

Oldir Magnani

ANEXO AO PROCESSO Nº 484/98 - CM

DEFESA DE DISSERTAÇÃO DE MESTRADO: 19/12/2001

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

O Ensino de Ciências na EE "Dom Bosco"
de Osvaldo Cruz - Um Estudo de Caso

Marília
2001



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS
CAMPUS DE MARÍLIA

**O ENSINO DE CIÊNCIAS NA EE “DOM BOSCO” DE OSVALDO
CRUZ - UM ESTUDO DE CASO**

Oldir Magnani

Marília-SP

-2001-



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
FACULDADE DE FILOSOFIA E CIÊNCIAS
CAMPUS DE MARÍLIA

**O ENSINO DE CIÊNCIAS NA EE “DOM BOSCO” DE OSVALDO
CRUZ - UM ESTUDO DE CASO**

Dissertação apresentada à Faculdade de Filosofia e Ciências
da Universidade Estadual Paulista, Campus de Marília,
para a obtenção do título de Mestre em Educação - área de
concentração: Ensino na Educação Brasileira.

Orientadora: Dra. *Viviane Galvão Villani*

Marília - 2001

1410001331



Nº cham 507
m196e

Nº Tombo 1.331

Aquisição D

Preço 5,00

Data 12/6/02

Proced. Autor

Magnani, Oldir

M196e

O ensino de ciências na E E "Dom Bosco" de Osvaldo Cruz: um estudo de caso / Oldir Magnani. – Marília, 2001.
133 f. : il. ; 30 cm

Dissertação (mestrado em educação) – Faculdade de Filosofia e Ciências – Universidade Estadual Paulista, 2001.
Bibliografia: f. 124-128

1. Educação – Ciências. 2. Evaporação – concepções espontâneas. I. Autor. II. Título.

CDD 507

AGRADECIMENTO ESPECIAL

À Professora Doutora **VIVIANE GALVÃO VILLANI**,
que durante o período de orientação mostrou-me que a humildade, a
sensatez e honestidade são valores indispensáveis à minha vida. Por ter me
acolhido na orientação deste trabalho no momento crucial deste curso de
mestrado. Pela sua paciência quando tive momentos de hesitação e pela
exigência com a qualidade do mesmo.

AGRADECIMENTOS

À Professora Doutora **MARIA APARECIDA BOSCHAERTS DE CAMARGO** e Professora Doutora **MARIA CONCEIÇÃO DE ARRUDA VILLAÇA**, colegas da Faculdade de Educação de Osvaldo Cruz, pelo apoio e incentivo à realização deste curso.

Ao Dr. **ANTÔNIO FRANCISCO CARRELHAS CACHAPUZ**, da Universidade de Aveiro, Portugal e à Dra. **SANDRA REGINA GIMENIZ-PASCHOAL**, da Universidade Estadual Paulista, Campus de Marília, pelas valiosas sugestões no Exame Geral de Qualificação.



Aos meus familiares:

esposa, **Sônia**,

filhos: **Eloisa, Josiane e Eduardo**

pela confiança, apoio e **compreensão**

dedico este trabalho.

SUMÁRIO

RESUMO

SUMMARY

APRESENTAÇÃO.....	12
1. INTRODUÇÃO.....	16
1.1 O conceito de Ciências.....	16
1.2 A questão do ensino de ciências e de sua aprendizagem.....	19
1.2.1 Aspectos históricos.....	19
1.2.2 O modelo de ensino numa perspectiva construtivista.....	24
1.2.2.1 Parâmetros Curriculares Nacionais.....	24
1.2.2.2 O que dizem alguns teóricos cognitivistas sobre a aprendizagem	26
1.3 O modelo de ensino numa perspectiva construtivista.....	36
1.3.1 A valorização do conhecimento prévio, alternativo.....	44
1.3.2 Aspectos da dinâmica da aprendizagem na visão cognitivista: a relação professor-aluno, a utilização de recursos didáticos e o processo de avaliação de resultados...	54
1.3.2.1 A relação professor-aluno e aspectos da didática.....	54
2. OBJETIVOS.....	62
3. JUSTIFICATIVAS DA PESQUISA.....	63
3.1 Justificativa da escolha do objeto de estudo: a aprendizagem do fenômeno físico evaporação.....	63
3.2 Justificativa da metodologia de investigação assentada num modelo de aprendizagem.....	64
4. METODOLOGIA.....	66
4.1 Instrumentos.....	66
4.2 Questionários.....	66

4.3 Entrevistas.....	69
4.3.3 Sujeitos da pesquisa.....	69
5. RESULTADOS.....	73
5.1 Dos planos de ensino de Ciências.....	73
5.2 Aspectos da prática de ensino dos professores.....	75
5.3 Resultados sobre o que pensam os alunos sobre a aprendizagem de Ciências e os meios para alcançarem-na.....	80
5.4 As idéias e crenças dos alunos sobre o fenômeno da evaporação.	82
6. DISCUSSÃO.....	104
BIBLIOGRAFIA.....	123
ANEXOS.....	128

RESUMO

O estudo realizado (à luz de referenciais teórico-metodológicos sócio-construtivistas), teve por objetivo compreender a realidade de ensino e de aprendizagem das Ciências em nível fundamental, numa escola oficial do estado de São Paulo, a EE “Dom Bosco” de Osvaldo Cruz. Com este objetivo, diversos fatores do ambiente escolar foram analisados, sobretudo os relacionados com o trabalho pedagógico dos professores: a elaboração e implementação de planos pedagógicos (Diretor e de Ensino) e resultados de aprendizagem de uma amostra de 160 alunos dos 3º e 4º ciclos do Ensino Fundamental. O conteúdo de ensino, (o fenômeno natural denominado “evaporação”) foi o objeto de análise na pesquisa. Os instrumentos utilizados foram, entre outros: a) questionários informativos, sobre o ensino e aprendizagem; b) observação de aulas da disciplina Ciências; c) análise de recursos didáticos utilizados pelos professores para o ensino do assunto investigado. Os resultados permitiram afirmar o que segue: a) nas aulas de Ciências os professores não privilegiam a experiência prática, nem exploram os conhecimentos prévios dos alunos. Contrariamente, ministram aulas de forma meramente expositiva, reproduzindo o conteúdo presente em livros didáticos; 2) o paradigma que subjaz à prática pedagógica dos professores é de natureza lógico-positivista; 3) alunos das quatro séries fornecem uma variedade bastante grande de explicações sobre o fenômeno da evaporação da água, errônea de acordo com a lógica científica, indicando que não compreendem o fenômeno em

questão. Esses resultados, entre outros, aponta a prática pedagógica dos professores ineficiente para a aprendizagem significativa do fenômeno investigado, “evaporação”, e a necessidade de reestruturação do trabalho pedagógico no interior da escola, por meio do envolvimento dos professores em programas de formação continuada e em serviço que privilegiem reflexões críticas sobre a própria prática de ensino e a aprendizagem dos estudantes.

SUMMARY

The accomplished study had the objective to show, on the light of theoretical-methodological and social – “construtivistas” references, the teaching reality and learning of Science, in fundamental level of an official school of São Paulo State, EE “Dom Bosco” in Osvaldo Cruz. With this aim, several factors of the school atmosphere were analyzed, specially those related with the teachers' pedagogic work: the elaboration and increasing the master and teaching plans and results of learning of a group of 160 students of the 3rd and 4th cycles of the Fundamental Teaching. The teaching content - analysis object in the research - was the denominated natural phenomenon “evaporation”, present in the daily of the students. The resources used were, among other: a) informative questionnaires (to students and teachers), on teaching and learning of Science; b) observation on Science classes; c) analysis of didactic resources used by the teachers on teaching the investigated subject. The results allow to affirm that: a) in the Science classes the teachers don't privilege the practical experience, nor they explore the students' previous knowledge. Contrarily, they use traditional classes, reproducing the present content in text books; 2) the paradigm that sustains the teachers' pedagogic practice is a logical-positivist; 3) students of the four series supply a quite big variety of wrong explanations on the phenomenon of the evaporation of the water, in agreement with the scientific logic, indicating that they don't understand the present phenomenon. Those results, among other, point to the inefficient teachers'



pedagogic practices to the significant learning of the investigated phenomenon, "evaporation", and to the necessity of restructuring the pedagogic work inside the school, involving the teachers in a continuous formation program and service that privileges critical reflections on the own teaching practice and the students' learning.

1. APRESENTAÇÃO

Neste estudo, a utilização de uma metodologia de investigação à luz do paradigma construtivista pareceu-me um caminho indicado, uma vez que estudos têm mostrado que a aprendizagem da ciência exige envolvimento ativo do aprendiz na construção do conhecimento e, neste caso, as idéias prévias dos estudantes desempenham um papel importante.

Sendo professor de Ciências da Rede Pública Estadual de São Paulo há 32 anos tenho trabalhado com alunos do ensino fundamental e médio. Dentro das inúmeras facetas deste meu trabalho, um aspecto que sempre me chamou a atenção foi a trajetória percorrida pelo aluno na elaboração de uma explicação científica para os fenômenos naturais.

Em função do interesse por este assunto que me acompanha há algum tempo elegi-o como projeto de pesquisa, acreditando que através dele poderia compreender melhor a realidade do meu trabalho, fatos vivenciados ou testemunhados por mim no interior da Escola.

Acreditei que, ao investigar o processo de aprendizagem através da análise de relações entre concepções de alunos em torno de um assunto (o fenômeno físico evaporação) e aspectos da prática pedagógica do professor, eu poderia demonstrar em que medida a compreensão do aluno obtida neste estudo, explicaria ou não a aprendizagem do mesmo. Além disso, acreditei que poderia compreender melhor as razões que levam

professores a elaborarem os planos de ensino sem nenhum critério pedagógico, não levando em conta experiências anteriores dos alunos, limitando-se, muitas vezes, como foi por mim observado, a transcrever planos de ensino de um ano para outro.

Nessa realidade de trabalho dos professores incluem-se a “seleção” e a classificação dos alunos como sendo “fracos”, “médios”, “mais fortes” e a exclusão dos mesmos do sistema, neste caso isento de um tratamento igualitário, por exemplo, quando o próprio professor, conscientemente ou não, muda seu modo de trabalhar em relação a determinados alunos, por diferenciá-los por meio de resultados de avaliações.

A enorme influência das concepções e de crenças de alunos no ensino e no modo de trabalhar dos professores foi me mostrada quando no decorrer da minha vida profissional tomei conhecimento do termo “concepção espontânea”, pela primeira vez, numa das oficinas de Ciências oferecidas pela PUC – São Paulo - em 1997. O professor Cassiano Zeferino de C. Neto, numa brilhante aula para mais de duzentos professores de Ciências e Física mostrou, com uma experiência simples e direta, a influência de tais concepções. Ressaltou ele, naquela ocasião, que o professor carrega consigo uma quantidade exagerada de concepções e que estas influem de modo marcante no aprendizado, podendo “dirigir” o mesmo durante anos. E que, se não tiver conhecimento das mesmas, o



professor corre o risco de tornar-se um mero repetidor de conteúdos livrescos.

Refletindo sobre o meu modo de trabalhar e o de colegas, pude constatar a existência de tais concepções, tão presentes no dia-a-dia da Escola, em praticamente todas as disciplinas.

A influência de crenças religiosas no processo de trabalho de alguns professores de Ciências é exemplo disso. Ao tratarem com os alunos o conteúdo sobre a origem da vida, muitos dos professores sustentam pontos de vista baseados em explicações da igreja, não citando as possíveis explicações da Biologia.

Na disciplina Geografia alguns professores pensam que é apenas a distância do Sol à Terra que provoca as mudanças climáticas, desconsiderando a inclinação do eixo terrestre neste tipo de explicação.

Junto a essas observações surgem indagações: o que fazer para mudar tais posições? Como agir junto aos alunos para fomentar a mudança? Que atitudes ou procedimentos tomar junto aos colegas? Onde buscar referenciais teóricos sólidos e aplicáveis?

Tais indagações e constatações me levaram a acreditar que um estudo que admitisse em sua lógica a necessidade do conhecimento das diferenças de aprendizagem entre os estudantes poderia, com seus resultados, indicar caminhos para a adoção de uma nova sistemática de



ensino, ou seja, a partir do entendimento da sua realidade de aprendizagem.

Com esse objetivo, realizei este estudo visando compreender um contexto específico de ensino e a aprendizagem da Ciência.

Neste sentido, identifiquei e analisei fatores do ambiente de aprendizagem da EE “Dom Bosco” (o Plano Escolar, o Plano dos Professores e a prática metodológica dos professores), que pudessem explicar a aprendizagem das Ciências no ensino fundamental de 3º e 4º ciclos.

Os pressupostos de ensino nos quais me baseei se sustentam numa **visão** construtivista de ciência e da sua aprendizagem, conforme será **enfocado** a seguir.



1. INTRODUÇÃO

1.1 O conceito de Ciências

O conceito de Ciências, como o temos hoje, sofreu modificações ao longo do tempo. Etimologicamente, “ciências” significa conhecimento, saber. Até a idade média, seu estudo se restringia a Filosofia. O estatuto de ciências só foi conseguido com Galileu (1564-1642) que introduziu a experimentação e a linguagem matemática como método de estudo levando à compreensão de mundo e à atitude científica, rompendo radicalmente com concepções incontestadas durante séculos, com sua obra *Diálogo dos Grandes Sistemas*.

Contemporâneos de Galileu, Francis Bacon (1561-1626) fundou o moderno método indutivo com a sua obra *Novum Organum*, que defendia a visão experimentalista da Ciência, através da qual a fundamentação do saber estava na observação contínua e Copérnico (1473-1543), com a publicação de seu livro *A Revolução das Órbitas Celestes*, que se opunha à fortíssima doutrina da igreja e ao senso comum: o **heliocentrismo**.

A concepção de mundo rigorosamente organizado com leis precisas deu origem ao **mecanicismo**, que teve como grande defensor Descartes (1596-1656). Comparando o mundo a uma grande máquina que seria composto por partes ligadas entre si, o mecanicismo pregava que qualquer pessoa bem informada poderia conhecer perfeitamente o seu

funcionamento.

No ano da morte de Galileu, nasceu Isaac Newton (1642-1727) considerado um dos maiores cientistas. Publicou *Princípios Matemáticos de Filosofia da Natureza* e conseguiu unificar as teorias anteriores explicando grande parte dos fenômenos físicos baseando-se na lei da **gravitação universal**: “cada corpo, cada partícula do universo, exerce sobre qualquer outro corpo ou partícula uma força atrativa proporcional às suas massas e ao inverso do quadrado da distância entre ambos”.

A partir do séc. XVII, deu-se o gradual afastamento das ciências do domínio da **Filosofia**. Fitas (1971, p.70), assim resumiu: “a relação interna entre filosofia e ciências da natureza existente durante os séculos XVII e XVIII deteriora-se, consuma-se uma separação a que não é alheio o comprometimento das ciências no avanço tecnológico”.

Este processo de transformação de idéias e crenças ocorreu também no campo da Química, onde a teoria da combustão pelo oxigênio, formulada por Lavoisier (Século XVIII), teve importante papel na solução dos debates da época e é considerada, segundo muitos filósofos e historiadores, a pedra angular da Revolução Química (PCN, V.4, 1997, p.27).

No séc. XIX, com a publicação do livro *Curso de Filosofia Positiva* surgiu o positivismo de Augusto Comte que defendia a idéia de que a Ciência deveria ocupar-se somente dos fenômenos acessíveis



aos sentidos (ênfase nos contextos de justificação ou testagem, baseadas na observação empírica e lógico-matemática, com a separação entre observação e teoria, proporcionando a visão cumulativa do conhecimento) a qual seria a única forma de conhecer o mundo e modelo de progresso humano.

Neste mesmo século, Lyell chamou a atenção para o processo de mudanças que estava ocorrendo quando teoriza acerca da crosta terrestre ser constituída por camadas de diferentes idades, contribuindo para a concepção de que a Terra se formou ao longo do tempo, mediante mudanças graduais e lentas, e não como produto de catástrofes, como afirmavam a Bíblia e alguns cientistas, entre eles Buffon e Cuvier (P.C.N., V.4, p.27).

Algumas décadas após as publicações de Lyell, Darwin elaborou a teoria da evolução, com explicações muito diferentes das que existiam na época, formulando interpretações que envolveram conceitos de adaptação e seleção natural.

Nos anos 60 do século XX, surgiu uma nova filosofia das ciências, com os trabalhos de Kuhn, Lakatos, Popper, Laudan entre outros, fundamentada na relevância dos contextos de descoberta com base na história e sociologia da ciência, cujas teorias orientariam e dariam sentido à observação. Nesta visão não cumulativa de conhecimentos, diferente das teorias anteriores, as rupturas são vistas como sendo avanços.



1.2 A questão do ensino de Ciências e de sua aprendizagem

1.2.1 Aspectos históricos

O ensino livresco, acadêmico e estável, após a Segunda Guerra Mundial, decorrente de uma visão lógico-positivista da ciência, foi sacudido em 1957 pelo lançamento do Sputnik, feito pelos soviéticos, quando toda a estrutura do ensino (principalmente do Ocidente) viu-se abalada, conforme afirmaram Fontes & Silva (1997, p.4):

Um dos fatores, que nos EUA, mais contribuiu para alertar a opinião pública para a necessidade de instituir novos métodos de educação em ciência foi o episódio do lançamento, pelos soviéticos, em 1957, da cápsula espacial Sputnik (síndrome do Sputnik).

O feito soviético serviu para mostrar ao mundo ocidental (norte-americanos, principalmente), que o sistema de ensino atrelado a uma metodologia que não mais atendia aos seus objetivos, tanto governamentais (os russos mostraram-se mais capazes na corrida espacial) como populares (o ensino americano estava mais “atrasado”), levou o Establishment norte-americano a promover uma verdadeira revolução na Educação.

As ciências, principalmente, sofreram mudanças radicais e os novos currículos passaram a ter características diferenciadas do modelo então dominante, que Fontes & Silva (1997, p.5) assim definiram: “deslocação do ensino das ciências de um corpo de conhecimentos para um método que gera e valida tais conhecimentos”.



Estas mudanças de opção pelo trabalho escolar utilizando o método científico fizeram com que os projetos de reforma buscassem apoio principalmente na Psicologia. As tentativas de fazer com que o aluno passasse a trabalhar mais com a mente, tentando resolver problemas novos, fez com que o campo educacional se atrelasse de vez à Psicologia. O aluno passaria de agente passivo a ativo, conforme observaram Ausubel et al. (1980, p.334):

Ao nível humano, o impulso cognitivo (o desejo de conhecimento como um fim em si próprio) é mais importante na aprendizagem significativa do que na de memorização ou instrumental. Ela é, pelo menos potencialmente, o mais importante tipo de motivação para a aprendizagem em sala de aula.

O que se estava tentando mudar era o modo de se trabalhar nas escolas. Conforme Ausubel et al.(1980, p.21), “grande parte da instrução realizada em sala de aula está organizada através de linhas de aprendizagem receptiva”.

No **Brasil**, as mudanças também se fizeram sentir conforme mostrou Krasilchik (1996, p.136-8), ao resumir o que ocorreu com o ensino de ciências no período de 1950 a 1990:

Na situação mundial do pós-guerra (anos 50-60), quando a Guerra Fria tomou vulto em outros países (EUA e URSS), a classe dominante brasileira tinha um único objetivo: ao formar a elite

através da Escola Nova, procurou transmitir informações atualizadas e cuja metodologia principal em ciências era o uso do laboratório.

Os professores que ministravam aulas eram improvisados (as disciplinas de Ciências, Física ou Química eram ministradas por médicos ou dentistas que eram contratados temporariamente pois os licenciados eram poucos) ou que faziam cursos de capacitação. O ensino sofria forte influência das associações científicas e do governo central.

Os médicos, engenheiros, advogados, farmacêuticos, professores improvisados dos anos 50, foram substituídos na década de 60 por profissionais especificamente preparados nas universidades.

