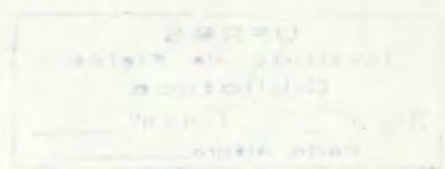


UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL

INSTITUTO DE FÍSICA



# A FÍSICA NA FORMAÇÃO DE PROFESSORES PARA AS SÉRIES INICIAIS: UM ESTUDO DE CASO\*

FERNANDA OSTERMANN

Dissertação realizada sob a orientação do Dr. Marco Antonio Moreira, apresentada ao Instituto de Física da UFRGS em preenchimento parcial dos requisitos para a obtenção do título de Mestre em Física.

Porto Alegre

1991

---

\* Trabalho parcialmente financiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) e pela Financiadora de Estudos e Projetos (FINEP).

Dedico este trabalho

- aos meus pais pelo constante apoio e por me ensinarem o quão importante é ser professor.

## Agradeço

ao Prof. Marco Antonio Moreira, não só pela orientação segura, mas principalmente por apostar em uma pesquisa voltada para as séries iniciais;

ao Prof. Rolando Axt pela imensa ajuda na montagem do laboratório do Instituto de Educação General Flores da Cunha;

ao Prof. Fernando Lang da Silveira pelas valiosas contribuições no tratamento estatístico dos dados;

ao Instituto de Educação General Flores da Cunha pelo apoio incondicional ao trabalho;

às alunas do 2º ano do 2º grau Magistério –turma de 1990 – a razão de ser deste trabalho;

às professoras das séries iniciais pela disponibilidade e pela rica troca de experiências;

ao colega Claudio pelas discussões que muito contribuíram para a elaboração deste trabalho;

à Marta pela digitação paciente e competente;

à Zuleika pela eficiente organização da bibliografia.

## RESUMO

Descreve-se um estudo feito, durante um ano e meio, no Instituto de Educação General Flores da Cunha – Escola Estadual de 1º e 2º graus (e formadora de professores para as séries iniciais) – de Porto Alegre, com o objetivo de analisar o papel da Física na formação de professores para as séries iniciais do 1º grau. Após situar a disciplina de Física no currículo do 2º grau Magistério, do ponto de vista da legislação, faz-se a caracterização da escola-caso e um breve histórico de como essa disciplina foi abordada ao longo dos anos nessa Escola. A experiência pessoal da pesquisadora durante um ano (2º sem. de 1989 e 1º sem. de 1990) com o tipo de ensino de Física praticado pela Escola, aliada aos resultados de entrevistas realizadas com as professoras das séries iniciais em serviço na Escola (1º sem. de 1990) subsidiaram uma mudança de enfoque para a Física no 2º grau Magistério: uma nova estratégia de ensino, de natureza construtivista, enfatizando apenas a aprendizagem significativa de conceitos relevantes para o ensino de Ciências nas séries iniciais, foi implementada no 2º semestre de 1990. Os efeitos do uso dessa estratégia, avaliados através de testes de conhecimento, escala de atitudes e entrevistas, foram amplamente satisfatórios e conduziram a uma proposta para o ensino da Física no 2º grau Magistério que lhe dá especificidade e, provavelmente, contribui também para a formação pedagógica dos futuros docentes.

## ABSTRACT

A one-and-a-half-year study carried out at Instituto de Educação General Flores da Cunha is described. Instituto de Educação is a public school located in Porto Alegre, which offers primary and secondary education and prepares elementary school teachers. The aim of the study was to analyse the role of physics in the curriculum of the elementary school teacher preparation course in this school. Initially, the role of physics in the curriculum of this kind of course was examined from a legal point of view. Then, the study focused on the role of physics in the curriculum implemented in this particular school and on how physics has been taught over the years. The researcher's one-year personal experience (second semester of 1989 and first semester of 1990) with this kind of teaching and the results of interviews carried out (first semester of 1990) with in-service elementary school teachers provided background for a change in the teaching of physics at the preparation course: a new instructional strategy was implemented in the second semester of 1990. This strategy is constructivist and emphasizes the meaningful learning of physical concepts specifically relevant for science teaching at elementary school level. The effects of this strategy, evaluated through quizzes, attitude scales and interviews, were fully satisfactory and lead to a proposal for the teaching of physics in the preparation of elementary school teachers. This proposal assigns specificity to the teaching of physics in such a way that it is likely to contribute to the pedagogical training of the prospective teachers as well.

# Sumário

RESUMO	iv
ABSTRACT	v
LISTA DE FIGURAS	viii
LISTA DE TABELAS	ix
INTRODUÇÃO: COLOCAÇÃO DO PROBLEMA E VISÃO GERAL	1
CAPÍTULO 1: CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA-CASO E DA DISCIPLINA FÍSICA NESSA ESCOLA	8
CAPÍTULO 2: DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA PESSOAL E ENTREVISTAS COM DOCENTES	24
CAPÍTULO 3: A NOVA ESTRATÉGIA INSTRUCIONAL	51
CAPÍTULO 4: RESULTADOS DA NOVA ESTRATÉGIA INSTRUCIONAL	85

CONCLUSÃO	100
BIBLIOGRAFIA	107
ANEXO A	114
ANEXO B	122
ANEXO C	137
ANEXO D	142

## Lista de Figuras

2.1	Desenho da professora D.	40
2.2	Desenho da professora E.L.	40
2.3	Lata com três furos	44
3.1	Duas latas de volumes diferentes	72
3.2	Vasos comunicantes	72
3.3	Velocidades de escoamento a diferentes alturas	73
3.4	Bomba de pressão	73
3.5	Equilíbrio térmico	78
3.6	Calor como transferência de energia	79
3.7	Analogia para a energia potencial	82



## Lista de Tabelas

4.1	Questionário de atitudes	93
4.2	Resultados da análise de variância	98

# INTRODUÇÃO

Este é um trabalho sobre o papel da Física na formação de professores para as séries iniciais, feito através de um estudo de caso. Do ponto de vista do ensino da Física, a importância deste tema reside no fato de que é nessas séries que os alunos tomam contato, pela primeira vez, com certos conceitos físicos em uma situação de ensino formal. Muito da aprendizagem subsequente em Física depende desse contato inicial.

Contudo, no início deste trabalho não tínhamos ainda uma idéia clara de quão importante poderia ser a Física na formação de professores para as séries iniciais, mesmo porque, a rigor, esses professores não iriam ensinar Física nessas séries. No primeiro grau, a Física não aparece como uma disciplina isolada. Tínhamos apenas a sensação de que para ensinar Ciências nas séries iniciais era importante saber Física e, portanto, os futuros professores deveriam receber uma formação adequada nessa área. Isso implicava, provavelmente, em repensar o ensino da Física no curso de preparação de professores para as séries iniciais. Foi uma revisão da literatura na área de pesquisa em ensino de Física e entrevistas realizadas com professores de séries iniciais que nos mostraram de maneira inequívoca o papel relevante da Física na formação de professores para as séries iniciais. De um modo geral, essa pesquisa tem corroborado a hipótese de Ausubel (1980) de que o conhecimento prévio é fator determinante da aprendizagem subsequente. Em particular, nos últimos anos fo-

ram feitos muitos estudos sobre as idéias das crianças acerca dos fenômenos naturais (e.g., Viennot, 1979; Erickson, 1980; Séré, 1982; Driver, 1986; Gilbert, Osborne e Fensham, 1982). Em decorrência dessas pesquisas, sabe-se hoje que as crianças desenvolvem idéias e crenças sobre o mundo bem antes de serem formalmente ensinadas na escola. Sabe-se também que estas idéias e crenças frequentemente diferem do conhecimento científico aceito (Driver, 1986). No começo, esses significados que os alunos traziam para a sala de aula foram chamados de concepções espontâneas ou intuitivas. Posteriormente, essa terminologia foi questionada, pois constatou-se que tais concepções, muitas vezes, são reforçadas ou adquiridas na própria escola. Assim, atualmente prefere-se termos como concepções contextualmente errôneas (Moreira, 1990).

Como é nas séries iniciais que o aluno, pela primeira vez, defronta-se com os significados científicos de determinados conceitos físicos e os confronta com seus próprios significados, é da maior importância que o ensino de conceitos físicos nessas séries seja feito de modo a não reforçar significados não aceitos cientificamente, a evitar a aquisição de significados errôneos e a facilitar a mudança conceitual (Ostermann e Moreira, 1990).

Para que o ensino de conceitos físicos nas séries iniciais atinja tais objetivos, a formação dada em Física aos futuros professores tem um grande papel a desempenhar. Naturalmente, o mesmo raciocínio se aplica ao ensino da Biologia e da Química, cujos conteúdos integram, juntamente com a Física, a disciplina de Ciências nas séries iniciais. Mas este trabalho refere-se apenas à Física.

Creemos, então, que o estudo feito justifica-se plenamente levando em conta apenas o ensino da Física. Todavia, há também uma justificativa mais abrangente e talvez mais importante: ao buscar-se uma formação adequada em Física para os futuros professores das séries iniciais se está procurando melhorar o ensino de Ciências nessas séries e, por extensão,

o próprio ensino de primeiro grau. É neste grau de ensino que se encontra a grande maioria da população estudantil brasileira. É aí que está nossa grande tragédia educacional. No Brasil, apenas 10% dos que iniciaram o 1º grau têm acesso ao grau seguinte (Warde, 1987). Cabe, portanto, melhorar, entre outras coisas, a formação de professores para atuar nas quatro primeiras séries do 1º grau. Tal formação está intimamente relacionada à qualidade do ensino nessas séries.

Atualmente, o 2º grau habilitação Magistério é o curso que forma, no Brasil, os professores de 1ª a 4ª série do 1º grau. Antes da década de 70, este curso era chamado “Escola Normal” e era o mais procurado no ramo técnico-profissional. A partir da implantação da Lei nº 5692/71, que modificou substancialmente o ensino de 1º e 2º graus e introduziu a designação “habilitação Magistério” em substituição a “Escola Normal”, começou um grande declínio na procura por esta habilitação. Em síntese, esta lei estabeleceu a profissionalização universal e compulsória no ensino secundário, colocando o curso de formação de professores para as séries iniciais como mais uma habilitação oferecida pelo ensino de 2º grau. Assim, a habilitação Magistério, que já tinha tradição em profissionalizar seus alunos, perdeu muitas de suas características específicas por se ver obrigada a enquadrar-se na normatividade legal.

Contudo, na década de 80, houve um grande avanço com a Lei nº 7044/82 que, além de substituir a expressão “qualificação para o trabalho” no texto da lei por “preparação para o trabalho”<sup>1</sup>, atribuiu aos Conselhos Estaduais de Educação a fixação dos mínimos de conteúdo e duração para preparar, mediante estudos adicionais, os professores do ensino de

---

<sup>1</sup>Na prática, essa mudança de terminologia teve grandes efeitos pois acabou com a profissionalização universal e compulsória em nível de 2º grau. Ao invés de profissionalizar, as escolas passaram a ter que preparar o aluno para o trabalho, o que lhes deu muito maior flexibilidade curricular.

1º grau de 1ª a 4ª série, habilitados no ensino de 2º grau. Com isso, abriu-se um bom espaço para a recuperação desse tipo de preparação. No Rio Grande do Sul, foi, então, elaborado um estudo por uma Comissão Especial do Conselho Estadual de Educação (CEE), que se constituiu no Parecer nº 555/86. Neste Parecer são estabelecidas normas sobre a habilitação Magistério de 1ª a 4ª série do ensino de 1º grau, regular, ao nível do 2º grau com base na legislação vigente e na avaliação crítica da situação dessa habilitação.

Segundo “Orientações básicas para elaboração do currículo das escolas estaduais de 1º e 2º graus” (SEC-RS, 1988), o currículo da habilitação Magistério apresenta na sua composição a mesma seqüência de qualquer outra habilitação do 2º grau: um Núcleo Comum obrigatório em âmbito nacional (Resolução CFE 06/86 e Parecer CFE 785/86), estudos obrigatórios (artigo 7º da Lei nº 5692/71) e uma parte diversificada (mínimos definidos pelo CEE, podendo ser acrescido pela escola, cabendo, então, aprovação final pelo CEE).

O Núcleo Comum é constituído pelas seguintes disciplinas: Língua Portuguesa, Literatura, História, Geografia, Matemática, Química, Física, Biologia, Língua Estrangeira Moderna e Organização Social e Política Brasileira (OSPB). As seguintes disciplinas compõem os estudos obrigatórios: Educação Artística, Educação Moral e Cívica, Educação Física, Ensino Religioso e Programas de Saúde. A parte diversificada é responsável pelos conteúdos profissionalizantes que representam o mínimo necessário à habilitação profissional. No caso da habilitação Magistério os mínimos profissionalizantes são: Fundamentos da Educação, Estrutura e Funcionamento do Ensino de 1º grau e Didática.

A Física, portanto, é uma disciplina pertencente ao conjunto de matérias que são indispensáveis a todos os estudantes brasileiros do 2º grau — o Núcleo Comum. Seu conteúdo dispersa-se no 1º grau na chamada “Ciências” nas séries iniciais e “Ciências Físicas e Biológicas” nas séries finais. Somente no 2º grau ela tem sua própria identidade, separando-

se da Química e da Biologia. Isto significa que, do ponto de vista legal, a disciplina de Física é a mesma para todo o ensino de 2º grau, independente da habilitação oferecida pela escola. No caso da habilitação Magistério, ela é considerada uma disciplina de educação geral, ou seja, descomprometida com a formação profissional de seus estudantes (no caso, futuros professores).

Entretanto, nossa hipótese inicial, corroborada por resultados da pesquisa em ensino de Física sugere a necessidade de repensarmos a disciplina de Física em um curso de formação de professores para as séries iniciais. Passamos a acreditar que a Física, apesar de pertencer ao Núcleo Comum, também deve ser responsável pela formação profissional, pois, na prática, ela está intimamente comprometida com o ensino dos primeiros conceitos físicos que futuramente será feito nas séries iniciais no ensino de Ciências.

Aliás, o próprio Parecer-CEE nº 555/86, com o objetivo de revigorar a habilitação Magistério ao nível estadual, destaca, entre outras coisas, que "... não só as disciplinas profissionalizantes auxiliam o aluno a agir profissionalmente, mas inclusive as demais disciplinas integrantes do currículo ...". Reforçando esta idéia, na página 8, o Parecer diz que:

*"Em todos os conteúdos curriculares, tanto os do Núcleo Comum, como os previstos no artigo 7º da Lei nº 5692, e também os relativos à preparação para o trabalho, desenvolvidos na habilitação Magistério, deve estar presente a dupla preocupação de proporcionar um lastro de cultura geral que dê ao professorando:*

*a) uma visão geral do contexto histórico, geográfico, social, cultural e científico em que vive, possibilitando-lhe a aquisição de conhecimentos acentuadamente além daqueles aplicáveis às séries em que atuará; b) num sentido mais instru-*

*mental, a aquisição de conhecimentos necessários ao exercício da docência.”*

O Parecer também recomenda que as disciplinas do Núcleo Comum (no caso, a Física) devam ser redimensionadas em termos da seleção e organização de conteúdos e da forma de tratá-los metodologicamente, tendo em vista proporcionar ao futuro professor condições de melhor desempenho das funções docentes nas primeiras séries do 1º grau.

Os conteúdos a serem desenvolvidos na disciplina de Física na habilitação Magistério não são colocados pelo Parecer. Cabe à cada escola e, conseqüentemente, aos professores da disciplina determiná-los. A sua carga horária também é definida pela escola, já que a legislação vigente determina somente a carga horária mínima do Núcleo Comum como um todo. Convém, ainda, ressaltar a recomendação do Parecer no sentido de ampliar a duração da habilitação Magistério de três para quatro anos letivos, conforme opção da escola, além do estágio supervisionado, que é de um semestre letivo.

Quanto ao laboratório de Física, o Parecer apenas recomenda que haja recursos materiais para o desenvolvimento de atividades experimentais. Assim, tendo em vista nossa hipótese de que a Física tem um papel importante a desempenhar em um curso de formação de professores para às séries iniciais e respaldados pela legislação vigente, que permite adequar o ensino de Física à habilitação Magistério, realizamos um estudo de caso. Nossa escola-caso é o Instituto de Educação General Flores da Cunha — Escola Estadual de 1º e 2º graus — de Porto Alegre. O estudo foi desenvolvido junto à disciplina de Física do 2º grau habilitação Magistério dessa escola durante um ano e meio (2º sem. de 1989 ao 2º sem. de 1990).

Devido à insatisfação sentida durante a primeira parte (2º sem. de 1989) de nossa vivência nesse ensino, procuramos buscar subsídios para uma mudança. Assim, uma etapa

importante desse estudo foi a realização de entrevistas com docentes (1º sem. de 1990) das séries iniciais da própria Escola, procurando investigar quais os conceitos físicos introduzidos nessas séries, as dificuldades enfrentadas pelos professores com esses conceitos, a metodologia por eles empregada nas aulas de Ciências e a formação recebida em Física quando cursaram o 2º grau Magistério.

Os resultados obtidos nos apontaram em uma direção de reformular o ensino de Física até então praticado na Escola. Com isso, durante o 2º semestre de 1990, desenvolvemos junto aos alunos do 2º ano uma nova estratégia instrucional, na qual buscamos colocar a Física mais próxima do ensino de conceitos físicos nas séries iniciais da Escola. Resultados positivos obtidos com essa estratégia, aliados ao espaço existente para modificações do currículo de Física nos levaram a uma proposta para o ensino de Física no 2º grau Magistério que lhe dá uma certa especificidade, distinguindo-o do ensino de Física no 2º grau tradicional.

O estudo completo está relatado nesta dissertação de acordo com a seguinte seqüência: no primeiro capítulo, caracterizamos a escola-caso, mostramos como o currículo oficial é traduzido e implementado nessa Escola, onde entra a Física nesse currículo e como é seu ensino na Escola; no segundo, nos reportamos a nossa experiência pessoal com esse tipo de ensino e currículo de Física durante o 2º semestre de 1989 e 1º semestre de 1990 e relatamos as entrevistas feitas com docentes das séries iniciais da escola; no terceiro, descrevemos a nova estratégia instrucional; no quarto, apresentamos os resultados obtidos com essa estratégia; na conclusão, retomamos os resultados da estratégia a fim de discutir o ensino de Física no 2º grau Magistério e propomos um novo enfoque para a Física na formação de professores para as séries iniciais a partir do estudo feito e da estratégia utilizada.



## Capítulo 1

# CARACTERIZAÇÃO DA ESCOLA-CASO E DA DISCIPLINA FÍSICA NESSA ESCOLA

Em 1869, foi criada no Rio Grande do Sul a primeira escola normal do nosso estado: “Escola Normal da Província de São Pedro”, a qual deu origem ao atual Instituto de Educação General Flores da Cunha — Escola Estadual de 1º e 2º graus — de Porto Alegre. “A criação da Escola Normal é um fato importante na história da educação do Rio Grande do Sul. (...) As questões de fronteiras e de lutas internas, nos fins do Império, ocasionaram na província um processo mais lento de organização escolar. Assim, há muito se reivindicava a necessidade de uma instituição de formação de professores”. (Louro, 1987, p.14)

O Instituto de Educação (IE), que foi a primeira e por muitos anos a única escola normal do estado, teve o caráter de escola padrão, servindo como base de orientação para os demais cursos normais do Rio Grande do Sul. Sendo uma escola oficial, ligada ao estado, localizada na capital, para ela sempre foram canalizados esforços no sentido de que pudesse acompanhar as novas idéias e processos pedagógicos que surgissem. Assim, o IE

“desempenhou um papel pioneiro e difusor das tendências educacionais experimentadas no centro do país e no exterior, e grande parte das lideranças femininas do magistério gaúcho foi ali formada” (op. cit. p. 13).

Esta escola normal se estruturou e consolidou, desde seu início como uma instituição, em grande parte, feminina. Com isso, acompanhando as concepções filosóficas e pedagógicas de cada época e sendo uma “escola de mulheres”, o IE até o final do século passado formava professoras, mães e educadoras. O magistério era, então, a extensão do próprio lar e sua clientela era, preponderantemente, da classe média.

A partir da década de 30, o Instituto acompanhou o surgimento da “escola nova” no Brasil. Em 1939, a escola passa a se chamar Instituto de Educação General Flores da Cunha, homenageando o ex-governador pelo apoio que lhe dera.

O chamado “escolanovismo”, segundo Libâneo (1985), se enquadra na tendência pedagógica liberal e é classificado como tendência liberal renovada progressivista. Essa tendência surgiu como crítica à pedagogia liberal tradicional que predominava no final do século passado. Segundo Libâneo (op. cit. p. 21 e 22),

*“a pedagogia liberal sustenta a idéia de que a escola tem por função preparar os indivíduos para o desempenho de papéis sociais, de acordo com as aptidões individuais. Para isso, os indivíduos precisam aprender a adaptar-se aos valores e às normas vigentes na sociedade de classes, através do desenvolvimento da cultura individual”.*

Assim, embora a escola liberal difunda a idéia de igualdade de oportunidades, não leva em consideração a desigualdade de condições. Historicamente, a educação liberal iniciou-se com a pedagogia tradicional e evoluiu para a pedagogia renovada (escola nova). “...esse

fenômeno que denominei de mecanismo de recomposição da hegemonia da classe dominante” (Saviani, 1986, p.14)

Em síntese, segundo Saviani (op. cit. p. 13) a “escola nova” em relação à pedagogia tradicional deslocou o eixo

*“da questão pedagógica do intelecto para o sentimento; do aspecto lógico para o psicológico; dos conteúdos cognitivos para os métodos pedagógicos; do professor para o aluno; do esforço para o interesse; da disciplina para a espontaneidade; do diretivismo para o não-diretividade; da quantidade para a qualidade; de uma pedagogia de inspiração filosófica centrada na ciência da lógica para uma pedagogia de inspiração experimental baseada principalmente nas contribuições da biologia e da psicologia.”*

Trata-se de “aprender a aprender”. É mais importante o processo de aquisição do que o saber propriamente dito. Ainda segundo Saviani (op. cit. p. 14), a consequência da “escola nova” para a educação foi negativa pois com a despreocupação com a transmissão de conhecimentos, houve uma queda no nível de ensino destinado às camadas populares, pois a escola é seu único meio de acesso ao conhecimento elaborado. Por outro lado, o escolanovismo aprimorou a qualidade do ensino destinado às elites.

