro ponto a considerar, quando falamos a respeito do papel do Professor, é que nas sociedades modernas a função de mediador cultural, ou seja, do agente responsável dentro do grupo social de transmitir informações de caráter cultural, é transferida cada vez mais da família para a Escola.

³⁹ Nunca é demais lembrar da função ideológica da escola.

Aqui também é bom lembrar que o papel ideológico da Escola é desempenhado pelo professor. Afinal, o prédio ou o computador não falam (ainda não pelo menos)⁴⁰.

Como consequência desse fator, a valoração da carreira docente é fator *sine qua nom* para o sucesso de qualquer Sistema de Ensino. Um Professor valorizado é um Professor motivado.

Convém salientar que entendemos aqui não somente uma valorização na forma de melhoria de salários mas também uma valoração da formação docente, de forma permanente. O corolário desta postura, quando pensamos nos cursos de formação, é que os futuros professores devem ser estimulados à auto aprendizagem e a formação permanente. Nos cursos de formação, desde cedo, eles devem ser estimulados à busca do conhecimento e a procurar a conexão entre o conhecimento buscado e a realidade concreta.

VI.3- O Currículo

Entendemos por **Currículo** *o que pode, potencialmente, ser apreendido de qualquer material instrucional: um livro, um experimento de laboratório, uma aula expositiva, um curso, um trabalho em grupo, uma atividade de campo, etc.*

Observe-se que esta definição de Currículo vai além da simples enumeração de conceitos e leis de uma determinada disciplina que podem ser aprendidos a partir do material instrucional, mas envolve as habilidades, posturas e mesmo a ideologia que se encontra, de forma explícita ou implícita, no material instrucional. Assim, em um curso totalmente comportamentalista, a ideologia positivista que sustenta este tipo de proposta se encontra ela mesma dentro do material instrucional, o curso programado. Por outro lado, em um curso estruturado segundo a proposta de Paulo Freire⁴¹ traz em si a preocupação com uma escola voltada para a comunidade em que ela, escola, se insere. Em ambos os casos, a própria estrutura do curso potencialmente ensina (retransmite) uma ideologia e este conhecimento está dentro do que chamamos Currículo.

Nas estruturas burocráticas o currículo é visto como um conjunto de disciplinas que devem ser cursadas pelos estudantes de modo que os mesmos atinjam maestria em determinada área. No nosso ponto de vista, a definição que apresentamos acima envolve esta última.

De qualquer modo, ao ingressar em uma estrutura burocrática como a escola, o Professor se depara com potencialidades apresentadas pelo material que possui

⁴⁰ Ver Charlot (1977).

⁴¹ Freire 1983.

a sua disposição. De nada adianta querer-se ministrar uma aula de laboratório em uma escola onde não temos condições físicas, por falta de material, de executá-la.

A partir deste ponto podemos verificar a imensa necessidade de instrumentalizar o Professor com o maior número de habilidades possíveis para que este, frente às mais diferentes realidades, possa encontrar caminhos para que o Ensino aconteça.

VI.4- A natureza da escola

O tipo de escola onde o Ensino será ministrado é fator determinante do tipo de Ensino que pode ser ministrado.

Escolas de zonas rurais e urbanas, de formação geral ou técnica, públicas ou privadas, laicas ou religiosas, impõe diferentes maneiras de se encarar o Ensino.

Convém lembrar que é o Professor quem deve se adaptar à Escola e não o contrário. Não queremos, em hipótese alguma, passar a idéia de que o Professor deva se acomodar a tudo que encontra em uma escola. O que queremos dizer é que se existe uma linha filosófica, determinando uma linha pedagógica, e esta linha é de pleno conhecimento de pais e alunos, esta dualidade, o pedagógico e o filosófico, deve ser respeitada e acatada pelo Professor.

Como consequência desse aspecto, o futuro Professor deve estar permanentemente envolvido em um ambiente onde o contraditório de idéias seja sempre presente e deve ser exercitado para a convivência com idéias diferentes das suas, apreendendo a coordenar esforços na direção desejada pelo grupo, mesmo que esta, às vezes, não seja a que ele, Professor, deseja.