Nos anos 60-70, a crise energética (principalmente do petróleo) ocorreu em plena ditadura no Brasil e a Educação também sofreu seus efeitos: o objetivo da Escola, agora, era formar o cidadão, com o comportamentalismo dominando o ensino e cujo objetivo nas ciências era fazer com que o aluno vivenciasse o método científico. Os professores passaram a ter formação universitária e as organizações internacionais é que influenciaram o ensino brasileiro.

Os problemas ambientais da década de 70-80, aliados à transição política mudaram novamente a tendência do ensino: o comportamentalismo associou-se ao cognitivismo e os objetivos eram fazer com que o aluno pensasse lógica e criticamente.



Mudou, também, a metodologia, utilizando jogos, resolução de problemas e simulações. Foi nesta época que proliferaram as Universidades propiciando a formação de um grande número de professores. Os centros de ciências e universidades passaram a influenciar o ensino.

A competição tecnológica se fez presente nos anos 80-90 e os objetivos passaram a ser o de formar o cidadão trabalhador. O cognitivismo passou, então, a ser a tendência do ensino e o desenvolvimento científico e tecnológico, o seu objetivo. Aos docentes coube se atualizarem através de cursos e programas. As mudanças passaram a ser coordenadas pelas associações científicas e de professores, juntamente com as universidades.

Na década de 90, em processo de globalização da economia em ritmo acelerado o objetivo da educação passou a ser a formação do cidadão e a visão construtivista de aprendizagem tomou força. O objetivo do ensino passou a pretender o estreitamento entre a Ciência, Tecnologia e Sociedade e a informática foi, aos poucos, sendo introduzida como um recurso de ensino. As organizações internacionais e universitárias ditaram os novos rumos.

Por outro lado, os conflitos entre grupos sociais emergentes levaram a instituição escolar a sofrer “um processo de aculturação e de apropriação dos saberes e conhecimentos provenientes de



outros horizontes”, Dandurand & Ollivier, (1993, p.388), como o demonstraram os programas importados e adaptados pelo Brasil e outros países nos anos 60-70 (BSSC, QBAP, CHEM e outros), que não levaram em conta o estágio de desenvolvimento e capacidade de absorção de instrumentos educacionais criados para outros ambientes.

A respeito disso, Santos (1998, p.33) colocou:

(...) tornou-se penosamente óbvio que os resultados dos novos currículos não estavam a corresponder às expectativas. De fato, o insucesso escolar não diminuía, o recrutamento para cursos de opção com ênfase no conhecimento científico não aumentava e as atitudes de professores e alunos para com a ciência e os cientistas revelavam-se muito defasadas face a doutrinas defendidas pela epistemologia contemporânea da ciência.

O resultado de tais adoções resultou no fracasso do ensino que todos sabemos. Extremamente tecnicistas e mecanizados, estes projetos foram sendo aos poucos abandonados e posteriormente esquecidos, ao mesmo tempo substituídos por projetos educativos construtivistas calcados em teorias cognitivas da aprendizagem.

1.2.2 O modelo do ensino numa perspectiva construtivista

1.2.2.1 Parâmetros Curriculares Nacionais

Os Parâmetros Curriculares Nacionais constituem

importante subsídio teórico na tentativa de se uniformizar o ensino brasileiro, apesar da extensão territorial e diferenças regionais surgirem como grande obstáculo à sua implementação.

Interessa-nos, particularmente, o PCN relativo às Ciências Naturais que, no seu volume 4 à p. 22, assim situa o ensino de Ciências a partir da década de 80:

Nos anos 80 a análise do processo educacional passou a ter como tônica o processo de construção do conhecimento científico pelo aluno. Correntes da psicologia demonstraram a existência de conceitos intuitivos, espontâneos, **alternativos** ou pré-concepções acerca dos fenômenos **naturais**. Noções que não eram consideradas no processo de ensino e aprendizagem e são centrais nas tendências **construtivistas**.

O modelo de aprendizagem por mudança conceitual, base teórica dos modelos construtivistas, têm como pressupostos básicos, segundo o PCN-V.4, p.23, que “a aprendizagem provém do envolvimento ativo do aluno com a construção do conhecimento e as idéias prévias dos alunos têm papel fundamental no processo de aprendizagem”. No entanto, nos PCN encontramos algumas reticências ao modelo:

Esse modelo tem merecido críticas que apontam a necessidade de reorientar as investigações para além das pré-concepções dos alunos. Não leva em conta que a construção de conhecimento científico tem exigências relativas a valores humanos, à construção de uma visão de Ciência e suas relações com a Tecnologia e Sociedade



e ao papel dos métodos das diferentes ciências. (PCN-V4, 1997, p.23)

Na escola de ensino fundamental alguns objetivos estão presentes e são necessários para a formação de um cidadão crítico. O reconhecimento do homem como parte do universo e a superação do cientificismo como padrão no ensino de ciências para que se possa ter a real dimensão dos problemas ambientais no intuito de se reconstruir a relação homem-natureza.

O comportamento da natureza, que juntamente com questões polêmicas (manipulação gênica, os desmatamentos, o lixo e muitas outras), também deverão ser prioridade do ensino fundamental.

O ensino de Ciências Naturais também é espaço privilegiado em que as diferentes explicações sobre o mundo, os fenômenos da natureza e as transformações produzidas pelo homem podem ser expostas e comparadas. É o espaço de expressão das explicações espontâneas dos alunos e daquelas oriundas de vários sistemas explicativos. (PCN-V.4, 1997, p.25)

Há a preocupação com o ensino de Ciências, que deverá estar voltado para a criança atual e não a criança do futuro :

Ao se considerar ser o ensino fundamental o nível de escolarização obrigatório no Brasil, não se pode pensar no ensino de Ciências como um ensino propedêutico, voltado para uma aprendizagem efetiva em momento futuro. A criança não é cidadã do futuro, mas já é cidadã hoje, e, nesse sentido, conhecer ciência é ampliar a sua



possibilidade presente de participação social e viabilizar sua capacidade plena de participação social no futuro. (PCN-V.4, 1997, p.25)

Na relação entre Ciências Naturais e Tecnologia, o PCN de Ciências (V.4, p.27), observa que é a partir do século XVI que começaram a surgir os paradigmas da Ciência moderna, traçando o histórico de tais transformações:

Não foi sem debates e controvérsias que se instalaram os paradigmas fundadores das ciências modernas ... Ao longo da história é possível verificar que a formulação e o sucesso das diferentes teorias científicas estão associadas a aspectos de seu momento histórico.

No século XX, os trabalhos de Piaget, Ausubel e Vygotsky lançaram as bases teóricas cognitivistas que aplicadas à educação originaram várias teorias.

1.2.2.2 O que dizem alguns teóricos cognitivistas sobre a aprendizagem

David Ausubel, psicólogo da aprendizagem, introduziu o conceito de que no processo de ensino a aprendizagem significativa substantiva, ocorrerá quando o material aprendido pelo aluno faz algum sentido para ele. Entretanto, para que isto aconteça, a nova informação deve ancorar-se em conceitos já existentes na sua estrutura cognitiva que juntamente com a aprendizagem significativa formam a base de sua teoria de aprendizagem.



A hierarquia da estrutura cognitiva proposta por Ausubel abrange conceitos e proposições com maior poder de generalização sobre os de menor poder de generalização.

No ensino de Ciências, ao se pretender a aplicação dos pressupostos ausubelianos surgem dois problemas: 1. a identificação dos conceitos mais abrangentes considerada fundamental para a aprendizagem do aluno de forma significativa uma vez que a identificação dos conceitos mais abrangentes necessita de um “esforço cooperativo” dos envolvidos no processo. Conforme considerou Ronca (1980, p.60) observa: “em muitas áreas - para não dizer em todas - não se sabe com segurança que conteúdo é realmente essencial e quais os conceitos e princípios que devem ser trabalhados com os alunos”.

Segundo a teoria ausubeliana, ao relacionar uma nova informação à sua estrutura cognitiva, o aprendiz deverá fazê-lo de forma *não arbitrária e substantiva*.¹

Segundo Ausubel, a aprendizagem significativa ocorre quando há relacionamento entre o conteúdo a ser aprendido e aquilo que o aluno já conhece e que representa conceitos de grande nível de generalidade.

Além desse fator (hierarquia conceitual) na sala de aula,

¹ *Não arbitrária* significa que os novos conhecimentos devem se relacionar com conhecimentos já existentes (relevantes) os quais Ausubel chama de *subsunções*, que nada mais são que a “matriz” de ancoragem desses novos conhecimentos. *Substantividade* significa que o que é incorporado à estrutura cognitiva é a “substância” do novo conhecimento, das novas idéias, não as palavras precisas para expressá-las.

segundo Ausubel, para ocorrer a aprendizagem receptiva significativa, dois fatores são preponderantes: que o material a ser aprendido seja potencialmente significativo e que o aluno tenha disposição para a aprendizagem significativa.

Nem tudo que está nos programas e nos livros e outros materiais educativos do currículo é importante. Além disso, a ordem em que os principais conceitos e idéias da matéria de ensino aparecem nos materiais educativos e nos programas muitas vezes não é a mais adequada para facilitar a interação com o conhecimento prévio do aluno. A análise crítica da matéria de ensino deve ser feita, pensando no aprendiz. De nada adianta o conteúdo ter boa organização lógica, cronológica ou epistemológica e não ser psicologicamente aprendível. (Moreira, 1997, p.36)

Destes dois fatores, a disposição para a aprendizagem significativa é a que, para Ausubel et al. (1980, p.34), requer maiores cuidados:

independentemente do quanto uma determinada proposição é potencialmente significativa ... se a intenção do indivíduo é memorizá-la arbitrariamente e literalmente ... tanto o processo de aprendizagem como o produto da aprendizagem serão automáticos.

Assim sendo, Ausubel propõe dois princípios para facilitar a aprendizagem significativa na sala de aula:

a) *diferenciação progressiva*: ao se programar um



determinado conteúdo é preciso apresentar, em primeiro lugar, as idéias mais gerais e só após diferenciá-las progressivamente em idéias mais específicas.

b) *reconciliação integrativa*: ao ser apresentado um novo conteúdo é preciso que o professor torne claras as semelhanças e diferenças entre idéias, quando estas são encontradas em vários contextos .

A utilização desse princípio, a reconciliação integrativa deve ser feita quando há divergência entre um conceito científico e o senso comum para que os alunos percebam que há dois significados distintos para o mesmo fenômeno. Portanto, ao ter contato com novas informações, estas deverão encontrar no aluno **algumas** condições para serem incorporadas que “são conceitos ou proposições relevantes, preexistentes na estrutura cognitiva do aprendiz” (Moreira, 1999, p.153).

Por outras palavras, para ocorrer a aprendizagem significativa, os conceitos ou proposições, denominados por Ausubel de “subsunçores”, deverão estar presentes e relevantes na estrutura cognitiva do aprendiz.

Na hipótese de não existirem subsunçores, Ausubel et al. (1980, p.144), recomendam o uso dos chamados organizadores prévios, cuja principal função é preencher o hiato entre aquilo que o aprendiz já conhece e o que precisa conhecer antes de poder aprender significativamente a tarefa com que se defronta.



No entanto, Ausubel et al. (1980, p. 145) alertaram: “Para serem úteis, porém, os próprios organizadores devem obviamente ser passíveis de apreensão e devem ser apresentados em termos familiares”, uma vez que termos familiares nos levam à “ecologia conceitual” isto é, a “um processo de mudança conceitual desenvolvido num ambiente intelectual específico que o condiciona fortemente” (Ausubel et al., 1980, p. 23) e é esta mesma ecologia conceitual que irá determinar “se as condições são possíveis de serem satisfeitas ou não”.

Um outro teórico cognitivista foi Piaget (1896-1980). Para Moreira(1999), a importância de seu trabalho para o construtivismo pode ser observada na sua vastíssima obra e é inegavelmente a mais conhecida e que maior influência exerceu sobre os pesquisadores.

Os períodos de desenvolvimento mental, ao lado dos conceitos chaves (assimilação, acomodação e equilíbrio), são os fundamentos de sua teoria. Estabeleceu a assimilação e acomodação como fatores essenciais para o crescimento cognitivo e as ações humanas como a base do comportamento humano.

Piaget considerou que a aprendizagem só ocorre quando há acomodação ou seja, a reestruturação da estrutura cognitiva. O equilíbrio rompido por experiências não assimiláveis obriga a mente a uma reestruturação que deverá ocasionar novo equilíbrio, processo este denominado de equilíbrio majorante.



Segundo Moreira (1999, p.103),

As implicações dessas proposições para o ensino ... são óbvias e de grande importância: ensinar ... significa, pois, provocar o desequilíbrio no organismo (mente) da criança para que ela, procurando o reequilíbrio (equilíbrio majorante), se reestruture cognitivamente e aprenda.

Para César Coll (1987, p.19), a participação pessoal de Piaget na questão educacional foi restrita:

O interesse de Piaget pela questão educacional ou pelas aplicações da teoria genética à educação foi sempre bem secundário. Ao que se sabe, ele nunca participou diretamente nem coordenou uma pesquisa com objetivos essencialmente pedagógicos. Suas únicas publicações neste campo são dois livros (Piaget, 1969; 1972) e alguns artigos escritos praticamente sob encomenda para fazer parte de coletâneas ou escritos em função de obrigações providas do cargo de diretor do Bureau International de l'Education, que ocupou durante alguns anos a partir de 1939.

A teoria genética de Piaget tem tido aplicações na educação muito amplas e motivou inúmeros artigos em revistas especializadas (Coll, 1987, p.22). Tem sido “fonte de inspiração de métodos de ensino” pois, “esta se baseia na concepção construtivista de conhecimento postulado pela teoria genética para elaborar propostas relativas à metodologia didática” (Coll, 1987, p.35).

Entretanto, efetivar o construtivismo em termos genéticos



tem sido tarefa árdua. A. Kuhn (1979, p.353), citado por Coll (1987, p 36), assim expressou seu pensamento:

“destaca duas interpretações que são particularmente interessantes pelo grau de aceitação e de difusão que alcançaram: a interpretação construtivista em sentido restrito e a interpretação do desajuste ótimo. A primeira insiste nos aspectos endógenos do processo de construção do conhecimento e tende a fomentar a atividade livre e espontânea do aluno como o único caminho adequado para que este dirija sua própria aprendizagem A segunda interpretação - do desajuste ótimo - enfatiza o aspecto interacionista; se o objeto do conhecimento está demasiadamente distanciado das possibilidades de compreensão do aluno, não se produzirá desequilíbrio nos esquemas de assimilação ou o desequilíbrio provocado será de magnitude tal que a mudança ficará bloqueada; se, ao contrário, o objeto do conhecimento se deixa assimilar totalmente pelos esquemas já disponíveis, não haverá razão alguma para modificá-los e a aprendizagem será igualmente impossível.

Por estas palavras surge o questionamento: como deve ser a intervenção pedagógica em tais situações? Coll (1997, p.37) recomenda que “a intervenção pedagógica deve ser concebida em termos de elaboração de situações que permitam um grau ótimo de desequilíbrio”.

Em termos práticos, no dia-a-dia da sala de aula, Carretero (1997, p.42) fez importante observação:

talvez não seja demais recordar que não basta a apresentação de uma informação a um indivíduo para que

ele aprenda, mas que também é necessário que a construa mediante sua própria experiência interna. O professor deveria ter este princípio muito presente, porque a visão tradicional e mais abrangente do ensino se baseia na idéia de que a transmissão de conhecimentos é do professor ao aluno. Isto é, o primeiro vai depositando informação na mente do aluno e este vai armazenando-a de maneira mais ou menos ordenada. Na atualidade, são muitos os dados que afirmam contrariamente esta concepção.

Se concebermos o ensino como um conjunto de ações visando o construtivismo, devemos estar atentos para as concepções espontâneas dos alunos pois, a sua compreensão do assunto pode ser completamente diferente do conceito científico.

Para Carretero (1997, p.43),

A estratégia que se mantém desde a posição construtivista é a criação de conflitos cognitivos ou contradições. Isto é, trata-se de que o professor produza situações que favoreçam a compreensão, por parte do aluno, de que existe um conflito entre sua idéia sobre um determinado fenômeno e a concepção cientificamente correta.

Escrevendo sobre a teoria da mediação de Vygotsky, Moreira (1999, p.109), traça um paralelo com a teoria de Piaget:

Diferentemente de Piaget, que supõe a equilibração como um princípio básico para explicar o desenvolvimento cognitivo, Lev Vygotsky (1896-1934) parte da premissa que esse desenvolvimento não pode ser



entendido sem referência ao contexto social e cultural no qual ele ocorre. Quer dizer, o desenvolvimento cognitivo não ocorre independente do contexto social, histórico e cultural. Além disso, Vygotsky focaliza os mecanismos por meio dos quais se dá o desenvolvimento cognitivo, não produtos do tipo estágios de desenvolvimento como propõem Piaget e Bruner.

Para Vygotsky, é a interação social entre o indivíduo e o meio ambiente (contexto) a responsável pela transmissão do conhecimento social. Moreira assim explica (1999, p.112):

As crianças, geralmente, não crescem isoladas, *interagem* com os pais, com outros adultos da família, com outras crianças e assim por diante. Adolescentes, adultos, moços e velhos, geralmente não vivem isolados, estão permanentemente interagindo socialmente, em casa, na rua, na escola, etc.

Vygotsky introduziu o importante conceito de *zona de desenvolvimento proximal* que pode ser definida como “a distância entre o nível de desenvolvimento cognitivo real do indivíduo ... e o seu nível de desenvolvimento potencial ... sob orientação (de um adulto, no caso de uma criança) ... e define as funções que ainda não amadureceram, mas que estão no processo de maturação” (Moreira, 1999, p.116).

Para Vygotsky, “o aprendizado humano pressupõe uma natureza social específica e um processo através do qual as crianças penetram na vida intelectual daquelas que as cercam” (1988, p.94). A imitação, segundo o autor, é de fundamental importância no aprendizado das



crianças quando estão na companhia de adultos.

Segundo o autor, (1988, p.130), a não exploração da zona de desenvolvimento proximal pelo sistema escolar impossibilita a criança de executar certas tarefas dirigindo o aprendizado para as suas deficiências e não aos seus pontos fortes, fazendo que permaneça no estágio pré-escolar do desenvolvimento. Afirmou, ainda, que o aprendizado para ser eficaz, deverá ser orientado para novos estágios de desenvolvimento uma vez que a utilização de níveis de desenvolvimento “já atingidos é ineficaz do ponto de vista do desenvolvimento global da criança” (p.120). Afirmou também que “o bom aprendizado é somente aquele que se adianta ao desenvolvimento”.

Tais teorias **cognitivistas** (ausubeliana, piagetiana e vygostiskiana) têm dado na atualidade sustentação à visão construtivista do conhecimento, à métodos de **ensino** centrados no estudante, organizados à luz também de concepções prévias, alternativas.

1.3 O modelo de ensino numa perspectiva construtivista

Ao professor que têm o construtivismo como perspectiva de trabalho, Brooks e Brooks (1997, p.144), citam-se alguns descritores a serem seguidos:

a) a estruturação das tarefas dadas aos alunos pelo professor irá determinar a iniciativa e autonomia dos mesmos em

contraposição aos alunos que, acostumados a receber informações, irão aguardar que direções deverão seguir;

b) a apresentação das possibilidades reais aos alunos de conceitos, teoremas, algoritmos e leis ajudam a gerar abstrações agrupando estes fenômenos e encorajando-os à análise, síntese e avaliação;

c) as tarefas deverão ser planejadas em torno de atividades cognitivas, incentivando os alunos à construção de novos entendimentos;

d) ao surgir um tema de importância no qual o interesse dos alunos se tornou maior, o professor deve explorá-lo pois, se não o fizer, corre o risco da lição planejada se tornar infrutífera;

e) professores construtivistas devem evitar dar a “resposta certa” aos alunos, para que estes possam desenvolver suas próprias idéias.