Portanto, o IE de Porto Alegre, como uma escola normal de moças das camadas sociais médias (de certa forma, uma elite), até a década de 50, foi um foco irradiador dessa nova tendência pedagógica.

A preocupação com métodos e técnicas de ensino que traduzissem na prática essa tendência pedagógica esteve sempre presente. Muitas experiências foram incorporadas pelo próprio Regimento Escolar a fim de acompanhar e difundir o pensamento pedagógico

então em vigor: como o TIPIE (Teatro Infantil Permanente do Instituto de Educação), o Coral, os Laboratórios de Ensino e as atividades das Classes de Jardim de Infância planejadas sob forma de Centro de Interesses (com ênfase no processo de motivação, nas atividades espontâneas e criativas) ainda realizadas nas séries iniciais. A partir da década de 60, a tendência pedagógica dominante passa a ser o que Saviani denomina de tecnicismo (op. cit. p.15). Segundo o autor (op. cit. p.16 e 17), na pedagogia tecnicista, o elemento principal do processo ensino-aprendizagem passa a ser

*“a organização racional dos meios, ocupando professor e aluno posição secundária, relegados que são à condição de executores de um processo cuja concepção (definição de objetivos), planejamento, coordenação e controle ficam a cargo de especialistas supostamente habilitados, neutros, objetivos, imparciais”.*

A tecnologia educacional desenvolve-se então pelos grandes centros do país, tendo como um dos seus principais focos irradiadores o Rio Grande do Sul. Do mesmo modo que ocorreu com a “escola nova”, também o tecnicismo é mais aplicável em escolas que dispõem de alguns recursos e são freqüentadas pelas camadas sociais médias. O Instituto de Educação é uma dessas escolas e vai se inserir na nova tendência, enfatizando os planejamentos em equipe, criando coordenações e assessorias, bem como estimulando o emprego de novos procedimentos de ensino, técnicas individualizadas, materiais programados e a nova nomenclatura “operacional”.

Por outro lado, esse período coincide com a perda de autonomia do IE. Foram feitas normas administrativas extremamente centralizadoras: a mudança do Curso Normal para a terminalidade Magistério (em decorrência da Lei nº 5692/71), a “emenda” ao nome do Instituto de Educação General Flores da Cunha — Escola Estadual de 1º e 2º graus,

colocando-a na normatividade legal, dificultando a seleção de professores pela desconsideração da especificidade e das características do IE, conforme já citado na introdução.

Os problemas da escola pública do país passaram também a ser problemas do IE: sucessivas alterações no quadro do pessoal, falta de verbas, baixos salários, desvalorização da educação, sucateamento das instalações físicas.

Sem dúvida, tais fatores dificultaram a manutenção do *status* conquistado como escola-padrão, enquanto formadora de professores. A partir da década de 70, vê-se mais claramente que o IE não é mais freqüentado apenas pelas classes mais privilegiadas; gradativamente, sua clientela passa a ser as camadas menos favorecidas da população. Com o declínio da qualidade do ensino da escola pública e com a desvalorização econômica da carreira de magistério, a “elite” passa a estudar em escolas particulares e a buscar sua formação profissional em cursos superiores não necessariamente dirigidos à carreira de magistério.

O surgimento das teorias crítico-reprodutivistas (op. cit. p.26) no Brasil, divulgadas por Bourdieu, Passeron e Althusser (apud Saviani, 1986, p. 26), denunciando a escola como “aparelho ideológico do Estado”, uma vez que reproduz as relações sociais que interessam aos grupos dominantes, ampliaram a capacidade de análise crítica das relações entre educação e sociedade. Tais perspectivas levaram escolas e professores a revisar o otimismo ingênuo e a repensar o papel da educação em nossa sociedade.

Hoje, o IE repensa sua prática para mudar o que está superado e reafirmar sua identidade enquanto instituição formadora, ao nível de 2º grau, de professores, apesar de haver uma resistência conservadora por parte de alguns docentes, em geral, os mais antigos na Escola. Consciente de sua importância social e gozando, ainda, de muito prestígio junto à comunidade gaúcha, o IE tenta resgatar, dentro de seus limites, a sua condição de escola-padrão, através da melhoria do nível de ensino dado aos futuros professores.

É nesse contexto de busca de qualidade que a disciplina de Física do 2º grau Magistério do IE se insere. Fazendo um breve histórico do papel dessa disciplina no currículo de nossa escola-caso, vemos que o IE, quando de sua criação (1869), era uma escola normal que adotava o regime anual de 2 anos, e a Física não constava em seu currículo. Em 1871, o curso foi acrescido de um ano, adicionando-se ao currículo o estudo dos Princípios Elementares das Ciências Físico e Naturais do qual a Física fazia parte. A sua carga horária era de um período semanal apenas durante o primeiro ano do curso. A partir de 1955, com a Lei nº 2588, que regulamentou o ensino normal em nosso estado, o regime do IE passou a ser semestral (6 semestres e mais um semestre de estágio supervisionado); a Física ficou, então com um período semanal no primeiro semestre, reduzindo-se à metade sua antiga carga horária. Em 1978, com o Decreto nº 27051, que reorganizou o IE no sentido de reformular a grade curricular mas manteve o regime semestral, colocou a Física na chamada “Ciências Físicas e Biológicas”(CFB) (juntamente com a Química e a Biologia)<sup>1</sup> com dois períodos semanais no 1º e 2º semestres e com um período semanal no 3º e 4º semestres. Além disso, havia as chamadas Instrumentais, onde, entre outras (existia também a Instrumental de Biologia e de Química), constava a Instrumental de Física com um período no 5º semestre. A idéia desta disciplina era a de abordar o conteúdo de uma maneira experimental. Dentre as disciplinas profissionalizantes, havia a Didática das Ciências com um período no 5º semestre. Esta disciplina procurava ensinar os alunos como abordar os conteúdos de Física, Química e Biologia nas séries iniciais. A disciplina “Ciências Físicas e Biológicas”(CFB) era ministrada por professores de Física, Química e Biologia em um trabalho realizado separadamente. Já as Instrumentais (de Química, Física e Biologia) foram

---

<sup>1</sup>A Química tinha a mesma carga horária da Física. Já a Biologia tinha 2 períodos semanais nos quatro primeiros semestres.

inicialmente ministradas por um professor com habilitação apenas em Física e Química. Dois anos depois, segundo depoimento da professora que até então ministrava a disciplina, as três Instrumentais passaram a ser responsabilidade da professora de Didática de Ciências sob alegação de que o professor deveria ter formação em Física, Química e Biologia e em Didática (no caso, Licenciatura curta em Ciências e plena em Pedagogia). Após cinco anos, as três Instrumentais foram assumidas pela professora de Química que ficou, durante um ano, substituindo a professora anterior que entrara em licença. Finalmente, em 1988, a Instrumental de Física passou a ser de responsabilidade da professora de Física, a Instrumental de Química da professora de Química, e a Instrumental de Biologia da professora de Biologia.

Segundo depoimento dado à pesquisadora em 4/4/91 pela professora J.E. que lecionou Física no IE de 1978 a 1988, não se sabia ao certo a “fronteira” entre a Didática das Ciências e as três Instrumentais. No caso da Instrumental de Física, a proposta da disciplina, quando ministrada pela professora de Física, era a de “oferecer situações que oportunizassem a aluna a revisar e aprofundar os conhecimentos de Física de forma prática”. A estudante deveria escolher livremente um fenômeno físico e abordá-lo de forma experimental. Segundo a mesma professora, “a aluna deveria chegar à formulação da lei física através de um experimento”. Assim, vemos que a Instrumental de Física parecia ter uma abordagem indutivista com ênfase no método científico. Quando ministrada pela professora de Didática, talvez o problema tenha se agravado, porque, além do conteúdo de Física quase não ser abordado (provavelmente por despreparo da professora), as aulas tinham como objetivo geral a vivência do método científico. Analogamente, é provável que o ensino da Instrumental de Física tenha sido prejudicado quando ministrada pela professora de Química.

Em relação à Física do 1º ao 4º semestres, segundo análise do “Mapeamento de Conteúdos de Ciências Físicas e Biológicas”<sup>2</sup> elaborado pela Equipe de C.F.B. sob coordenação da Professora J.E. em 1984 e depoimento da mesma professora, tinha como objetivo proporcionar um embasamento teórico dos fenômenos físicos. As aulas eram expositivas e, quando o conteúdo permitia, havia demonstrações. Nesse caso, as alunas deveriam chegar às leis físicas (empirismo-indutivismo), cabendo à professora escrever no quadro a sua expressão matemática. Após, passava-se à resolução de problemas numéricos. Segundo depoimentos de algumas alunas da última turma do regime semestral (2º sem. de 1989 e 1º sem. de 1990), o essencial era memorizar as fórmulas para então, nas provas, substituir números pelas variáveis correspondentes em cada fórmula. A professora, quando indagada acerca da seleção de conteúdos, nos colocou que o conteúdo de Física era “pinçado” das séries iniciais, mas era dado com uma seqüência lógica do 2º grau.

O mapeamento de conteúdos de C.F.B. citado anteriormente fazia parte de um mapeamento maior de Ciências desde as séries iniciais até o 2º grau Magistério com o objetivo de aumentar a integração do trabalho de Ciências em cada grau. (Na prática, nada foi modificado. A proposta de integração ficou só no papel.) Esse mapeamento de conteúdos, feito para cada semestre de Física, não é construído como um mapa conceitual tal como definido por Moreira e Buchweitz (1987). O 1º semestre de Física iniciava com Matemática, principalmente gráficos (segundo a professora, as alunas eram fracas em Matemática), e prosseguia com os movimentos da Cinemática. O 2º semestre era dedicado às Leis de Newton, potência, trabalho e energia. O 3º semestre abordava Termologia: temperatura (escalas), calor e dilatação. Apesar de o mapeamento só listar os conteúdos, pudemos

---

<sup>2</sup>Vide mapeamento do conteúdo de Física no Anexo A



detectar problemas conceituais no objetivo elaborado para o 3º semestre: “Objetivo: oportunizar situações de aprendizagem que propiciem o conhecimento de fatos sobre as noções de calor e suas manifestações, com vistas ao entendimento da energia térmica.” Trata-se de um objetivo que sugere a existência de “noções de calor”, refere-se a uma “energia térmica” e deixa de lado conceitos relevantes como temperatura e energia interna. O 4º semestre tinha como conteúdo a eletricidade e o magnetismo. A professora não adotava livro, mas utilizava como consulta o texto “Física na Escola Secundária” (Blackwood, Herron e Kelly, 1977).

A partir da análise feita até aqui, podemos concluir que a disciplina de Física no 2º grau Magistério no regime semestral do Instituto de Educação, em linhas gerais, tinha as seguintes características:

- preocupação com quantidade; ambição de dar toda a Física do 2º grau;
- nenhuma alusão aos conceitos físicos necessários ao ensino de ciências nas séries iniciais aparece no mapeamento de conteúdos, apesar de a professora demonstrar que houve alguma preocupação neste sentido;
- teoria dissociada da experimentação; Física e Instrumental de Física ministradas separadamente;
- ênfase em soluções de problemas; Física quantitativa;
- memorização de fórmulas;
- erros conceituais praticados pela professora;
- método científico como método de “descoberta” da Física.

A partir de 1988, o Instituto de Educação reimplantou o regime anual para o 2º grau Magistério (base nova) com duração de 4 anos mais 1 semestre de estágio supervisionado, aumentando, assim, para um ano a mais o curso de formação de professores para as séries iniciais, seguindo, de certa forma, a recomendação dada pelo Parecer nº 555/86 do C.E.E.. Esta mudança de regime trouxe consigo nova modificação para a carga horária de Física, como veremos mais adiante. Segundo o Regimento Escolar de 1988 (aprovado pela Secretaria de Educação e Cultura – SEC – em 9/2/88), no artigo 1º (Do estabelecimento: de seus fins e objetivos), o Decreto nº 27051, de 24 de maio de 1978, reorganizou o Instituto de Educação General Flores da Cunha –Escola Estadual de 1º e 2º graus no sentido de colocar na normatividade legal suas duas escolas anexas. Este Decreto alterou a grade curricular do 2º grau Magistério, mas não mudou o regime que desde 1955 era semestral. Esta grade foi implantada em 79, em consequência da Lei nº 5692/71 e perdurou até 1987. No artigo 2º, o mesmo Regimento coloca que a Portaria nº 42588 de 22/07/81 designou a então Escola Professor Pedro Tocchetto de Instituto de Educação General Flores da Cunha –Escola de 1º e 2º graus – Unidade de Estágio Professor Pedro Tocchetto. O mesmo artigo também designou a Escola Estadual de 1º grau Incompleto Professora Dinah Néri Pereira de Instituto de Educação General Flores da Cunha – Escola de 1º e 2º graus – Curso de Aplicação Professora Dinah Néri Pereira. O IE tem então duas escolas (anexas), sendo a primeira uma escola que proporciona aos alunos a possibilidade de fazer o estágio supervisionado (prática docente) de um semestre necessário à obtenção da habilitação para as séries iniciais na própria Escola e a segunda um campo de observação, experimentação e demonstração. A Escola mantém Classes de Maternal e Jardim de Infância, Ensino de 1º grau e Ensino de 2º grau (diurno – habilitação Magistério e com programa de preparação para o trabalho ;noturno – habilitação Secretário Auxiliar e com programa de preparação para o trabalho).

Somente a partir de 1991, o IE implantou o 2º grau diurno com programa de preparação para o trabalho devido à pressão da demanda escolar aliada à disponibilidade de recursos físicos e parte de recursos humanos, sem mencionar o decréscimo de matrícula no curso de 2º grau Magistério.

De acordo com o Regimento Escolar citado anteriormente: “A Escola tem como finalidade o desenvolvimento integral do aluno, o preparo para o exercício consciente da cidadania e para o mundo do trabalho.” No seu artigo 5º, o mesmo Regimento explicita quais são os objetivos da Escola, dos quais destacamos:

*“formar, fundamentalmente, professores de 1º grau, sendo campo de observação, experimentação, demonstração e prática docente.”*

No artigo 6º, são citadas as atividades básicas da escola na formação de professores de 1º grau. Destas, salientamos:

*“a adoção de propostas e estratégias inovadoras, emergidas de referencial teórico”;*

*“a criação de ambiente propício à aprendizagem e ao crescimento profissional.”*

Com isso, observamos a preocupação do IE em continuar sendo o “carro-chefe” das novas tendências em ensino e aprendizagem com vistas a uma boa formação dada aos futuros professores (pelo menos é o que diz o Regimento Escolar!). O IE permanece uma escola aberta a inovações e funciona como foco irradiador; sua tradição em formar professores para as séries iniciais é secular.

No que se refere às equipes de ensino da escola, responsáveis pela elaboração e execução do planejamento de ensino e pesquisa nas disciplinas que as compõem, a Física aparece

integrando a Equipe de Ciências juntamente com a Biologia e a Química (no 2º grau Magistério). Esta equipe é responsável pelos laboratórios de Química, Física e Biologia.

Quando iniciamos este trabalho no IE (2º sem. de 1989), o único laboratório que exercia plenamente suas atividades era o de Biologia. O laboratório de Química estava fechado e nunca era usado. O laboratório de Física, apesar de ter um bom espaço físico, estava aparelhado com equipamentos muito antigos. (Na maioria de 40 anos atrás, quando o IE estava na sua época áurea, dos quais alguns ainda funcionavam, mas muitos necessitavam restauração. Estes equipamentos, em geral, foram importados durante a década de 50. Conforme depoimento da professora I. do IE que estudou na escola em 51, 52 e 53, o laboratório de Física era muito utilizado nessa época para experiências demonstrativas.) O material era basicamente para demonstrações, não havendo condições para trabalhos individuais ou em grupo com material manipulativo. Segundo a antiga professora, J.E., o material do laboratório era usado esporadicamente para a realização, em aula, de experiências demonstrativas. Assim, a partir de 1989, quando iniciamos o estudo na disciplina de Física do 2º grau Magistério, solicitamos à Direção verbas para a renovação do laboratório. Com recursos da própria Escola (taxas de matrícula, C.P.M., etc.) foi possível comprar vários materiais e equipamentos, os quais foram utilizados em nosso trabalho, além da “Caixa de Ciências” (Axt et. al., 1990) emprestada pelo Grupo de Ensino do Instituto de Física da UFRGS.

Cada equipe de ensino é coordenada por um professor da respectiva área de ensino que é eleito por seus pares. Uma vez por semana, há uma reunião de todos os coordenadores das equipes de ensino com o coordenador pedagógico do 2º grau Magistério. A idéia destas reuniões é a de manter entre as equipes de ensino uma certa unidade pedagógica, visto que é um curso de formação de professores. Na prática, isto não ocorre porque, de um modo

geral, há pouca comunicação entre professores de uma mesma equipe, ficando, assim, quase impossível a unidade entre equipes. Um exemplo desta pouca interação entre os professores de uma mesma equipe é a própria equipe de Ciências. Além de só haver um único professor de Física (assim como um só de Química) no 2º grau Magistério, devido à pequena carga horária destas disciplinas neste curso, cada professor tem plena autonomia<sup>3</sup> nas suas aulas e segue a orientação que lhe parecer mais adequada, utilizando seus próprios critérios. Conseqüentemente, não há um trabalho conjunto dos professores da equipe de Ciências. Há, sim, trabalhos de Biologia, de Química, de Física realizados de uma forma dissociada. Não desenvolveremos aqui tal questão, pois ficaria muito além do nosso objetivo, uma vez que seria pensar em uma visão global de Ciências para um curso de formação de professores para as séries iniciais. Vamos nos deter somente na disciplina de Física.

Na parte de organização curricular do Regime Escolar, a Escola adota atualmente regime seriado anual (desde 1988), como mencionado anteriormente, com 180 dias letivos (1988-89) e 190 dias letivos (1990). O número máximo de alunos estabelecido pela Escola para o 2º grau Magistério é de trinta alunos por turma. As grades curriculares são organizadas em consonância com : objetivos e filosofia da própria Escola, interesses e necessidades evidenciadas pela comunidade escolar e a política educacional do Sistema Estadual de Ensino.

Quanto à avaliação do aluno, o Regimento Escolar coloca que “a avaliação da aprendizagem escolar é um processo permanente, cumulativo e co-participativo”. Ela visa “ao diagnóstico, ao acompanhamento, à revisão e ao planejamento do trabalho pedagógico”. O

---

<sup>3</sup>Esse tipo de autonomia do professor nas suas aulas traz vantagens e desvantagens. Em nosso estudo, esta autonomia nos foi muito útil, já que nos possibilitou implantar, sem dificuldades institucionais, uma nova estratégia de ensino na disciplina de Física.

desempenho do aluno é avaliado no decorrer dos bimestres com preponderância dos resultados alcançados durante o ano letivo. No caso da habilitação Magistério, ao aluno será conferido diploma de 2º grau com habilitação Magistério após a realização do estágio. Os resultados da avaliação no ensino de 2º grau habilitação Magistério são expressos em notas de zero a dez, sendo que a nota final é obtida através de uma média ponderada, resultado da soma das notas dos três primeiros bimestres com peso um (1) mais a nota do 4º bimestre com peso dois(2) dividido por cinco(5). Nos casos de recuperação terapêutica, a nota final é aquela obtida nessa recuperação. Considera-se aprovado o aluno do 2º grau, habilitação Magistério, que, ao final do período letivo, obtiver: 1) aproveitamento igual ou superior a seis na média final e frequência igual ou superior a 75%; 2) aproveitamento superior a oito na média final e frequência igual ou superior a 50% e inferior a 75%.

Finalmente, o Regimento Escolar do IE coloca que a Escola faz seleção de alunos para ingresso na habilitação Magistério com teste de conhecimento, teste psicológico e entrevista com os Serviços de Orientação Educacional e Supervisão Escolar. A Escola também pode afastar da habilitação aluno que revele características incompatíveis com esta habilitação, sob o ponto de vista físico, intelectual e emocional. Além disso, a Escola se reserva o direito de selecionar os professores que atuarão na habilitação Magistério, respeitada a condição de que os professores que integram o Corpo Docente o façam por vontade própria, por gosto e opção.

A Física, tanto na grade curricular de 180 dias letivos como na de 190 dias letivos, tem, atualmente, uma carga horária semanal de 3 períodos no 2º ano do 2º grau Magistério, totalizando 90 períodos em um ano letivo. O que se observa em relação ao antigo regime semestral é que a Física e a Instrumental de Física na base semestral foram transformadas em uma única disciplina na base anual: Física. Desde 86, não há a disciplina “Ciências

Físicas e Biológicas”, mas Biologia, Química e Física. A Didática das Ciências ( no regime anual, passa a ser chamada Metodologia das Ciências Naturais) incorpora a Instrumental de Física (bem como a de Biologia e Química), passando a ter 2 períodos no 3º ano. A Física (assim como a Química), na passagem do regime semestral para o anual, cedeu um período para Artes, sob alegação que esta última disciplina é mais relevante para as séries iniciais. A Biologia não sofreu redução, pois, segundo consenso na época, este conteúdo é predominante em Ciências nas séries iniciais. Segundo depoimento da professora J.E., a idéia de condensar a Física no 2º ano era a de melhorar o desenvolvimento do conteúdo e talvez ser dada maior quantidade de matéria. Segundo ela, o planejamento do conteúdo é flexível, o professor tem autonomia e o plano de ensino está aberto. A base anual foi implantada em 88, mas a disciplina de Física nesta nova base só foi ministrada um ano após (já que as novas turmas estariam no 2º ano). No 1º semestre de 1989, os alunos tiveram praticamente só um mês de aula com a professora J.E., pois ela, em abril, aposentou-se e, em seguida, foi deflagrada uma greve do magistério público estadual. Pelo plano de ensino elaborado para a disciplina e pelo depoimento de algumas alunas e da própria professora (para a disciplina de Física no regime anual não foi elaborado um mapeamento de conteúdos), pudemos observar que a disciplina de Física, na base anual tinha as seguintes características:

- objetivo geral: “proporcionar à aluna conhecimentos dos fenômenos físicos da natureza e as leis que os regem” (novamente, não há referência à Física das séries iniciais) ;
- os conteúdos listados eram basicamente todos os conteúdos de Física do 2º grau; há uma preocupação em “varrer” todo o conteúdo;
- as aulas eram expositivas com eventuais experiências demonstrativas;

- não havia aulas no laboratório;
- ênfase em resolução de problemas de simples aplicação de fórmulas;
- memorização de equações;
- nenhuma ênfase em conceitos físicos.