VI.5- O Histórico de vida dos alunos

O teórico da aprendizagem David Ausubel⁴², perguntado sobre qual seria o fator isolado mais importante para a Aprendizagem, afirmou que se pudesse escolher um único fator diria que é o que o estudante já sabe⁴³. Descubra-o e o ensine de acordo, são as suas palavras. O que está por trás dessa afirmação é a importância da história de vida dos sujeitos: os conhecimentos (afetivos, cognitivos, psicomotores) que

⁴² Ver Ausubel 1980.

⁴³ O mesmo é dito por Vygotsky(1993).

ele possui antes de entrar na sala de aula! Este é o fator isolado mais importante no processo de Aprendizagem⁴⁴.

Nessa abordagem, o sujeito e as relações que ele estabelece com o meio são fundamentais e a base de uma nova linha de trabalho, que se orienta pela pedagogia de Paulo Freire e pela Pedagogia Crítica dos Conteúdos, chamada de Educação Ambiental, a qual tenta contextualizar o ensino de Ciências no meio onde o mesmo ocorre.

Como consequência desta postura, que valoriza o que o estudante já sabe, é fundamental que o professor de Ciências saiba o que o aluno traz para a sala de aula, como conhecimento sobre o mundo físico. Este é o terreno das Concepções Espontâneas que passaremos a discutir em seguida.

VI.6- Concepções espontâneas: o que são e sua importância para o Ensino de Ciências⁴⁵

Um trabalho interessante, sobre as idéias que os alunos trazem quando chegam à escola, foi desenvolvido pela pesquisadora francesa *Viennot (1979)*, com alunos franceses, sobre as idéias que os estudantes tinham sobre conceitos de Física, especificamente na área de Mecânica.

A idéia era estudar como os alunos relacionavam os conceitos de força, aceleração e velocidade. Os resultados de Viennot mostraram que os alunos relacionavam força à velocidade. Para esses alunos força era proporcional à velocidade, enquanto que o conceito cientificamente aceito é o de que força é proporcional à aceleração.

Resultados obtidos a partir de trabalhos posteriores, e que seguiram a linha proposta pelo trabalho de Viennot, é que essa concepção a respeito da relação entre força e velocidade permanecia mesmo após o ensino formal, ou seja, a escola era incapaz de *retirar* essa concepção da cabeça do aluno e *colocar* em seu lugar a concepção cientificamente correta. Esse resultado era válido não somente para os alunos considerados deficientes, mas também para os alunos considerados bons.

Mas seriam estas idéias inatas ou construídas pelos sujeitos? Depois do trabalho de Viennot vários outros trabalhos foram sendo desenvolvidos ao redor do mundo, nas mais diversas áreas da Física, Química e Biologia, sempre com o mesmo

⁴⁴ Isto em absoluto está em contradição com o que dissemos acima a respeito do papel do Professor. Quando falamos do Professor nos referimos ao Ensino enquanto que aqui nos referimos à Aprendizagem, espaço de ação do aluno.

⁴⁵ Não temos por objetivo aqui revisar a área de Concepções espontâneas, uma vez que a literatura na área é bastante vasta. O nosso objetivo é situar as Concepções Espontâneas no contexto dos fatores que influenciam o Ensino.

resultado: os alunos, em geral, possuem esquemas explicativos do mundo os quais receberam o nome de Concepções Espontâneas⁴⁶.

Esses esquemas explicativos normalmente não são equivalentes aos conhecimentos científicos, mas são construídos a partir da observação do mundo feita pelo indivíduo. Em todos os casos estudados (independentemente de lugar e sistema social) a mesma característica de persistência frente à Educação formal foi encontrada⁴⁷. O aluno para resolver uma prova usa as idéias “ensinadas” pelo professor, mas na hora em que tem que explicar algum fenômeno físico do seu cotidiano, para si ou para algum amigo, usa aquele conjunto de conceitos e leis que possuía antes de qualquer ensino formal.

Mas qual é a origem desse conhecimento prévio? O porque da sua persistência?

A origem desse conhecimento está na interação do sujeito com o mundo que o cerca, o que está mais de acordo com a postura *empirista*.