Tais descritores, conforme afirmou Lima (1991, p.109), apoiam-se na idéia de que:

... o indivíduo que é agente de seu próprio conhecimento, ou seja, o indivíduo que constrói seu conhecimento. Esta construção se dá a partir de hipóteses que o ser humano lança sobre o fato ou fenômeno e se desenvolve pela atividade que ele exerce ao nível do real e ao nível das idéias (simbólico).

Os efeitos desse tipo de ensino, visando a aprendizagem significativa do aluno, tornando-o um participante ativo de sua própria aprendizagem traz inúmeros benefícios que, segundo Brooks & Brooks (1997, p.35), são:

- Quando os professores reconhecem e prezam o impulso humano para construir novos conhecimentos, possibilidades ilimitadas são criadas para os alunos. Ambientes educacionais que encorajam a construção ativa do sentido têm várias características:
- Eles colocam nas mãos dos alunos o divertido poder de seguir trilhas de seu interesse, fazer conexões, reformular idéias e atingir conclusões excepcionais.
- Eles admitem que a aprendizagem e o processo de avaliar a aprendizagem são, na melhor das hipóteses, esforços enganosos e confusos que não são facilmente administrados.

Nesta perspectiva, o erro dos estudantes, que, na visão tradicional, pode contribuir para estigmatizá-los e excluí-los, na visão construtivista passa a ser um indicador de sua aprendizagem, o balizador constante no processo da aprendizagem do aluno e do ensino do professor. A avaliação adquire papel de instrumento orientador ao processo de ensino-aprendizagem e não mais seleção/exclusão do aluno.

Assim sendo, conforme afirmaram Carvalho et al., (1992, p. 89):

Ao reconhecer e respeitar a dificuldade de construir conhecimentos científicos (que não são de forma alguma banais ou óbvios), o professor torna esse conhecimento possível de ser reconstruído. Só então a aprendizagem passa a ser o que realmente deve ser: uma incansável perscrutação.



Ao trabalhar com os erros dos alunos, o professor tem oportunidades extremamente interessantes, tais como poder “ver” onde, como e porque o seu aluno não consegue aprender. Considerar o erro como um degrau na aprendizagem é deveras desafiador mas o professor deve encarar os desafios como algo construtivo tanto para seu trabalho como para o aluno.

Para Carretero (1997, p.16):

Muitas vezes, os professores só prestam atenção às respostas corretas dos alunos. De fato, são estas as que utilizamos para outorgar uma qualificação em termos quantitativos. Contudo, não costumamos considerar os erros, que são, precisamente, os que nos informam sobre como o aluno está reelaborando o conhecimento que já possui a partir da nova informação que recebeu. Efetivamente, a maioria dos professores sabe que os erros que os alunos cometem têm uma clara regularidade e se devem a processos de compreensão inadequada que se sucedem série a série.

A respeito disso, Brooks & Brooks, (1997, p.93), também lembraram que:

Na sala de aula, a expressão operante das abstrações da criança pode parecer ser incorreta, se se usar a lógica adulta como critério pelo qual a correção é julgada... Portanto, é importante não impor as expectativas adultas aos processos de pensamento de uma criança, mas olhar o comportamento da criança como uma manifestação do movimento para uma maneira de raciocínio subsequente.



Este modo de ver o ensino e a aprendizagem, que isenta a expectativa adulta sobre o tipo de resposta esperada do aluno, infelizmente, ainda não é prática usual do professorado.

Os professores “desavisados” tentam transformar as crianças em meros repetidores de conteúdos porque concebem a inteligência como vazio inicial que se enche progressivamente por sobreposição de conhecimentos, não considerando que há um saber já constituído, anterior à aprendizagem formal.

Seguem modelos que não acatam a idéia de um sujeito pré-constituído (entidade estruturada), mas de um sujeito a constituir-se (entidade estruturante), que se auto-transforma à medida que constrói e transforma seus conceitos.

Também no Parâmetro Curricular Nacional (PCN), V.4, (p.37), encontramos uma abordagem construtivista sobre o erro:

O erro faz parte do processo de aprendizagem e pode estar expresso em registros, respostas, argumentações e formulações incompletas do aluno. O erro precisa ser tratado não como incapacidade de aprender, mas como elemento que sinaliza ao professor a compreensão efetiva do aluno, servindo, então, para reorientar a prática pedagógica e fazer com que avance na construção de seu conhecimento.

Os princípios construtivistas da aprendizagem, voltados para a relação do sujeito com o meio são expressos pelas idéias de



insatisfação, inteligibilidade, plausibilidade e fertilidade (Hewson & Hewson, 1983, p.734)”.

Ao “*experimental insatisfação*” o “aluno deve se convencer de que mudanças parciais não funcionam, antes de considerar a necessidade de encontrar uma nova concepção”. Isto se deve, logicamente, ao fato do educando não encontrar respostas aos seus questionamentos com as estruturas que possui (que são as concepções espontâneas).

Ao “*não fazer sentido para o aluno*”, a nova concepção não conseguirá substituir a anterior, quando, então, se concretiza a aprendizagem mecânica. A *plausibilidade e fertilidade*, segundo os autores, devem “resolver os problemas conhecidos (as anomalias) e ser consistente com outros conhecimentos do aluno e deverá, também, ser proveitosa, isto é, conduzir a novas descobertas”.

Quando as representações dos sujeitos conciliam-se com os conceitos científicos que vão aprender, eles constroem facilmente o novo conhecimento no prolongamento do familiar, fazendo pontes do conhecimento privado para o conhecimento público. Em outras palavras,

Quando se aprende um conceito (pensamento abstrato que se designa por uma palavra) aprende-se:

a- a reconhecer e a distinguir os atributos que o especificam;

b- a reconhecer e a estabelecer relações que ligam os



atributos constitutivos do conceito...;

c- a designar cada combinação de atributos que especificam os conceito por um nome;

d- a aplicar este nome a diversos exemplos. (Santos, 1998, p.168)

Neste sentido, Vygotsky à p.104 do livro “Pensamento e linguagem” alerta:

A experiência prática mostra também que o ensino direto de conceitos é impossível e infrutífero. Um professor que tenta fazer isso não obtém qualquer resultado, exceto o verbalismo vazio, uma repetição de palavras pela criança, semelhante à de um papagaio, que simula um conhecimento dos conceitos correspondentes, mas que na realidade oculta um vácuo.

Santos (1998), num amplo estudo a respeito da construção do conhecimento numa perspectiva construtivista lembra que a construção de conceitos, que se espera obter no ensino de Ciências, abrigue perspectivas diferentes quanto aos pressupostos teóricos e epistemológicos e trace algumas comparações sobre construção de conceitos:

1) *aquisição conceitual*: ao “menosprezar os mecanismos de interação entre idéias”, os modelos de aprendizagem por aquisição conceitual consideram o aluno como receptáculo de informações, onde a realidade exterior sobrepõe a interior. Por isto, estão centradas nos conhecimentos que o professor vai transmitir diretamente para o aluno e estes crescem por acumulação de informações, segundo a mesma autora.



Para a pesquisadora, a aquisição conceitual está fundamentada, basicamente, no empirismo clássico da “tábua rasa”, que diz que “todo conhecimento tem origem na experiência”.

Ao propor a atenção centrada no ‘objeto do conhecimento’, esta teoria pretende que qualquer sujeito aprenda de forma idêntica, não atentando para as diferenças individuais, menosprezando a mutabilidade das representações pessoais, que não são poucas.

“Em nível teórico, estes modelos são quase unanimemente recusados. Ainda marcam, contudo, uma presença assinalável nas práticas educativas”.

2) **mudança conceitual:** leva em conta as concepções alternativas dos alunos, que deverão ter sua cota de responsabilidade na mudança do conceito ou reconstrução das novas idéias, ao ser confrontado com novas situações e para as quais suas concepções não são suficientes para explicar.

Da mesma forma que respeitam e têm em atenção o conhecimento privado de cada indivíduo, dão, também, uma especial consideração ao papel responsável que cabe a esse indivíduo no processo de mudança conceitual.
(Santos, 1998, p. 173)

3) **captura conceitual:** ocorre ao ser apresentado ao aluno um conceito científico novo e este possuir as representações necessárias consistentes e conciliáveis, onde o novo conceito possa ancorar nos

conhecimentos já existentes sem provocar, entretanto, conflitos cognitivos. A reconciliação de idéias é o ponto chave deste modelo. Para Santos (1998, p. 178), é difícil separar as estruturas sem destruí-las:

Na nossa perspectiva e considerando que as representações dos alunos são ... solidárias de uma estrutura bem integrada, muitas vezes radicada numa crença profunda, será muito difícil, sem destruir tal estrutura, separar dela apenas os aspectos que parecem conciliáveis com os conceitos científicos.

Para a autora, o modelo de captura conceitual está fundamentado na 'epistemologia racionalista continuista', que considera o crescimento da ciência como uniforme e linear.

4) **troca conceitual**: um conceito científico novo que seja, de início, inconsistente com o conceito pessoal do aluno, se torna irreconciliável e, portanto, não será permitido a ele prolongar o conceito já existente. Se houver a desorganização estrutural poderemos ter, então, a reorganização estrutural e a troca da concepção antiga pela nova.

O enfrentamento de tantas formas diferentes de aprender mostra que os conhecimentos do dia-a-dia são uma verdadeira muralha ao ensino formal; uma barreira que requer um profundo conhecimento do professor sobre as mesmas, conforme reconheceu Ausubel (1980, p.137), ao afirmar que "o fator singular mais importante a influenciar a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já conhece. Descubra isto e ensine-o de acordo".



1.3.1 A valorização do conhecimento prévio, alternativo.

As idéias das crianças são muito diferentes das idéias dos cientistas. Talvez seja esta a razão de tantas dificuldades para o aprendizado das ciências. Enquanto que o cientista têm o seu linguajar próprio e sofisticado, adequado para o seu meio, a criança usa a 'metodologia da superficialidade' (Gil, 1991). O saber elaborado, sistematizado e extremamente sofisticado dos cientistas, ao ser transportado para a sala de aula, sofreu inúmeras interferências, modificações, simplificações e que acabam por deturpar completamente o saber científico. A simplificação chegou a tal ponto que os livros didáticos tornaram-se cópias malfeitas uns dos outros, com conteúdos sem seqüência lógica ou hierarquia conceitual. Pula-se de um assunto a outro sem nenhuma correlação.

Santos, em texto de 1998, p.92, alertou para a importância das concepções alternativas:

As concepções alternativas dos alunos são geralmente apontadas, por teóricos e investigadores, como uma das variáveis mais significativas do ensino das ciências. Situam-nas no centro do problema da aprendizagem e sustentam que ignorar tais concepções é uma das principais causas da ineficácia da ação educativa.

O adulto, com seu conhecimento especializado, tenta de todas as formas transformar o educando num mini cientista, não se importando com o modo pelo qual ele tenta compreender estes

conhecimentos e, ao fazê-lo, recorre às suas representações que, muitas vezes, estão divorciadas da realidade do educando.

Mortimer (1994, p. 21), nos lembra que os estudos realizados sob essa perspectiva revelaram que as idéias alternativas de crianças e adolescentes são pessoais, fortemente influenciadas pelo contexto do problema, bastante estáveis e resistentes à mudança.

O aluno traz de seu cotidiano experiências muito ricas de vivências e observações, que constituem o seu mundo particular e ao ser confrontado com as informações científicas, um inevitável choque irá ocorrer, pois a prática dos professores tem observado a manutenção dos conceitos espontâneos, alternativos nas diferentes idades, independentemente da escolaridade. Neste sentido, Fontes & Silva (1997, p.24) assinalaram que:

o conhecimento científico é produzido por cientistas (agentes do campo da produção do conhecimento), enquanto que as concepções alternativas são idéias que os alunos constroem quando da sua socialização primária (vivência familiar ou social) e que lhes permitem interpretar o mundo em que vivem; estas concepções alternativas perturbam a aprendizagem dos conceitos científicos da aprendizagem formal.

Devemos considerar, também, as concepções espontâneas dos professores que muito têm a ver com dificuldades de aprendizagem dos alunos e a partir das quais são estruturados alguns tópicos de programas de

ensino. Estes, ao serem confrontados com as concepções alternativas dos professores, irão provocar verdadeiro desastre em termos de aprendizagem.

Quando a mente se defende, afastando possibilidades que ameaçam fazer ruir a estrutura das nossas idéias e concepções, passa-se do livre jogo ao jogo falso e a criatividade definha. Muito freqüentemente os professores induzem nas crianças o exercício de jogo falso, rejeitando os seus pensamentos genuínos e autênticos, que ora ameaçam desestruturar o plano de aula previamente preparado, ora contrariam a resposta certa e única que têm na mente para as suas perguntas. As crianças deixam então de exprimir o que pensam realmente para passarem a tentar adivinhar o que julgam que o professor quer ouvir. (Sá, 1997, p. 60)

As concepções alternativas de alunos e professores apresentam algumas características comuns, que Santos (1998, p.111) assim resumiu, referindo-se às crianças. Tais concepções podem ser generalizadas em função da sua natureza epistemológica:

a) **natureza eminentemente pessoal:** considerando que cada indivíduo interioriza a sua experiência de maneira que lhe é própria, as concepções alternativas são representações que cada indivíduo faz do mundo que o cerca consoante a sua própria maneira de ver o mundo e de se ver a si próprio;

b) **natureza estruturada:** as concepções alternativas que cada um constrói espontaneamente para dar significado ao que acontece à



sua volta são, no início, mais ou menos simples e mais ou menos isolada, mas, progressivamente, vão se tornando mais gerais e complexas, o que permite ir fazendo face a uma gama cada vez maior de experiências;

c) **esquemas dotados de certa coerência interna:** as concepções alternativas *não são um jogo gratuito* para os alunos e professores. São sentidas por eles como sensatas e úteis. São, como afirma Driver (1986a: 8), “esquemas dotados de certa coerência interna ... Por exemplo, os alunos pensam freqüentemente que quando a água se evapora ‘muda para o ar’- torna-se ar. Ora, segundo evidenciaram Shollum & Osborne (1985), quando os alunos aprendem que o ar é formado por oxigênio e por outros gases e que a água é constituída por oxigênio e hidrogênio, integram os três conhecimentos e concluem que quando a água se evapora muda para dois gases - oxigênio e hidrogênio. Fazem, assim, uma inferência lógica perfeita mas cientificamente incorreta;

d) **esquemas resistentes à mudança:** as concepções alternativas persistem ao longo do tempo, resistindo ao ensino formal. A sua tenacidade tem sido evidenciada por muitos investigadores. Para Ausubel (1980: 311), são “espantosamente tenazes e resistentes à mudança”. Vários estudos empíricos longitudinais têm demonstrado que os métodos tradicionais de ensino (e não só) são freqüentemente impotentes para vencer a sua resistência à mudança. Não são influenciadas, ou são influenciadas por formas não previstas, pelo ensino;



e) **esquemas pouco consistentes**: as crianças não se apercebem de que algumas de suas idéias podem ser contraditórias. Não se apercebem, por exemplo, que duas concepções alternativas diferentes aplicadas em situações diferentes podem ser mutuamente inconsistentes.

f) **paralelismo com modelos históricos da ciência**: de um modo geral as concepções alternativas fazem recordar concepções históricas da ciência. Sugerem conceitos científicos já ultrapassados. De fato, alunos de todos os graus de ensino ostentam concepções alternativas que correspondem a modelos que já foram aceites pela ciência e que foram, posteriormente, refutados ou grandemente modificados.

A valorização das concepções prévias tem ocorrido sobretudo em propostas teóricas de ensino por mudança conceitual, que surgiu ancorado nas observações de que as concepções alternativas não satisfaziam o aluno na sua procura por respostas aos problemas por ele enfrentados, como também de que o conceito científico deveria ter mais sentido para ele, assim como a sua reconciliação com outros conhecimentos e a sua utilidade no cotidiano.

Nessa visão de aprendizagem o modelo de mudança conceitual é sinônimo de “aprender ciência” (Niedderer, Goldberg, e Duit, 1991), citado por Mortimer (1994 , p. 21). Ou seja, o que leva um aluno a uma mudança conceitual é a insatisfação com a estrutura existente, as “anomalias”, “que o fará rejeitar a teoria subjacente à observação” (Santos,



1998, p.180), a não compreensão do que é lhe apresentado e que não consegue explicar as diferenças entre o que está aprendendo e o que já sabe.

Segundo Hodson & Hodson (1998, p.33):

Mudança conceitual se torna possível quando estudantes compreendem as limitações de suas visões e reconhecem a necessidade de substituí-las. A insatisfação com uma idéia existente pode residir na sua falha em prever corretamente ou controlar eventos além de sua prévia restrição por contexto - isto é, não é mais frutífera nas novas situações as quais o aprendiz tem que confrontar.

Os conhecimentos que a criança possui, anteriores ao seu início na Escola, é um fator deveras importante, que pode influenciar a aprendizagem, facilitando-a ou dificultando-a. As concepções alternativas carregam alto grau de afetividade (pois vem do ambiente ao qual o aluno está familiarizado) e Santos (1998, p.153), assim define esta afetividade:

Em suma, é a valorização afetiva que torna as concepções alternativas tão tenazes que logram sobreviver a um ensino que as contradiz. Resistem porque sobre elas se concentra uma carga de afetividade difícil de desalojar. O egocentrismo da criança ... reforça esta forte ligação afetiva ao muito concreto, muito imediato, muito imaginado, muito intuitivo e muito pessoal.

A organização de estratégias de ensino, à luz dessa visão construtivista da aprendizagem, leva em conta as concepções alternativas



dos alunos visando a aprendizagem por mudança conceitual que implica um primeiro passo, a distinção das concepções alternativas das concepções científicas.

Estas estratégias podem ser exploradas de modos diferentes. Cachapuz (1995, p.365), cita três possíveis propostas didáticas de trabalho para o tratamento de tais concepções alternativas:

a) Modelo de Mitchell (1984):

a) explicitar antecipadamente aos alunos a natureza de potenciais concepções alternativas pertinentes para o tema em estudo, *i.e.*, tipicamente referidas na literatura ou da experiência pessoal do professor, esclarecendo contradições em relação à versão científica;

b) desmontar tais concepções alternativas, eventualmente com o uso de demonstrações experimentais simples, exemplos e contra-exemplos, e sua discutível utilidade face à versão científica”.

b) Modelo de Nussbaum e Novick (1982):

a) construir uma situação que requeira do aluno o uso de suas concepções alternativas;

b) encorajar o aluno a descrever tais concepções, verbal ou diagramaticamente, assistindo-o nesse processo de modo a alertá-lo para aspectos críticos das mesmas;

c) encorajar o debate de idéias em que os prós e contras de diferentes CA's de outros alunos sejam comparados;

d) expor o aluno a um acontecimento discrepante,

desenhado de modo a gerar dissonância cognitiva em relação à(s) CA's existente(s);

e) procura pelo aluno, com o apoio do professor, de uma solução que satisfaça a nova situação e sua elaboração;

c) Modelo de Rowell e Dawson (1983):

a) uso de questões explanatórias para estabelecer idéias que os alunos consideram relevantes para a explicação de uma dada situação problema;

b) aceitar as respostas dos alunos provisoriamente sem discussão pelo professor;

c) a concepção científica é introduzida, articulando-se com informação já conhecida dos alunos;

d) os alunos aplicam o novo conceito à resolução da situação problema proposta;

e) os alunos comparam criticamente os esforços feitos em (a) e (d) sendo assistidos nesse processo pelo professor de modo a evidenciar pontos críticos entre as alternativas em confronto.

Osborne e Freyberg (1985, p.92) citados por Santos (1998, p.167), também nos indicam um possível caminho inicial para o ensino da ciência:

Tal como um médico diagnostica a causa de um sintoma antes de tentar aliviá-lo, assim o professor necessita diagnosticar os pontos de vista de seus alunos antes de decidir por mãos à obra para os transformar em pontos de vista melhor aceites cientificamente.



O ensino por mudança conceitual se faz necessário a partir do momento que o professor detecta a sua necessidade ao trabalhar conteúdos, principalmente teóricos, com abstração acima do normal (evaporação, por exemplo), as dificuldades de tais mudanças deverão ser maiores.