Vemos, portanto, que o enfoque dado à Física tanto no regime semestral quanto no anual era praticamente o mesmo, apesar de ter havido redução de carga horária e ter sido abolida do currículo a disciplina Instrumental de Física. Provavelmente, com a incorporação da Instrumental de Física à Metodologia das Ciências, a disciplina de Física tenha se distanciado ainda mais das séries iniciais e perdido, por completo, seu caráter experimental. Observando o plano de ensino do regime anual e o relato feito pela professora, conclui-se que a disciplina de Física era quase que totalmente teórica. Era uma Física de 2º grau tradicional, isto é, definitivamente descomprometida com a especificidade do curso que forma professores para as séries iniciais.

Este capítulo constou de uma descrição da escola - caso e de como a disciplina de Física se insere no contexto dessa escola. No próximo, continuaremos, de certa forma, a descrever a disciplina de Física, porém sob um enfoque mais instrucional e, sobretudo, pessoal. Nesse capítulo apresentaremos também o resultado das entrevistas conduzidas com docentes das séries iniciais na própria escola que subsidiaram a intervenção instrucional descrita no capítulo 3.



## Capítulo 2

# DESCRIÇÃO DA EXPERIÊNCIA PESSOAL E ENTREVISTAS COM DOCENTES

Descreveremos, inicialmente, nossa experiência pessoal durante o 2º semestre de 1989 e o 1º semestre de 1990, com o tipo de ensino e currículo de Física praticado pela escola nessa época, abordados no capítulo anterior.

Em julho de 1989, iniciamos o presente estudo na condição de professora-pesquisadora regular da disciplina Física na escola-caso. O fato de assumirmos esta disciplina em uma escola formadora de professores para as séries iniciais nos preocupou já que não tínhamos experiência alguma com este tipo de curso. Até então, conhecíamos apenas a Física para um 2º grau preparação para o trabalho. No entanto, a então coordenadora pedagógica da habilitação Magistério nos colocou que a Física, sendo uma disciplina de educação geral (Núcleo Comum), não precisava se preocupar com a formação pedagógica dos professores. A Física era a mesma para qualquer 2º grau, independente da habilitação oferecida. Assim, o professor de Física da habilitação Magistério era encarado como uma pessoa alheia à

formação profissional de seus alunos. Nesse contexto, vivenciamos, durante um ano, no regime semestral, a disciplina “Instrumental de Física” (em extinção) no 5º semestre com um período semanal e, no regime anual, a disciplina “Física” com três períodos semanais no 2º ano. As alunas (não havia alunos) do regime semestral tinham tido aula de Física com a professora J.E. durante os dois primeiros anos de curso (do 1º ao 4º semestre). Pelo ensino de Física praticado na Escola, com o qual trabalhamos durante um ano na “Instrumental de Física”, deveríamos abordar o “lado experimental” do conteúdo de Física estudado nos dois primeiros anos. Assim, a finalidade desta disciplina era permitir que as alunas escolhessem livremente um experimento para demonstrá-lo e explicá-lo. O que pudemos observar nessas aulas era que as alunas não demonstravam ter aprendido de forma significativa o conteúdo e não tinham capacidade de relacionar a teoria com a experimentação. Ao invés de procurar facilitar a aprendizagem significativa de determinados conceitos físicos, o ensino recebido visava a resolução de problemas numéricos. Segundo o depoimento de algumas alunas, era exigida a simples aplicação de fórmulas sem a necessidade de entendimento da teoria. Nessa disciplina, pudemos detectar basicamente dois tipos de reações das alunas: conformismo em relação ao ensino recebido, pois afinal “foi fácil passar em Física” e frustração já que pareceu um tanto inútil estudar Física.

Já no regime anual, fomos totalmente responsáveis pela “imagem” da Física perante as alunas. Apesar de assumirmos em julho de 1989 duas turmas do 2º ano (primeiras turmas que entraram na base anual em 1988), as alunas não haviam tido Física porque a professora da disciplina se aposentara em abril e não havia quem a substituísse. Além disso, ocorreu uma greve de quase dois meses durante o primeiro semestre. A abordagem curricular da Física era aquela descrita no capítulo anterior. Assim, iniciamos o conteúdo com vetores, passamos pelos movimentos (retilíneo uniforme, retilíneo uniformemente variado e queda

livre), Leis de Newton, conservação de energia e terminamos o ano com conservação da quantidade de movimento. As aulas eram expositivas, e as alunas pouco participavam. Devido à ênfase em resolução de problemas, muitas aulas eram de Matemática (resolução de equações, trigonometria, gráficos). Analisando o fato de que a Física na habilitação Magistério, de acordo com esse currículo, deveria “varrer” o conteúdo do 2º grau, vimos o quanto isto era fora da realidade, pois em meio ano só foi possível trabalhar o básico da Mecânica. Além disso, pela falta de material de laboratório, não fazíamos experiências. Esse ensino, portanto, estava centrado no professor e não no aluno. As idéias das alunas não eram levadas em conta, não havia discussões, apenas uma tentativa de transmissão de conhecimento do professor para o aluno. As aulas seguiam, em síntese, a seguinte ordem:

1. apresentação do conteúdo no quadro negro;
2. resolução de problemas.

No 1º semestre de 1990 iniciamos o trabalho em duas outras turmas de 2º ano que teriam a Física ao longo de todo o 2º ano (3 períodos semanais). Começamos, novamente, pela Mecânica (segundo outra vez o currículo da Escola) com vetores e os movimentos. Neste semestre, não abordamos as Leis de Newton, a conservação de energia e a conservação de quantidade de movimento. Em substituição, introduzimos, além dos movimentos retilíneo uniforme e retilíneo uniformemente variado, o movimento circular uniforme e o lançamento horizontal. Em linhas gerais, o método utilizado nas aulas foi praticamente o mesmo que o de 1989, exceto pelo fato de abordarmos o lançamento horizontal com demonstração em aula e roteiros de trabalho e o movimento circular uniforme com levantamento das idéias dos alunos acerca das velocidades envolvidas neste movimento e discussões em aula. Ao final do semestre, propusemos às alunas a construção de mapas conceituais (Moreira e

Buchweitz, 1987) com os conceitos envolvidos nos movimentos estudados (distância, tempo, velocidade, aceleração). Os mapas eram colocados no quadro-negro e a professora guiava uma discussão comparando os mapas apresentados. Este recurso despertou um interesse por parte das alunas aquém do esperado. Talvez por exigir-lhes o entendimento de certos conceitos físicos em um ensino no qual, na realidade, não era dada ênfase conceitual. Ou seja, era ainda um ensino muito mais centrado em resolução de problemas do que em aprendizagem de conceitos.

Apesar de, nessa oportunidade, já procurarmos introduzir algumas mudanças no ensino de Física na Escola, ele foi, na essência, o mesmo ensino praticado no 2º semestre de 1989.

Quanto às expectativas e reações das alunas em relação ao ensino de Física praticado na Escola, nossa vivência de um ano com este ensino nos permitiu concluir que as alunas pensavam que:

- “as aulas são cansativas;”
- “estudar Física é estudar Matemática?”;
- não há relação com a vivência do dia-a-dia;
- a responsabilidade da aprendizagem é toda do professor; o aluno é um mero receptor de conhecimentos;
- não há envolvimento do aluno, porque não há discussões;
- a Física parece estar deslocada em um curso de formação de professores para as séries iniciais: “Por que precisamos saber Física se não há Física nas séries iniciais?”

Quanto à professora-pesquisadora, essa vivência permitiu também vários questionamentos:

- Como podemos querer “varrer” todo o conteúdo da Física do 2º grau em um ano de habilitação Magistério? É desejável que os alunos tenham uma “visão geral” da Física, se isto for possível? Devemos nos preocupar com a qualidade do nosso ensino e não com a quantidade?
- É útil para futuros professores de séries iniciais resolver problemas numéricos de Física, mas não dominar conceitos físicos básicos?
- É possível um bom ensino de Física que não alie teoria e experimentação?
- Qual o papel da experimentação na Física para alunos que futuramente ensinarão crianças que não atingiram o nível formal de pensamento?
- Podemos promover mudança conceitual sem levantamento de idéias dos alunos e discussões em sala de aula?

Em síntese, se a Física tem um papel relevante a desempenhar em um curso de formação de professores para as séries iniciais, certamente o tipo de ensino até aqui descrito, e praticado na Escola, não é adequado.

Para tentarmos buscar respostas às nossas inquietudes, procuramos as professoras das séries iniciais em serviço da nossa escola-caso para entrevistá-las a fim de ter uma idéia mais clara de sua prática docente. A opção pelas entrevistas se justifica pelo fato de que, anteriormente, (segundo a professora J.E.) se procurou através do “Mapeamento de Conteúdos de Ciências de 1ª a 4ª série” (vide Anexo B), “pinçar” o conteúdo de Física existente nessas séries. Tal iniciativa parece que não trouxe a Física para mais próximo das séries iniciais, se este era o objetivo. Esta afirmação pode ser comprovada ao analisarmos

o “Mapeamento do Conteúdo de Ciências de 1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup> série” <sup>1</sup> com o objetivo de buscar a Física nas séries iniciais. Também nele, além dos objetivos de cada série, aparece a relação dos conteúdos e seu mapeamento. Na 1<sup>a</sup> série, observa-se que aparecem os conceitos de movimento, calor, energia, som, temperatura. Na 2<sup>a</sup> série, abordam-se as mudanças de estado físico da água (chuva), além dos conceitos de energia, calor e temperatura. Em relação a estes dois últimos conceitos, aparece a seguinte afirmação na qual vemos um erro conceitual revelado pela não distinção entre os conceitos de calor e temperatura e o calor considerado propriedade dos corpos: “Os corpos e as substâncias manifestam o seu calor através da temperatura que pode ser medida com um instrumento especial”. Na 3<sup>a</sup> série, vemos os conceitos de pressão, força e peso (do ar). Aqui, novamente, encontramos um erro conceitual acerca dos conceitos de pressão e força (não há distinção entre eles): “A pressão ou então a força da água pode mover objetos”. Na 4<sup>a</sup> série, o que encontramos de Física foi o foco “o homem investiga o meio” no qual é desenvolvido o método científico. Não encontramos nessa série nenhum conceito físico especificamente trabalhado. As Ciências, nessa série, estão centradas em conteúdos de Biologia. Comparando o “Mapeamento de Física” (Anexo A) no Magistério e este “Mapeamento de Ciências de 1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup> série” (Anexo B) vemos que não há uma relação entre a Física do 2<sup>o</sup> grau Magistério e os conceitos físicos das Ciências nas séries iniciais. Além disso, o “Mapeamento de Física” não corrige erros conceituais que aparecem no “Mapeamento de Ciências” e até comete os mesmos (vide os conceitos de calor e temperatura!).

Assim, acreditando que somente a análise de documentos não revela a realidade de um determinado ensino, fomos entrevistar os professores das séries iniciais do IE (Ostermann

---

<sup>1</sup>A partir de 1988, a 4<sup>a</sup> série mudou seu “Mapeamento do Conteúdo de Ciências” (no Anexo C)

e Moreira, 1990). A intenção era a de chegar o mais próximo possível do “ensino de Física” nas séries iniciais (a Física não é disciplina independente; seu conteúdo está dispersado em Ciências, conforme dito na Introdução e constatado no Mapeamento de Ciências). O que pretendíamos era chegar bem perto da situação de sala de aula dos professores para investigar quais são os conceitos físicos ensinados nas séries iniciais, quais as dificuldades conceituais enfrentadas e qual a metodologia empregada no ensino de Ciências. Além disso, os professores seriam indagados sobre a formação recebida em Física quando cursaram o 2º grau Magistério. As entrevistas com professores das três primeiras séries foram feitas na “escola anexa” ao IE – Curso de Aplicação Professora Dinah Néri Pereira (conforme mencionado no capítulo anterior) que serve também como um campo de observação, experimentação e demonstração aos alunos da habilitação Magistério. A 4ª série funciona na sede central. Assim como o IE é uma das escolas públicas de maior prestígio junto à comunidade gaúcha, seu Curso de Aplicação (“escola anexa”) é considerado, na rede pública, um dos melhores trabalhos ao nível de currículo por atividade.

Os professores das três primeiras séries são selecionados para atuar no Curso de Aplicação e são coordenados por uma orientadora pedagógica que auxilia os trabalhos nas chamadas “classes paralelas” (reuniões semanais dos professores com a orientadora, por série) e que busca integrar todos os professores na atual “linha construtivista” seguida nessas séries. Na 4ª série também existe uma coordenadora que, juntamente com os professores, elaborou um polígrafo utilizado em todas as turmas da 4ª série. Este polígrafo, incluindo conteúdos de Português, Estudos Sociais, Matemática e Ciências é revisado anualmente pela equipe.

A faixa etária dos alunos do Curso de Aplicação (três primeiras séries) vai de seis anos e meio até nove anos. A entrada na 1ª série é permitida com sete anos feitos até setembro. O índice de aprovação na primeira série é de 98 a 100%. As 60 vagas oferecidas por ano na

1ª série são preenchidas desde 1987 por sorteio. Os filhos de professores só têm preferência se freqüentaram o jardim de infância na escola. Além disso, o trabalho de alfabetização na 1ª série é considerado muito bom e segue o embasamento teórico dado por Emília Ferreiro (1985).

As entrevistas foram feitas com 20 dos 22 professores do IE das séries iniciais (16 com professores de 1ª a 3ª série e 4 com professores da 4ª série). Devido a dificuldades de horário não conseguimos que a totalidade dos professores fosse entrevistada, mas julgamos que, em termos práticos, esse fato não traz nenhum prejuízo para a nossa investigação.

O conjunto de 20 professores entrevistados apresentou as seguintes características, além de ser formado somente por mulheres (Ostermann e Moreira, 1990, p.173):

- 14 cursaram 2º grau Magistério no IE e 6 em outras escolas da capital e do interior;
- 10 fizeram curso superior: Pedagogia (3), Geografia (2), Letras (1), Psicologia (1), Educação Física (1), Biologia (1) e História (1);
- 2 têm curso de pós-graduação: Reeducação da Linguagem (1) e Psicopedagogia do Menor Carente (1);
- 6 já trabalharam em Jardim de Infância;
- 1 trabalha também com alunos de 5ª a 8ª série;
- 1 já trabalhou no 2º grau (durante 14 anos);
- 3 só trabalharam de 1ª a 4ª série;
- 9 só trabalharam de 1ª a 3ª série;
- a experiência no magistério varia de 4 a 24 anos, ficando a média em 14 anos.



Todas as entrevistas foram feitas pela pesquisadora no 1º semestre de 1990 e consistiram de conversas informais, com aproximadamente 50 minutos de duração, nas quais se tentou atingir a maior descontração possível. O objetivo era o de que as professoras não se sentissem como se estivessem sendo testadas. Por isso, rejeitamos o uso de gravações ou questionários. Com essa opção talvez se tenha perdido algumas informações, mas certamente se ganhou em receptividade e confiança. Para dar início à conversa, a entrevistadora perguntava sobre o trabalho desenvolvido em Ciências e, à medida que as entrevistadas explicavam como desenvolviam seu ensino, ia fazendo anotações sobre aspectos que julgava de interesse. Particularmente, os que permitissem fazer inferências sobre o domínio de conceitos físicos abordados no ensino de Ciências. É claro que, muitas vezes, a maior parte da entrevista não dizia respeito a conceitos físicos (falava-se de Biologia ou Química), mas, mesmo assim, a entrevistadora prestava toda a atenção à espera de que algum conceito físico fosse mencionado. À medida que estes conceitos iam aparecendo, sua abordagem era questionada e se tentava descobrir, o mais profundamente possível, o grau de conhecimento das professoras em relação a eles. Algumas vezes, era difícil “arrancar” as suas concepções. Em outras, eram visíveis as dificuldades conceituais por elas apresentadas. Todas as entrevistas, além de serem registradas por escrito, eram complementadas com folhas mimeografadas usadas nas aulas pelas professoras, planos de unidades, bem como de uma cópia do polígrafo utilizado na 4ª série.

Em relação à metodologia empregada pelas professoras, as entrevistas nos permitiram separar as séries iniciais em dois conjuntos: as três primeiras séries e a 4ª série. Da 1ª à 3ª série o trabalho com os alunos se desenvolve a partir do chamado “Centro de Interesses”. Com isso, o conteúdo de Ciências nunca é pré-estabelecido. Os assuntos a serem estudados surgem a partir dos interesses demonstrados pelos alunos. No início do ano, as professo-

ras fazem um levantamento junto aos alunos e listam em ordem de preferência o que eles desejam estudar. Depois de escolhidos os assuntos, são usadas diferentes estratégias de aprendizagem: pesquisas bibliográficas, visitas (Planetário, Parque da Redenção, Departamento Municipal de Água e Esgotos), experiências propostas pelas professoras ou com materiais trazidos pelos alunos, discussões em sala de aula, trabalhos em grupo. O fechamento do conteúdo se dá através de relatórios feitos pelos alunos a partir da organização desse conteúdo no quadro-negro pela professora. O estudo de Ciências, de uma maneira geral, nas três primeiras séries serve como auxiliar na alfabetização que é prioritária.

Na 4ª série, o conteúdo de Ciências, assim como das outras disciplinas, está elaborado em um polígrafo utilizado por todas as professoras. Nesse polígrafo são propostas várias atividades: visitas, experiências em grupos, histórias, exercícios e, ao final, uma auto-avaliação. Com isso, independente do interesse dos alunos, o conteúdo já está pré-estabelecido e só é revisado anualmente pelas professoras. Além disso, a carga horária de Ciências é bem reduzida em relação à de Matemática e de Português. O conteúdo ao longo do ano se concentra em quatro grandes focos: o método científico, os sentidos, o homem investigando o meio e a poluição. Nesta série, o ensino não segue a mesma “linha construtivista” das três primeiras séries; o polígrafo tem um enfoque tradicional.

Nas três primeiras séries (currículo por atividade), as professoras são unidocentes (são responsáveis pelos conteúdos de Português, Matemática, Estudos Sociais e Ciências), mas há, também, as professoras das disciplinas especializadas, como: Artes, Música, Educação Física. Na 4ª série, apesar de as professoras serem ainda unidocentes, o conteúdo não é mais integrado, ou seja, já há divisão em disciplinas (currículo por área).

A seguir, descreveremos alguns pontos importantes das entrevistas consideradas mais interessantes, organizando-as por série. Após, sintetizaremos os dados obtidos em todas

as entrevistas nos seguintes itens: conceitos físicos que são trabalhados nas séries iniciais, possíveis concepções contextualmente errôneas acerca desses conceitos e formação recebida em Física no 2º grau Magistério pelas professoras.

Na 1ª série, entrevistamos ao todo cinco professoras. Dentre elas, a professora V.L. com 12 anos de magistério, relatou que o trabalho de Ciências na 1ª série, há alguns anos, era feito a partir das chamadas “mini-atividades” (pré-estabelecidas) em que se trabalhava com conteúdos como transformações (estações do ano, mudança de estado) e o ar. Os alunos manipulavam material concreto e faziam observações. O relato, ao final, era verbal ou por desenhos, sem registro escrito. Uma das experiências que V.L. nos relatou foi a da ebulição da água. Os alunos observavam, e a professora os indagava a respeito do que estava acontecendo. Quando questionada a respeito do uso ou não dos conceitos de calor e temperatura, V.L. nos contou que o conceito de temperatura está ligado à sensação de frio e quente em termos de clima e o conceito de calor em termos do calor do corpo. V.L. nos disse: “Os alunos sentem calor porque correram ou estão com muita roupa.” Essa professora relatou que, quando não sabe determinado conteúdo, ela e os alunos “pesquisam” em casa e depois debatem em aula. Outra experiência relatada por V.L. foi a da fusão do gelo: os alunos observam o gelo derretendo quando retirado do congelador. Segundo a professora, a explicação para esta experiência é a seguinte: “Quando retirei o gelo do congelador, ele derreteu porque lá é gelado e aqui não é.” Quando o gelo é segurado na mão, ela disse: “A minha mão é quente e faz o gelo derreter.” Na realidade, pudemos observar que as tentativas de explicação do que está ocorrendo são muito superficiais. V.L. nos disse que os alunos se sentem importantes e estimulados quando fazem uma experiência. Por outro lado, a prioridade na 1ª série é a alfabetização e as Ciências servem como elemento facilitador e auxiliar. Segundo V.L., muitas vezes, os alunos sugerem que seja estudado o

Universo (planetas do Sistema Solar, a Terra e seus movimentos). Quando escolhido tal assunto, surge freqüentemente o estudo das estações do ano. A professora desconhece sua explicação, tendo que recorrer a visitas ao Planetário, bem como à sede central do IE para que alguma professora (em geral, de Geografia) a auxilie. Quanto à formação recebida em Física no 2º grau Magistério, V.L. acredita que houve muita ênfase na alfabetização e na Matemática, tendo as Ciências sido deixadas de lado. V.L. considera tal fato uma contradição, já que os alunos demonstram muito interesse pelas Ciências.

A entrevista seguinte foi realizada com C., que tinha experiência de apenas 2 anos com o trabalho da “escola anexa”. Também esta professora relatou algumas experiências (fusão do gelo, ciclo da chuva, argila enrolada no alumínio e colocada no forno) envolvendo os conceitos de calor e temperatura. Segundo C., tais conceitos não são definidos e surgem a partir da discussão em aula. C. nos disse: “Quanto mais quente, maior a temperatura, quanto mais frio, menor a temperatura.” Ao estudarem o vestuário, a professora questionou porque se deve usar roupas escuras no inverno e roupas claras no verão. Segundo ela, sob o sol, “o pano preto chupa o calor e o pano branco devolve o calor para o Sol.” Os alunos também estudaram o Sol como fonte de energia, de luz e de calor. Ao questionarmos o que é energia, C. nos disse: “Ter energia é ter força.” C. observou que, em geral, as crianças vivem em apartamento e, com isso, vibram com as experiências pela oportunidade de manipular, experimentar. Por outro lado, segundo C., o professor muitas vezes deixa de fazer experiências e ensinar Ciências porque não recebeu formação adequada (ela própria não se sente segura), mas também existe acomodação: “O professor não entende o barulho que as crianças fazem numa experiência.”