Voltemos ao nosso exemplo da força. Um aspecto interessante desse exemplo em particular é um certo paralelismo entre o desenvolvimento desse conceito na criança e a própria história da humanidade. Essa mesma idéia já havia sido expressa pelo Físico grego Aristóteles, cinco séculos antes de Cristo⁴⁸.

Pensemos agora no nosso viver cotidiano. A criança ao brincar observa que quanto maior a velocidade que ela deseja obter do carrinho com o qual está brincando tanto maior é a força que ela deve exercer no carrinho. O mesmo é válido para uma bola arremessada: essa vai tão mais longe e tão mais rápido quanto mais forte for o chute ou a cortada.

Em todos os exemplos que você conseguir pensar observará a mesma coisa: no mundo *real* é necessária a aplicação de uma força para que um objeto se mova ou para que ele continue a se mover. Cortemos os motores e o avião cai! Se retirarmos a força o objeto pára. Conclusão óbvia: para que exista movimento é necessária a aplicação de uma força. Isso é estritamente verdade se nos lembrarmos que no mundo *real* existe o atrito. É dessa forma que a criança desenvolve a concepção de que força deve ser proporcional à velocidade.

⁴⁶ Essas concepções também receberam o nome de Concepções Alternativas. Sobre as varias denominações dessas concepções o leitor interessado pode consultar Salvetti 1986.

⁴⁷Essas concepções são tão difíceis de alterar que mesmo professores que lecionam Ciências de longa data as apresentam (ver Silveira 1986).

⁴⁸ Aqui deve-se salientar que, ao contrário do que é dito muitas vezes em artigos sobre concepções espontâneas, a mesma resposta não significa a mesma pergunta: o caminho seguido por Aristóteles não pode ser o mesmo seguido pela criança, por razões óbvias.

A partir dessa conclusão a criança começa a fazer previsões sobre o mundo ao seu redor, e *a acertar!* Se quiser fazer com que a bicicleta ande mais rápido, basta exercer uma força maior nos pedais. Se quiser que ela ande com velocidade constante, basta aplicar uma força constante.

Nesse fato, na *capacidade preditiva* do modelo por ela desenvolvido, reside a grande capacidade de permanência dessas concepções na mente dos alunos frente a uma situação de ensino formal. Por que raios ela vai trocar as idéias que ela tem e que explicam o mundo em que ela vive de forma plenamente satisfatória por um bando de idéias que o professor disse e que para ela não fazem o menor sentido (por exemplo, que força é proporcional à aceleração)?

A resposta a esta questão é complicada. Ao longo dos últimos vinte anos os pesquisadores da área vêm procurando a resposta.

Uma das propostas apresentadas é tentar mostrar ao aluno que ele está errado antes de qualquer tipo de tentativa de Ensino. É o chamado *Modelo de Mudança Conceitual* (Posner 1982).

Quando nos referimos a mostrar, não queremos dizer que o professor vá falar sobre situações onde as idéias dos alunos não funcionam, mas queremos dizer que o professor deve criar situações onde as estratégias dos alunos não conseguem mais ser preditivas e então perguntar ao aluno: e daí? Somente quando as idéias do aluno não o satisfizerem mais este estará receptivo às novas idéias colocadas pelo professor (científicas de preferência!).

Descontentes com os resultados obtidos até agora pelo Modelo de Mudança Conceitual, outro grupo de pesquisadores (Duit 1996, Mortimer 1996) propõem uma outra rota: deixemos os alunos com o conjunto de idéias que eles já possuem e tentemos ensinar um novo conjunto, composto pelas idéias científicas, fazendo com que os alunos tomem conhecimento de quando utilizam um conjunto e quando utilizam o outro. É o chamado *Modelo de Perfis Conceituais*⁴⁹.

Os defensores desse modelo argumentam que utilizamos com freqüência vários modelos para viver e que o importante é saber do *regime de validade* do modelo utilizado. Para navegar, por exemplo, utilizamos um modelo Geocêntrico (Terra no centro do sistema de referências) quando o modelo aceito pela Ciência para o sistema solar é o Heliocêntrico (Sol no centro do sistema de referências). O importante é que saibamos quando usar um e quando usar o outro. Dentro desta perspectiva, podemos dizer que os dois modelos convivem “pacificamente”.