A detecção das concepções dos alunos, em tais conteúdos, deverá trazer à tona dificuldades extras, uma vez que o nível de abstração é maior e a criança, na formação de seus conceitos, requer um nível de generalização também acima do normal.

É neste momento da aprendizagem que os modelos conceituais se fazem presentes na estrutura mental do aprendiz levando-o a adotar o que lhe for mais conveniente. Caberá, então, ao professor, perceber em qual estágio se encontra o aprendiz e utilizar os mecanismos necessários para, no contexto do ensino-aprendizagem, deflagrar as mudanças que julga serem as ideais.

Entretanto, esta visão de ensino têm encontrado resistência por parte de muitos educadores. Para Carretero (1997, p.70), a mudança conceitual está sendo um problema difícil de ser resolvido, uma vez que uma boa parte das tentativas renovadoras dos últimos anos, no âmbito do ensino da Ciência, foi dirigida precisamente à mudança das idéias prévias dos alunos e alguns de seus aspectos expõem problemas que se encontram sem resolução na pesquisa atual.



Para Cachapuz, Praia & Jorge (2000, p. 2), que propõem o ensino por pesquisa, as perspectivas de ensino nos últimos 40 anos tiveram ênfase na instrução e não frutificaram porque a sua implementação na sala de aula é muito difícil. Para esses pesquisadores é, pois, a partir deste olhar - no quadro da Nova Didática - que se afirma crítico em relação a perspectivas redutoras, porque marcadamente conteudais, cognitivas e de sentido internalista, que se avança para uma outra perspectiva de ensino mais adequada a orientações teóricas atuais (epistemológicas, psicológicas, sociológicas e éticas).

Em razão disso, propõem o **ensino por pesquisa**, com ênfase na educação e na construção de conceitos, competências, atitudes e valores numa vertente epistemológica baseada na visão externalista e racionalista contemporânea da Ciência, na interdisciplinaridade e transdisciplinaridade. Valorizam a história da Ciência e consideram o erro como consubstancial ao conhecimento. Sua vertente da aprendizagem assenta numa perspectiva sócio-construtivista onde o papel do professor é o do problematizador de saberes e organizador de processos de partilha. O papel do aluno é o de pesquisa, por meio da reflexão crítica sobre suas maneiras de pensar, de agir e de sentir. Esses pesquisadores têm como caracterização didático-pedagógica o estudo de problemas abertos e de âmbito de CTSA (Ciência, Tecnologia, Sociedade, Ambiente), fazendo uma abordagem qualitativa das situações. A avaliação da aprendizagem engloba conceitos, capacidades, atitudes e valores e é parte integrante do ensino,



organizando-se em ciclos.

1.3.2 Aspectos da dinâmica da aprendizagem na visão cognitivista: a relação professor-aluno, a utilização de recursos didáticos e o processo da avaliação de resultados.

1.3.2.1 A relação professor-aluno e aspectos da didática.

Uma das questões que impedem o estabelecimento de relações harmoniosas, do estabelecimento de um clima de cordialidade em que se possa perguntar, duvidar, refletir, analisar conceitos trazidos para a escola, é o uso da punição para educar (tradição no sistema educacional brasileiro e na própria sociedade). Entretanto, é um método que não funciona, uma vez que, conforme o próprio Skinner (1953, p.199), observou:

a punição não faz, de fato, aquilo que se supõe que faça.

Um efeito imediato na redução de uma tendência a se comportar é bastante claro, mas isso pode ser enganador.

A redução na frequência pode não ser permanente.

Os professores, cujo papel na escola e na vida dos alunos é fundamental deverão tomar cuidado para não participarem do que Ausubel (1968, p. 147) chama de “carga da orientação geral antiadultos dos adolescentes” pois estes deslocam “os sentimentos de hostilidade em relação aos pais como alvos originais”.

Se a escola estabelecer regras, coletivamente, no início do

ano, possivelmente terá condições de cobrá-las dos alunos; contará também com a cooperação dos pais e professores; as relações humanas provavelmente serão priorizadas e os alunos aprenderão a arcar com as conseqüências, caso fujam a elas.

É ponto pacífico que, na sala de aula, se estabelecem muitos e diferentes tipos de interações, uma vez que um professor interage com alunos falando, escrevendo e através de outros movimentos físicos os alunos têm alguns dos mesmos meios de interagir com professores. O professor, porém, normalmente controla o tipo e a freqüência das interações (Klausmeier, 1977, p.207).

No ensino tradicional vemos a sala de aula dominada pelo discurso do professor, sendo um ambiente extremamente fechado para interferências externas. O professor age como dominador absoluto do ensino, um mero repetidor de metodologias com as quais conviveu enquanto estudante e já que ao professor sempre coube a transmissão de conhecimentos acumulados pela humanidade, por meio de aulas expositivas e, aos alunos, a absorção das informações e que a qualidade dos cursos era definida pela quantidade de conteúdos trabalhados e o principal recurso de estudo e avaliação era o questionário conforme já é reconhecido pelos PCNs.

Na perspectiva tradicional de ensino, a interação professor-aluno quase que não existe uma vez que os professores

freqüentemente transmitem conhecimento e geralmente esperam que os alunos identifiquem e copiem os campos de conhecimento transmitidos. Num gráfico sobre a comunicação em sala de aula, a maior parte das flechas apontaria para o professor ou sairia dele. Questões propostas pelos alunos e interações aluno-aluno são atípicas (Brooks & Brooks, 1997, p.20).

Assim, nesta vertente, o recurso didático está voltado para a memorização de conteúdo e não para a compreensão. O papel desempenhado pelo professor de Ciências na sala de aula, baseado nos modelos por transmissão considera o aluno “tábua-rasa”, é dar estímulo ao acúmulo de conteúdos.

Neste contexto temos o livro didático, de uso intenso nas escolas como única fonte de informação, com conteúdos instrucionais não organizados de forma hierárquica, segundo o nível maior de inclusividade e generalidade, que podem constituir um fator a mais de dificuldade para o aluno pois, o crédito que o professor dá aos livros didáticos é enorme e a crença do que neles está escrito é a verdade absoluta impede os questionamentos de certas passagens, necessários ao conflito cognitivo e à reestruturação conceitual, ou seja, à aprendizagem propriamente dita. Frequentemente, os livros didáticos apresentam uma ciência descontextualizada, separada da sociedade e da vida cotidiana, e concebem o método científico como um conjunto de regras fixas para encontrar a verdade (Cachapuz & Campos, 1997, p.24).

Como exemplo podemos citar as mudanças de estados físicos da água, um fenômeno apresentado ao estudante como fato isolado e memorístico sem levar em conta os fatores externos que as influenciam (a altitude ou pressão atmosférica), e que nos livros didáticos tem seu uso restrito apenas a leituras pelos alunos e respostas aos questionários do assunto, conduzindo-os a decorar sem compreensão as etapas de um processo complexo.

Em outras palavras,

Uma representação muito difundida de como os conhecimentos são adquiridos é a crença dos professores de que aprender consiste em *reproduzir sem mudanças a informação* que chega aos alunos por diferentes meios. Ou seja, que aprender consiste em fazer cópias na memória daquilo que se recebe e, nesse caso, que o conhecimento é concebido como uma réplica interna da informação externa. (Mauri, 1999, p.80)

Nesse sentido, Gilbert & Watts (1983, p.94) já alertavam:

Livros didáticos, por seu aparente papel central na organização do ensino, têm uma parte potencialmente valiosa na promoção de exploração de estruturas, embora isso seja raramente feito: o paradigma dominante apresenta uma visão de transição de conhecimento, uma visão empirista da ciência e uma visão truncada da história da ciência.

A história da Ciência, o porque das descobertas, o que leva os cientistas a abandonarem idéias e pensamentos já consolidados e partirem



para novos caminhos (mudanças de paradigmas) dificilmente são levados em conta no ensino da Ciência em nível básico. No entanto, tais aspectos do processo da Ciência tem sido alvo de estudos indicando sua importância na construção do conhecimento por parte do aluno.

Contrariamente a isso ocorre o excessivo uso de questionários (que fazem parte de cada tópico de ensino do livro didático) ou de metodologias inadequadas que levam os alunos a trabalharem individualmente em detrimento do trabalho em grupo, determinando o isolamento dos mesmos que passam a executar tarefas de aprendizagem mecanizadas. O aluno passa a maior parte do seu tempo em sala copiando e respondendo questionários, o que inibe o raciocínio, e enfraquece a cooperação.

O livro texto é seguido à risca, sempre com a preocupação de cumprir programas, horários e normas. Raramente se observam atividades diferenciadas. Quando ocorrem são muito comentadas. No entanto, os professores não se dão conta do imenso potencial didático-pedagógico que têm em mãos. Continuam “tentando ensinar conceitos” (Vigotsky, 1987, p.104).

Por outro lado, a avaliação da aprendizagem no sistema educacional atual, onde o esquema de perguntas e respostas está fortemente enraizado, determina um bloqueio natural para o aluno responder quando é questionado pelo professor. Tentará a resposta com a certeza e sem

divagação, para não correr o risco do erro e da punição.

Ao estabelecer premissas de como o ensino formal deve ser conhecido e dominado pelo estudante, a construção do conhecimento pode ficar relegada a um segundo plano.

Para Gardner, no ensino tradicional:

mesmo quando a escola parece ser bem sucedida, mesmo quando ela provoca a performance para a qual aparentemente foi designada, ela tipicamente falha em atingir suas missões mais importantes. Prova desta surpreendente asserção vem de um corpo de pesquisa educacional, catastrófico até agora, que foi montado nas últimas décadas. Estas investigações documentam que mesmo alunos que têm sido bem treinados e que apresentam todos os sinais evidentes de sucesso - assiduidade a boas escolas, notas altas e bons resultados nos testes, aprovação de seus professores - geralmente não exibem um entendimento adequado do material e conceitos com os quais tem trabalhado. (Gardner, 1991, citado por Brooks & Brooks)

No cotidiano escolar é grande o número de produções científicas não alcançado pelo professor do ensino básico. Isto se nota por vezes no trabalho docente do dia-a-dia. Ao professor com trabalho metódico e organizado é mais cômodo tratar todos os anos dos mesmos assuntos nas mesmas séries.

E o resultado disso é que:



Se for instrumentalizado apenas para realizar ações mecânicas, o docente vai se alienando das polêmicas culturais e das controvérsias científicas e, tornando-se passivo diante das dificuldades, raramente ele irá se deter na análise de seu desempenho. (Almeida & Silva, 1994, p. 97)

O que se tem notado na prática pedagógica de muitos profissionais da educação é que o ensino tradicional ainda está fortemente enraizado. Na maioria das salas observa-se os professores escrevendo nas lousas e os alunos copiando. Métodos e técnicas de ensino parecem pertencer a outra realidade. Repetem o que criticavam quando eram alunos (os professores mais antigos são considerados ultrapassados).

Mesmo muitos professores de formação mais recente, mais atualizada, oriundos de Universidades Públicas (que são consideradas centros do saber por excelência) acabam por trabalhar em sala de aula de maneira tradicional; ensino livresco, baseado na memorização, sem possibilidades de reflexão ou construção do saber.

Tal imobilismo intelectual traduz-se pela transmissão de um saber bloqueado, ou seja, de um saber pacientemente acumulado por justaposição durante o período de escolaridade e avaramente conservado pelo treino de transmissão que tende a transformá-lo numa fórmula repetida ano após ano. (Santos, 1998, p.207)

Vemos na escola a tentativa de ensino automático, onde as novas informações deverão ser incorporadas às estruturas cognitivas



preexistentes. Parece-nos que é neste ponto que se situam as maiores dificuldades.

Por outro lado, o professor consciente, aquele que tem noção de “como se dá o conhecimento no processo pedagógico” (Vasconcelos, 1997, p.11), tenta novas abordagens para agir e interagir com a criança no sentido de favorecer o seu aprendizado.



2. OBJETIVOS

2.1 Gerais: analisar a realidade de ensino e de aprendizagem da EE “Dom Bosco” de Osvaldo Cruz, visando levantar subsídios para a formação de professores de Ciências.

2.2 Específicos:

- Identificar as concepções de estudantes do 2º ciclo do ensino fundamental sobre o fenômeno físico “evaporação”;
- Analisar as práticas pedagógicas dos professores desses estudantes;
- Inferir, com base nos resultados obtidos, a influência das práticas pedagógicas (modelos de ensino), na aprendizagem do conceito investigado.



3. JUSTIFICATIVAS DA PESQUISA

- a) os modelos de ensino evoluem em função de concepções de aprendizagem;
- b) tais modelos são temporários;
- c) a prática de ensino tradicional pode ser um fator impeditivo à aprendizagem da Ciência;
- d) atualmente o modelo de ensino preconizado pela Didática da Ciência, assenta-se numa visão cognitivista, sócio-construtivista da aprendizagem humana;
- e) a formação continuada dos professores é necessária à mudança de modelos e procedimentos de ensino (práticas de ensino);

3.1 Justificativa da escolha do objeto de estudo: a aprendizagem do fenômeno físico “evaporação”:

- a) a evaporação é um fenômeno que ocorre diariamente e que interfere na vida humana. A sua compreensão do ponto de vista da Ciência abre caminhos para o entendimento de realidades humanas complexas: aviação, variações climáticas, correntes aéreas, etc.
- b) é um fenômeno que exige representação e transposição de representação de um nível microscópico para um nível macroscópico,



como todos os processos naturais.

3.2 Justificativa da metodologia de investigação assentada num modelo de aprendizagem:

Para esta pesquisa, utilizamos dois contextos de observação :

- roupa molhada estendida no varal;
- água no prato.

A roupa molhada estendida no varal fornece uma situação diferenciada de observação em relação à água no prato. A água da roupa estendida não está visível enquanto a água do prato está.

Estudos (Osborne & Cosgrove, 1985,b), mostram que os estudantes tendem a utilizar a observação como fonte única de conhecimento.

No caso da evaporação, mostram que mesmo num contexto de observação, “água no prato”, os estudantes tendem a afirmar que o prato absorve a água.

Enquanto a água da roupa no varal oferece um contexto de observação que pode levar o aluno a acreditar que a água cai (“vai para o chão”) e que, portanto, a evaporação significa o “sumiço” da água que vai



para o solo, a água no prato, contrariamente a isso, impede até certo ponto, este tipo de raciocínio, “forçando-o” a construir o conceito segundo uma lógica diferenciada.



4. METODOLOGIA

A opção metodológica feita para o desenvolvimento deste trabalho foi pelo “estudo de caso”, por se constituir numa unidade dentro de um sistema mais amplo, ou seja, embora possam ocorrer semelhanças com outros casos, o interesse está naquilo que ele tem de único, de particular. (André & Ludke, 1986)

Assim, dentro das características deste estudo de caso estão: 1. a descoberta; 2. a interpretação em contexto; 3. retrato de uma realidade de ensino e de aprendizagem mais completa e profunda; 4. o de uma variedade grande de fontes de informações.

4.1 Instrumentos

Como instrumento de pesquisa para o levantamento de dados, utilizamos questionários semi-estruturados aplicando-os nos alunos e nos professores. Aos alunos também foi solicitado que desenhassem “roupas molhadas estendidas no varal” e o que acontecia com a água nelas contida.

4.2 Questionários

Na pesquisa com os alunos utilizamos primeiramente um questionário com 5 questões no intuito de saber dos alunos pesquisados o



tipo de interação com o professor e o objeto de ensino, ou seja, se mais voltado para a aprendizagem significativa, por compreensão, ou mecânica, por memorização.

1. Como o seu professor trabalha as aulas de Ciências?
2. Que relações ele estabelece o dia-a-dia com o conteúdo científico estudado?
3. Como você estuda os conteúdos de Ciências?
4. O que você diria para o professor de Ciências melhorar suas aulas?
5. Qual a importância da Ciência na sua formação intelectual?

Com o questionário abaixo indicado, direcionado aos professores, procurou-se obter informações sobre suas preocupações no dia-a-dia vivenciadas na escola.

1. Como você organiza seu dia-a-dia de aula? Utiliza que materiais? Adota ou utiliza livros didáticos?
2. Quais as maiores dificuldades que sente no trabalho pedagógico com os alunos?
3. O que considera mais fundamental que o aluno aprenda

na sua disciplina?

4. O número de alunos afeta o trabalho pedagógico? Qual o número de alunos que considera ideal para poder realizar um trabalho com melhores resultados?

5. Na sua opinião qual a melhor forma de trabalhar o conteúdo com os alunos?

6. O que você, como professor, faz para que seu aluno aprenda?

7. Na sua opinião, que valor tem a escola para seus alunos?

Como um terceiro instrumento, um questionário com 5 questões, conforme mostrado a seguir, pretendemos um levantamento dos conceitos das crianças da 1ª a 4ª séries do 2º ciclo do ensino fundamental a respeito da evaporação.

1. O que acontece com a roupa molhada quando colocada no varal? Por quê?

2. Para onde foi a água?

3. Como você prova que é assim?

4. Se você deixar um prato com água durante dias lá fora,



o que acontece com a água? Por quê?

5. E o que acontece com a água que cai no chão?

Desaparece? Por quê?

4.3 Entrevistas

As entrevistas realizadas neste trabalho foram feitas de modo informal com professores e alunos sempre no sentido de esclarecer dúvidas em algumas das respostas obtidas por meio dos questionários.

4.3.3 Sujeitos da pesquisa (alunos e professores)

a) os alunos

Para este estudo foram selecionados 160 alunos do 2.º ciclo do ensino fundamental diurno (as antigas 5ª, 6ª, 7ª e 8ª séries), com idades variando de 11 a 14 anos. Tivemos o cuidado de trabalhar com 2 classes diferentes de alunos de cada série aplicando os questionários a amostras de 20 alunos por classe, sendo duas de cada série.

Na aplicação dos questionários os alunos foram colocados em salas distintas, separados e distantes uns dos outros, para evitar qualquer tentativa de interferência nas respostas individuais. Contamos sempre, em

cada classe, com a colaboração do professor do horário para a realização desta atividade.

b) os professores

A EE “Dom Bosco” conta com 3 professores efetivos de Ciências todos trabalhando com a carga máxima de aulas (40 h/a) no estabelecimento.

O professor A (efetivo) é licenciado em Ciências pela F.F.C.L. de Adamantina, com complementação em Biologia. Possui 25 anos de exercício de magistério.

O professor B (efetivo) também é licenciado em Ciências pela F.F.C.L. de Adamantina. Está no exercício do magistério oficial desde 1994, contando com 6 anos de exercício na profissão.

O professor C (efetivo) é licenciado em Ciências pela F.F.C.L. de Adamantina e possui 18 anos de exercício no magistério.

c) a Escola

A pesquisa foi realizada na EE “Dom Bosco” de Osvaldo Cruz- SP, pertencente à Diretoria Regional de Ensino de Adamantina. Atende ao ensino fundamental (2º ciclo) nos períodos diurno e noturno e ao ensino supletivo de 2º grau no período noturno. Foi instalada em 18/02/57,



autorizada pelo Decreto Lei 36.616, publicado em 24/05/60, funcionando em prédio próprio desde o início de suas atividades. Inicialmente esta escola atendia crianças da pré-escola até a 4ª série do ensino fundamental. A partir do ano de 1976 passou a atender também o curso ginasial (atual 2º ciclo do ensino fundamental), ampliando o n.º de alunos e turnos de funcionamento.

No ano de 1993 esta escola foi autorizada a oferecer o curso de suplência de 2º grau. Ressalte-se que é a única escola da Diretoria Regional de Ensino de Adamantina a oferecer tais serviços.

Atualmente, a escola possui o cargo de Diretor (afastado junto à D.R. de Adamantina) exercido por professor da própria escola. O cargo de vice-diretor também é exercido por professor da própria escola, afastado de suas funções docentes. Possui 2 coordenadores pedagógicos que atuam nos 3 períodos, atendendo aos 1338 alunos. Oferece merenda aos alunos e o poder público municipal o transporte para os alunos do setor rural.