A professora E., com 10 anos de experiência com a 1ª série da “escola anexa” primeiramente nos contou como funciona o “Centro de Interesses” nas suas aulas. Segundo E.:

“nada é trazido pronto.” Quanto às Ciências, os alunos gostam muito de trazer animais para a sala de aula. No que se refere à Física, a professora nos relatou várias experiências envolvendo os estados físicos da água, mudanças de estado físico, existência do ar. Segundo E., a água vira gelo no congelador porque: “Porque a geladeira é fria.”; “Porque a temperatura é fria.” Os próprios alunos mencionam os nomes dos estados: líquido, sólido e gasoso. Após as experiências, os alunos montam painéis e relatórios espontâneos (como eles entendem as experiências). Quando questionada sobre as explicações dadas e os conceitos de calor e temperatura envolvidos nas experiências, E. evitou entrar em detalhes, dizendo que faz perguntas, explorando e buscando o consenso entre os alunos. Em relação à formação que recebeu, E. considerou muito teórica e distanciada da prática de sala de aula.

A professora H., também com 10 anos de experiência em séries iniciais e atualmente trabalhando na “escola anexa” com a 1ª série, nos relatou que, como a ênfase está na alfabetização, o trabalho em Ciências recebe pouco destaque. Os conteúdos de Ciências são trabalhados através de experiências e atividades como, por exemplo, bonecos de papel que são vestidos com roupas (de papel) pelos alunos conforme a temperatura do dia. Quando questionada sobre o uso dos conceitos de calor e temperatura, H. respondeu: “Fala-se em frio e calor” ou “Hoje está calor, logo, devemos usar roupas leves e brancas.” Não há preocupação em diferenciar temperatura de calor e nem dar uma explicação sobre o porquê das roupas claras serem aconselháveis em dias quentes, mas somente que “é mais fresca.” Os alunos também realizaram o estudo da mudança de estados físicos da água (chuva), colocando água no congelador ou fervendo água em uma chaleira. Segundo H., os alunos observavam as experiências e relatavam o que haviam visto, mas sem entrar em explicações. As conclusões eram do tipo: “A água ferveu”, “Ficou quente.” A palavra sólido (para o gelo) não era usada, mas líquido e vapor, sim.

A professora A., igualmente com 10 anos de Magistério (pré-escola, 2ª série e 1ª série, atualmente), disse que a linha utilizada nas três primeiras séries da “escola anexa” é a construtivista e, por isso, está lendo o livro “O conhecimento físico na educação pré-escolar”(Kamii, 1985) para tentar trabalhar melhor o conteúdo de Ciências. A professora A. sente insegurança em relação às Ciências pois, segundo ela, os dois cursos que fez (2º grau Magistério e Pedagogia - habilitação séries iniciais) foram muito fracos em termos de conteúdos e práticas com os alunos para que pudesse desenvolver um bom trabalho em Ciências. Com isso, A. tenta “descobrir” por conta própria ou discute suas dificuldades com as outras professoras da 1ª série e com a orientadora pedagógica. Por outro lado, A. considera isto uma contradição, pois os alunos são curiosos em relação a muitos conteúdos de Ciência, como, por exemplo, “De onde vem o frio?”. Segundo A., pode-se falar em temperatura (a do senso comum), mas não há integração ou diferenciação dos conceitos de calor e temperatura. Através de discussões, os alunos concluem: “O vento trouxe o frio”; “Veio de um lugar mais frio”, “Vem pelo céu.” A professora relatou que os alunos unem várias idéias para tentar explicar o fato. Outro conteúdo de Ciências citado por A. é as estações do ano, que foi trabalhado com os alunos no sentido de caracterizar cada estação (hábitos, roupas, mudança na paisagem), mas sem falar em Sol e Terra. Neste ponto, A. comentou que a causa das estações do ano é a inclinação do eixo de rotação da Terra, mas não desenvolveu a explicação. Além disso, A. trabalhou com seus alunos os planetas do Sistema Solar.

Na 2ª série, entrevistamos sete professoras. Dessas entrevistas, destacaremos alguns pontos importantes de algumas delas.

A professora V. com 7 anos de magistério (5 anos em Jardim de Infância e 2 anos na 2ª série) nos contou que, muitas vezes, trabalhou Ciências integrada com Estudos Sociais

no caso de um foco como “Investigando o Meio”. Quando os alunos são questionados a respeito do que desejam estudar em Ciências, segundo V., eles colocam que gostariam de fazer experiências em geral e estudar: o corpo humano, a natureza, a Terra e os outros planetas do Sistema Solar, etc. Ao longo do ano, V. pretende desenvolver todos estes conteúdos. A professora relatou também uma “pesquisa” que foi sugerida pelos alunos a fim de conhecerem suas vidas desde o nascimento até os dias de hoje. Segundo V., os alunos investigavam: “Com que peso eu nasci?” A professora V. se referiu aos conceitos de peso e massa indistintamente no momento em que ela respondia aos seus alunos: “O teu peso era de 4 kilos.” Quando questionada a respeito, disse não conhecer a diferença entre os conceitos. V. comentou a respeito da atitude dos pais dos alunos que fazem muita pressão para que tenha “muita matéria escrita no caderno.” Quanto à sua formação, a professora V. nos disse que há disparidades entre os conteúdos de Ciências que eram dados no 2º grau Magistério e o trabalho com “Centros de Interesses” das séries iniciais. Além disso, o 2º grau Magistério que cursou seguiu um ensino tradicional em oposição à “linha construtivista” seguida na “escola anexa”.

A professora D., com 10 anos de Magistério, dos quais 9 anos na 2ª série, colocou que ainda nessa série a prioridade é a alfabetização e, em Ciências, já abordou assuntos como: Universo, água, ar. A mudança de estados físicos da água foi estudada através do ciclo da água (chuva) que foi observado fervendo água em uma chaleira que evapora e depois vira líquida de novo ao entrar em contato com um prato cheio de gelo. Outra experiência relatada por D. foi feita colocando água líquida no congelador e água líquida na temperatura ambiente da sala de aula. A professora D. leva os alunos a questionarem o que ocorre na geladeira para que a água vire gelo (fique sólida). Eles concluem: “A geladeira baixa a temperatura.” Segundo D., não se define temperatura (usa-se o significado do dia-a-

dia) nem explica-se o que ocorre em uma mudança de estado. A experiência continua ao retirarem o gelo do congelador e cada aluno coloca um pedaço em sua mão. Os alunos observam que a mão fica fria, e a professora os leva a observar que a mão ficou mais fria que qualquer outra parte do corpo. Segundo D., “o gelo, ao derreter, retira calor da mão”. Ao questionarmos sobre o uso do conceito de calor, ela diz que este conceito só aparece porque os alunos mencionam. Não se faz diferenciação entre calor e temperatura. A professora também introduz nesta experiência a verificação de quando o gelo derrete mais rapidamente, no inverno ou no verão. Segundo ela, “se o ambiente está mais frio, o gelo demora mais para derreter porque o ambiente tem menos calor para fornecer ao gelo”. Os alunos também realizam experiências para verificar a existência do ar: ar em um balão, no pneu, roupa no varal, o vento como ar em movimento. Os alunos observam que o ar pesa e ocupa espaço. D. não diz o que é peso, mas, às vezes, fala em gravidade como “a força que atrai”. Também o conceito de massa não é abordado. O Universo também foi assunto trabalhado pela professora: os planetas, o Sol, a Lua, a Terra e seus movimentos de rotação (dia e noite) e translação (estações do ano). Os alunos fazem a experiência da laranja espetada numa agulha (Terra) e a vela (Sol) para representar os movimentos da Terra. Quando questionamos sobre o movimento de translação e sua relação com as estações do ano, a professora nos disse: “Quanto mais a Terra se distancia do Sol mais próximo estamos do inverno.” E desenhou o esquema mostrado na figura 2.1.

A professora E.L. tem 14 anos de experiência com séries iniciais e, atualmente, leciona na 2ª série. Segundo E.L., os interesses dos alunos em relação a Ciências giram em torno dos seguintes assuntos: espaço (Universo), natureza, habitação, alimentação, animais. Os alunos trazem muitas curiosidades para a sala de aula, mas, em geral, a professora considera que não tenha o conhecimento necessário para dar as explicações. Com isso, os alunos



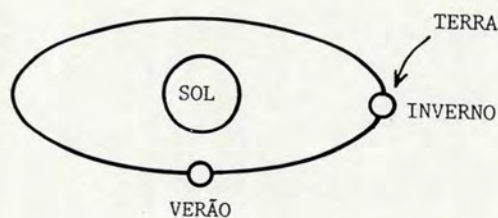


Figura 2.1: Desenho da professora D.

“pesquisam” em casa e trazem para a aula as informações obtidas a fim de discutirem com os colegas. Quando se estuda o Universo, os alunos visitam o Planetário e, após, escrevem relatórios. O estudo continua com uma demonstração na sede central do IE na qual se utiliza um aparelho, onde se pode ver o Sol e os planetas, os movimentos de rotação e translação da Terra. E.L. nos disse o que é explicado: o movimento de rotação da Terra causa o dia e a noite (estuda-se o relógio do Sol) e o movimento de translação, as estações do ano. Segundo E.L., “próximo ao Sol é verão, do outro lado é inverno. Entre o inverno e o verão, fica a primavera”. Na oportunidade, E.L. desenhou o esquema mostrado na figura 2.2.

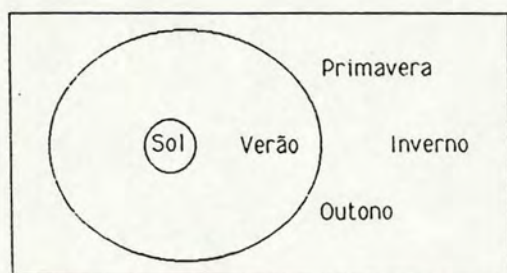


Figura 2.2: Desenho da professora E.L.

No ano da passagem do cometa Halley, os alunos também demonstraram interesse em estudá-lo, fazendo, assim, uma “pesquisa”. O mesmo ocorreu com um eclipse. Os alunos

desenharam o que tinham visto e trouxeram fotos para montar um painel. Além disso, E.L. relatou que são estudados os estados físicos da água (ciclo da água, chuva). Segundo E.L., a água do mar passa do estado líquido para o gasoso porque “o calor do Sol aquece a água e ela evapora”. Os conceitos de calor e temperatura são trabalhados com os alunos somente ao nível de sua experiência concreta. Os termos frio e quente são muito usados, sendo que, segundo E.L., “sentimos frio no inverno e calor no verão porque a temperatura do nosso corpo está mais alta do que a temperatura ambiente e vice-versa”. Os alunos fazem a experiência de medir sua temperatura antes e depois de um exercício físico. E.L. nos disse: “os alunos que estavam mais agasalhados aumentaram sua temperatura porque, com o agasalho (isolante), o calor ficou retido”. Quando questionamos sobre a diferença entre calor e temperatura, E.L. comentou: “temperatura é medida no termômetro, e calor é fornecido pelos alimentos, produzindo energia. Uns têm mais calor que outros”.

A professora C.L., também da 2ª série nos disse que trabalhou com os alunos a força da gravidade a fim de responder – Por que os corpos caem? Os alunos construíram um pára-quedas e o jogaram do 3º andar. Segundo a professora, os corpos caem porque “o ar exerce pressão”. Por outro lado, depois C.L. colocou que “a Terra exerce uma força que faz os corpos caírem”. Na Lua, os homens flutuam porque “na Lua não há gravidade”. Outra professora (M.), também da 2ª série, nos falou que a “Terra puxa como se fosse um super-ímã”.

A professora M., com 15 anos de experiência nas séries iniciais, também da 2ª série, disse que os assuntos estudados em Ciências variam conforme o interesse dos alunos, mas que, em geral, giram em torno dos seguintes conteúdos: animais, Universo, natureza. Ao estudarem o Universo, os alunos demonstraram curiosidade em saber: “Por que a Terra não cai?” Segundo M., há um livro chamado ‘Planeta de Tatipurum’ em que se estuda a

Terra e se explica “porque dois bonecos, um de cada lado da Terra, não estão de cabeça para baixo”. M. nos disse: “É a força da gravidade”. No entanto, os conceitos de peso e massa não foram mencionados por M.. Quando os alunos estudaram o Sistema Solar, foram conhecer um aparelho que é uma representação do Sistema Solar (uma professora de Geografia explica seu funcionamento) e visitar o Planetário. Em sala de aula, os alunos representaram o Sistema Solar com uma lanterna (Sol) e cada aluno fazia o papel de um planeta. Segundo M., o movimento de rotação da Terra é responsável pelo dia e a noite e o de translação causa as estações do ano. Quando questionada a respeito das estações, M. nos relatou: “onde o Sol bate mais é o verão”. Além disso, os alunos estudaram a mudança de estados físicos (ciclo da água) realizando algumas experiências. Ao discutir com seus alunos a fusão do gelo, M. conclui juntamente com eles que “o gelo virou água porque esquentou”. Ao segurar o gelo com a mão, “o gelo derreteu mais rápido na minha mão porque ela tem mais calor. Minha mão está mais quente que o gelo”. M. conclui: “o calor faz derreter o gelo”. Neste momento, a professora introduz as palavras sólido (gelo) e líquido (água), mas utiliza os conceitos de calor e temperatura quando mencionados pelos alunos e os significados atribuídos a esses conceitos são os assumidos pelos alunos (senso comum). Outra experiência realizada foi a construção de um termômetro utilizando um tubo de ensaio, um canudinho com uma gota de “ki-suco” vermelho e uma rolha. As crianças seguram na ponta do tubo de ensaio e a gota sobe. Quando tiram a mão, a gota volta a descer. A professora explica: “o calor da mão faz a gota se mover”. Os alunos também realizaram a experiência de observar água líquida aquecida na chaleira virando vapor e depois voltando ao estado líquido ao entrar em contato com a tampa. Segundo M., dependendo da turma, pode-se falar em estado gasoso. Mas não há tentativa de explicação para a mudança de estado ocorrida, a maior ênfase é dada à observação. M. relatou as

explicações dadas: “A água se transformou em vapor porque esquentou e o vapor virou líquido porque esfriou”.

Na 3ª série, entrevistamos 4 professoras da “escola anexa”. A seguir, descrevemos algumas entrevistas das quais selecionamos passagens que julgamos mais relevantes para nossa pesquisa, particularmente as relativas a conceitos que ainda não foram citados, omitindo repetições.

A professora E.V., que tem 20 anos de experiência com séries iniciais, nos relatou que os alunos, quando estudam, em Estudos Sociais, a cidade de Porto Alegre, visitam o DMAE (Departamento Municipal de Água e Esgoto) a fim de conhecerem a parte hidráulica da cidade. É estudado o processo da água saindo da caixa d'água e chegando até as casas a partir da visita feita e de “pesquisas” realizadas em casa. A professora nos disse que nas “pesquisas” feitas pelos alunos aparecem os conceitos: força e pressão (da água, no caso). Os alunos concluem que “os apartamentos mais altos são os primeiros a ficar sem água, porque a água não tem força para subir”. Segundo E.V., “para a água sair da caixa d'água é necessária uma pressão”. Daí, questionamos sobre os conceitos de força e pressão, e a professora nos disse: “a pressão é uma força que impulsiona a água”. E.V. utiliza os dois conceitos (indistintamente) nas explicações para as crianças.

A professora V.E., há um ano trabalhando na 3ª série da “escola anexa” (mas com 19 anos de magistério), nos relatou de sua dificuldade em abordar as estações do ano com seus alunos (há muito interesse por parte deles), já que desconhece a explicação. V.E. se mostrou favorável a receber tal informação, pois segundo ela nenhuma professora da “escola anexa” parece capaz de explicar. Além disso, em geral, V.E. trabalha com seus alunos a mudança de estados físicos, mas, novamente, não há elaboração dos conceitos de calor e temperatura. Segundo V.E., o gelo, quando retirado do congelador derrete porque “o choque do quente

com o frio faz o gelo derreter”. Para a água fervendo na chaleira, V.E. nos disse: “A água é fria, liga-se o fogão e ela começa a esquentar. Quanto maior o tempo em contato com o calor mais quente ela vai ficar”. Quando a água é colocada no congelador, “a mudança de temperatura faz a água virar gelo”. Novamente os conceitos físicos não são formados nem definidos, aparecem como consequência da experiência concreta dos alunos.

A professora M.C., com 4 anos de magistério, sendo o último ano na “escola anexa”, nos relatou que, quando os alunos estudaram os departamentos públicos da cidade (DMAE, DMLU, Correios e Telégrafos), eles se depararam com o problema de distribuição da água para as casas. A professora, então, estudou com eles os vasos comunicantes. Ao tentar explicar porque a água se mantém no mesmo nível independente da forma do recipiente, a professora nos relatou que utilizou a força da gravidade, sem utilizar o conceito de pressão. Por outro lado, M.C. fez a seguinte experiência com seus alunos: em um recipiente cheio de água fez-se três furos, conforme indicado na figura 2.3, em diferentes alturas, e os alunos observaram a distância que a água atinge quando sai por cada furo.

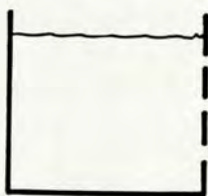


Figura 2.3: Lata com três furos

Neste momento, M.C. fala em pressão da água. Ela nos relatou o que acontece: “ a água faz pressão sobre o furo e sai com diferentes velocidades. Isto ocorre devido à pressão da água. São diferentes pressões em cada orifício, por isso são diferentes os alcances. Em cada orifício, como a pressão é diferente, a força também é”. M.C. não verbalizou a diferença

entre os conceitos de força e pressão. A professora parece não conhecer o conceito científico de pressão, mas reconhece que há diferença entre força e pressão.

A professora L., há 24 anos professora nessas séries, nos falou também do trabalho sobre distribuição da água e novamente os conceitos de força e pressão são usados indistintamente. Além disso, em um trabalho de integração de Ciências com Matemática, os alunos estudaram as operações utilizando unidades como o metro, o litro, o quilograma. Assim, no supermercado, segundo L., “os alunos comparavam preços com pesos dos pacotes: se 1 kg custa Cr\$ 10,00, quanto custa 3 kg?”. Para ela, não há distinção entre os conceitos de peso e massa, sendo que L. utiliza mais o termo peso (mas está, na verdade, referindo-se à massa). De acordo com L., as aulas de Física na 2ª grau Magistério deveriam ser práticas ao invés de teóricas.

Após a descrição de alguns pontos que julgamos importantes de certas entrevistas com professoras de 1ª a 3ª série, passemos agora à sua análise.

De 1ª a 3ª série, detectamos que os seguintes pares de conceitos físicos são utilizados erroneamente: força e pressão, peso e massa, calor e temperatura, força e energia. Além disso, as estações do ano e as mudanças de estado físico são assuntos abordados pelas professoras, na maioria das vezes, erradamente do ponto de vista científico.

Das 16 entrevistas realizadas com professoras das três primeiras séries, em 10 foram detectadas concepções contextualmente errôneas em relação aos conceitos de calor e temperatura. O conceito de calor não é visto como transferência de energia ou, pelo menos, como uma “forma de energia”. A concepção mais freqüente é a de que o calor é um fluido, uma propriedade dos corpos e que se opõe ao conceito de frio (Ostermann e Moreira, 1990, p.175).

Ainda segundo os mesmos autores, o conceito de temperatura, por estar intimamente

ligado ao de calor, tem seu uso confundido com este. Os dois conceitos, em geral, são empregados indistintamente. Face às concepções alternativas já apresentadas acerca do conceito de calor, é claro que a temperatura não é vista como uma condição que permite prever o sentido do trânsito de energia. A temperatura é abordada em termos da percepção do quente e do frio ou do calor e do frio (calor como sinônimo de quente!). Novamente, o conceito é abordado de uma forma completamente empírica.

As concepções alternativas (cientificamente errôneas) em relação a calor e temperatura só podem ser causas de erros cometidos na abordagem de mudanças nos estados físicos. Com isso, era de se esperar o resultado obtido: as mudanças nos estados não são explicadas corretamente com uso dos conceitos de calor e temperatura, e a temperatura não é considerada constante numa mudança de estado. Todas as dez professoras com significados errôneos em relação a calor e temperatura também cometeram erros em relação às mudanças de estado. As professoras demonstraram nas entrevistas que só conseguem descrever o que vêem nas mudanças de estado, mas não conseguem explicar o que está acontecendo.

Seis professoras das três primeiras séries demonstraram não conhecer a explicação correta para a ocorrência das estações do ano. Isto não quer dizer que podemos ter certeza de que as outras dez professoras sabiam a explicação correta, mas que simplesmente não abordam o assunto em sala de aula e, portanto, não o mencionaram na entrevista.

O erro mais comum é relacionar as estações com as distâncias Terra-Sol ao longo do ano. Este erro é praticado pelas professoras que elaboram uma explicação, mas há algumas que só desenvolvem o assunto em termos de vestuário, hábitos, transformações na natureza para cada estação. Estas seis professoras que não conhecem a correta explicação das estações do ano sabem, sem exceção, que o movimento de rotação dá origem ao dia e à noite e que

o movimento de translação é uma das causas das estações do ano. É significativo observar que só uma professora relacionou as estações do ano com a inclinação do eixo de rotação da Terra sem, no entanto, desenvolver a explicação.

Quatro professoras das três primeiras séries praticaram erros conceituais em relação à força e à pressão. Estes dois conceitos são utilizados como sinônimos, e as professoras revelaram desconhecer seus significados. Das doze professoras restantes, onze não haviam abordado estes conceitos e somente uma não confundia pressão com força, apesar de desconhecer seus significados científicos.

Quanto aos conceitos de peso e massa, detectamos duas professoras entrevistadas que não faziam sua diferenciação. As demais não revelaram ter trabalhado com estes conceitos.

É interessante observar que um conteúdo que se refere à Física – as estações do ano (o estudo do Universo, em geral) – é muito trabalhado nas três primeiras séries do 1º grau em nossa escola-caso. No entanto, tal conteúdo não consta do currículo de Física do 2º grau Magistério do IE (vide “Mapeamento dos Conteúdos de Física” no Anexo A) e, segundo a professora de Geografia do Magistério, também não consta do currículo de Geografia. É impressionante que tal assunto não seja abordado em um curso de formação de professores para as séries iniciais.