As conseqüências para a atividade docente de se levar em conta os conhecimentos anteriores (assumindo uma postura *empirista radical*, como definida anteriormente) e o modo como esses conhecimentos são construídos, são grandes.

Primeiro, o professor deixa de ser uma fonte de conhecimento que tenta preencher um Livro de folhas em branco (a mente do aluno) para ser um provocador de

⁴⁹ Mortimer, 1996.

mudança conceitual ou construtor de modelos alternativos do perfil conceitual (passa a estimular a própria construção do Livro).

Segundo, o aluno deixa de ser um elemento passivo da aprendizagem e assume um papel ativo, construtor de seu próprio conhecimento.

Terceiro, o Ensino deve ser centrado primeiro em discutir o que o aluno pensa sobre determinado assunto e apenas após essa fase, onde as suas idéias são discutidas, as idéias científicas devem ser introduzidas.

Em resumo, a grande lição que as pesquisas na área de concepções espontâneas deixam é a de que o nosso aluno não é um Livro de folhas em branco, como a postura *Inatista* discutida acima implica, mas que possui esquemas, em uma descrição mais próxima da escola *Empirista*, construídos ao longo da vida dos sujeitos, alguns dos quais bem elaborados, que explicam e são capazes de fazer predições sobre o mundo em que ele vive e que, se não levarmos em conta esses esquemas, a atividade em sala de aula será apenas parcialmente eficaz perto do que poderia ser, isso se não for uma completa perda de tempo.

Em termos de cursos de formação de Professores cremos ser urgente a inserção do tema Concepções Espontâneas como disciplina formal do currículo. Esta disciplina⁵⁰ deveria tratar tanto da gênese como das propostas em discussão para a sua alteração.

Aliás, cabe aqui a observação de que o tema *Técnicas de Pesquisa em Ensino* deveria ser parte integrante do Currículo de formação de Professores. Afinal, estes tem que procurar soluções altamente inovadora pelo menos cinco ou seis vezes por dia. Isso seria mais fácil de ser socialmente compartilhado se os Professores tivessem os mecanismos para tal.

Por outro lado, a passagem dos conhecimentos da Pesquisa em Ensino para o ambiente da sala de aula seria mais fácil se os pesquisadores tivessem interlocutores do outro lado. Interlocução, nunca é demais lembrar, é sinônimo de diálogo e, por conseguinte, implica em uma via com fluxo nos dois sentidos.

VII. Conclusão

Neste trabalho procuramos apresentar e discutir alguns fatores que influenciam o Ensino de Ciências. Esta busca se insere dentro de um projeto maior de definir o que seria um *Domínio da Matéria* dentro da área do Ensino de Ciências.

Uma vez que estes fatores sejam identificados claramente será possível então a determinação mais clara dos elementos que comporiam o *Domínio da Matéria* de uma forma mais objetiva. Aqui apenas esboçamos algumas conseqüências dos fatores identificados.

⁵⁰ Ou outra atividade regular que aborde estes temas.

Além do interesse específico destes temas para a construção deste domínio, os temas apontados apresentam interesse por si mesmos, uma vez que, se os fatores que apontamos ao longo deste trabalho não forem levados em conta pelo Professor, a atividade docente será ineficaz e, muitas vezes, um desperdício de tempo e de recursos.