A maioria dos professores é ACT (admitido em caráter temporário), havendo 16 efetivos de um total de 38 professores.

d) a clientela escolar

Os seguintes dados informativos podem ser ressaltados quanto à clientela escolar (referente ao ano de 1999), momento em que



iniciou-se o presente estudo: a escola atendia às 4 séries do 2º ciclo do ensino fundamental, num total de 837 alunos e às 3 séries do ensino supletivo (ensino médio) com 501 alunos (ver anexo II).

Os alunos das classes investigadas, todas do período diurno, turno da manhã, eram na sua maioria pertencentes à classe baixa e residentes próxima à escola.

2.1 Dos planos de ensino de Ciências

A análise documental dos planos de ensino de Ciências, que foram elaborados para o 2º ciclo do ensino fundamental, revelou que os conteúdos foram organizados em três eixos temáticos: o primeiro eixo abordou os conceitos básicos de física, o segundo eixo abordou os conceitos básicos de química e o terceiro eixo abordou os conceitos básicos de biologia. Os planos de ensino foram elaborados para o 2º ciclo do ensino fundamental, com o objetivo de proporcionar aos alunos uma compreensão dos conceitos básicos das três áreas da ciência.

Os planos de ensino foram elaborados para o 2º ciclo do ensino fundamental, com o objetivo de proporcionar aos alunos uma compreensão dos conceitos básicos das três áreas da ciência. Os planos de ensino foram elaborados para o 2º ciclo do ensino fundamental, com o objetivo de proporcionar aos alunos uma compreensão dos conceitos básicos das três áreas da ciência.

5. RESULTADOS

Os resultados que aqui apresentamos foram obtidos com rigor no sentido de tornar mais visível a relação ensino-aprendizagem na escola.

Entendemos que tal realidade se estabelece nos modos de ver o processo de ensino e aprendizagem e agir dos professores no sentido de favorecer a aprendizagem dos alunos. Além disso, que a aprendizagem dos alunos manifesta-se em suas concepções a respeito de um objeto da aprendizagem tal como o da evaporação.

5.1 Dos planos de ensino de Ciências

A análise documental dos planos de ensino de Ciências, mostra que os mesmos foram elaborados em conjunto pelos professores efetivos da Unidade Escolar em reuniões realizadas no início do ano. Para a confecção dos mesmos os professores utilizaram livros didáticos da escola, seguindo o modelo sugerido pela coordenação, que constam de impressos contendo orientações dirigida à montagem dos mesmos.

De acordo com tais documentos, o objetivo geral do ensino de Ciências no ano de 1999, na EE “Dom Bosco”, visou “propiciar aos alunos o desenvolvimento de uma compreensão do mundo que lhes dê condições de continuamente colher e processar informações, desenvolver



sua comunicação, avaliar situações, tomar decisões, ter atuação positiva e crítica em seu meio social”.

Relativamente ao tema “água”, encontramos no plano de ensino de Ciências os seguintes objetivos específicos: 1. identificar onde a água está presente na Terra; 2. definir os estados físicos da água; 3. conhecer a composição da água; 4. compreender como as moléculas se organizam nos três estados físicos; 5. classificar as mudanças de estados físicos sofridas pela água; 6. esquematizar o ciclo da água na natureza; 7. explicar os processos de purificação da água na natureza; 8. compreender como a água se relaciona com o clima; 9. separar e identificar os componentes da água; 10. reconhecer os diferentes tipos de água encontrados na natureza; 11. identificar água potável; 12. definir conceitos de mistura, soluto, solvente, solução e suspensão; 13. aplicar a fórmula da densidade; 14. definir o conceito de pressão; 15. aplicar o princípio de Pascal; 16. entender a importância da água no dia-a-dia; 17. entender o mecanismo de funcionamento de uma estação de tratamento de água; 18. compreender o funcionamento do destilador industrial.

Quanto às estratégias a serem utilizadas pelos professores, destacam-se as seguintes: aula expositiva com a utilização de recursos audiovisuais; realização de experiências; resolução de problemas; excursões.

Quanto à avaliação no plano de Ciências destacam-se: a participação no dia-a-dia; arguições orais; trabalhos em grupo; pesquisas;



provas mensais; relatórios de aulas práticas.

5.2 Aspectos da prática de ensino dos professores de ciências na EE

“Dom Bosco” de Osvaldo Cruz

A análise das respostas dos professores às perguntas do questionário permite afirmar o que segue:

1. Analisando a questão 1 referente à organização do dia-a-dia do trabalho pedagógico (“Como você organiza seu dia-a-dia de aula? Utiliza que materiais? Adota ou utiliza livros didáticos?”), notamos a preocupação do professor quanto ao uso do livro didático, que é complementado com textos para-didáticos, recortes de jornais e revistas selecionados e ocasionalmente trazidos pelo professor para a sala de aula.

Textos complementares são colocados na lousa com posterior cópia por parte dos alunos. Há ênfase excessiva na valorização do uso de textos e questionários. Todos os professores os utilizam constantemente, com pouco tempo para troca de idéias entre alunos e professores.

A transcrição a seguir, representativa da maioria deles, ilustra o que afirmamos a respeito:

Prof. A -“Preparo as aulas a serem ministradas através de

pesquisas de textos, jornais, revistas, Atlas e figuras sobre os assuntos relevantes para o que está sendo abordado. Também utilizo livros didáticos de outros autores”.

2. Na análise da questão 2 (“Quais as maiores dificuldades que sente no trabalho pedagógico com os alunos?”), diretamente relacionada com o trabalho pedagógico diário do professor, pudemos perceber que os professores:

a) trabalham em conjunto uma vez por semana no horário de trabalho pedagógico coletivo (HTPC), trocando idéias e informações;

b) consideram que o número de horas destas reuniões é insuficiente para o volume de trabalho que devem realizar durante a semana;

c) reclamam do número excessivo de alunos por sala de aula (em média, 45 alunos em cada classe). “Tal número torna difícil o trabalho do professor, pois o nível de ruído é grande e o atendimento individualizado torna-se deficiente”.

d) “a falta de interesse é decorrente da pouca perspectiva sócia”l. A escola, hoje, não é tão atrativa para o aluno diante de tantas outras opções oferecidas: meios de comunicação e equipamentos eletrônicos. Sentimos, também, que muitas famílias não se interessam pela vida escolar de seus filhos, transferindo toda a responsabilidade para a escola”.

Além dos aspectos acima analisados, quanto ao uso do



material didático foi possível concluirmos que:

a) o material pedagógico de apoio aos professores é insuficiente, assim como os livros didáticos fornecidos pelo governo também o são para os alunos, obrigando-os a dividirem 1 livro para cada 2 ou 3, ocasionando a dispersão da atenção na execução das tarefas em sala de aula. Livros paradidáticos e revistas especializadas parecem ser um sonho distante.

Quanto ao tempo destinado à preparação das aulas pudemos perceber que a falta de tempo para o preparo das mesmas foi uma das dificuldades apontadas pelos professores. O professor trabalha 33 horas em sala de aula e tem 7 horas disponíveis, por semana, para o preparo das aulas e correção de provas e exercícios de 450 alunos, em média.

3. A análise da questão de n.º 3 (“O que considera mais fundamental que aluno aprenda na sua disciplina?”), relativa ao que os professores consideram fundamental para que o aluno aprenda, mostra que desenvolver as noções e idéias do mundo ao seu redor e de si próprio é a preocupação maior dos professores de Ciências entrevistados, preocupação esta demonstrada na resposta que segue transcrita, representativa dos professores.

“O importante é que o aluno aprenda que ele é parte integrante do processo histórico, portanto, está inserido no contexto e como agente desse processo, tome consciência de sua responsabilidade na tarefa



de construir um amanhã mais digno, lutando por seus legítimos direitos de justiça e melhores condições de vida e principalmente como se estabelecem as relações entre as sociedades no decorrer desse processo”.

4. As respostas da questão n.º 4 (“O número de alunos afeta o trabalho pedagógico? Qual o número de alunos que considera ideal para poder realizar um trabalho com melhores resultados?”), permitem afirmar que os professores consideram o número de alunos por sala de aula excessivo o que afeta, em muito, o trabalho pedagógico pois o ruído na sala de aula torna-se muito alto, o atendimento individualizado fica precário, ocasionando deficiências no ensino e aprendizagem (os textos a serem discutidos o são sem profundidade e a desatenção é facilitada pelo excessivo número de alunos em sala de aula). O número de alunos ideal que os 3 professores de Ciências julgaram satisfatório para desenvolverem um trabalho aceitável é de 35 alunos por sala, o que permitiria um atendimento individualizado por parte dos mesmos.

A transcrição a seguir é representativa das respostas dos professores entrevistados:

(...) O número de alunos é fundamental, acredito até que este seja um dos pontos cruciais que dificultam o processo de ensino aprendizagem. Na minha opinião o número ideal por sala de aula é de 35 alunos”.

5. Na análise da questão n.º 5 (“Na sua opinião qual a



melhor forma de trabalhar o conteúdo com os alunos?”), notamos a preocupação dos professores em não se fixarem apenas nos conteúdos, variando o modo de abordagem dos mesmos, conforme mostram duas das suas respostas:

“Os conteúdos devem ser trabalhados de maneira que possibilitem o desenvolvimento da reflexão do aluno e, para tanto, a leitura de textos é muito importante para o ensino, principalmente o ensino de História das Ciências, que envolve um trabalho de capacitação e interpretação dos textos apresentados”.

“As atividades lúdicas são importantes para despertar o interesse dos alunos”.

6. Na análise das respostas à questão n.º 6 (“O que você, como professor, faz para que seu aluno aprenda?”), relativa à atuação dos professores. Apesar deles afirmarem que ensinar a partir do que o aluno já sabe é fundamental, parece que a construção do conhecimento é o caminho por eles percorrido, não especificam que metodologias estão usando ou de que modo fazem o reconhecimento do que “o aluno já sabe”: “Procuro variar a metodologia como: aulas expositivas, trabalhos em grupos dentro e fora da sala de aula, pesquisas, entrevistas, debates relacionados a assuntos atuais e atividades lúdicas”.

7. Na análise das respostas à questão n.º 7 (“Na sua opinião, que valor têm a escola para seus alunos?”), relativa ao valor da

escola para os alunos foi respondida pelo professor A que considera que a Escola é um espaço de convivência dos alunos onde lhes será possível desenvolverem a personalidade, a comunicação, a cultura e a cidadania e que cada aluno tem uma visão diferente da visão do adulto: alguns vêm em busca de conhecimento ou ascensão social; outros, de carinho, atenção, alimentos, etc.

O que pudemos constatar após conversar com alguns professores foi o seguinte: o conteúdo proposto no plano escolar é extenso e nem todo ele é cumprido devido à falta de tempo. As estratégias de ensino se resumem a aulas expositivas e trabalhos em grupo, com as práticas (experiências) sendo muito restritas. Indagados pelo motivo de não privilegiarem as aulas práticas responderam que infelizmente não dominam perfeitamente os métodos e que, por isso, preferiam as aulas teóricas.

5.3 Resultados sobre o que pensam os alunos sobre a aprendizagem das Ciências e sobre os meios para alcançarem-na.

a) Quanto à metodologia de ensino do professor nas aulas de Ciências, 40% dos alunos citaram a aula expositiva como sendo a metodologia de ensino mais utilizada. O trabalho em grupo é a atividade preferida pela maioria, citada por 35% deles; entretanto 10% deles não responderam a esta questão; 5% citaram os mapas conceituais; 5% o trabalho individual; 5% as pesquisas.



A análise das respostas dos alunos nos permite afirmar que a curiosidade dos educandos aparece no topo das respostas. Ao afirmarem que gostam de “aprender” muitas coisas revelam o interesse natural que as Ciências desperta nos alunos em todas as faixas etárias;

b) Quanto ao modo de estudar Ciências, as respostas dos alunos se mostram bastante variadas: 35% afirmaram o uso dos questionários; 25% referiram o estudo em casa; 10% o uso de livros; 10% deles o uso de resumos; 10% não responderam; 5% não estudam; 5% o uso de mapas conceituais.

c) Quanto ao aspecto da relação afetiva com a disciplina, os estudantes afirmaram que: (35%) ‘gostam [da disciplina Ciências] porque aprendem muitas coisas; (25%) ‘gostam pelo professor’; (20%) ‘mais ou menos porque a matéria é muito variada’; (5%) ‘não gostam porque é muito difícil’; (5%) ‘não gostam porque têm muitas questões’; (5%) ‘não gostam porque é chato’; (5%) ‘não responderam’.

d) Quanto a importância das Ciências para formação intelectual foram as seguintes as respostas dos alunos: (35%) ‘porque estuda muitos assuntos’; (15%) ‘não responderam’; (10%) ‘porque fala sobre o corpo humano’; (10%) ‘porque serve para descobrir muitas coisas’; (5%) ‘para aprender como as coisas funcionam’; (5%) ‘para poder se virar na vida’; (5%) ‘para ser alguém’ e (5%) ‘porque estuda Química’;

e) Quanto às sugestões que os alunos fariam ao professor de Ciências para melhorar suas aulas: (40%) ‘não fariam sugestões’; (20%) ‘não responderam’; (15%) ‘usar os computadores da escola’; (10%) ‘cobrar



as atividades dadas'; (10%) 'levar a gente para fora da sala de aula'; (5%) 'não dar questionários'.

5.4 As idéias e crenças dos alunos sobre o fenômeno da evaporação

As idéias dos alunos sobre evaporação foram levantadas por meio de 7 questões cujas respostas foram categorizadas de acordo com suas similaridades.

Neste questionário utilizamos duas situações de investigação: *a água da roupa no varal e a água no prato*. Como são fenômenos semelhantes as respostas dos alunos, caso a aprendizagem se confirmasse, seriam semelhantes. Entretanto, isto não ocorreu. Muitas das respostas dadas na situação 'roupa no varal' não foram confirmadas na situação 'água no prato'.

A análise das respostas permite concluir o que segue:

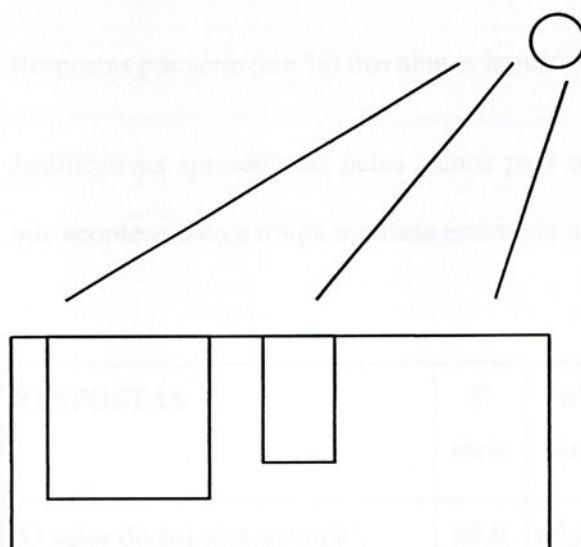
A maioria dos alunos investigados parece considerar a evaporação um fenômeno causado pelo Sol. Além disso, não leva em consideração a ação do vento na explicação do fenômeno; não aponta a atmosfera como local onde se encontram as partículas de água; acredita que a água que evapora permanece sempre nas nuvens e não na atmosfera, o que nos leva a concluir que 100% dos alunos apresentam idéias 'alternativas', distanciadas da ciência;



Ao serem perguntados sobre o que acontece com a roupa molhada estendida no varal, conforme mostra o Quadro 1, alunos da 5.^a série (22 de um total de 40), 55 % responderam que a *roupa* evapora, sem entretanto explicar. 5 alunos (12,5 %) associaram a secagem da roupa com o Sol, numa clara alusão de que há a necessidade de calor para que ocorra a evaporação. Oito alunos (20%) responderam que a roupa seca, sem associar ao Sol ou ao vento como o fizeram 5 alunos (12,5 %) que relacionaram a secagem da roupa com a presença do Sol. Dois alunos (5 %) responderam que a roupa seca com evaporação, sem fazer também alusão ao Sol ou ao vento. Dois alunos (5 %) associaram a formação das nuvens à evaporação, demonstrando que entenderam a mudança de lugar da água (da roupa para as nuvens), como um fato concreto, isto é, a água não desaparece.

Já os alunos da 6.^a e da 7.^a série todos os alunos (100 %) responderam que a roupa seca, sem fazer associação com outros fatores. Entretanto, 92,5 % dos alunos da 8.^a série responderam que a roupa seca, sendo que 5 % disseram que a água cai no chão e 2,5 % que o vento faz secar a roupa.





O sol “suga” a água.

Chamam ainda atenção algumas respostas tais como: “a água é um líquido e seca”; “ela seca e cai no chão”; “foi lavada naquele momento”; “foi posta no varal para secar”. Indicam relação do fenômeno ar com características da água (líquida) ou com o tempo, ou com a finalidade da ação.

Quadro 2:

Respostas por série (em %) dos alunos inquiridos (n=160) à questão 1.

Justificativas apresentadas pelos alunos para a resposta à questão n.º 1: O que acontece com a roupa molhada estendida no varal?

RESPOSTAS	5ª série	6ª série	7ª série	8ª série
‘O calor do sol seca a roupa’.	60,0	67,50	27,50	60,0
‘Ocorre a evaporação’.	27,50	32,50	40,0	17,5
‘Devido ao ar quente’.	2,50			
‘Para formar nuvens’.	2,50			
‘O sol suga a água’.	5,0			
‘Ação do vento’.			2,5	12,5
‘Ação do sol e vento’.			20,0	7,5
Respostas inconsistentes que não permitem conclusões.	2,5		10,0	2,5

Embora as respostas dos alunos à primeira questão “o que acontece com a roupa molhada estendida no varal”, tenham sido com a justificativa “por que”, a conclusão é que não há total correspondência entre as mesmas. Senão, vejamos: na 5ª série, 20% dos alunos responderam que a roupa seca com 27,5% justificando que ocorre a evaporação da água; na 6ª

série, 100% dos alunos responderam que a roupa seca, mas somente 32,5% justificaram com a alusão à evaporação da água; na 7ª série, o resultado é semelhante, ou seja, 100% dos alunos responderam que a roupa seca, sendo que 40 % deles explicaram a ocorrência fazendo alusão à evaporação. Na 8ª série, 92,5% deles responderam que a roupa seca, mas apenas 17,5 % relacionaram a secagem com o fenômeno da evaporação, conforme ilustra o quadro 3 a seguir:

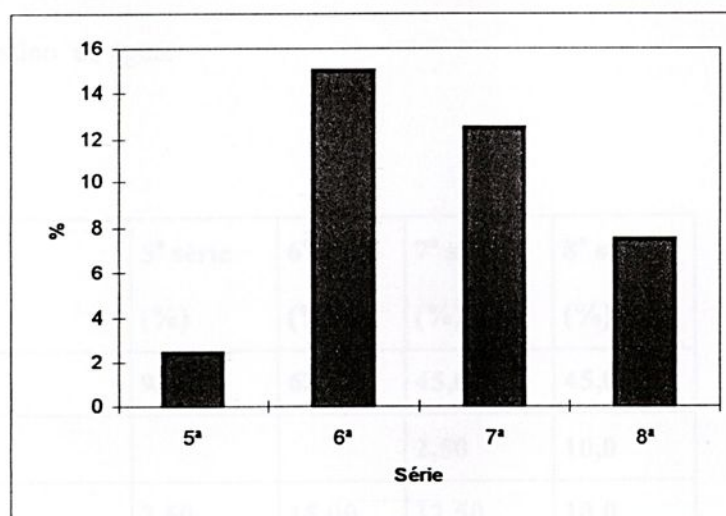
Quadro n.º 3:

Relação em % entre a secagem da roupa estendida no varal com o fenômeno “evaporação”.

Série \ Fenômeno	5ª	6ª	7ª	8ª
‘A roupa seca’.	20%	100%	100%	92,5%
‘Ocorre a evaporação’.	27,5%	32,5%	40%	17,5%

O gráfico a seguir procura retratar porcentagens de respostas denotativas de relação entre as idéias de ‘secagem’ e ‘evaporação’.