Nas entrevistas realizadas com professoras da 4ª série (ao todo, quatro), constatamos que o único conteúdo trabalhado, no que diz respeito à Física, está inserido no 2º bimestre e tem como foco o método científico. Por isso, não foi possível detectar concepções alternativas de cada professora separadamente, já que todas trabalham o mesmo conteúdo organizado em um único polígrafo. A linha seguida é oposta ao “Centro de Interesses” desenvolvido nas séries iniciais, pois os conteúdos já estão determinados pelas professoras. A seguir



destacamos alguns pontos das entrevistas com os professores da 4ª série.

Segundo M.E. (21 anos de magistério e 2 anos na 4ª série do IE), o método científico é desenvolvido a partir de um texto sobre “observação científica” seguido de discussão em aula. Após, os alunos se organizam em grupos e realizam a “experiência da caixa preta” (caixa de sapato forrada de preto, fechada, com vários objetos no seu interior). O polígrafo sugere o problema: “O que tem dentro da caixa?”. A segunda fase da experiência é a coleta de dados. Aqui, M.E. espera que os alunos usem seus sentidos para “descobrir” o que tem dentro da caixa. Na terceira fase, os alunos levantam o maior número possível de hipóteses. Segundo M.E., a resposta do problema só é possível de ser respondida se a caixa for aberta. Assim, a professora abre a caixa, e os alunos constataam quais das hipóteses estavam corretas, concluindo o experimento. M.E. nos relatou que esta experiência ilustra o trabalho desenvolvido pelo cientista. A professora L.C. (10 anos de magistério), quando se referiu ao método científico, nos disse: “uma descrição científica deve ser clara, precisa, simples, correta e sem margem a outras interpretações”. Segundo B. (18 anos de magistério, há 5 anos na 4ª série do IE), “um cientista não pode colocar sua opinião para que a observação seja científica”. Assim, conforme ilustramos com passagens de algumas entrevistas, podemos dizer que, em termos do método científico, o posicionamento das professoras não é nem um pouco questionador. Todas acreditam que o método é uma série de etapas rigorosamente seguidas pelos cientistas e que o desenvolvimento da ciência se dá a partir da experimentação e da busca da neutralidade do cientista.

A partir dessas entrevistas podemos supor que a Física recebida na formação do 2º grau Magistério é inadequada, dissociada das Ciências de 1ª a 4ª série e, principalmente, fraca em termos tanto do embasamento teórico quanto experimental. As professoras, em geral, expressaram sua insegurança em relação ao conteúdo de Física de várias maneiras:

- relatando que o estudo de Ciências na sua formação não foi marcante, devido à ênfase na alfabetização e na Matemática e que a Física estudada era muito teórica e pouco prática;
- cometendo erros conceituais;
- revelando medo de se expor;
- fazendo afirmações vagas e superficiais para camuflarem o desconhecimento sobre o assunto;
- assumindo uma auto-crítica forte em relação ao ensino praticado.

Segundo as professoras, estas constatações levam a uma contradição já que os alunos revelam muita motivação e interesse pelas Ciências e elas se sentem inseguras para ensinar Ciências.

Por outro lado, sabemos que o currículo “oficial” para Ciências de 1<sup>a</sup> a 4<sup>a</sup> série não é rígido, ou seja, cada escola tem uma certa liberdade para desenvolver conteúdos, uma vez que a Secretaria de Educação há muito tempo não redefine o currículo “oficial”.

Com o objetivo de quebrar com a falta de comunicação existente no IE entre professores do 2<sup>o</sup> grau Magistério e os das séries iniciais, após as entrevistas, procuramos as professoras a fim de informá-las sobre os resultados das entrevistas e ajudá-las na área de Ciências, particularmente em relação à questão do método científico, aos conceitos cujos significados físicos demonstraram não conhecer e às estações do ano.

Inicialmente, trabalhamos com as professoras da 4<sup>a</sup> série para quem colocamos a necessidade de repensar o foco desenvolvido no 2<sup>o</sup> bimestre: o método científico. Elas próprias deveriam reconhecer que sua abordagem ao método científico, tal como a usam, está supe-

rada. Assim, propusemos a leitura de um texto elaborado por F.L. Silveira sobre a filosofia de Karl Popper (Silveira, 1989) e suas implicações para o ensino de Ciências.

Nas três primeiras séries, fomos convidados a participar das chamadas “classes paralelas”, onde discutimos os resultados das entrevistas. Detivemo-nos nos quatro pares de conceitos contextualmente errôneos que detectamos com maior freqüência nas entrevistas: peso e massa, força e pressão, força e energia, calor e temperatura. Falamos resumidamente sobre cada um desses conceitos, evidenciando as discordâncias entre os significados apresentados pelas professoras nas entrevistas e os significados científicos através de exemplos do dia-a-dia e de uma forma qualitativa. Para o conteúdo referente às estações do ano, foi elaborado um texto procurando abordar este assunto corretamente e da maneira mais clara e simples possível (Ostermann, 1991). Esse texto, discutido com as professoras e muito bem recebido por elas, está em fase de revisão com vistas a sua publicação em uma revista para professoras de Ciências.

Com os canais de comunicação abertos com as professoras das séries iniciais do IE, o trabalho teve prosseguimento conforme seu interesse e nossa disponibilidade de tempo.

A partir das características de nossa escola-caso, do ensino de Física nessa escola, de nossa experiência pessoal com esse ensino e dos resultados obtidos nas entrevistas com professoras das séries iniciais da escola, concluímos que era preciso reformular a Física dada no 2º grau Magistério do IE para que ela atendesse às necessidades básicas do ensino de conceitos físicos necessários ao ensino de Ciências de 1ª a 4ª série. Para tanto, implementamos no 2º semestre letivo de 1990 uma nova estratégia instrucional na Física do 2º grau Magistério do IE, a qual será descrita no próximo capítulo.

## Capítulo 3

# A NOVA ESTRATÉGIA INSTRUCCIONAL

A nova estratégia instrucional implementada na disciplina de Física com 31 alunas do 2º grau Magistério do IE no 2º semestre de 1990 está fundamentada em duas realidades: 1) a da sala de aula das professoras das séries iniciais que entrevistamos; 2) a da nossa experiência pessoal com o ensino de Física praticado pela escola antes de tentar modificá-la. Ambas estão descritas no capítulo anterior. A partir destas realidades buscamos embasamento teórico que nos levasse a uma mudança nesse ensino, no sentido de tentar uma maior proximidade entre a Física do 2º grau Magistério e as Ciências nas séries iniciais.

Esse embasamento foi encontrado naquilo que Novak (1988) chama de construtivismo humano. Em uma visão geral, o construtivismo humano “ se refere, de alguma forma, à idéia de que tanto indivíduos como grupos de indivíduos constróem idéias sobre como funciona o mundo”.(p.213) Nesta linha construtivista podemos enquadrar vários autores, como Piaget (1987) ( precursor dessas idéias), Ausubel (1980), Kelly (1955), Vygotsky (1989), Paulo Freire (1975). Em nosso trabalho, não seguimos unicamente um autor, pois reconhecemos que cada um deles tem algo a contribuir em uma abordagem construtivista.

O construtivismo se apresenta como oposto ao positivismo, positivismo lógico ou em-

piricismo que sustenta que o conhecimento “verdadeiro” é universal e permanece em uma espécie de correspondência um-a-um com o modo de funcionamento do mundo. A meta do saber é descobrir este verdadeiro conhecimento. A ciência é vista pelos positivistas como um catálogo de fatos. Ao contrário, a posição construtivista vê a ciência como um sistema coerente de idéias (modelos) construído pela humanidade. A posição empiricista adotada pelo positivismo considera que todo o conhecimento científico está baseado na observação. Acreditam que as leis científicas são alcançadas por um processo de indução (lógica indutivista) a partir dos fatos obtidos nas observações. Dado um conjunto de fatos, seria possível, utilizando a lógica indutiva, chegar às leis universais, às teorias. Adotando esta visão de ciência, as observações são objetivas e os fatos imutáveis. Esta posição indutivista foi, primeiramente, sugerida por Bacon há quase 400 anos. No entanto, a versão indutivista (empirista) da ciência continua dominante entre professores (métodos de descoberta, método científico) e é facilmente encontrada nos livros-texto. Nas entrevistas que descrevemos no capítulo anterior, pudemos constatar o quanto esta visão de ciência é difundida. Na 4ª série, as professoras realizam com seus alunos a experiência da “caixa preta” que nada mais é do que o “método científico”. Também na Física do 2º grau Magistério tal visão é verificada quando na antiga “Instrumental de Física” os alunos deveriam, segundo o plano de ensino, “chegar à formulação da lei física através de um experimento”.

Há pelo menos 40 anos, os filósofos da ciência e cientistas têm reconhecido as limitações da posição indutivista e têm adotado uma visão construtivista da ciência (método hipotético-dedutivo). Nesta visão, “as teorias não se originam da indução dos fatos observados, mas são construções da mente humana cujo elo com o mundo da experiência se dá através de processos pelos quais elas são testadas e avaliadas”. (Driver, 1983, p.4) A rejeição do método indutivista e, portanto, do positivismo, (“método científico”) foi desen-

volvida neste século a partir dos trabalhos de Popper (1959), Kuhn (1970), Lakatos (1970), Toulmin (1972), entre outros. Kuhn rejeita a perspectiva de progresso científico do tipo “desenvolvimento-por-acumulação”. O modelo proposto por ele “delineia a evolução de uma ciência madura como uma seqüência de períodos de ciência normal, interrompidos por revoluções científicas. Os períodos de ciência normal são caracterizados pela adesão de uma comunidade de pesquisadores a um paradigma, são períodos de continuidade, e aos quais a idéia de desenvolvimento cumulativo pode ser aplicada. As revoluções, por sua vez, constituem-se em episódios extraordinários marcados por uma ruptura com o paradigma dominante”. (Zylbertszajn, 1991, p.48)

Popper, por sua vez, refuta a lógica indutiva e adota o método hipotético-dedutivo como o método das Ciências. Nesta visão, as teorias antecedem as observações e “são consideradas conjecturas que poderão ser refutadas”. (Silveira, 1991, p.66) As teorias científicas não podem ser verificadas (como queriam os positivistas lógicos), mas podem ser refutadas. Tanto Kuhn quanto Popper, apesar de divergirem em muitos aspectos, adotam a posição de que as observações estão impregnadas de teoria e, por conseqüência, rejeitam o modelo indutivo do “método científico”. Esta posição traz muitas implicações para o ensino. Por exemplo, na medida em que se rejeita observações teoricamente neutras, podemos supor que os estudantes entram na sala de aula com idéias prévias já adquiridas sobre o tópico a ser ensinado. Com isso, a concepção do estudante como uma “tábula rasa” é abandonada.

Um precursor da visão de que as teorias científicas são construções da mente humana foi o epistemólogo Jean Piaget. Estudando o desenvolvimento intelectual da criança, ele se baseia na idéia de que o conhecimento da criança é construído através da interação com o meio-ambiente. Ele sugere que quanto mais uma criança aprende sobre seu meio-ambiente melhor ela se torna adaptada a ele. Este processo de adaptação Piaget chamou

de “equilíbrio”. Ocorre a equilíbrio quando uma pessoa assimila uma experiência e fazendo isso ajusta ou acomoda sua estrutura cognitiva a ela. Tal visão de aprendizagem como equilíbrio ou adaptação entre o aprendiz e o meio-ambiente coloca o aprendiz em um papel ativo. A criança é vista como arquiteta de seu próprio conhecimento.

A epistemologia genética (estudo do desenvolvimento de conceitos particulares ao longo do tempo na criança) de Piaget enfatizou a importância que devemos dar às concepções dos estudantes.

Por outro lado, Ausubel (1980) também enfatiza a importância dos conhecimentos prévios na aquisição de novos conhecimentos:

*“Se tivesse que reduzir toda psicologia educacional a um só princípio, diria o seguinte: o fator isolado mais importante influenciando a aprendizagem é aquilo que o aprendiz já sabe. Determine isso e ensine-o de acordo.”*

O conceito central da teoria de Ausubel é o de aprendizagem significativa, um processo através do qual uma nova informação se relaciona de maneira não arbitrária e substantiva (não literal) a um aspecto relevante da estrutura cognitiva do indivíduo. (Moreira, 1983, p.20)

A estrutura cognitiva para Ausubel é organizada segundo uma espécie de hierarquia conceitual na qual elementos mais específicos de conhecimento são ligados a conceitos, idéias, proposições, mais gerais e inclusivos, que ocupam o topo dessa hierarquia.

Em contraposição com a aprendizagem significativa, Ausubel define aprendizagem mecânica como sendo aquela em que novas informações são aprendidas praticamente sem interagir com conceitos relevantes existentes na estrutura cognitiva. Isto é, a nova informação é armazenada de maneira arbitrária e literal, não interagindo com aquela já existente na

estrutura cognitiva e pouco ou nada contribuindo para sua elaboração e diferenciação. (op. cit. p.22) De acordo com a descrição feita no capítulo anterior, o ensino de Física praticado pela Escola estimulava nas alunas unicamente uma aprendizagem mecânica do conteúdo, já que a única exigência era a memorização de fórmulas e sua aplicação direta a problemas numéricos.

Corroborando, de certa forma, as teorias de Piaget e Ausubel, inúmeros pesquisadores realizaram estudos em todo o mundo indicando que os estudantes desenvolvem idéias sobre os fenômenos que observam ao seu redor muito antes de serem ensinados na escola. Por outro lado, essas idéias podem ser reforçadas pela educação formal. Em alguns casos, estas idéias – denominadas de várias maneiras: pré-concepções, idéias intuitivas, concepções espontâneas, esquemas conceituais alternativos, miniteorias, teorias ingênuas – estão de acordo com o que vai ser ensinado. Em outros casos, há diferenças significativas entre as noções dos estudantes e a ciência que encontram na escola. A estas noções que podem ser consideradas fora de contexto, i.e., fora de um padrão de significados compartilhado pela comunidade científica, chamaremos de concepções contextualmente errôneas (c.c.e.) (Moreira, 1990).

Numerosos estudos realizados na última década revelaram que as c.c.e. se manifestam com frequência (muitas pessoas as apresentam), consistência (as concepções são universais) e resistência (são resistentes à mudança através do ensino tradicional).

Devido a estas constatações, os pesquisadores que trabalham nesta linha acreditam que as c.c.e. não podem ser ignoradas ou facilmente substituídas pela simples transmissão de conhecimento cientificamente aceito.

Inúmeros estudos realizados nos últimos anos proporcionaram um grande levantamento sobre as c.c.e. dos estudantes em diferentes áreas da Física. No entanto, poucos são



os estudos que avançam no sentido da superação das c.c.e. pelos estudantes (mudança conceitual).

Novamente, vemos o quanto o ensino de Física praticado em nossa escola-caso, nessa perspectiva, estava condenado ao fracasso. O professor era considerado como transmissor do conhecimento e o aluno mero receptor. Na verdade, o professor tentava transmitir o conteúdo para o aluno, mas provavelmente não ocorria aprendizagem significativa, já que o aluno era visto como uma “tábula rasa”. Quer dizer, como suas idéias prévias não eram levadas em conta, dificilmente ele relacionava o que era apresentado pelo professor com o que já sabia e muito menos fazia a mudança conceitual. Nesta abordagem centrada no professor e não no aluno, este não participava ativamente de sua aprendizagem. O aluno não vivenciava a construção de seu próprio conhecimento.

Na realidade, o que observamos é o quanto a pesquisa desenvolvida em ensino está distanciada da sala de aula. Nossa escola-caso é um exemplo típico desta distância. Contudo, ao longo deste trabalho, mostraremos que é possível colocar em prática algumas idéias desenvolvidas atualmente na pesquisa em ensino de Física. Os estudos sobre as c.c.e. em Física dos estudantes iniciaram no final da década de 70, principalmente, com Viennot (1979), com o objetivo de entender como os estudantes realmente pensam sobre algumas situações específicas e descrever e formular este pensamento. “Esta Física intuitiva se apresenta, no mínimo, como um desafio considerável para o ensino. Também, ela faz a maior parte de nosso ensino menos eficiente do que usualmente assumimos que ele seja.” (Viennot, 1979, p.205)

Muitas vezes, é possível traçar um paralelo entre as c.c.e. dos estudantes em Física e a história da ciência. Ou seja, muitas idéias que os estudantes apresentam já foram compartilhadas por cientistas no passado. Por outro lado, muitas c.c.e. conhecidas não

possuem seu análogo em teorias ultrapassadas pelo desenvolvimento científico.

Segundo Driver (1988, p.114), as características gerais das idéias dos estudantes, citando algumas, são:

- coerentes dentro de seu modo de pensar;
- limitadas em sua generalidade e tendem a estar relacionadas a contextos específicos;
- não diferenciadas de outras noções;
- mais enfáticas em relação às propriedades dos objetos do que em interações entre sistemas.

Como já foi dito, são inúmeros os trabalhos de levantamento das c.c.e.. Dentro da Física, já foi possível detectar concepções nas mais diversas áreas, particularmente em mecânica, eletricidade, calor e temperatura, pressão, ótica, cosmologia.

Para citar estudos sobre concepções, escolheremos alguns que nos deram subsídios para a implementação da nova estratégia instrucional. Por exemplo, Viennot (1979) detectou que a maioria dos estudantes possuem a concepção aristotélica de força e movimento. Esta concepção considera uma lei que pode ser expressa por uma relação pseudo-linear entre força e velocidade do tipo  $F = \alpha v$ . Também Clement (1982), a partir de testes escritos e entrevistas, observou que os estudantes possuem uma visão alternativa e estável em relação a força e movimento do tipo “um movimento contínuo implica na presença de uma força contínua na mesma direção, como uma causa necessária do movimento”. (p.66). Osborne (1984) também levantou idéias das crianças sobre força e tópicos relacionados como atrito e gravidade, tais como:

- um objeto em movimento tem uma força em seu interior;

- a velocidade de um corpo é causada por uma força;
- todas as coisas caem para baixo, mas coisas pesadas caem mais rápido;
- atrito ocorre somente quando algo se move;
- o estado de repouso é fundamentalmente diferente do estado de movimento;
- gravidade aumenta com a altura;
- se não há ar, não há gravidade.

Poderíamos citar muitos outros trabalhos que estudam tal concepção, mas nos restringiremos a estes que serviram como ilustração.

Séré (1982) estudando as concepções dos estudantes entre 11 e 13 anos acerca da pressão atmosférica chegou às seguintes conclusões:

- o ar é visto por alguns estudantes como algo que “flutua ao nosso redor” e, portanto, sem peso;
- devido à relação causal que estabelecem entre força e movimento, o ar em repouso não pode exercer força e, portanto, pressão, segundo os estudantes;
- para os estudantes, somente o vento exerce uma pressão.

Erickson (1979,1980) estudou detalhadamente as idéias dos estudantes (de 6 a 13 anos) sobre calor e temperatura, as quais podem ser resumidas da seguinte maneira:

- calor é um tipo de substância material com propriedades geralmente atribuídas à matéria;
- há dois tipos de calor: calor quente e calor frio;

- o calor vem de qualquer objeto que é quente;
- a temperatura de um objeto está baseada na quantidade de calor que ele contém;
- não há distinção entre calor e temperatura;
- a temperatura de um objeto pode ser alterada tanto adicionando como subtraindo calor do objeto.

Segundo Erickson (1979, p.226) “o tipo de explicação é virtualmente idêntico com uma visão de calor predominante no século XVIII e início do XIX (a teoria do calórico), embora muitas outras idéias expressas pelas crianças não possam ser enquadradas na teoria do calórico”.

Antes de Erickson, Albert (1978) estudando o desenvolvimento do conceito de calor na criança (de 4 a 9 anos) observou que crianças mais novas (com 4 e 5 anos de idade) consideram calor em termos estáticos como residindo nos objetos. Já crianças em torno de 8 anos descrevem o calor em termos dinâmicos e espaciais (por exemplo, o calor se movendo).

Pelo menos em parte, a maioria desses resultados foram confirmados em nosso meio por Silva (1986).

Estes são apenas poucos exemplos de uma exaustiva bibliografia de levantamento das concepções. Mas como promover a mudança conceitual, isto é, fazer com que os alunos abandonem suas c.c.e. e assumam as concepções científicas é atualmente um assunto de interesse e objeto de muita investigação, mas ainda uma questão em aberto.

Posner et al. (1982) propõem, sobre uma base epistemológica kuhniana, condições para que ocorra a acomodação (substituição ou reorganização de conceitos por parte do

estudante quando se depara com um novo fenômeno):

1. deve haver insatisfação com as concepções existentes;
2. o novo conceito deve ser inteligível;
3. o novo conceito deve parecer inicialmente plausível;
4. o novo conceito deve sugerir a possibilidade de pesquisas frutíferas.

Por outro lado, vivenciamos na prática a tentativa de transmissão do conteúdo ignorando as idéias prévias e baseando o ensino unicamente na própria estrutura da matéria. Este enfoque, ainda praticado amplamente, acredita que se a estrutura de um tópico se apresenta bem organizada em termos de relações formais entre os conceitos científicos, os alunos são capazes de desenvolver esta estrutura conceitual por si mesmos. Conhecemos na realidade da sala de aula os problemas inerentes a este enfoque. O que podemos observar é que as idéias prévias (c.c.e.) persistem ao largo da instrução. Também há uma compartimentação do pensamento dos estudantes. O conhecimento escolar está separado do conhecimento cotidiano e é usado somente quando exigido pela escola. Como a escola raramente o exige, as idéias ensinadas parecem tão diferentes das idéias prévias dos estudantes que eles não vêem nenhum valor em levar o estudo a sério. A Física, no caso, se torna para eles um conjunto de regras e relações sem significado.

Para superar tal enfoque implementamos uma nova estratégia instrucional baseada na concepção de que quem aprende é parte ativa e interessada no processo de aprendizagem no sentido de trazer seus conhecimentos prévios para construir significados em situações novas.