VIII. Bibliografia

1. AUSUBEL, D.P.; NOVAK, J. D.; HANESIAN, J. [1980] **Psicologia Educacional**. Rio de Janeiro, Interamericana.
2. BACHELARD, G. [1984] Vida e Obra. In: **A Filosofia do não**. São Paulo, Abril Cultural. (OS PENSADORES)
3. BRANDÃO, C. R. [1985] **Educação popular**. 2. ed. Rio de Janeiro, Graal.
4. BRANDÃO, C. R. [1986a] **A educação como cultura**. 2. ed. São Paulo, Brasiliense.
5. BRANDÃO, C. R. [1986b] **O ardil da ordem: caminhos e armadilhas da educação popular**. 2 ed. Campinas, Papirus.
6. BRANDÃO, C. R. [1986c] **O que é método Freire**, 10. ed. São Paulo, Brasiliense. (Coleção primeiros passos n. 38)
7. BRANDÃO, C. R. [1988] **Pesquisa participante**. 7 ed. São Paulo, Brasiliense.
8. BRANDÃO, C. R. [1989] **O que é Educação**. 25 ed. São Paulo, Brasiliense.
9. CHARLOT, B. [1977] **La mystification pédagogique- Réalités sociales et processus idéologiques dans la théorie de l'éducation**. Paris, Payot.
10. DEMO, P. [1988] **Ciência, ideologia e poder uma sátira às Ciências Sociais**. São Paulo, Atlas.
11. DUIT, R. [1996] The constructivist view in science education - what it has to offer and what should not be expected from it. **Investigações em Ensino de Ciências**, 1(1).
12. FLAVELL, J. H. [1986] **A psicologia do desenvolvimento de Jean Piaget**. Trad. Maria Helena Souza Patto. 2a edição, SP, Pioneira. (Biblioteca Pioneira de Ciências Sociais. Psicologia)
13. FREIRE, P. [1983] **Pedagogia do oprimido**, 13 ed. Rio de Janeiro, Ed. Paz e Terra.

14. GADOTTI, M. [1985] **Educação e Poder - Introdução à Pedagogia do Conflito**. São Paulo, Autores Associados/Cortez Editora.
15. GADOTTI, M. [1988] **Concepção dialética da Educação: um estudo introdutório**. 6 ed. São Paulo, Cortez.
16. GAUTHIER, C. (Ed.), DESBIENS, J-F., MALO, A., MARTINEAU, S. & SIMARD, D. [1997] **Pour une théorie de la pédagogie - Recherches contemporaines sur le savoir des enseignants**. Perspectives en Education. Le Presses de l'Université Laval.
17. HOLLAND, J. G. & SKINNER, B. F. [1975] **A análise do comportamento**. Trad. Rodolpho Azzi. São Paulo, Editora Pedagógica e Universitária Ltda. (Coleção Ciências do Comportamento).
18. MORTIMER, E. F. [1996] Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos. **Investigações em Ensino de Ciências**, 1(1).
19. PIAGET, J. [1978] **A epistemologia genética : Sabedoria e ilusões da filosofia; Problemas de psicologia genética**; traduções de Nathaniel C. Caixeiro, Zilda Abujamra Daer, Célia E. A. Di Piero. - São Paulo : Abril Cultural. (Os Pensadores)
20. POPPER, K. R. [1972] **Objective knowledge. An evolutionary approach**. Oxford, Oxford University Press.
21. POSNER, G.J., STRIKE, K. A., HEWSON, P.W. and GERTZOG, W.A [1982] Accommodation of a scientific conception: Toward a theory of conceptual change. **Science Education**, 66(2), 211-227
22. ROSA, P. R. S. [1998] *O que é ser Professor? Premissas para a definição de um Domínio da Matéria na área do Ensino de Ciências*. **Cad. Cat. de Ens. de Física**. (Submetido à publicação)
23. SALVETTI, A. P. [1986] Conceitos Espontâneos em Física - os problemas inerentes a uma definição. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, 8(1).
24. SAVIANE, D. [1985] **Escola e democracia** 6 ed. São Paulo, Ed. Cortez. (Coleção Polêmicas do nosso tempo).
25. SAVIANE, D. [1986] **Desenvolvimento e educação na América Latina**. 4 ed. São Paulo, Ed. Cortez.

- 26.SAVIANE, D. [1989] **Educação: do senso comum à consciência filosófica**. 11 ed. São Paulo, Ed. Cortez.
- 27.SKINNER, B. F. [1978] Vida e Obra. In: **Contingências de Reforço**. São Paulo, Abril Cultural,. (Os Pensadores).
- 28.SILVEIRA, F. L.; MOREIRA, M. A. & AXT, R. [1986] Validação de um teste para detectar se o aluno possui a concepção newtoniana sobre força e movimento. **Ciência e Cultura**, **38**(12).
- 29.VIENNOT, L. [1979] Spontaneous reasoning in elementary dynamics. *European Journal of Science Education*, *2*(1), 205-221.
- 30.VYGOTSKY, L. S. [1993] **Pensamento e Linguagem**. Trad. Jeferson Luiz Camargo; revisão técnica José Cipolla Neto. São Paulo, Editora Martins Fontes.