Gráfico n.º 1: Porcentagem de respostas que se mostram relacionadas com o termo evaporação indicativas da relação entre o fenômeno observado, secagem da roupa, e o uso do termo 'evaporação':



Ainda que o uso do termo evaporação não represente, necessariamente, a correta compreensão do fenômeno, podemos observar no gráfico acima que a maior porcentagem de respostas dessa natureza (respostas que explicitam uma relação entre o fenômeno observado e o uso do termo evaporação) incidiu na 7ª série (40%). Na 8ª série esta porcentagem é apenas de 17,5%,

Quanto às justificativas dos alunos para o destino da água

no processo de evaporação (questão 3), suas respostas indicam a relação entre a idéia do desaparecimento da água e a formação de nuvens ou a sua transformação em vapor.

As respostas por série (em %) dos alunos inquiridos (n=160) à questão 3 (**Para onde foi a água?**), mostram que as nuvens é o local mais indicado como sendo o destino da água.

Quadro 3:

RESPOSTAS	5ª série (%)	6ª série (%)	7ª série (%)	8ª série (%)
‘Para as nuvens’	92,50	62,50	45,00	45,0
‘Para o ar’.			2,50	10,0
‘Para o solo’.	2,50	15,00	12,50	10,0
‘Transformada em vapor’.		20,00	27,50	30,0
‘Absorvida pelo Sol’.				2,5
‘Solo e nuvens’.			5,00	
‘Desaparece’.			7,50	
‘Para o céu’.	5,00	2,50		
‘Não sabe’.				2,5

Gráfico n.º 2. Porcentagem de respostas de alunos indicativas da crença de que a água que abandona a roupa vai para as nuvens.

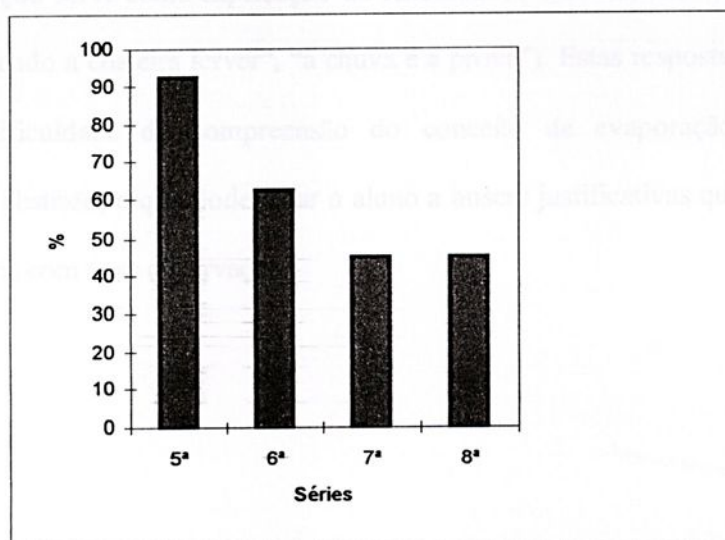
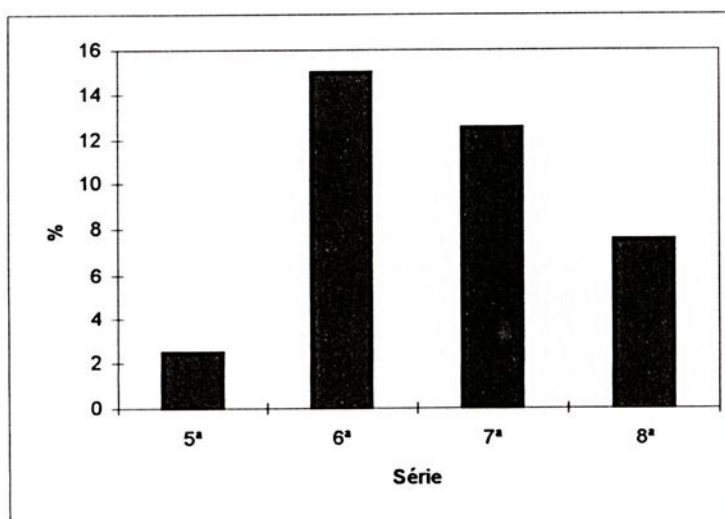


Gráfico n.º 3 Porcentagem de respostas de alunos indicativas da crença de que a água que abandona a roupa vai para o solo.



Quanto às respostas dos sujeitos da pesquisa à questão n.º

4 (**Como você mostra que é assim?**), ou seja, que a água vai para as nuvens ou para o solo, as justificativas apresentadas pelos alunos, sugerem que a **constatação** serve como **explicação** do fenômeno: (“o cozimento dos alimentos”, “vendo a chaleira ferver”, “a chuva é a prova”). Estas respostas mostram a dificuldade de compreensão do conceito de evaporação, extremamente abstrato, o que pode levar o aluno a buscar justificativas que sejam plausíveis com suas observações.

Quadro 4:

Respostas dos alunos da 5ª série (n=40) à questão 4 “Como você prova que é assim?”

RESPOSTAS	%
‘Existência das nuvens’.	22,5
‘Vendo o ciclo da água’.	17,5
‘Através de experiências’.	15,0
‘Por causa do filme sobre evaporação’.	7,5
‘Porque a roupa molhada fica seca’.	5,0
‘A água que cai na terra evapora-se’.	5,0
‘O cozimento dos alimentos’.	2,5
‘A respiração e transpiração’.	2,5
‘Porque estudei’.	2,5
‘Sempre vejo o vento nas roupas’.	2,5
‘O Sol chupa a água’.	2,5
‘O calor do Sol é muito forte e a água é evaporada’.	2,5
‘Vendo a chaleira ferver’.	2,5
‘As águas das chuvas são as mesmas que foram evaporadas das roupas’.	2,5
‘Está nos livros’.	2,5
‘O professor ensinou assim’.	2,5
‘A água evaporada forma as nuvens que são balançadas pelos ventos’.	2,5

Quadro 5:

Respostas dos alunos da 6ª série (n=40) à questão 4 “Como você prova que é assim?”

RESPOSTAS	%
‘Porque a roupa seca’.	25,0
‘Experiência da panela tampada com água fervendo’.	15,0
‘Pela formação das nuvens’.	15,0
‘Porque eu vi a evaporação’.	12,5
‘Porque eu já estudei esta matéria’.	12,5
‘Comparou com a evaporação dos oceanos’.	12,5
‘Não explicaram’.	2,5
‘Associou com o arco-íris’.	2,5
‘A água vai para a terra’.	2,5

Quadro 6:

Respostas dos alunos da 7ª série (n=40) à questão 4 “Como você prova que é assim?”

RESPOSTAS	%
‘Colocando a roupa molhada no varal’.	35,0
‘A chuva é a prova’.	17,5
‘Não souberam responder’.	17,5
‘Aprenderam nas aulas de Ciências’.	7,5
‘Observando a água evaporar’.	5,0
‘A evaporação da água de um copo’.	2,5
‘Consegue ver a água evaporando’.	2,5
‘Jogando água no chão’.	5,0
‘Porque o Sol aquece a roupa’.	2,5
‘A água desaparece’.	2,5
‘Experiência da panela tampada com água fervendo’.	2,5

Quadro 7:

Respostas dos alunos da 8ª série (n= 40) à questão 4: **Como você prova que é assim?**

RESPOSTAS	%
‘Observando a roupa secar’.	30,0
‘A chuva é a prova’.	22,5
‘Não sabem’.	17,5
‘Ouvir falar que é assim’.	12,5
‘A evaporação é a explicação’.	7,5
‘Já viu a água ir para o chão’.	5,0
‘Já estudou’.	2,5
‘Não comprovam’.	2,5

Para a questão 5, relativa ao fenômeno da evaporação utilizando um contexto de observação diferente, ou seja, um prato com água deixado fora de casa por alguns dias, o resultado foi um grande número de respostas diferentes com justificativas também diferentes na questão, mostrando que não há consenso em torno do assunto: “ela fica muito lá fora”, “porque o vento a suga” ou “porque é água”. A maioria dos alunos associa o calor do Sol à evaporação, resultado semelhante ao obtido com a situação ‘roupa molhada estendida no varal’.

Quadro 8:

Respostas dos alunos da 5ª série (n=40) à questão 5 “Se você deixar um prato com água durante dias lá fora, o que acontece?”

RESPOSTAS	JUSTIFICATIVAS	%
‘[a água] Evapora’.	‘Porque o calor do Sol faz evaporar’.	47,5
‘[a água] Evapora’.	‘Porque o Sol bate no prato’.	15,0
‘[a água] Evapora’.	‘Por causa do calor’.	5,0
‘[a água] Evapora’.	‘Porque é água’.	5,0
‘[a água] Evapora’.	‘Porque o Sol chupa a água’.	5,0
‘[a água] Evapora’.	‘Devido ao calor do solo’.	5,0
‘[a água] Evapora’.	‘Porque ela fica muito lá fora’.	2,5
‘[a água] Evapora’.	‘Por causa do ciclo da água’.	2,5
‘[a água] Evapora’.	‘Porque o vento a suga’.	2,5
‘[a água] Evapora’.	‘Devido aos raios solares e ao vento’.	2,5
‘[a água] Evapora’.	‘Para formar nuvens’.	2,5
‘[a água] Seca’.	‘Porque evapora’.	2,5
‘[a água] Sobe para o céu’.	‘Porque ela estava parada’.	2,5

Quadro 9:

Respostas dos alunos da 6ª série (n=40) à questão 5: **Se você deixar um prato com água durante dias lá fora, o que acontece?**

RESPOSTAS	JUSTIFICATIVAS	%
'[a água] Evapora'.	'Devido ao sol'.	52,5
'[a água] Evapora'.	'Processo de evaporação'.	10,0
'[a água] Evapora'.	Sem justificativa .	7,5
'Mosquito senta'.	'Para deixar os ovos lá'.	5,0
'[a água] Evapora'.	'Vai para as nuvens'.	5,0
'[a água] Fica suja'.	'Porque cai sujeira'.	5,0
'[a água] Fica velha'.	'Sem justificativa'.	2,5
'[a água] Absorve'.	'Porque a terra seca'.	2,5
'[a água] Fica no prato'.	'Porque o calor do Sol é muito forte'.	2,5
'[a água] Seca'.	'Devido à luz do Sol'.	2,5
'[a água] Evapora'.	'Porque o Sol suga a água'.	2,5
'[a água] O cachorro bebe'.	'A sede é muito triste'.	2,5

Quadro 10:

Respostas dos alunos da 7ª série (n=40) à questão 5 “Se você deixar um prato com água durante dias lá fora, o que acontece?”

RESPOSTAS	JUSTIFICATIVAS	%
‘[a água] Evapora’.	‘Devido ao calor do Sol’.	35,0
‘[a água] Evapora’.	‘Devido ao calor’.	15,0
‘[a água] Evapora’.	‘Porque o Sol seca a água’.	10,0
‘[a água] Evapora’.	‘Sem justificativa’.	5,0
‘[a água] Evapora’.	‘Porque o sol é forte e puxa as águas’.	2,5
‘[a água] Evapora’.	‘Porque o mormaço evapora a água’.	2,5
‘[a água] Evapora’.	‘Por causa dos raios do Sol’.	2,5
‘[a água] Evapora’.	‘Porque vira vapor’.	2,5
‘[a água] Evapora’.	‘Para gerar nova água’.	2,5
‘[a água] Desaparece’.	‘Por causa da iluminação do sol’.	2,5
‘[a água] Desaparece’.	‘Eu acho que é assim mesmo’.	2,5
‘[a água] Some devagar’.	‘O Sol faz o mormaço sugar ela’.	2,5
‘[a água] Some’.	‘Porque o ar puxou a água’.	5,0
‘[a água] Some’.	‘Porque evaporou’.	5,0
‘[a água] Esquenta’.	‘Porque o Sol vai esquentar’.	2,5
‘[a água] Amarela’.	‘Porque cai sujeira’.	2,5

Quadro 11:

Respostas dos alunos da 8ª série (n=40) à questão 5 “Se você deixar um prato com água durante dias lá fora, o que acontece?”

RESPOSTAS	JUSTIFICATIVAS	%
‘[a água] Evapora’.	‘Porque o calor faz evaporar’.	57,5
‘[a água] Evapora’.	‘Por causa do ar’.	5,0
‘[a água] Evapora’.	‘Porque está quente’.	5,0
‘[a água] Evapora’.	‘Sem justificativa’.	2,5
‘[a água] Evapora’.	‘Fenômeno da evaporação’.	2,5
‘[a água] Some’.	‘Porque o cachorro bebe’.	15,0
‘[a água] Some’.	‘Porque evapora’.	2,5
‘[a água] Some’.	‘Sugada pelo Sol’.	2,5
‘[a água] Joga fora’.	‘Devido à dengue’.	2,5
‘[a água] Fica quente’.	‘O Sol esquentar a água’.	2,5
‘[a água] Enche de terra’.	‘Porque está exposta ao tempo’.	2,5

Os resultados acima, referentes à situação ‘água no prato’, se comparados com as respostas referentes à ‘roupa molhada estendida no varal’, mostram que a evaporação é considerada por muitos dos alunos como sendo um fenômeno relacionado com o Sol, o que implica dizer que não formaram o conceito de evaporação de acordo com a lógica científica. Os estudantes explicam a evaporação restringindo-a a uma relação entre dois fatores observados, a secagem da roupa e a presença de sol. Ou seja, os

estudantes não analisam a relação por meio de um processo de interação e transformação de estados físicos da matéria. Conseqüentemente, são incapazes de extrapolar a noção que possuem de evaporação para outros fenômenos, tal como o da “transformação de um lamaçal em terra dura e ressequida por recurso à evaporação” (Sá, 1994, p. 63).

Esta afirmação é corroborada pelos resultados obtidos na questão nº 6 (**O que acontece com a água que cai no chão? Ela desaparece? Por quê?**) uma vez que os alunos reafirmam a relação entre o não desaparecimento da água que cai no solo e a ausência de luz ou de sol no caso da mesma formar um lençol subterrâneo.



Quadro 12:

Respostas dos alunos da 5ª série (n=40) à questão 6 “O que acontece com a água que cai no chão? Ela desaparece? Por quê?”

RESPOSTAS	DESAPARECE?	Por quê?
‘[a água] Vai para a terra’.	‘Não’.	‘Forma lençol d’água’.
‘[a água] Vai para a terra’.	‘Não’.	‘Faz o ciclo da água’.
‘[a água] Vai para o solo’.	‘Sim’.	‘Evapora’.
‘[a água] Vai para o solo’.	‘Sim’.	‘Absorvida pelas raízes’.
‘[a água] Forma o estado gasoso’.	‘Sim’.	‘Evapora’.
‘[a água] Forma lençol’.	‘Não’.	‘No lençol não tem luz, não evapora’.
‘[a água] Forma lençol’.	‘Não’.	‘Continua no solo’.
‘[a água] Forma lençol’.	‘Sim’.	‘Entra no solo’.
‘[a água] Forma lençol’.	‘Não’.	‘Porque existe mais água que terra’.
‘[a água] Forma rios e lençóis’.	‘Sim’.	‘Porque vai para os lençóis’.
‘[a água] Evapora’.	‘Sim’.	‘Devido ao calor’.
‘[a água] Evapora’.	‘Não’.	‘Vai para as nuvens’.
‘[a água] Desaparece’.	‘Sim’.	‘Infiltra no chão’.
‘A terra filtra’.	‘Sim’.	‘Não explicou’.

Quadro 13:

Respostas dos alunos da 6ª série (n=40) à questão 6 “O que acontece com a água que cai no chão? Ela desaparece? Por quê?”

RESPOSTA	DESAPARECE	POR QUE?	%
‘Evapora’.	‘Não’.	‘Forma nuvens’.	12,5
‘[a água] Evapora’.	‘Sim’.	‘Processo de evaporação’.	5,0
‘[a água] Evapora’.	‘Sim’.	‘Evapora’.	5,0
‘[a água] Evapora’.	‘Sim’.	‘A terra chupa’.	2,5
‘[a água] Evapora’.	‘Sim’.	‘O Sol seca a água’.	2,5
‘[a água] Evapora’.	‘Sim’.	‘Fica muito tempo no Sol’.	2,5
‘[a água] Penetra no solo’.	‘Sim’.	‘Forma lençóis’.	10,0
‘[a água] A terra absorve’.	‘Não’.	‘Sem justificativa’.	5,0
‘[a água] Penetra no solo’.	‘Sim’.	‘Evapora’.	5,0
‘[a água] Penetra no solo’.	‘Sim’.	‘O solo penetra a água’.	2,5
‘[a água] Vai para o solo’.	‘Sim’.	‘Some no chão’.	2,5
‘[a água] Entra na terra’.	‘Sim’.	‘A terra a suga’.	2,5
‘[a água] Parece que a terra chupa’.	‘Sim’.	‘O sol seca’.	10,0
‘[a água] Sugada pela terra’.	‘Não’.	‘Não pode desaparecer’.	5,0
‘[a água] O solo adsorve’.	‘Sim’.	‘O solo adsorve’.	2,5
‘Entra na terra ou evapora’.	‘Sim’.	‘Devido ao Sol’.	2,5
‘[a água] Seca’.	‘Sim’.	‘Sem justificativa’.	2,5
‘[a água] Seca’.	‘Sim’.	‘A água evapora’.	2,5
‘[a água] Seca’.	‘Sim’.	‘A terra puxa’.	5,0
‘Na terra é sugada e no cimento escorre’.	‘Sim’.	‘O Sol seca e faz evaporar’.	2,5
‘[a água] É sugada’.	‘Sim’.	‘Evapora’.	2,5
‘[a água] Desce’.	‘Sim’.	‘A terra suga’.	2,5
‘[a água] Desaparece’.	‘Sim’.	‘A terra suga’.	2,5
‘[a água] Forma poça’.	‘Sim’.	‘O Sol é muito quente’.	2,5

Quadro 14:

Respostas dos alunos da 7ª série (n=40) à questão 6 “O que acontece com a água que cai no chão? Ela desaparece? Por quê?”

RESPOSTA	DESAPARECE	POR QUÊ?	%
‘[a água] Evapora’.	‘Sim’.	‘Não conseguimos vê-la’.	17,50
‘[a água] Evapora’.	‘Sim’.	‘Vira chuva’.	5,0
‘[a água] Evapora’.	‘Sim’.	‘Sem justificativa’.	5,0
‘[a água] Evapora’.	‘Não’.	‘Vira nuvem’.	5,0
‘[a água] Evapora’.	-	-	2,5
‘[a água] Evapora’.	‘Não’.	‘Fica a mais de 100 graus’.	2,5
‘[a água] Seca’.	‘Sim’.	‘Por causa do Sol’.	12,5
‘[a água] Seca’.	‘Sim’.	‘Evaporou’.	10,0
‘[a água] Seca’.	‘Sim’.	‘Porque seca’.	2,5
‘[a água] Seca’.	‘Sim’.	‘O ar consome’.	2,5
‘[a água] Seca’.	‘Sim’.	‘A terra chupa’.	2,5
‘A terra seca[a água]’.	‘Sim’.	‘Suga para baixo’.	2,5
‘Parte [da água] penetra no solo e parte evapora’.	‘Sim’.	‘Evapora e vira nuvem’.	7,5
‘A terra puxa [a água]’.	‘Não’.	‘Vira lençol d’água’.	2,5
‘[a água é] Sugada pelo solo’.	‘Sim’.	‘Há reação química’.	2,5
‘[a água] Umedece a terra’.	‘Sim’.	‘Porque a terra suga’.	2,5
‘[a água] Vai para o bueiro’.	‘Sim’.	‘O bueiro some com ela’.	5,0
‘As plantas chupam [a água]’.	‘Sim’.	‘Reação química’.	2,5
‘[a água] Vira chuva’.	‘Não’.	‘Volta para o chão’.	2,5
‘[a água] Some’.	‘Sim’.	‘Não sei’.	2,5
‘Desaparece’.	‘Sim’.	‘Porque seca’.	2,5

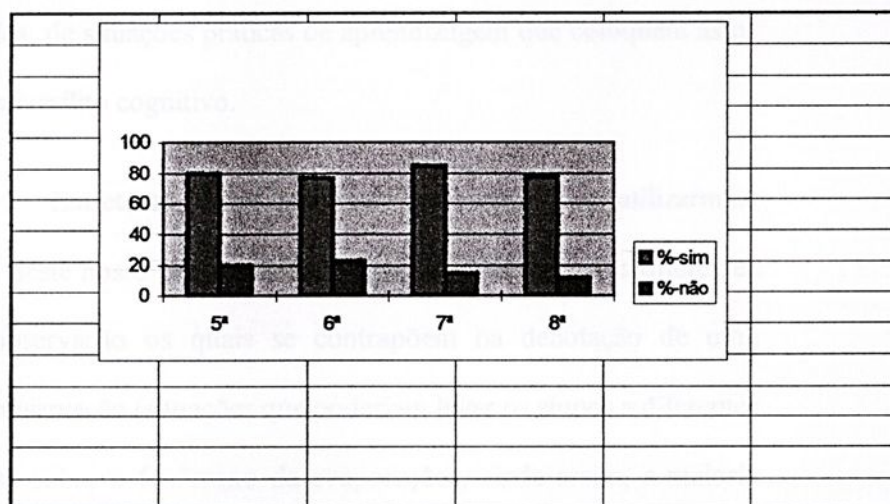
Quadro 15:

Respostas dos alunos da 8ª série (n=40) à questão 6 “O que acontece com a água que cai no chão? Ela desaparece ? Por quê?”