Neste processo, segundo Driver (1988, p.116) “o currículo – mais do que concebido como ‘o que deve ser aprendido’ – se concebe como o conjunto de experiências mediante as quais os que aprendem constroem uma concepção de mundo mais próxima da concepção dos cientistas”. “O papel do professor seria o de mediador entre as idéias dos estudantes e as da comunidade científica”. (Driver, 1983, p.84)

Tal enfoque na disciplina de Física no 2º grau Magistério contribui inclusive na formação pedagógica dos alunos, na medida que estes vivenciam a responsabilidade de sua própria aprendizagem. Como futuros professores de séries iniciais, a partir do reconhecimento de suas próprias c.c.e., os estudantes poderão reconhecer e enfrentar as c.c.e. de seus futuros alunos. Voltando ao enfoque praticado até então na Física do 2º grau Magistério do IE, vemos que ele não poderia ser muito melhorado mesmo se as aulas expositivas (com algumas demonstrações) fossem substituídas por aulas experimentais. Pois, segundo Axt et al. (1990a, p.142),

*“Aparentemente, todas as formas tradicionais de ensino, mesmo a experimentação, quer quando usada de forma mais restrita na demonstração, quer quando envolve o aluno diretamente, em aulas de laboratório, apesar do seu efeito momentaneamente esclarecedor, o qual de resto uma boa aula expositiva também apresenta, não pode ser considerada ‘a priori’ como instrumento de reformulação conceitual.”*

Estes autores propõem que a experimentação quando usada para aflorar contradições entre o pensamento do aluno e a realidade pode promover uma mudança conceitual. Sendo assim (op. cit. p.142)

*“Uma experimentação geradora de conflitos entre o pensamento do aluno e a*

*realidade, e indissociada do conhecimento científico aceito, é útil para promover a reformulação conceitual no sentido de apropriação pelo aluno deste conhecimento científico.”*

A estratégia que tais autores propõem está baseada na argumentação. Esta é apresentada na forma de evidências experimentais (argumento experimental) complementadas com argumentação teórica. A experimentação nesta estratégia será seletiva, ou seja, um determinado experimento só será utilizado se for vislumbrada nele a possibilidade de gerar contradições entre o pensamento do aluno e o pensamento científico.

Em nossa nova (em relação ao ensino até então praticado) estratégia instrucional procuramos verificar até que ponto a estratégia descrita acima pode ser efetivamente utilizada no sentido de integrar teoria-experimento, sempre que possível, a fim de facilitar a mudança conceitual.

Além disso, buscamos superar deficiências do ensino tradicional (tradicional em relação à nova estratégia instrucional) tais como – aprendizagem mecânica, ênfase matemática, sem experimentação, centrado no professor, sem levar em conta as idéias prévias dos alunos, tentativa de transmissão do conteúdo – propondo que a Física no 2º grau Magistério do IE fosse conceitual e qualitativa. Conceitual porque nas entrevistas com professoras das séries iniciais detectamos muitos conceitos físicos sendo ensinados (e c.c.e. acerca destes conceitos apresentadas pelas professoras). Qualitativa porque nossa experiência pessoal indicou que de nada vale um futuro professor de séries iniciais saber fórmulas matemáticas e resolver problemas numéricos sem dominar os conceitos físicos básicos envolvidos.

Os conceitos físicos trabalhados na nova estratégia instrucional foram selecionados das entrevistas realizadas com docentes: peso e massa, força e pressão, calor e temperatura.

Tais conceitos foram ensinados em três unidades: “Força e Movimento”, “Pressão” e “Calor e Temperatura”. A idéia era a de que a Física estivesse em sintonia com a abordagem de conceitos físicos nas séries iniciais do IE (Ostermann e Moreira, 1991). Eventualmente, poderíamos questionar a validade de se ensinar tais conceitos físicos nas séries iniciais. Não é esse, no entanto, nosso objetivo. Seguindo idéias como as de Posner, Driver e Axt et al., citadas anteriormente, nossa nova estratégia pode ser assim sintetizada:

- detectar concepções iniciais das alunas (através de pré-teste elaborado com base em resultados de pesquisas em ensino de Física.);
- promover, através de discussões em sala de aula, a verbalização/conscientização dessas concepções por parte das alunas;
- criar insatisfações/contradições com as concepções existentes através de argumentação teórica aliada, sempre que possível, à experimentação;
- promover a formulação da concepção científica quando esta parecer potencialmente significativa<sup>1</sup> para as alunas;
- dar exemplos de aplicação da concepção científica a situações físicas e destacar seu poder explicativo.

A avaliação para verificar se houve ou não mudança conceitual foi feita ao final de cada unidade através de um pós-teste. Ao final do semestre foi aplicado um teste de retenção da aprendizagem igual ao pré-teste.

---

<sup>1</sup>Na linguagem ausubeliana, potencialmente significativa significa que o novo conhecimento é compreensível, que o conhecimento prévio do aprendiz é adequado e que ele apresenta uma pré-disposição para aprendê-lo.



A seguir descreveremos as atividades desenvolvidas em cada unidade separadamente.

### Força e Movimento

Esta unidade iniciou com a aplicação de um pré-teste de escolha múltipla e resposta única, por ser um instrumento aplicável a um grupo de estudantes, a fim de detectar concepções nessa área, o que seria inviável com a técnica de entrevista clínica, considerada pelos pesquisadores em ensino como a mais apropriada para detectar concepções alternativas.

Esse pré-teste (Anexo D - Unidade I) consistiu de 17 questões cada uma com cinco ou três alternativas. A primeira parte do teste (13 questões) refere-se à concepção da aluna sobre a relação entre força e movimento. A segunda parte (4 questões) refere-se aos conceitos de peso e massa, no sentido de verificar se as alunas diferenciam os dois conceitos. Os itens da primeira parte foram retirados da literatura sobre o assunto: Sebastião (1984), Peduzzi (1985) e Silveira et al. (1987). Uma das alternativas oferecidas nesses itens identifica a concepção newtoniana e as demais referem-se a outras concepções, em geral já reportadas na literatura. Sempre há entre as outras alternativas pelo menos uma que é coerente com a concepção aristotélica: para haver movimento deve haver força; força e velocidade possuem a mesma orientação; a força e a velocidade crescem conjuntamente.

Os itens da segunda parte foram elaborados pela professora-pesquisadora e baseados em exercícios propostos por Axt et al. (1990b) e Hewitt (1987).

Os números do pré-teste (resultados) serão discutidos no próximo capítulo. De uma forma qualitativa, podemos dizer que a concepção aristotélica foi claramente detectada na primeira parte: há um acúmulo de respostas nas alternativas onde a força está na direção do movimento (ou seja, força e velocidade têm mesma orientação) e, na ausência de força, há necessariamente o repouso. Na segunda parte, as alunas demonstraram conhecer os conceitos de peso e massa, mas nem sempre os aplicavam corretamente. Por exemplo, em

geral, sabiam que peso e massa são conceitos diferentes, mas não conheciam o fato de que o peso de um objeto varia conforme sua localização na Terra.

A primeira aula desta unidade foi baseada em uma atividade “Força, Peso e Massa” proposta por Axt et al. (1990b) que busca diferenciar e integrar estes três conceitos qualitativamente, utilizando um dinamômetro e um bloco de madeira. As alunas trabalharam em grupo e consideraram a atividade de fácil execução e compreensão.

As aulas seguintes seguiram uma seqüência de passos sugerida por Silveira (1991), coerente com as idéias de Popper, visando a superação da concepção aristotélica e a apreensão da concepção newtoniana sobre força e movimento. A idéia é contrapor as c.c.e. (“teoria alternativa”) que as alunas trazem e a concepção científica (“teoria oficial”). Os passos propostos por Silveira são os seguintes:

1. formulação da “teoria alternativa”;
2. discussão crítica da “teoria alternativa”;
3. apresentação da “teoria oficial” e sua discussão crítica.

O primeiro passo foi desenvolvido a partir da seguinte situação: um objeto inicialmente em repouso sobre a mesa da professora é colocado em movimento. A professora pergunta qual a causa deste movimento. As alunas prontamente responderam que foi uma força, um empurrão, ou um puxão de algum tipo, o responsável. Mas o que faz o objeto continuar se movendo por algum tempo depois de cessada a ação da força? Qual a relação desta força com a velocidade adquirida pelo corpo? As alunas são levadas a formular uma “teoria alternativa” a partir dos seguintes princípios:

1. para que um corpo esteja em movimento deve agir sobre ele uma força;

2. a força e a velocidade do corpo têm a mesma orientação.

A “teoria alternativa” pode ser corroborada: um corpo que estava em repouso sobre a mesa da professora é colocado em movimento através de uma força por ela aplicada; a orientação da velocidade coincide com a da força. Uma conclusão importante derivada dos princípios é a seguinte: cessando a força, cessa o movimento. No entanto, observa-se que após ter cessado o contato da força com o corpo, ele continua se movendo por algum tempo. Por que? Ao invés de refutar a “teoria alternativa”, muitas alunas disseram que: “A força aplicada foi diminuindo até que o objeto parou”; “A força fica no bloco”; “A força é transmitida ao bloco”. Para que as alunas vivenciassem a idéia de que a força não fica capitalizada no objeto, foram sugeridas várias experiências do tipo: receber um empurrão (uma força) estando sobre patins, skate ou bicicleta e relatar se a força ou o empurrão continuam sendo sentidos depois de cessado o contato. As alunas puderam concluir que a força não fica dentro do corpo como pensavam. Observando-se a existência de outras ações sobre o objeto em movimento, a professora chamou a atenção para a força de atrito, que não cessa quando ela (a professora) deixa de agir. Outro fato refutador da “teoria alternativa” é que a força de atrito não tem a mesma orientação que a velocidade adquirida pelo objeto. Enfatizamos que a diminuição da velocidade e o retorno ao repouso observado no corpo sobre a mesa é consequência da força de atrito. Exploramos a força de atrito em diferentes tipos de superfície (areia, asfalto, gelo) e discutimos com as alunas a duração para o movimento do corpo em cada situação. As alunas foram levadas a refletir sobre a situação limite de ausência de atrito. Muitas conseguiram concluir que o objeto não pára. Lançamos a pergunta: então, uma teoria na qual movimento implica força está certa? Uma aluna respondeu: “Só necessitamos de força para colocar um corpo em movimento”. A partir

desse ponto chegamos ao terceiro passo onde estudamos as Leis de Newton (“teoria oficial”) e retomamos os exemplos práticos anteriores mostrando que as leis dão conta de todos eles. Além disso, comentamos que a “teoria alternativa” das alunas é um modelo que persistiu por 2.000 anos e que foi formulado por Aristóteles em 400 a.C., ou seja, as alunas puderam perceber que algumas de suas concepções já foram concepções aceitas cientificamente. As alunas reformularam o modelo anterior da seguinte maneira:

- não é necessário haver força para que haja movimento;
- nem sempre a força e a velocidade têm a mesma orientação.

As leis de Newton foram trabalhadas qualitativamente e com ênfase conceitual, utilizando como consulta o livro de Hewitt (1987). Os exercícios trabalhados também tiveram ênfase conceitual e alguns problemas numéricos foram propostos (de simples aplicação de  $\vec{F} = m\vec{a}$ ) no sentido de mostrar que nem sempre saber resolver um problema numérico implica possuir a concepção newtoniana sobre força e movimento. Além disso, discutimos as forças envolvidas em várias situações e o tipo de movimento, como: uma bolinha rolando sobre uma mesa muito lisa (praticamente sem atrito), uma bolinha descendo um plano inclinado muito liso (praticamente sem atrito), uma bolinha lançada horizontalmente, desprezando-se a resistência do ar, uma bolinha em queda livre (sem resistência do ar), um corpo em MCU, um corpo puxado para cima com uma força maior que seu peso e subindo com uma força igual ao seu peso.

Após esta unidade (que durou um mês), aplicamos um pós-teste com uma forma equivalente ao pré-teste e, ao final do semestre, um teste de retenção igual ao pré-teste. De uma forma qualitativa, podemos adiantar que em relação aos conceitos de peso e massa houve clara evidência de que as alunas aprenderam a diferenciá-los, integrá-los e aplicá-los

corretamente. Contudo, quanto à mudança conceitual no sentido de abandono da concepção aristotélica e adoção da concepção newtoniana os resultados sugerem apenas uma tendência nessa direção. Isso, aliás, não é surpreendente, pois, conforme comprova a bibliografia, certamente, as Leis de Newton são assunto de difícil compreensão para os alunos, pois exigem que abandonem, em algumas lições, idéias que desenvolveram ao longo de suas vidas. Nesta unidade, utilizamos basicamente a argumentação teórica e uma pequena experiência com um dinamômetro e um bloco de madeira. Não pudemos explorar outros argumentos experimentais por falta de material de laboratório na Escola (como colchões de ar, por exemplo).

### Pressão

Esta unidade foi dividida em: pressão mecânica, pressão atmosférica e pressão nos líquidos. Novamente, a unidade iniciou com a aplicação de um pré- teste (Anexo D - Unidade 2). Ao todo, foram 18 questões com três alternativas e resposta única. Dessas, quatro eram questões sobre pressão mecânica, onde tentamos detectar se as alunas possuíam ou não o conceito de pressão e se o diferenciavam do conceito de força. Sete questões eram sobre pressão nos líquidos onde buscamos identificar as idéias das alunas em relação à pressão no interior de um líquido em repouso (do que depende: altura, volume, tipo de líquido). As outras sete questões eram sobre pressão atmosférica, onde procuramos detectar se as alunas conheciam fatos como o ar pesa, o ar ocupa espaço, a pressão age em todas as direções, a pressão atmosférica varia com a altitude, um recipiente mesmo vazio está cheio de ar. Alguns itens do pré-teste foram elaborados pela professora-pesquisadora e outros foram retirados da literatura sobre o assunto: Séré (1986), Axt (1988), Hewitt (1987), Rollnick e Rutherford (1990).

De uma maneira qualitativa, podemos dizer que os resultados do pré-teste nos indicaram

que as alunas, em geral:

- não diferenciavam os conceitos de força e pressão;
- acreditavam que a pressão no interior de um líquido em repouso depende do volume de líquido ou da forma do recipiente;
- acreditavam que a velocidade de escoamento de um líquido em um dado ponto depende do volume de líquido;
- conheciam a dependência da pressão com o tipo de líquido (por exemplo, água ou mercúrio);
- sabiam que o ar pesa;
- desconheciam a relação da altitude com a pressão atmosférica;
- sabiam que recipientes vazios contêm ar, no entanto, achavam que o ar não ocupa espaço;
- pareciam conhecer o fato de que a pressão age em todas as direções.

O trabalho com pressão mecânica iniciou com um vídeo (Paul Hewitt, Pressure, Addison-Wesley, 1987), onde através de exemplos do dia-a-dia e de uma demonstração com uma cama de pregos, os conceitos de força e pressão são diferenciados e integrados (pressão como força aplicada em uma área). Após, fizemos uma discussão com explicações sobre o vídeo, sempre procurando contrapor os dois conceitos de uma maneira qualitativa. O texto de consulta para esta parte foi “Conceptual Physics” (Hewitt, 1987). Este vídeo foi de fácil entendimento para as alunas, que o consideraram interessante.

Na segunda parte (pressão atmosférica), foi possível aliar experiências demonstrativas com argumentação teórica durante a instrução. A partir de uma exposição teórica sobre a atmosfera (porque ela existe, suas características) iniciamos o estudo da pressão atmosférica com base em uma atividade proposta por Axt et al. (1990b). O roteiro de trabalho inicia com três experiências demonstrativas, utilizando uma seringa e um recipiente com água. A idéia é mostrar como o conceito de pressão atmosférica explica as experiências. Este conceito é construído com as alunas a partir do conceito de pressão mecânica já adquirido por elas (e devidamente diferenciado do de força) e da idéia que já possuíam de que o ar tem peso. O fato de que a pressão age em todas as direções foi trabalhado em situações como, “Por que a pressão atmosférica não derruba a porta de uma casa?”. O experimento de Torricelli também foi explorado como comprovação da existência da pressão atmosférica. A variação da pressão atmosférica com a altitude foi abordada a partir de questionamentos em que as alunas deveriam usar seus conhecimentos sobre a atmosfera e o conceito de pressão (dependente do peso do ar) para explicar tal variação. Além disso, a idéia de que na natureza a matéria se move no sentido da pressão maior para a menor foi explorada com exemplos do tipo: o processo pelo qual o refrigerante chega à nossa boca quando o tomamos com canudinho; como um desentupidor de pia consegue ficar preso a uma parede vertical sem cair; porque uma lata onde é feito vácuo no seu interior é amassada pela pressão atmosférica.

A pressão nos líquidos iniciou com uma analogia com a pressão mecânica, já estudada. Comparamos a pressão que um bloco de madeira faz sobre a mesa com a pressão da água dentro de um recipiente (contra as paredes e o fundo de um becker). Assim como um bloco exerce pressão contra a mesa que é o peso do bloco dividido pela área de contato, o líquido em um becker exerce pressão contra o fundo do recipiente que é o peso do líquido

dividido pela área do fundo do recipiente. Continuamos a discussão, questionando que se é o peso que está em jogo para determinar a pressão, então se tivermos o mesmo nível de água e mercúrio em dois beakers, qual dos beakers sofre maior pressão no fundo. As alunas como já sabiam que o mercúrio é aproximadamente 14 vezes mais denso que a água e, portanto, 14 vezes mais pesado, concluíram facilmente que no becker com mercúrio a pressão no fundo é maior. Assim, chegamos juntos à conclusão que a pressão depende da densidade do líquido. Numa outra situação em que colocamos água em níveis diferentes em dois beakers, discutimos onde a pressão no fundo é maior. Algumas alunas, curiosamente, apontaram para o becker com menor altura de água. No entanto, outras lembrando que  $p = \frac{F}{A}$  disseram que no becker com água no nível mais alto o peso da água é maior e, sendo a área a mesma, então a pressão é maior no fundo do becker com nível mais alto de água. Assim, concluíram que a pressão de um líquido em repouso depende de sua densidade e da altura do líquido ( $p = \rho gh$ ). Nesse momento, algumas alunas questionaram que se nível mais alto do líquido significa maior volume de líquido, poderíamos dizer que a pressão depende do volume (da quantidade) de líquido (concepção detectada no pré-teste).

Para derrubar a concepção de que a pressão em um líquido depende do volume, realizamos a seguinte experiência: 2 latas de volumes diferentes, cada uma com um furo em uma mesma altura cheias de água a uma mesma altura, conforme mostra a figura 3.1. As alunas deveriam comparar as velocidades de escoamento em cada lata.

Antes da demonstração, pedimos que as alunas levantassem uma hipótese para a velocidade de escoamento. Elas foram unânimes: maior para a lata com maior volume de água. Também chamamos a atenção para o fato de que a água escoava pelo furo porque a pressão num líquido age em todas as direções. A experiência foi muito esclarecedora no sentido de



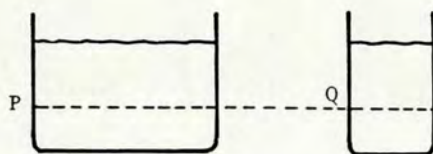


Figura 3.1: Duas latas de volumes diferentes

mostrar que a velocidade de escoamento é a mesma porque não depende do volume mas sim da altura da coluna de líquido. As alunas apreciaram muito esta demonstração.

Novamente, para ilustrar que a pressão não depende do volume, utilizamos vasos comunicantes pedindo que as alunas explicassem porque o nível da água é o mesmo em cada tubo, tal como indicado na figura 3.2.

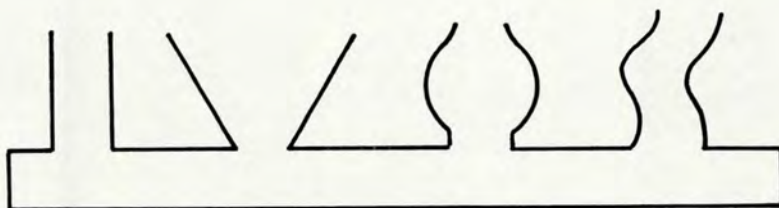


Figura 3.2: Vasos comunicantes

Outra demonstração foi feita com uma lata furada em três pontos de diferentes alturas. Questionadas sobre o que aconteceria se a lata fosse enchida com água, as alunas concluíram que quanto mais embaixo o furo, maior a pressão neste ponto porque maior é a altura da coluna de água, assim, maior é a velocidade de escoamento da água e maior é o alcance em relação a uma superfície convenientemente abaixo do fundo da lata, como ilustrado na figura 3.3.

Novamente, elas apreciaram a demonstração e mostravam estar reformulando suas con-

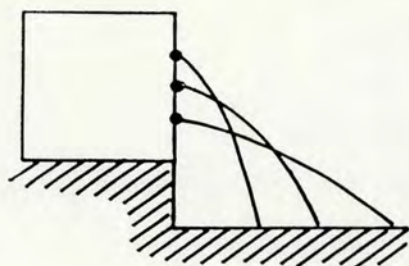


Figura 3.3: Velocidade de escoamento a diferentes alturas

cepções anteriores, pois as experiências foram altamente esclarecedoras. A fim de abordarmos o Princípio de Pascal, realizamos a experiência com a “bomba de pressão”, mostrada na figura 3.4. Antes da demonstração, as alunas discutiram o que aconteceria quando fosse feita pressão com o pistão e a esfera cheia de água.

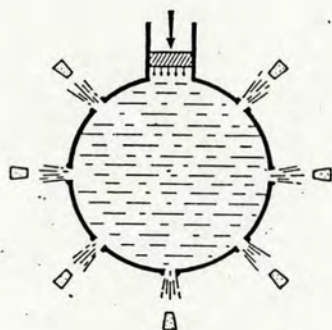


Figura 3.4: Bomba de pressão

As alunas concluíram que sairia água por todos os furos da esfera, pois “a pressão age em todas as direções”, segundo elas. Certamente esta conclusão é consequência das experiências feitas anteriormente (latas com furos).

A unidade “pressão” teve seu fechamento com uma discussão cujo objetivo foi o de integrar e diferenciar os conceitos de força (estudado na primeira unidade) e de pressão. Após, foram propostos exercícios de pressão nos líquidos e pressão atmosférica para que as alunas fixassem e aplicassem os conhecimentos adquiridos em novas situações.

Após o término desta unidade, aplicamos um pós-teste em uma forma equivalente ao pré-teste e, novamente, ao final do semestre, um teste de retenção igual ao pré-teste. Os resultados serão discutidos no próximo capítulo, no entanto, qualitativamente é possível adiantar que houve uma sensível melhora, sugerindo mudança conceitual. Em geral, as alunas demonstraram ter adquirido o conceito de pressão, além de diferenciá-lo do de força. A concepção de que a pressão em um líquido depende da altura da coluna de líquido e não do volume de líquido pareceu ter sido bem assimilada. Provavelmente, as experiências criaram as contradições necessárias com o conhecimento prévio. A idéia que o ar pesa e, por isso, faz pressão pareceu ter sido bem entendida, assim como, a relação entre altitude e pressão atmosférica. Além disso, explicações para situações do dia-a-dia (envolvendo desentupidor de pia, balão, canudinho de refrigerante) foram facilmente entendidas com o uso de pressão atmosférica.

Em relação à unidade anterior (força e movimento), esta unidade foi bem mais acessível às alunas. O fato de que pela primeira vez no ano foram levadas ao laboratório de Física para realização de experiências e a própria natureza do conteúdo desta unidade provavelmente contribuíram para o seu sucesso. As alunas se mostravam muito entusiasmadas em trabalhar no laboratório de Física.

### Calor e Temperatura

Outra vez, a unidade iniciou com a aplicação de um pré-teste (Anexo D - Unidade 3). Ao todo foram 15 questões com três alternativas e resposta única. Todas as questões foram retiradas de um teste de Silveira et al. (1991) onde se procurou detectar se os alunos têm concepções cientificamente aceitas na área de calor e temperatura. Os itens do teste estão distribuídos da seguinte maneira: definição de calor – 6 itens, Lei Zero da Termodinâmica (equilíbrio térmico) – 6 itens, energia interna – 3 itens. De uma forma

qualitativa, os resultados do pré-teste podem ser assim sintetizados:

- o conceito de calor é visto como uma propriedade de um dado corpo ou a energia (térmica) contida em um corpo;
- o conceito de calor é visto como relacionado com o conceito de temperatura e, por vezes, é confundido com este;
- o conceito de energia interna é desconhecido;
- não é conhecida a relação entre massa de um corpo e a variação de temperatura sofrida por ele;
- o fluxo de calor não é considerado como sendo do corpo “quente” para o “frio”;
- em uma mudança de estado, a temperatura não é considerada constante;
- os corpos à mesma temperatura são considerados como possuindo a mesma energia (térmica).

A idéia que tivemos nesta unidade com o objetivo de promover a mudança conceitual, ou seja, fazer com que as alunas adquirissem as concepções científicas sobre os conceitos de calor e temperatura a partir de suas próprias concepções foi de, inicialmente, construir o conceito de energia interna, tal como fazem Axt et al. (1990b). Ao nosso ver, tal conceito parece existir ao nível formal da Física e não ao nível intuitivo das alunas. Nossa hipótese é de que, uma vez bem aprendido o conceito de energia interna, torna-se mais fácil diferenciar e integrar os conceitos de calor e temperatura.

Assim, a unidade iniciou com a introdução do conceito geral de energia e suas formas básicas: energia cinética e energia potencial. A partir de exemplos simples como a

compressão de uma mola, um carro em movimento, as energias cinética e potencial foram definidas ao nível macroscópico. O princípio geral de conservação de energia também foi explorado com exemplos do dia-a-dia. Um dos exemplos usados para ilustrar o princípio foi o de um carro em movimento (que possui energia cinética) que é capaz de amassar ou deslocar um carro pesado. Discutindo a conservação de energia neste exemplo, uma das alunas disse: “A energia cinética do carro é transformada em calor”. Perguntamos o que ela entendia por calor. Ela respondeu, então: “O calor é uma medida da temperatura de um corpo”. Guardamos sua resposta para ser rebatida mais adiante, pois era uma idéia compartilhada pela maioria.

Chamamos também atenção para o fato de que não nos preocupamos com valores absolutos de energia, já que na realidade ela é observada quando está sendo transformada. A partir da idéia que as próprias alunas traziam de que um corpo em qualquer estado físico (a maioria das alunas diferenciava os estados físicos em termos de ligações entre as moléculas) é constituído de moléculas e átomos, transferimos ao nível microscópico as formas de energia anteriormente estudadas. Portanto, ao nível microscópico também temos energia cinética e potencial, e a soma destas energias dos átomos e moléculas dentro de um corpo chamamos de energia interna.

Uma vez introduzido o conceito de energia interna, passamos aos conceitos de calor e temperatura. Na introdução do conceito de temperatura, perguntamos o que elas entendiam como tal. Algumas responderam que é uma medida do calor do corpo e outras disseram que serve para saber se um corpo está quente ou frio.

Quando questionadas sobre como sabemos se um corpo está quente ou frio, uma das alunas sugeriu que usamos o tato. Neste momento, propusemos a experiência das três bacias. A experiência foi bem sucedida, e as alunas puderam concluir que necessitamos

de uma medida objetiva e numérica de temperatura. Introduzimos, então, o termômetro como instrumento que mede temperatura. Estudamos qual o princípio utilizado na sua construção e observamos os termômetros do laboratório (álcool é o líquido dentro do tubo capilar de vidro). As escalas do termômetro e os pontos  $0^{\circ}\text{C}$  e  $100^{\circ}\text{C}$  assim como outras escalas ( $^{\circ}\text{F}$ ,  $\text{K}$ ) foram discutidos. O conceito de temperatura foi introduzido via o conceito de energia cinética. A temperatura é uma medida da energia cinética média das moléculas e dos átomos em um corpo. (A temperatura não é uma medida da energia cinética total dos átomos e moléculas de um corpo.) Assim, é uma grandeza macroscópica que revela o que ocorre a nível microscópico.

A questão do equilíbrio térmico foi introduzida, questionando o que ocorre quando misturamos água quente com água fria. As alunas responderam que a água fica morna. Neste momento, as alunas realizaram duas experiências nas quais deveriam medir a temperatura de estado do equilíbrio térmico, utilizando para isso beakers com água, um ebulidor e um termômetro.

1ª experiência: misturar 100ml de água à temperatura ambiente com 100ml a  $50^{\circ}\text{C}$  e medir a temperatura final da mistura. 2ª experiência: misturar 150ml de água a  $50^{\circ}\text{C}$  com 50ml à temperatura ambiente, medindo a temperatura final da mistura.

Cada grupo ao final relatava o resultado obtido e enunciava suas conclusões. As alunas puderam perceber a influência das massas na temperatura final da mistura (porque na 1ª experiência a temperatura final é a média das temperaturas iniciais e na 2ª é um valor um pouco maior que a média).

Também quanto ao equilíbrio térmico, chamamos a atenção para o fato de que o termômetro quando colocado em contato com um corpo que queremos medir a temperatura, ambos atingem a mesma temperatura, ou seja, entram em estado de equilíbrio térmico. Se,

então, sabemos a temperatura do termômetro, sabemos também a temperatura do corpo.

Até agora não tínhamos mencionado o conceito de calor nas aulas para somente introduzi-lo no momento oportuno. Depois de realizadas as experiências sobre equilíbrio térmico, e a partir da concepção das alunas de que o calor é uma propriedade dos corpos, introduzimos o conceito de calor. Mostramos que, no início do século XIX, a ciência acreditava na chamada “teoria do calórico” e de como esta teoria foi refutada pelos fatos experimentais (o calórico nunca foi detectado).

A partir das experiências sobre equilíbrio térmico, exploramos o que ocorre com a energia interna de cada quantidade de água depois que foram misturadas. As alunas puderam concluir que a água quente teve sua energia interna diminuída (pois sua temperatura diminuiu) e a água fria teve sua energia interna aumentada. Daí, desenhamos no quadro negro o esquema mostrado na figura 3.5.

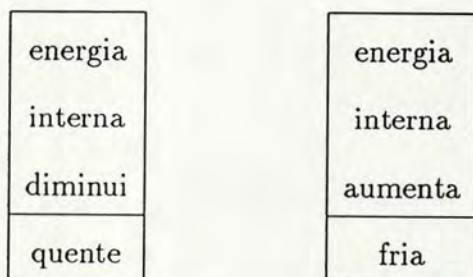


Figura 3.5: Equilíbrio térmico

Chamando atenção para o princípio da conservação de energia, as alunas foram levadas a concluir que: “o aumento na ‘fria’ é igual à diminuição na ‘quente’”. Uma das alunas disse: “Há transferência de energia!” Neste momento, introduzimos o conceito de calor e completamos o desenho da maneira indicada na figura 3.6.

Embora existam outras maneiras de se variar a energia interna de um corpo, a que ocorreu nas duas experiências de equilíbrio térmico foi devida exclusivamente porque havia

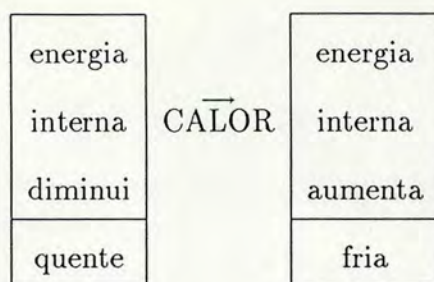


Figura 3.6: Calor como transferência de energia

uma diferença de temperatura entre cada quantidade de água.

Assim, trabalhamos com as alunas no sentido de que o calor é energia que se transfere de um corpo para outro devido a uma diferença de temperatura entre ambos. Ou seja, um corpo não possui calor, ele possui energia interna. Comparamos o fluxo natural de calor com o fluxo natural de um rio. Comparamos calor com a chuva, só existe enquanto está caindo.

Perguntamos às alunas se depois desta discussão poderíamos dizer que calor é sinônimo de quente e se opõe ao conceito de frio. Elas concluíram facilmente que estes termos se referem às sensações de temperatura e nada têm a ver com calor.

Para verificarmos que, quando uma substância absorve calor, a mudança de temperatura depende da massa (quantidade) da substância, realizamos a seguinte experiência: dois beakers com quantidades diferentes de água foram aquecidas durante 2 minutos com um ebulidor (calor absorvido é o mesmo). Ao final, as alunas mediram as temperaturas atingidas e verificaram que quanto menor a massa maior é a variação de temperatura sofrida.

Estas atividades foram seguidas pela leitura do texto “Calor e Temperatura” elaborado pela professora-pesquisadora tendo como material de consulta uma das atividades propostas por Axt et al. (1990b) e o livro de Hewitt (1987). A idéia de elaboração de um texto foi



a de propiciar às alunas uma fonte de consulta futura sobre o assunto (principalmente quando estiverem lecionando nas séries iniciais) e de sistematizar e fixar os conceitos até agora abordados: energia interna, temperatura e calor. Discutindo o texto em aula, os conceitos foram retomados e as experiências realizadas até então foram reinterpretadas com o conhecimento dos conceitos adquiridos. Reescrevemos o conceito de energia interna construído:

$$E_I = E_{C_{MICROSC.}} + E_{P_{MICROSC.}}$$

(obs.:  $E_{C_{MICROSC.}}$  = energia cinética total das moléculas e dos átomos no corpo.

$E_{P_{MICROSC.}}$  = energia potencial total das moléculas e dos átomos no corpo.) É interessante observar que tal modelo de energia interna não é proposto na maioria dos livros de Física do 2º grau mais utilizados.<sup>2</sup> Na realidade, encontramos somente dois livros<sup>3</sup> que mencionam a energia interna tendo estas duas parcelas de energia (potencial e cinética) além de outras. Os outros livros consideram-na como a soma de todas as energias dentro de um sistema sem diferenciar as parcelas ou só a relacionam com energia de movimento dos átomos e moléculas do sistema, ou seja, somente sua parte cinética. Tal modelo nos pareceu útil, principalmente para explicar uma mudança de estado físico na qual sabemos que a temperatura permanece constante.

Ao final da leitura do texto, que foi muito bem recebido pelas alunas, encaminhamos a discussão no sentido de mostrar que até agora tínhamos estudado a variação de energia interna via a variação de sua parte cinética (variação de temperatura). A partir daí questi-

---

<sup>2</sup>Autores consultados: Alvarenga (1986); Moretto (1990); Fuke et al. (1989).

<sup>3</sup>Autores dos livros: Santos (1990) e Hewitt (1987).

onamos: “Sempre que aumenta a energia interna vamos ter um aumento de temperatura?” As alunas concluíram que até então não tínhamos nos preocupado com a parcela  $E_P$  da energia interna. Neste momento, “o terreno estava pronto” para o estudo das mudanças de estado. Propusemos, então, a elas duas experiências: a fusão do gelo e a ebulição da água. As alunas puderam observar que na primeira a temperatura desce até quase  $0^\circ\text{C}$  (quase porque obtivemos  $1^\circ\text{C}$ ), e permanece estacionária enquanto o gelo derrete e na segunda enquanto a água evapora o termômetro marca  $100^\circ\text{C}$ . Concluímos, então, que nestas experiências o calor absorvido é utilizado não para aumentar a parcela cinética da energia interna (ou seja, a temperatura) e sim para aumentar a parte potencial.

“Mas o que representa a parte potencial da energia interna?” – questionamos. Como as alunas sabiam as diferenças entre os estados líquido, sólido e gasoso em termos das ligações entre as moléculas (mais próximas ou mais afastadas), puderam concluir que a parcela de energia potencial da energia interna dá conta do tipo de ligações ou arranjos entre as moléculas. Assim, como em uma mudança de estado físico as ligações existentes entre as moléculas são modificadas, o calor (absorvido ou cedido) serve para variar a energia potencial e não a energia cinética (temperatura). Por exemplo, na fusão do gelo, o calor absorvido por ele é usado para aumentar a separação entre as moléculas, rompendo a rede cristalina sem ocasionar variação na agitação destas moléculas (temperatura). Estudamos também todas as possíveis mudanças de estado, seus nomes e exemplos de cada uma, chamando a atenção para o fato de que em algumas ocorre liberação de energia e em outras absorção. Além disso, falamos que os pontos de fusão, ebulição, etc. são diferentes conforme a substância e que estes pontos variam com a pressão (exemplos: no Monte Everest a água evapora a  $70^\circ\text{C}$ ; o funcionamento da panela de pressão).

Para estudarmos a relação das forças intermoleculares com a energia potencial associada,

fizemos a analogia ilustrada na figura 3.7.

posição estável =  $E_{P\text{mínima}}$

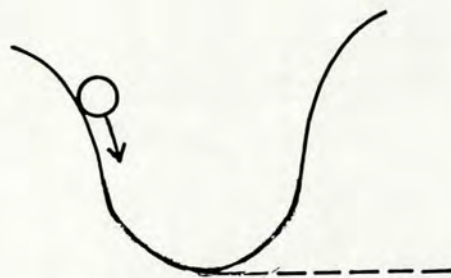


Figura 3.7: Analogia para a energia potencial

Assim, temos  $E_{P_{\text{SÓLIDOS}}} < E_{P_{\text{LÍQUIDOS}}} < E_{P_{\text{GASES}}}$ . Com outras palavras, quanto maior forem as forças intermoleculares, menor é a energia potencial das moléculas (considerando a energia potencial como sendo sempre negativa).

A analogia nos pareceu ajudar no entendimento da desigualdade acima.

A unidade foi encerrada com o estudo dos tipos de transferência de calor (condução, convecção, radiação) e bons e maus condutores de calor. Aqui foram exploradas situações como: uso de roupas de lã em dias frios; panelas com alças de madeira; mesmo que um metal esteja à mesma temperatura que um pedaço de madeira porque ele parece estar mais frio; por que colocamos gelo em um isopor para que ele não derreta; por que a água do chimarrão é colocada em uma garrafa térmica.

Ao final, discutimos a energia interna de 1g de água a  $0^{\circ}\text{C}$  comparada com a de 1g de gelo a  $0^{\circ}\text{C}$ , assim como a de 1g de água a  $100^{\circ}\text{C}$  comparado com a de 1g de vapor a  $100^{\circ}\text{C}$ . Como fechamento, realizamos alguns exercícios qualitativos nos quais as alunas deveriam demonstrar que diferenciam e integram os três conceitos estudados na unidade.

Esta unidade teve grande receptividade entre as alunas, principalmente em relação ao

entusiasmo demonstrado por elas quando da realização das experiências. Quanto ao conceito de calor, consideramos as experiências feitas como elemento motivador, pois aparentemente tal conceito parece-nos que só pode ser aprendido via argumentação teórica.

Novamente, ao final da unidade realizamos um pós-teste com o mesmo número de questões que o pré-teste (15), mas os enunciados das questões foram reformulados. Os resultados do pré-teste e do teste de retenção (igual ao pré-teste) serão apresentados no próximo capítulo, porém qualitativamente podemos anteciper que houve um avanço em direção à concepção cientificamente aceita em relação aos conceitos de calor, temperatura e energia interna. Os conceitos de calor e temperatura foram devidamente diferenciados. A idéia de equilíbrio térmico e o fato de que o fluxo de calor tem um sentido natural e é devido à diferença de temperatura foram muito bem aceitos pelas alunas. No entanto, somente aproximadamente dois terços das alunas reconhece que dois corpos que estão à mesma temperatura mas em estados físicos diferentes não possuem a mesma energia interna. A relação das massas dos corpos com a variação de temperatura sofrida também foi melhor entendida.

Ao final do semestre aplicamos uma prova final, envolvendo as três unidades descritas neste capítulo, como dito anteriormente, que pode ser considerada como correspondente a testes de retenção da aprendizagem idênticos ao pré-teste. Além disso, as alunas responderam um questionário de atitudes sobre a metodologia empregada nessas unidades em relação à metodologia tradicional desenvolvida no 1º semestre 1990. Finalmente, algumas alunas foram entrevistadas oralmente sobre essa mudança metodológica. Todos estes resultados serão apresentados e discutidos no próximo capítulo.

A título de conclusão do presente capítulo, podemos dizer que, em linhas gerais, a nova estratégia instrucional utilizada nas três unidades do 2º semestre 1990 difere da anterior

utilizada até então nos seguintes aspectos:

- aborda conceitos físicos relevantes para as Ciências das séries iniciais do IE em oposição à anterior que se preocupava em varrer o conteúdo do 2º grau;
- é qualitativa e com ênfase conceitual ao contrário da anterior que era formulística (aplicação de números em fórmulas);
- o ponto de partida são as concepções que os alunos trazem para a sala de aula se opondo à anterior que considerava o aluno como tábula-rasa;
- alia experimentação à argumentação teórica do professor sempre que possível, se contrapondo à anterior que utilizava apenas algumas experiências demonstrativas;
- busca a mudança conceitual procurando tornar potencialmente significativa a concepção cientificamente aceita em oposição à anterior que era uma tentativa de transmissão de conteúdo não potencialmente significativo em uma única direção – do professor para o aluno.

No capítulo seguinte examinaremos, primeiramente do ponto de vista qualitativo (interpretativo) e depois do quantitativo, os resultados obtidos na prática com a nova estratégia instrucional.

## Capítulo 4

# RESULTADOS DA NOVA ESTRATÉGIA INSTRUCIONAL

Este capítulo trata especificamente dos resultados<sup>1</sup> obtidos com a nova estratégia instrucional, apresentada no capítulo anterior, usada no 2º semestre letivo de 1990 na disciplina Física para o 2º grau Magistério do IE. Os dados cuja análise e interpretação conduziram a esses resultados foram obtidos através dos seguintes instrumentos:

1. um questionário de atitudes com 24 alternativas frente as quais as alunas deveriam se posicionar em relação ao 1º e 2º semestres do curso separadamente; ao final, havia uma questão discursiva que novamente pedia a opinião das alunas a respeito do 1º e 2º semestres do curso;
2. entrevistas realizadas pela professora-pesquisadora com alunas a fim de relatarem seu posicionamento em relação à mudança de metodologia ocorrida no 2º semestre, o que aprenderam de tudo o que vivenciaram ao longo do ano na disciplina de Física e como

---

<sup>1</sup>Tais resultados foram apresentados na II Conferência Interamericana sobre Educação em Física realizada em Caracas de 14-20 de julho de 1991. Além disso, estão sendo submetidos à publicação na Revista de Ensino de Física.

pretendem utilizar tal aprendizagem na sua futura atuação docente nas séries iniciais; 9 alunas foram entrevistadas; as entrevistas foram todas gravadas em fita cassete e duraram entre 10 e 40 minutos cada uma; as alunas foram pontuais e extremamente atenciosas;

3. a opinião própria da professora-pesquisadora, ou seja, a descrição de sua experiência pessoal com a nova estratégia;
4. como complementação a estes registros (atitudes, entrevistas, opiniões), foi também feita uma comparação quantitativa entre escores do pré-teste aplicado antes da nova estratégia e de testes de retenção em cada uma das três unidades abordadas sob essa estratégia.

Iniciemos pelas entrevistas com as alunas, destacando algumas passagens:

V.K. colocou que no 2º semestre ela realmente aprendeu pois “particpei do meu aprendizado” enquanto que no 1º semestre “foi muito menos ativo”. No 2º semestre, “com as experiências práticas nós pudemos ver, sentir o que estava acontecendo”; no 1º semestre “era tudo mais distante, eu não sentia próximo de mim”. “O que eu aprendi no 2º semestre eu não vou esquecer porque eu realmente aprendi, eu não decorei...” Quando questionada sobre sua futura atuação como professora das séries iniciais, repensada a partir da mudança de metodologia ocorrida no curso de Física, V.K. colocou que “não faz sentido eu ensinar fórmulas para os meus alunos, mas certamente eu devo me preocupar com suas curiosidades”. Voltando à comparação dos dois semestres, V.K. nos disse que “no 1º semestre eu fiquei muito angustiada porque eu tinha que saber, eu tinha que saber... Já no 2º semestre, foi uma coisa bem mais agradável, eu tinha vontade de assistir Física, era uma das aulas que eu mais gostava”. Retomando a discussão sobre sua atuação como futura professora,

V.K. colocou que os alunos têm “idéias erradas desde pequenos e quanto menor mais fácil de elaborar a idéia científica. As idéias dos alunos não podem ser esquecidas, devemos mostrar porque estão erradas, não dá prá dizer – esqueçam estas idéias!”

V.K. comentou também sobre o método de avaliação, pré e pós-teste: “é importante que se saiba o quanto se cresceu”. Referiu-se igualmente às aulas práticas: “As aulas no laboratório foram muito melhores que as aulas na sala, parece que nossa postura muda. . .” “No 2º semestre, eu senti mais vontade de participar.”

C.A. ponderou que no 2º semestre “a gente participou, a gente formava junto os conceitos e então a gente via o que estava fazendo. No pós-teste toda nossa turma se sentiu mais segura de fazer, era só lembrar das experiências e ir marcando . . .”. “No 2º semestre a turma cresceu bastante, pois todas se comprometeram com o trabalho.” Quando questionada sobre o que mais lhe chamou a atenção na mudança de metodologia, C.A. nos disse que “foi a passagem da aula sem prática para a aula com prática”. C.A. falando sobre seu futuro desempenho como professora nos disse: “estas experiências que fizemos no 2º semestre podem ser feitas com as crianças se adaptadas às idades delas para construir dentro delas o conhecimento da Física certo. Do mesmo jeito que nós pensávamos errado, a criança também pensa e nós devemos tentar mudar isso dentro da criança”.