RESPOSTA	DESAPARECE	POR QUÊ?	%
‘[a água] Evapora’.	‘Sim’.	‘Evapora’.	12,5
‘[a água] Evapora’.	‘Sim’.	‘Devido à luz do Sol’.	10,0
‘[a água] Evapora’.	‘Sim’.	‘Devido ao sol a ao vento’.	5,0
‘[a água] Evapora’.	‘Não’.	‘Ocorre a evaporação’.	5,0
‘[a água] Evapora’.	‘Não’.	‘Forma as nuvens’.	2,5
‘[a água] Evapora’.	‘Sim’.	‘Evapora e faz o ciclo’.	2,5
‘[a água] Seca’.	‘Sim’.	‘O calor do Sol faz secar’.	5,0
‘[a água] Seca’.	‘Não’.	‘Depois chove’.	2,5
‘[a água] Seca’.	‘Sim’.	-----	2,5
‘[a água] Sugada pela terra’.	‘Não’.	‘A terra fica úmida’.	2,5
‘[a água] É sugada’.	‘Sim’.	‘O chão suga a água’.	5,0
‘[a água] Infiltra na terra’.	-----	-----	2,5
‘[a água] Penetra na terra’.	‘Não’.	‘Nada desaparece’.	2,5
‘[a água] Penetra no chão’.	‘Sim’.	-----	2,5
‘[a água] Vai para o solo’.	‘Não’.	-----	2,5
‘[a água] Cai no chão’.	‘Sim’.	‘Evapora’.	2,5
‘A terra e o Sol absorvem [a água]’.	‘Não’.	‘Se não houver o processo acaba a água no mundo’.	2,5
‘[a água] Vai para a atmosfera’.	‘Sim’.	‘Vai para a atmosfera’.	5,0
‘[a água] Sua’.	‘Sim’.	‘O chão chupa’.	2,5
‘[a água] Seca’.	‘Sim’.	‘O pano limpa’.	2,5
‘[a água] Desaparece’.	‘Sim’.	‘A terra chupa’.	5,0
‘[a água] Some’.	‘Sim’.	‘Parte o solo suga e parte evapora’.	2,5
‘[a água] É sugada’.	‘Sim’.	‘Evaporou’.	2,5

O gráfico n.º 4, mostrado a seguir, é relativo à % de resposta de alunos das 4 séries do 2.º ciclo do ensino fundamental que acreditam no desaparecimento da água.

Gráfico n.º 4



Este resultado acima, mostrado no gráfico 4, independentemente das justificativas apresentadas pelos sujeitos, pode ser indicativo de ausência da noção de conservação da matéria desses sujeitos das quatro séries do ensino fundamental.

6. DISCUSSÃO

Conforme mostrado na introdução deste estudo, há vasta literatura sobre a questão da aprendizagem por meio da *mudança conceitual*, ou seja, do abandono de concepções alternativas, errôneas, de acordo com a lógica científica, de situações práticas de aprendizagem que coloquem as/os estudantes em conflito cognitivo.

Entretanto, como mostrado neste estudo, ao utilizarmos, no âmbito de este nosso projeto de investigação, dois contextos diferentes de reflexão/observação os quais se contrapõem na denotação de uma realidade de observação (situações que poderiam levar os alunos a diferentes interpretações sobre o fenômeno da evaporação), ainda assim, a maioria deles explicitou uma idéia comum sobre o fenômeno ‘evaporação’, como sendo desaparecimento da água devido à presença do Sol (calor). E embora a maioria deles tenha respondido que a água desaparece devido ao calor do sol, ao serem perguntados, ‘se você deixar um prato com água durante dias lá fora, o que acontece?’, ou “O que acontece com a água que cai no chão?” muitos deles, em todas as séries, mostraram acreditar na permanência da água no prato (a água fica suja, o cachorro bebe, etc, ou então, que a água infiltra na terra” ou a terra suga a água, etc).

Os resultados mostrados no quadro referente à pergunta, “Como você comprova isso? Referentes a respostas sobre a questão da água que cai no chão, mostram que muitos dos estudantes não têm noções de



conservação da matéria uma vez afirmarem que a água some, desaparece, sem dar maiores explicações.

Todos estes resultados são indicativos de dificuldades de aprendizagem da ciência, caracterizadas ou pela manutenção de idéias alternativas, construídas e mantidas em função de experiência prévias, sem, entretanto, a abstração correta do fenômeno, de acordo com a lógica científica.

Esta falta de capacidade de abstração e de conservação da matéria pode ser decorrente de vários fatores, entre eles a idade, da qual também depende o aparecimento dessas noções além da noção de tempo.

Conforme considera Mortimer, (1994), entre outros, os estudos realizados na perspectiva de aprendizagem por mudança conceitual, revelam que as idéias alternativas de crianças e adolescentes são pessoais, fortemente influenciadas pelo contexto do problema e bastante estáveis e resistente à mudança.

Os resultados aqui obtidos são corroborados por esse tipo de afirmação e pelos resultados dos estudos de Russel & Watt (1990), que mostram o seguinte para concepções alternativas sobre o conceito de evaporação:

1. Não há conservação da quantidade de água. A água evaporada simplesmente deixa de existir.



2. Há mudança de localização sem ocorrência de transformação da água, podendo ser agentes de tal mudança: o homem ou animal que terão agido na ausência da criança; o Sol; o calor; o ar em movimento. As nuvens, o Sol e o solo (no caso da roupa secar) são as novas possíveis localizações da água evaporada.

3. Há mudança de localização da água com ocorrência de transformação, podendo a água apresentar-se numa forma visível ou não.

4. A referência de a água estar no ar atmosférico quase nunca é feita.

Por outro lado, neste estudo, a análise dos planos de ensino e de aspectos das práticas pedagógicas dos professores da EE “Dom Bosco” mostra que o tema “Evaporação” não foi ensinado levando-se em conta as dificuldades de aprendizagem dos estudantes apontadas neste estudo. Contrariamente, mostra que os planos de ensino dos professores destes alunos resumem em listas de conteúdos, dentre os quais o da evaporação.

No plano de ensino de ciências elaborado para a 5ª série do ensino fundamental (anexo I), encontramos os seguintes objetivos específicos:

1. definir os estados físicos da água;
2. conhecer a composição da água;
3. compreender como as moléculas se organizam nos três estados físicos.

Entretanto, a análise das respostas dos professores ao questionário



informativo mostra que ensinam independentemente das concepções prévias dos alunos e de aulas práticas.

De acordo com as afirmações dos professores, os planos de ensino são elaborados com base nos livros adotados pela escola e que são fornecidos pelo MEC.

Os resultados obtidos a respeito das práticas de ensino dos professores mostram que o trabalho dos professores de Ciências da EE “Dom Bosco” fundamenta-se na concepção tradicionalista de ensino, tendo em vista os critérios utilizados para a seleção de conteúdos instrucionais e a preponderância de aulas expositivas nos ensinamentos destes mesmos conteúdos.

Esta afirmação assenta-se na nossa análise a respeito das respostas dos professores ao questionário informativo, quando pudemos verificar que:

1) Os professores são bastante preocupados com o uso do livro didático, pois os planos são elaborados de acordo com o conteúdo dos mesmos. Além disso, com a falta de perspectiva social para o aluno em função do que ele aprende na escola, que não acreditam na aplicação prática da aprendizagem recebida.

2) Acreditam que a falta de material de apoio (livros paradidáticos e revistas especializadas), juntamente com o número de alunos por



sala de aula seja o principal entrave para que o trabalho pedagógico seja desenvolvido a contento.

3) Os professores acreditam que a formação dos alunos deve envolver noções que englobem as idéias próprias e ao seu redor, mas não agem no sentido de favorecer esse tipo consideração.

Pelo que expomos e tendo em vista os resultados deste estudo em relação aos conceitos alternativos dos alunos sobre o fenômeno da evaporação e das práticas pedagógicas do professores, podemos afirmar que parte das dificuldades de aprendizagem dos alunos da EE “Dom Bosco” se deve às práticas pedagógicas dos professores decorrentes da sua formação tradicional, assentada num paradigma lógico-positivista, pouco voltado para a aprendizagem significativa, por mudança conceitual.

Os resultados aqui mostrados nos levam a inferir que os modelos de ensino dos professores não são os mais adequados e podem explicar o porquê da manutenção das concepções alternativas entre os estudantes do 2.º ciclo do ensino fundamental, conforme mostram os resultados obtidos.

Talvez possamos creditar tais resultados à diferença entre o que se propala oficialmente e o cotidiano escolar. Se o professor não se profissionaliza em serviço como pode adquirir competências diferentes para ensinar? Como poderá o professor superar a distância que o separa das teorias que surgem nas universidades e o seu trabalho diário?



As mudanças de idéias sobre os estados físicos da água, tão presentes em nosso dia-a-dia, estudadas de modo formal e sistemático nas séries iniciais de escolarização, representam formação e aquisição de conceitos. E, conforme coloca Vygotsky, (1991, p.103), ao se pretender ensinar, uma questão fundamental aí se coloca: o que acontece na mente da criança com os conceitos científicos que lhe são ensinados na escola? Qual é a relação entre a assimilação da informação e o desenvolvimento interno de um conceito científico na consciência da criança?"

A mudança de estado físico, embora seja um fenômeno natural que ocorre no dia-a-dia, não é um fenômeno facilmente observável no cotidiano e em razão disso a interpretação desse fenômeno natural é muito pessoal. Reside aí a importância de se investigar as idéias dos alunos conforme nos lembram Ausubel et al. (1980), p.72:

Os seres humanos interpretam a experiência perceptual em termos de conceitos próprios de suas estruturas cognitivas e os conceitos constituem a matéria prima tanto para a aprendizagem receptiva significativa como para a generalização das proposições significativas para solução de problemas.

Para os autores acima citados, a estrutura cognitiva e o conteúdo deverão ter a máxima atenção do professor. Trabalhando com os dois, o professor ao fazer a "análise conceitual dos conteúdos, na tentativa de identificar os conceitos, idéias, procedimentos básicos e concentrar neles o esforço instrucional" deve buscar um relacionamento entre a "estrutura

cognitiva do aprendiz” com os aspectos relevantes do conteúdo da matéria, tendo o cuidado de “não sobrecarregar o aluno de informações desnecessárias, dificultando a organização cognitiva” (Moreira, 1999, p.36)

Por outras palavras:

As possibilidades de construir um novo significado, de assimilar um novo conteúdo, em suma, a possibilidade de aprender passa necessariamente pela possibilidade de entrar em contato com o novo conhecimento. (Miras, 1999, p. 60)

Esta questão se mostra explícita nos resultados deste estudo.

Embora a maioria dos alunos tenha respondido que a água da roupa no varal seca, evapora, explicam de forma bastante variada. Suas respostas denotam a construção do conhecimento por meio da constatação.

Neste sentido, César Coll (1990) citado por Miras (1999, p. 61), colocou:

Quando o aluno enfrenta um novo conteúdo a ser aprendido, sempre o faz armado com uma série de conceitos, concepções, representações e conhecimentos adquiridos no decorrer de suas experiências anteriores, que utiliza como instrumentos de leitura e interpretação e que determinam em boa parte as informações que selecionará, como as organizará e que tipo de relações estabelecerá entre elas.



Assim, é o enfrentamento pelo aluno do novo conceito que o faz buscar nos registros de sua memória a correlação necessária para que o novo conteúdo que agora se apresenta se torne plausível. Isto, porém, se dá com a atuação do professor que terá uma ação mediadora ou apenas transmissora do fato novo. A ação mediadora do professor depende, no entanto, do recurso didático utilizado na sala de aula. Entretanto, o uso de recursos cognitivos (p. ex. concepções prévias dos alunos) depende da formação do professor para que possa envolver os alunos em situação de aprendizagem significativa.

O modo de ensinar tradicional dos professores investigados, no entanto, denotativo de visão lógico-positivista, aparece refletido nos seus modos de ensinar e nos modos do aluno de estudar pouco consciente da prática de construção de conhecimento, ou seja, por compreensão.

Práticas de ensino centradas em exposição oral de conteúdos dificilmente permitirão ao aluno construir e diferenciar conceitos tais como 'evaporação', 'vaporização' e 'ebulição'.

Ao não privilegiarem as experiências práticas no ensino da Ciências, os professores perdem oportunidades valiosíssimas de adequarem conteúdos livrescos à vivência diária do aluno procedimentos estes que facilitariam, em muito, o aprendizado.

Em conversas informais com os professores pudemos

constatar que existe um temor exagerado dos mesmos quando se trata de realizar experimentos com seus alunos. Alegam, inicialmente, a falta de local adequado. Como dificuldade complementar, a não existência de material de apoio (de laboratório).

No entanto, por trás de tais alegações pode se esconder o mal maior: a formação do professor como atesta a pesquisa coordenada pelo professor de prática de ensino e didática da matemática com 124 alunos do curso de habilitação em magistério da Unesp, Nelson Antonio Pirola, na revista Educação (2001, p.38).

Essa pesquisa apontou uma série de erros de formação como motivo para a dificuldade dos educadores em ensinar matemática, mas que pode perfeitamente ser transportada para outras disciplinas.

A literatura é vasta em sugestões de trabalho pedagógico aos professores e, nos Parâmetros Curriculares Nacionais (1997, p.39), que estabelecem objetivos gerais para o ensino de Ciências Naturais no ensino fundamental, destacamos algumas:

- formular questões, diagnosticar e propor soluções para problemas reais a partir de elementos das Ciências Naturais, colocando em prática conceitos, procedimentos e atitudes desenvolvidos no aprendizado escolar;
- saber utilizar conceitos científicos básicos, associados a energia, matéria, transformação, espaço, tempo, sistema, equilíbrio e vida;

•saber combinar leituras, observações, experimentações, registros, etc., para coleta, organização, comunicação e discussão de fatos e informações.

Ensinar para que o aluno aprenda implica, portanto, envolver o aluno em situação de reflexão, colocando em causa conceitos errôneos. Reside aí a importância do diagnóstico das concepções dos alunos na organização do ambiente de aprendizagem, como estratégia de ensino.

Tendo em vista os resultados deste estudo, as concepções dos estudantes do ensino fundamental e as práticas de ensino dos professores da EE “Dom Bosco” podemos afirmar, portanto, que o ambiente de ensino-aprendizagem nessa escola não oferece muitas oportunidades para interação, para testagem de hipóteses pelo aprendiz, enfim, para a construção do conhecimento. Além disso, que a mudança dessa realidade de ensino-aprendizagem exigirá envolver os professores em cursos de formação continuada, visando favorecer-lhes o levantamento minucioso, feito em sala de aula, das concepções alternativas dos alunos, encarado como sendo um auxiliar valioso tanto para a estruturação dos planos escolares quanto instrumento de auto avaliação para o próprio professor, para que o mesmo possa ter a concepção alternativa como uma auxiliar e não como um obstáculo, conforme nos lembra Ausubel (1968) ao afirmar:

Se eu tivesse que reduzir toda a psicologia da educação a um único princípio, eu formularia este: de todos os fatores que influenciam a aprendizagem, o mais importante consiste no que o aluno já sabe. Investigue-se

isso e ensine-se ao aluno de uma forma conseqüente pois “um conceito é mais do que a soma de certas conexões associativas formadas pela memória, é mais do que um simples ato mental: é um ato real e complexo de pensamento que não pode ser ensinado por meio de treinamento, só podendo ser realizado quando o próprio desenvolvimento mental da criança já tiver atingido o nível necessário.

Ao levarem em conta os conhecimentos prévios dos alunos (espontâneos), os professores poderão verificar que o conhecimento científico tem a lógica da Ciência, a qual é diferente da lógica do sujeito, pois a Ciência particulariza os fatos e os fenômenos que importa ao aluno compreender.

É neste ponto da vida escolar que os conceitos científicos podem ou não ser incorporados na estrutura cognitiva do aprendiz.

O conhecimento científico é extremamente minucioso, detalhado e nas escolas, é apresentado ao aluno como um saber quantificável, isto é, quantidade em lugar de qualidade como função única de cumprimento de programação o que dificulta sobremaneira o entendimento do mesmo, tal que a absorção dos “saberes já constituídos” (Santos, 1998, p.16), torna-se verdadeiramente inalcançável para o estudante mediano.

A criança, no seu dia-a-dia, convive com fenômenos físicos e químicos para os quais as explicações dadas pelo seu meio

satisfazem plenamente as dúvidas que porventura surjam. Mas, na escola, ao ser confrontada com fenômenos semelhantes, através do professor, tendem a aceitar as explicações do mesmo, o que pode levá-la a criar os conceitos apenas para poderem ser aprovadas.

A ciência tem a sua lógica própria, aceita pela maioria. Romper com essa lógica significa quebrar laços muito fortes e o aluno é submetido constantemente a esse jogo quase desumano.

É que, enquanto no senso comum e, portanto no conhecimento prático em que ele se traduz, a causa e a intenção convivem sem problemas, na ciência a determinação da causa formal obtém-se com a expulsão da intenção. (Santos, 1998, p.16)

A escola, em si, tem rejeitado o senso comum, o saber do cotidiano: “a ciência moderna construiu-se contra o senso comum que considerou superficial, ilusório e falso” (Santos, 1998, p. 55).

Se os lados são antagônicos, (senso comum versus conhecimento científico) deve-se tentar uma “ponte” que diminua a distância entre ambos e à Escola, cabe, através de seus professores, diminuí-la.

Os campos do conhecimento científico - Astronomia, Biologia, Física, Geociências e Química – têm por referência as teorias vigentes, que se apresentam como conjunto de proposições e metodologias altamente estruturados e formalizados, muito distantes, portanto,



do aluno em formação. Não se pode pretender que a estrutura das teorias científicas, em sua complexidade, seja a mesma que organiza o ensino e a aprendizagem das Ciências Naturais no ensino fundamental. (PCN, V.4, 1997, p.31)

O ensino fundamental, por ser a base estrutural da formação intelectual da criança escolarizada, deve ser organizado de maneira coerente e clara, sem subterfúgios teóricos, fazendo com que o aprendizado ocorra naturalmente.

O aprendizado construído pelo próprio aluno (relativo a determinado conteúdo) deverá ser a tônica da sala de aula. Ao fazer esta construção, o educando estará desenvolvendo competências para resolver problemas futuros relacionados aos conteúdos anteriores.

O Movimento das Concepções Alternativas (MCA) - mergulhado na epistemologia e psicologia - tem revitalizado essas suas raízes, dando poderosa contribuição para que a Didática das Ciências torne-se parceira contribuinte de outras disciplinas e não continue sendo receptora de mensagens das mesmas.

Além disto, esse movimento tem ganhado espaço no desenvolvimento curricular da formação de professores e nas experiências específicas de aprendizagem. Tudo isso fica bem claro na importância que se tem dado aos resultados sobre concepções alternativas em cursos, seminários e congressos, conforme considera Hashweh (1986) ao afirmar:



Um grupo de pesquisa em franco crescimento revela que os alunos vão para as aulas de Ciências com noções específicas sobre o conteúdo de ensino. Estas noções, expectativas ou sistemas descritivos e explicativos, em muitos casos, contrastam com as concepções científicas que os alunos devem aprender. Fica cada vez mais claro que as concepções prévias dos alunos podem impedir, em certos casos, a aquisição de concepções científicas.

Os resultados das investigações do MCA - que acontecem no contexto da sala de aula e não em situações ambulatoriais - contribuem enormemente para a tão necessária interação das práticas docentes/práticas de investigação.

Um outro aspecto a ser considerado é o currículo de ciências, a organização temporal dos conteúdos.

No caso do assunto **evaporação**, tem sido tratado no início do 2.º ciclo do ensino fundamental; posteriormente, o aluno tornará a estudá-lo apenas no final deste ciclo, ao estudar a Física. Neste intervalo de tempo em nenhum momento o assunto é retomado e o conceito científico a ele colocado pelo professor fica latente, à espera de confirmação ou refutação.

...a organização geral do ensino dos alunos ou o planejamento concreto da sequência didática na qual é abordada a aprendizagem dos novos conteúdos podem chegar a ser um impedimento para que os alunos percebam que é preciso mobilizar seus conhecimentos prévios. Nesse sentido, a falta de relação entre as áreas,

uma seqüenciação incorreta entre ciclos ou níveis ou uma excessiva fragmentação das atividades (...), podem fazer com que a tarefa de detectar quais conhecimentos prévios são importantes para entrar em contato com os novos conteúdos seja difícil ou sumamente custosa para os alunos". (Miras, 1999, p.70)

Na atual divisão de assuntos pelo currículo há um período muito longo onde os assuntos (estanques), são tratados de modo sistemáticos e isolados, sem nenhuma relação de continuidade e baseiam-se nas observações empíricas dos estudantes e exposições orais dos professores. O conceito fica como que à espera de uma "solidificação", que acaba não acontecendo.

5. 1 Comentários finais

A prática pedagógica dos professores pode ser observada nas respostas dadas ao questionário a eles aplicados. A extrema preocupação do professor no trabalho diário que, juntamente com o relacionamento afetivo, fica patente nas respostas às questões apresentadas.

O desconhecimento das concepções dos alunos por parte dos professores é motivo de preocupação se considerarmos a mudança conceitual como linha de trabalho, o que pode ser devido à formação inicial e continuada do professor, que sendo pouco reflexiva e assentada numa visão de aprendizagem como sendo de *acúmulo* de conhecimentos e não de

transformação de conhecimentos, pouco favorece o ensino à luz de pressupostos de aprendizagem da ciência pro mudança conceitual.

Os estudos que surgiram na literatura especializada, a partir da década de 70, com relação às idéias dos estudantes relacionadas aos conceitos científicos ensinados nas escolas e que se contrapõem fortemente aos resultados deste estudo nos levam a acreditar que ainda há muito por fazer. A contribuição da Psicologia é das mais importantes e deve ser buscada a todo momento pois é ela quem dá o suporte para as ações dentro de uma sala de aula, embora em determinados momentos históricos sua influência no ensino tenha ultrapassado limites aceitáveis.

Aos professores e administradores escolares, responsáveis maiores pela ação pedagógica, cabe a constante atualização, uma vez que é por suas mãos que passarão os alunos que serão moldados de acordo com as características momentâneas do ensino. A interação do professor com os alunos deve ser perseguida em todos os instantes dessa ação recíproca.

Aos diretores cabe uma parcela de responsabilidade pelos caminhos trilhados pelas escolas e pelo ensino atual, onde o assumir atos e atitudes podem e devem reduzir sensivelmente os castigos e punições impostas aos alunos, desfazendo parte das mazelas do ensino público e do autoritarismo, tão presentes em nossas escolas.

O engajamento real de todos, diretores, professores, pais e alunos, deverá ser a tônica de qualquer escola que queira mudar. As

mudanças deverão ocorrer num espaço de tempo não muito longo para que os ideais iniciais não sejam perdidos ou esquecidos, sobretudo em momento de crise como a atual pela qual passa a escola pública brasileira.

É necessária uma ação conjunta de toda a sociedade organizada para mudar tal situação.

Sobre o trabalho dos professores da EE “Dom Bosco”, finalmente nos cabe afirmar que ainda é questão das mais graves e delicadas nas nossas escolas. O conservadorismo no modo de atuar nas salas de aulas (onde a aula expositiva ainda reina absoluta) é um entrave que deve ser trabalhado intensamente pelas próprias escolas, buscando, elas mesmas, as soluções que se fazem necessárias para as mudanças que as tornem verdadeiros locais de aprendizagem, tanto de conteúdo como de cidadania.

As dificuldades que os professores enfrentam nas salas de aulas são inúmeras: o número excessivo de alunos; a extrema burocracia administrativa; o despreparo de quem dirige as escolas; falta de apoio das Secretarias de Educação quanto à capacitação dos professores em serviço; a falta de material de apoio para as aulas. Todas elas devem ser consideradas e trabalhadas para serem amenizadas ou eliminadas.

Quanto a questão da aprendizagem por mudança conceitual no campo do ensino de Ciências, conforme mostram os resultados do nosso trabalho, parece-nos que ainda está longe de ocorrer na escola “Dom Bosco”. O domínio do senso comum presente no dia-a-dia do

aluno e do professor continua sendo um obstáculo que requer mudanças urgentes na postura do trabalho docente. As concepções do senso comum, juntamente com a aprendizagem significativa, investigadas de modo intenso há mais de vinte anos em outros países (Estados Unidos, Portugal, Austrália, África do Sul), somente de alguns anos para cá começaram a receber mais atenção dos educadores nacionais.

Pensadores como Ausubel e Piaget, considerados os pioneiros nesta linha de pesquisa, deixaram todo o arcabouço teórico para o desenvolvimento da mesma cabendo, agora, aos pesquisadores atuais, compete desenvolverem e aperfeiçoarem tais pensamentos, fazendo com que os pontos falhos possam ser eliminados ou corrigidos.

A aprendizagem por mudança conceitual, verdadeiro nó do ensino, tem as suas bases teóricas bem estabelecidas, mas não é do conhecimento da maioria dos educadores pois estes “continuam tentando ensinar conceitos”, conduzindo o aluno a um comportamento não adequado em termos de aprendizagem. O decorar textos ou questionários, prática normal em nossas escolas, deverá entretanto ser substituído por ações de ensinar competências ou adotar o ensino por pesquisa, como sugerem Cachapuz et al. (2000).



6. BIBLIOGRAFIA

ALMEIDA, M. J. P.; SILVA, C. H. . Noções auxiliares na compreensão do fazer pedagógico. In: *Educação e Sociedade*. V. 47, p. 97-105, 1994.

AUSUBEL, D.; NOVAK, J. & HANESIAN, M. *Psicologia Educacional*. São Paulo, Editora Interamericana, 1980.

BARRA, E. S. O. Modelos de mudança científica: subsídios para as analogias entre História da Ciência e Ensino de Ciências. *Cad. Cat. Ens. Fís.*, v.10, n. 2: p.118-127, ago. 1993.

BROOKS, J. G.; BROOKS, M. G. *Construtivismo em sala de aula*. Porto Alegre, Artes Médicas, 1997.

CACHAPUZ, A. F. O ensino das Ciências para a Excelência da Aprendizagem. In: Carvalho (org.), *Novas metodologias em Educação*. Porto, Porto Editora, 1995.

CACHAPUZ, A. F.; PRAIA, J. F.; JORGE, M. P. Perspectivas de ensino das Ciências. In: Cachapuz (org, 2000) *CEEC*. Porto

CACHAPUZ, A. F.; PRAIA, J. F.; JORGE, M. P. Reflexão em torno de perspectivas do ensino das ciências: contributos para uma nova orientação curricular- ensino por pesquisa. *Revista de Educação*, vol. IX, n.º 1, 2000, Dep. de Educ. da U. L.

CACHAPUZ, A.; PRAIA, J.; PAIXÃO, F.; MARTINS, I. Uma visão sobre o ensino de Ciências no pós-mudança conceitual: contributos para a formação de professores. *Instituto de Inovação Educacional*, V. 13, n.º 43, p.117-137. 1994.

CAMPOS, C. & CACHAPUZ, A. Imagens de ciência em manuais de química portugueses. In: *Química Nova na Escola*, n.6: p. 23-29, 1997.



CARRETERO, Mario. *Construtivismo e Educação*. Porto Alegre, Artes Médicas, 1997.

CARVALHO, A. M. P.; CASTRO, R. S.; LABURU, C. E.; MORTIMER, E. F. Pressupostos epistemológicos para a pesquisa em ensino de Ciências. In: *Cad. Pesquisa*, São Paulo, n. 82, p. 85-89, ago. 1992.

CENP. Coletânea de textos de psicologia. Psicologia da educação. São Paulo, SE/CENP, V.1, 1997.

COLL, C.; MARTÍN, E.; MAURI, T.; MIRAS, M.; ONRUBIA, J.; SOLÉ, I.; ZABALA, A. *O construtivismo na sala de aula*. São Paulo, Ática, 1999.

DANDURAND, P. & OLLIVIER, É. Centralidade dos saberes e educação: em direção a novas problemáticas. In: *Revista Educação e Sociedade*, 46/93.

ESTEVE, J.M. Mudanças sociais e função docente. In: Profissão Professor (Antônio Nóvoa - org.). *Coleção Ciências da Educação*. Porto: Porto Editora, 1995

FITAS, A. *Popper, Khun e Lakatos*: Três formas diferentes de entender a ciência. In: *Em Estudo*: 69-77, 1977.

FONTES, M. ^a & SILVA, M. H. O movimento das concepções alternativas e o sucesso dos alunos em ciências. In: *Série Didáctica. Ciências Aplicadas*, n. 98, Vila Real, 1997.

GILBERT, K. J. & WATTS, D. M. Concepts, Minsconceptions and Alternative Conceptions: Changing Perspectives in Science Education. In : *Studies in Science Education*, 10: 61-98, 1983.

GIL-PEREZ, D. Que hemos de saber y saber hacer los profesores de Ciencias? *Enseñanza de las Ciencias*, 9(1), 69-77, 1991.

GIL-PÉREZ, D. & CARVALHO, ANNA M. Pessoa. *Formação de*

professores de Ciências. São Paulo. Cortez Editora, 1995.

HASHWEH, M. Z. Toward an explanation of conceptual change. *European Journal of Science Ed.*, 8, p. 229-249, 1987.

HEWSON, M. G. & HEWSON, P. W. Effects of Instruction Using Student's Prior Knowledge and conceptual Change Strategies on Science Learning. In : *Journal of research in Science Teaching*. v. 20, n.º 8, pp. 731-743, 1983.

HODSON D. & HODSON J. From constructivism to social constructivism: a vigotskian perspective on teaching and learning science. In: *School Science Review*, June 1998, 79(289) p. 33-41.

KLAUSMEIER, H. J. *Manual de Psicologia Educacional*. São Paulo: Harbra, 1977.

KRASILCHIK, M. (Menezes, L.C.-org.). *Formação continuada de professores de Ciências no âmbito ibero-americano*. São Paulo. Editora Autores Associados. 1996.

KUHN, T. *A estrutura das revoluções científicas*. São Paulo: Editora Perspectiva S.A. , 1997 (primeira edição, 1962).

LIBÂNEO, J.C. *Democratização da escola pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos*, São Paulo: Edições Loyola, 1985.

LIMA, E. C. de A. Souza. A Noção de Construção de Conhecimento e a Didática. In: *Idéias*. V. 11. pp.109-114, 1991.

LUCKESI, C. Carlos. Subsídios para a organização do trabalho docente. In: *Idéias*. Vol. 11. pp. 88-103, 1991 .

MOREIRA, M. A.; MASINI, E. F. S. *Aprendizagem significativa. A teoria de David Ausubel*. São Paulo: Editora Moraes Ltda, 1982.

MOREIRA, M. A.; CABALERO, C.; RODRIGUES, M. L.. *Encuentro Internacional sobre el aprendizaje significativo. Universidade de Burgos. Espanha, 1997.*

MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem.* São Paulo: E.P.U., 1999.

MORTIMER, E. Construtivismo, mudança conceitual e ensino de Ciências: para onde vamos? In: *Anais da ANPED.* Caxambu: outubro de 1994.

NÓVOA, Antonio (org.). Profissão professor. In: *Coleção Ciências da Educação.* Porto Editora, Lisboa: 1995.

NÓVOA, A. (Volpato, R.-org.). Relação escola-sociedade: novas propostas para um velho problema. *Formação de professores.* São Paulo, Unesp Editora: 1997.

MEC/SEF.PCN. V. 4. Brasília, DF, 1997.

PIROLA, N.A., Conta errada. In: *Educação.* Ano 28. N.242. junho de 2001.

POSNER, G. J.; K. A. S.; HEWSON, P. W. e GERTZOG, W. A. Accommodation of a Scientific Conception: Toward a Theory of Conceptual Change. *Science Education* 66(2); 211-227, 1982.

PROJETO MUTARE. *Ensino das ciências e formação de professores.* V.1-2-3. Coordenação de Francisco Cachapuz. Univ. de Aveiro, 1992.

RONCA, A. C. C. *O modelo de ensino de Davi Ausubel.* Psicologia e Ensino. São Paulo: Papervivos. 59-83.1980.

SÁ, J. & CARVALHO, G. S. *Ensino experimental das ciências. Definir uma estratégia para o 1º Ciclo.* Braga: Editora Correio do Minho/SM, 1997.

SANTOS, Maria Eduarda Vaz Moniz. *Mudança conceptual na sala de aula.*



Lisboa: Livros Horizonte, 1998.

SEVERINO, J. A. A escola de 1º Grau: organização e funcionamento. In: *IDÉIAS*, 1991.

SILVA, C.; SASSON, S.; SANCHES, P. S. B. *Ciências: entendendo a natureza*. 5ª série. São Paulo: Saraiva Editora. 1999.

SKINNER, B. F. *Ciência e comportamento humano*. São Paulo: p. 198-211, (1953) 1998.

THERRIEN, J. O saber social da prática docente. In: Revista *EDUCAÇÃO E SOCIEDADE*, 46/1993.

TRIVELATO, S. L. F. Ensino de Ciências e o movimento CTS. In: *Caderno de Textos: 3a. Escola de Verão de Prática de Ensino de Física, Química e Biologia*. FEUSP. Serra Negra, SP. 10 a 15 de out. 1994.

VASCONCELLOS, Celso dos S. *Construção do conhecimento em sala de aula*. São Paulo: Libertad. 1993.

VILLANI, A. Reflexões sobre o ensino de Física no Brasil: práticas, conteúdos e pressupostos. In: *Revista de Ensino de Física*. Vol 6 n.º 2. pp.76-95. Dez. 1984.

VILLANI, A & CABRAL, T.C.B. Mudança conceitual, Subjetividade e Psicanálise. *Investigações em Ensino de Ciência*, 2 (1), pp. 43-61, 1997.

VYGOTSKY, L.S. *Pensamento e linguagem*. São Paulo: Martins Fontes, 1991.



ANEXO I

Plano de Ciências- 5ª Série- 1999

I) Tema: água.

Objetivos específicos: o aluno deverá ser capaz de :

1. identificar onde a água está presente na Terra;
2. definir os estados físicos da água;
3. conhecer a composição da água;
4. compreender como as moléculas se organizam nos três estados físicos;
5. classificar as mudanças de estado sofridas pela água;
6. esquematizar o ciclo da água na natureza;
7. explicar os processos de purificação da água na natureza;
8. compreender como a água se relaciona com o clima;
9. separar e identificar os componentes da água;
10. reconhecer os diferentes tipos de água encontrados na natureza;
11. identificar a água potável;
12. reconhecer a importância da água como solvente;
13. definir conceitos de mistura, soluto, solvente, solução e suspensão;



14. a aplicar a fórmula da densidade;
 15. estabelecer relações de substâncias de diferentes densidades;
 16. definir o conceito de pressão da água;
 17. estabelecer a relação entre pressão e profundidade;
 18. trabalhar com vasos comunicantes;
 19. aplicar o princípio de Pascal;
 20. compreender a dependência dos seres vivos pela água;
 21. entender a importância da água no dia-a-dia;
 22. descrever o processo de obtenção de energia elétrica a partir da água;
 23. entender o mecanismo de funcionamento de uma estação de tratamento de água;
 24. utilizar os processos caseiros de purificação da água;
 25. compreender o funcionamento do destilador industrial;
 26. identificar a água que pode servir como transmissora de doenças;
 27. reconhecer as doenças transmitidas através da água insalubre;
 28. entender os métodos profiláticos para evitar as doenças transmissíveis pela água;
- conhecer os tratamentos usados para combater essas doenças;



II) Conteúdo para o tema água:

1. Uma esfera de água;
2. Estados físicos da água;
3. composição da água;
4. como se organizam as moléculas de água;
5. temperatura e pressão: condições para as mudanças de estados físicos da água;
6. as mudanças de estados físicos da água;
7. evaporação: filtro natural da água;
8. a água da chuva e a filtragem natural do solo;
9. a água, o clima e os seres vivos;
10. lembrando a composição da água;
11. separando os componentes da água;
12. tipos de água encontrados na natureza;
13. água potável;
14. o que é uma mistura;
15. o que é solução;
16. água: solvente universal;
17. o fenômeno da suspensão;
18. explicando a densidade;



19. empuxo: uma força exercida pela água;
20. antes de Pascal;
21. vasos comunicantes;
22. o princípio de Pascal;
23. quanta água nos seres vivos;
24. utilidades da água no dia-a-dia;
25. usinas hidrelétricas;
26. dos mananciais á cidade;
27. tratando a água insalubre;
28. estação de tratamento de água;
29. métodos caseiros de purificação da água;
30. destilação da água;
31. doenças que vem da água.



ANEXO II

a) Total de alunos matriculados em 1999: 1338

NÚMEROS DE CLASSES				
SÉRIE	MANHÃ	TARDE	NOITE	TOTAL
5ª	03	02	-	05
6ª	03	02	01	06
7ª	03	02	01	06
8ª	03	02	01	06
1º TERMO/SUPL.	-	-	04	04
2º TERMO/SUPL.	-	-	04	04
3º TERMO/SUPL.	-	-	03	03
TOTAL	12	08	14	34

b) Alunos matriculados (primeiro grau)

5ª A	45	-	-	45
5ª B	44	-	-	44
5ª C	45	-	-	45
5ª D	-	42	-	42
5ª E	-	39	-	39
5ª F	-	-	-	-
6ª A	43	-	-	43
6ª B	40	-	-	40
6ª C	42	-	-	42
6ª D	-	37	-	37
6ª E	-	34	-	34
6ª F	-	-	29	29
7ª A	37	-	-	37
7ª B	38	-	-	38
7ª C	38	-	-	38
7ª D	-	21	-	21
7ª E	-	23	-	23
7ª F	-	-	35	35
8ª A	39	-	-	39
8ª B	38	-	-	38
8ª C	33	-	-	33
8ª D	-	25	-	25
8ª E	-	27	-	27
8ª F	-	-	43	43
TOTAL	482	248	107	837

c) Alunos matriculados (suplência do segundo grau)

1º TERMO A	-	-	46	46
1º TERMO B	-	-	45	45
1º TERMO C	-	-	45	45
1º TERMO D	-	-	43	43
2º TERMO A	-	-	47	47
2º TERMO B	-	-	47	47
2º TERMO C	-	-	47	47
2º TERMO D	-	-	46	46
3º TERMO A	-	-	47	47
3º TERMO B	-	-	45	45
3º TERMO C	-	-	43	43
TOTAL	-	-	501	501