A.R. falando sobre a mudança na estratégia nos colocou que “no 1º semestre as aulas eram normais como todas as nossas outras aulas, já no 2º semestre, foi super diferente, foi super novo, porque a gente não estava acostumada a formular as idéias baseadas no que a gente já sabia, a gente esperava tudo pronto, era bem assim . . .” “No início foi bem difícil, mas depois, à medida que o semestre passava, com a unidade ‘pressão’, todo mundo melhorou, pois começou a se acostumar. Em Didática, nós estávamos estudando que é preciso que o aluno construa seu conhecimento, formule suas idéias. Nós pudemos



ver em Física uma teoria sendo colocada em prática. No início foi meio assim ... Mas acho que deu certo! Além disso, não decorei a matéria, eu tenho certeza que eu aprendi.” Questionamos sobre a dificuldade muitas vezes sofrida por algumas alunas em se adaptar à nova estratégia instrucional. Então, A.R. nos disse que “desde o início nosso ensino é baseado na decoreba, por isso uma mudança como esta é drástica ...” Quanto à sua futura atuação como professora, A.R. nos colocou que: “com a criança devemos construir desde o início a partir do que ela já sabe. Eu não quero viver em função da teoria, eu quero pôr a teoria em prática, pois dá resultados gratificantes. Até, por exemplo, em Física, a gente não sabia direito, tinha idéias totalmente erradas. Eu mesma aprendi coisas que eu nunca pensei que pudessem ser diferentes do que eu pensava. Então, agora que eu tenho idéias certas, eu vou procurar passar para meus alunos o que eu aprendi de bom. Eu adorei este método, pois sempre ouvi falar em construir os conhecimentos e eu nunca tinha passado por isso. Em muitas disciplinas a gente aprende o que fazer com as crianças, principalmente em Didática Geral, mas não é o que fazem com a gente. Em Física, foi a primeira vez que pudemos vivenciar isso. Foi super bom!”

Tentando buscar mais evidências sobre seu posicionamento como futura professora, relembramos as observações feitas nas séries iniciais pelas alunas, e A.R. nos disse: “O ensino continua decorado, no esquema do professor despejando a matéria. Eu penso em começar por mim, pela minha turma, a mudar um pouco isso. Os alunos não devem ser passivos, não devem aprender a receber tudo pronto. Os alunos devem entender; formular e passar a criticar. É mais fácil ele aprender em cima do que ele já sabe porque ele faz ligação com a vida dele e as coisas novas que ele vai aprender.” A.R. também comentou sobre o pré e o pós-teste: “No pré-teste, nós mostrávamos o que a gente pensava e aí a gente tinha as aulas. Quando a gente fazia então o pós-teste, era incrível como a gente

mudava ... a gente realmente avaliava o que a gente aprendeu.”

A.M. ao dar seu depoimento nos relatou sua experiência com a Física no 1º ano do 2º grau em outra escola: “a Física era praticamente contas, era decorar fórmulas e fazer problemas, mas eu não entendia o porquê daquelas fórmulas, porque eu tinha que fazer aquilo. Eu tinha medo da prova de Física. Quando eu entrei no 2º ano do IE me apavorei que eu tinha que estudar Física. No início (1º semestre) eu não entendia direito, mas no 2º semestre, com as experiências, tudo ficou mais fácil e não precisar decorar teoria e fórmulas era um alívio.” Quando questionada como ela se vê como futura professora, A.M. nos colocou que: “Quando eu for professora, eu pretendo dar em aula cada dia uma coisa nova para que o aluno não perca o interesse. Além disso, eu não quero que ele decore nada, eu quero que eles pensem por si.”

S.H. nos fez uma observação nova até então, pois segundo ela “é importante nós fazermos os cálculos, mas temos que aprender a teoria e saber as experiências. Eu penso que deve ser tudo integrado, não pode ser separado (1º sem./2º sem.). Não digo que o 2º semestre foi ruim, aliás, foi ótimo pois aprendemos a levantar hipóteses, a pensar, a formular idéias ... Eu gostaria de ter feito cálculos no 2º semestre. Acho que uma ano de Física é muito pouco, deveria ter dois anos. O curso de Magistério não dá tanta ênfase à Química, à Física, mas a gente vai ensinar um monte de coisa pras crianças, então, tinha que ter mais tempo para o conteúdo.” Quando questionada sobre a relação do nosso curso com o seu trabalho (futuro) nas séries iniciais, S.H. nos disse: “Eu acho que ajudou bastante para que a gente não ensine errado ...” Comentando sobre a aplicação de um pré e depois de um pós-teste, S.H. se posicionou: “...foi bom para eu ver meu crescimento”. Quando novamente questionamos como S.H. se imaginava professora depois do curso de Física, ela respondeu: “o professor nunca deve se acomodar, é preciso buscar sempre coisas novas

...” S.E., relatando a mudança ocorrida do 1º para o 2º semestre, nos colocou que: “no 2º semestre as aulas melhoraram bastante porque tinham as experiências e as discussões sobre as nossas idéias trazidas para a aula eram importantes.” Como futura professora, S.E. disse que “os conceitos que aprendemos na Física devem ser trabalhados com as crianças de uma maneira que elas possam entendê-los, não com as palavras que nós aprendemos”.

R.L. dando seu depoimento nos colocou que “Eu gostei mais do 2º semestre porque no 1º foi tradicional, o professor fala, o aluno escuta. Já no 2º teve prática, então a gente pôde aprender muito mais desse jeito. Eu penso que, em um curso de Magistério, a Física deva ser como foi no 2º semestre, com prática, sem cálculos ... As outras disciplinas do nosso curso seguem a metodologia do 1º semestre, mas eu acho que devia ser como no 2º ...” Quanto à motivação, R.L. nos disse ter se sentido bem mais motivada no 2º semestre. Em relação às aulas no laboratório, R.L. se posicionou: “Só falando a matéria a gente entende, mas não é uma coisa provada, e, a gente fazendo, a gente entende muito melhor.” Ao comparar as três unidades trabalhadas no 2º semestre, R.L., assim como as demais alunas entrevistadas, concordou que “força e movimento” foi a unidade que mais dificuldades apresentou, talvez porque, segundo elas, nas unidades “pressão” e “calor e temperatura” fizemos mais experiências.

R.I. comentou que “como a Física no Magistério só é no 2º ano, devíamos abordar conteúdos que vamos trabalhar com as crianças, como foi no 2º semestre”. Sobre o levantamento das idéias prévias, R.I. se posicionou: “É importante que se parta dos conhecimentos que os alunos já têm para saber o que devemos modificar e conservar ...” Ao falar sobre cada unidade trabalhada, R.I. colocou que na unidade “força e movimento” a mudança das idéias foi bem mais difícil. Segundo ela, a turma mostrou resistência para abandonar as antigas idéias, mas um pouco foi aprendido. Na opinião de R.I., a Física não é o “bicho de

sete cabeças” que todos falam, pois “dependendo do jeito que o professor coloca a matéria, é que ela fica fácil ou difícil”. Segundo R.I., no curso de Magistério, a Física deveria ter uma maior carga horária, pois “nós estaríamos mais preparadas para dar aula nas séries iniciais e poderíamos responder às perguntas dos alunos”.

R.O. colocou que “a mudança ocorrida no 2º semestre foi muito boa, pois discussões e experiências ajudam no entendimento da matéria. Sobre o fato de se levar em conta as idéias que os alunos trazem, R.O. nos disse que “só a partir de nossas próprias idéias é que podemos aprender e reconhecer suas limitações frente à posição trazida pelo professor. O que nós fizemos nas aulas, explorando as idéias até chegar nas idéias certas, é o melhor caminho para se aprender.”

Assim, vemos pelas entrevistas o quanto a mudança ocorrida no 2º semestre foi positiva para as alunas, tanto por facilitar a aprendizagem quanto por contribuir para a formação pedagógica das futuras professoras.

A opinião da professora-pesquisadora em relação à nova estratégia instrucional é tão positiva quanto a opinião das alunas. A mudança ocorrida no 2º semestre melhorou o desempenho das alunas na disciplina de Física, estimulou a aprendizagem e colocou a Física em um papel mais relevante no curso de 2º grau Magistério. As aulas no 2º semestre foram muito mais motivadoras para as alunas pelas discussões, pelas experiências que puderam ser realizadas e pela responsabilidade que elas tiveram de assumir em relação à sua própria aprendizagem. A professora-pesquisadora sentiu que havia um clima muito melhor de trabalho. As discussões em aula, onde as alunas expunham suas idéias, geraram os conflitos necessários para que a mudança conceitual fosse facilitada. As experiências pareciam ajudar muito nessa mudança.

Provavelmente, a disciplina de Física no 2º semestre desempenhou aquele que deveria ser o seu verdadeiro papel em um curso de formação de professores, propiciando condições de aprendizagem significativa de conceitos físicos e preparando as alunas para trabalhar esses conceitos nas séries iniciais com seus futuros alunos.

Em relação ao questionário de atitudes respondido pelas alunas (que puderam escolher entre se identificar ou não), este foi construído tendo-se como base uma “escala de atitude em relação à Física”, tipo escala Likert, já construída (Silveira, 1979; Cánovas e Moreira, 1990). As alunas se posicionaram frente às 24 afirmações apresentadas sobre o 1º e o 2º semestres utilizando a seguinte escala:

CF = concordo fortemente

C = concordo

I = indeciso

D = discordo

DF = discordo fortemente

As 24 afirmações e os percentuais das respostas dadas para o 1º e 2º semestre são apresentadas na tabela 4.1. Calculando o escore atribuído ao 1º e 2º semestres por cada aluna, de acordo com o critério de pontuação da escala Likert e fazendo a média dos escores, obtivemos para 31 alunas, um escore médio de 71,2 para a atitude em relação ao 1º semestre e 101,6 relativamente ao 2º semestre. O escore máximo possível era de 120 pontos.

Estas médias sugerem uma atitude mais favorável das alunas em relação ao 2º semestre. Contudo, cabe registrar que o escore total de 71,2 para o 1º semestre também sugere uma atitude positiva em relação a este. Provavelmente tal resultado se deve ao fato de que a professora teve um bom desempenho (“efeito professora”) tanto no 1º quanto no 2º semestre, apesar da estratégia tradicional usada no 1º semestre.

TABELA 4.1 — QUESTIONÁRIO DE ATITUDES

1º semestre/2º semestre - Percentuais

AFIRMAÇÕES	CF		C		I		D		DF	
	1º s.	2º s.	1º s.	2º s.	1º s.	2º s.	1º s.	2º s.	1º s.	2º s.
1. A Física me ajudou a enfrentar os problemas do dia-a-dia.	0%	32%	32%	64%	7%	1%	58%	3%	3%	0%
2. As aulas de Física não me serão úteis no futuro.	4%	6%	13%	3%	3%	3%	32%	18%	48%	70%
3. Fizemos coisas interessantes nas aulas de Física.	3%	70%	42%	30%	3%	0%	39%	0%	11%	0%
4. As aulas de Física foram chatas	8%	0%	45%	3%	6%	0%	35%	50%	6%	47%
5. As aulas de Física foram interessantes.	13%	68%	29%	32%	0%	0%	52%	0%	6%	0%
6. As aulas de Física me prendiam a atenção.	0%	38%	45%	56%	3%	3%	45%	3%	7%	0%
7. As aulas de Física me deixaram inquieta e desconfortável.	4%	0%	32%	0%	0%	0%	45%	61%	19%	39%
8. Quando ouvia a palavra Física eu sentia um desgosto.	4%	0%	32%	10%	3%	0%	32%	42%	29%	48%
9. Quando fiz provas de Física me sentia tranqüila e confiante.	16%	20%	19%	55%	3%	6%	52%	16%	10%	3%
10. Aprender Física me trouxe satisfação.	13%	29%	35%	58%	10%	10%	29%	0%	13%	3%
11. A Física me pareceu necessária e útil.	29%	62%	45%	32%	0%	0%	16%	6%	10%	0%
12. Fiquei nervosa sempre que fazia uma prova de Física.	13%	9%	45%	29%	3%	0%	26%	39%	13%	23%

Tabela 4.1 — continuação

AFIRMAÇÕES	CF		C		I		D		DF	
	1º s.	2º s.	1º s.	2º s.	1º s.	2º s.	1º s.	2º s.	1º s.	2º s.
13. As aulas de Física foram muito complicadas.	16%	3%	52%	10%	0%	0%	32%	58%	0%	29%
14. As discussões feitas nas aulas de Física foram pouco proveitosas.	3%	0%	20%	3%	3%	0%	45%	32%	29%	65%
15. Vi poucas aplicações práticas no que se ensinou de Física.	13%	0%	58%	3%	0%	0%	13%	45%	16%	52%
16. Quando estudei Física me senti estimulada a aprender.	6%	23%	30%	55%	6%	6%	45%	13%	13%	3%
17. Eu senti facilidade em aprender Física.	3%	19%	19%	42%	3%	0%	47%	29%	28%	10%
18. As aulas de Física me aborreciam.	7%	0%	42%	3%	0%	0%	35%	52%	16%	45%
19. Ser aprovada foi o único objetivo que tive em Física.	11%	3%	41%	16%	0%	0%	29%	52%	19%	29%
20. As experiências ajudaram a entender a matéria de Física.	23%	90%	52%	6%	0%	0%	20%	4%	5%	0%
21. Estudei Física apenas porque fui obrigada.	10%	3%	23%	10%	0%	0%	48%	48%	19%	39%
22. As aulas de Física foram de fácil compreensão.	0%	45%	19%	32%	0%	0%	61%	23%	20%	0%
23. Usualmente me sentia bem nas aulas de Física.	3%	42%	58%	58%	0%	0%	39%	0%	0%	0%
24. As aulas de Física foram muito teóricas.	29%	0%	39%	6%	0%	0%	32%	45%	0%	49%

Da questão discursiva respondida pelas alunas, selecionamos algumas passagens que refletem os efeitos positivos da nova estratégia instrucional. Estas passagens estão listadas literalmente a seguir; cada ponto corresponde a outra aluna.

- “Acho que o 2º semestre foi de mais fácil compreensão. As aulas foram mais práticas, o que estimula muito.”
- “No 1º semestre havia muita teoria e pouca experiência. O 2º semestre foi quase perfeito. As experiências foram mostradas e pudemos construir pensamentos teóricos do que vivenciamos. O interesse da professora e da turma cresceu.”
- “No 2º semestre eu achei as aulas super interessantes, com bastante experiências e que não poderíamos decorar e sim aprender. Gostei muito das aulas do 2º semestre, com elas, aprendi bastante.”
- “Eu gostei mais e também aprendi mais no 2º semestre.”
- “No 2º semestre, foi super proveitoso, porque foi através das experiências que chegamos às conclusões mais significativas. No 2º semestre, o método de avaliação foi baseado nas nossas próprias experiências. A aula foi muito mais participativa do que no 1º semestre.”
- “O 1º semestre foi bem mais difícil que o 2º. No 2º, com muitas experiências práticas, eu acho que foi bem melhor, sinceramente, eu ia para as aulas pensando qual a experiência que teria no dia.”
- “O relacionamento entre professor e aluno foi muito bom, havia uma abertura para os alunos darem suas opiniões.”



- “No 2º semestre, as aulas no laboratório foram ótimas, fazíamos experiências debatendo o que víamos. Nestas aulas, mudei o meu modo de pensar. Gostei dos pré-testes e pós-testes.”
- “No 2º semestre aprendi e gostei bem mais das aulas, pois eram práticas e bem dentro da nossa realidade, prenderam bem mais a minha atenção.”
- “No 2º semestre do curso de Física, nos foram esclarecidas as dificuldades que iremos enfrentar e a metodologia que deveremos usar quando dermos aula.”
- “No 1º semestre senti que o curso de Física estava distante de mim, não me dizia respeito. No 2º semestre a Física já era uma coisa que me envolvia, que dava vontade de aprender, e tudo o que aprendi no 2º semestre eu ainda sei. Não por ter decorado, mas por ter realmente aprendido.”
- “Senti grandes mudanças na metodologia empregada, principalmente, facilidade dos conteúdos, tipo de avaliação e desempenho do professor. Mas ainda bem que estas mudanças foram para melhor, assim melhorei meu rendimento e compreensão da matéria.”
- “As aulas de Física no 2º semestre foram interessantes e desafiadoras, ao contrário, das aulas no 1º semestre, que eram chatas. Ficou legal aprender Física.”
- “Quanto à metodologia, no 1º semestre eu achei a aula sempre a mesma coisa. Mas no 2º semestre foi bem melhor, bem mais interessante, fiquei super estimulada a aprender. Foi uma pena que as aulas não foram assim desde o início do ano. Gostei da avaliação do 2º semestre, pois mostra se houve ou não aprendizagem, no 1º era aquele tipo normal de avaliação. Antes de ter Física, todos falavam que era super

difícil, mas eu vi que não era nada disso, e sim bem ao contrário. Física é uma matéria super gostosa de aprender.”

Apenas uma aluna, entre as 31, teve uma opinião negativa referindo-se à Física em si e não à estratégia:

- “O curso de Física no Magistério é para mim inútil, porque não iremos aproveitar para dar aula e muito menos para o vestibular. Fica uma coisa vaga, porque não aprendemos toda matéria e o que nos é dado não é base para o nosso futuro.”

Finalmente, para os dados do pré-teste e do teste de retenção (que foram testes exatamente iguais) fizemos a “análise da variância para medidas repetidas (antes-depois) nos mesmos indivíduos” (Winer, 1971).

Os resultados dessa análise para cada unidade estão organizados na tabela 4.2.

Vemos a partir desses resultados que a diferença entre pré-teste e teste de retenção é estatisticamente significativa para  $p < 0,001$  e que isso se deve, fundamentalmente, ao tratamento nas três unidades, conforme indicado pelos percentuais na tabela 4.2. Assim, tanto a análise qualitativa das transcrições das entrevistas e das opiniões como a análise de variância dos escores do teste aplicado antes e depois da instrução sugerem que a nova estratégia instrucional teve um efeito positivo sobre o grupo de alunas tanto em termos de atitude como de aprendizagem do conteúdo.

Apesar de que o presente estudo é basicamente qualitativo, o fato de termos dado um enfoque interpretativo (qualitativo) aos dados obtidos através de entrevistas e opiniões e um enfoque quantitativo aos dados obtidos através do pré-teste e do teste de retenção sugere uma triangulação metodológica. Segundo Firestone (1987, apud Moreira, 1990), “quando enfocam a mesma questão, abordagens qualitativas e quantitativas podem triangular – isto

TABELA 4.2 — RESULTADOS DA ANÁLISE DE VARIÂNCIA

	T E S T E	MÉDIA	PARTIÇÃO DA VARIÂNCIA TOTAL		F
			EFEITO DO TRATAMENTO	COEFICIENTE DE FIDEDIGNIDADE	
FORÇA E MOVIMENTO	pré	3,3	74%	90%	198,8*
	ret.	11,4			
PRESSÃO	pré	8,6	82%	89%	382,2*
	ret.	16,8			
CALOR E TEMPERATURA	pré	5,6	52%	67%	64,6*
	ret.	10,0			
FORÇA E MOVIMENTO + PRESSÃO + CALOR E TEMPERATURA	pré	17,5	82%	94%	356,8*
	ret.	38,2			

\*  $p < 0,001$

é, usar diferentes métodos para avaliar a robustez ou estabilidade dos resultados. Quando estudos usando diferentes métodos têm resultados similares, pode-se ter mais certeza que os resultados não são influenciados pela metodologia”. Este parece ter sido o caso no presente estudo, embora o tratamento quantitativo tenha tido um caráter apenas complementar.

A seguir, concluiremos este trabalho retomando o novo enfoque para a Física na formação de professores para as séries iniciais, a partir do estudo feito e da estratégia utilizada.

# CONCLUSÃO

No presente trabalho, nosso objetivo foi o de investigar o papel, ou o lugar, da Física em um curso de formação de professores para as séries iniciais. Para tanto, realizamos um estudo de caso durante um ano e meio na escola Instituto de Educação General Flores da Cunha – Escola Estadual de 1º e 2º graus e formadora de professores para as séries iniciais – de Porto Alegre.

Inicialmente, mostramos como é o currículo do curso de formação de professores para as séries iniciais (2º grau – habilitação Magistério), segundo a legislação vigente e situamos a Física nesse currículo.

No capítulo 1, caracterizamos a escola-caso a partir de um breve histórico e analisamos seu Regimento Escolar atual. Apesar da crise na qual se encontra o ensino público em nosso estado, o IE tenta resgatar, atualmente, a sua condição de escola-padrão através da melhoria do nível de ensino dado aos futuros professores. É nesse contexto de busca de qualidade que a disciplina de Física se insere. Também nesse capítulo, fizemos um pequeno histórico da disciplina de Física em nossa escola-caso e como era seu ensino na época que iniciamos nosso estudo (2º sem. de 1989).

No capítulo 2, descrevemos nossa experiência pessoal com o tipo de ensino e currículo de Física praticados na Escola durante o 2º semestre de 1989 e 1º semestre de 1990. Esta

vivência nos levou a vários questionamentos, entre os quais estava, talvez o mais fundamental, aquele que se referia à importância da Física no currículo do 2º grau Magistério. Ou seja, teria a Física um papel relevante a desempenhar em um curso de formação de professores de 1ª a 4ª série? Se assim fosse, o tipo de ensino descrito nesse capítulo e praticado na Escola não era o adequado. Para tentarmos buscar algumas respostas nesse sentido, procuramos as professoras das séries iniciais em serviço na escola-caso para entrevistá-las a fim de termos uma idéia mais clara de sua prática docente. Assim, também nesse capítulo, descrevemos essas entrevistas que nos mostraram de maneira inequívoca o papel relevante da Física em um curso de 2º grau habilitação Magistério: são as professoras das séries iniciais que introduzem, no ensino de Ciências, os primeiros conceitos físicos aos alunos. De uma perspectiva construtivista é evidente que se os primeiros conceitos físicos não forem bem construídos toda a aprendizagem subsequente de Física pode ficar comprometida. A premissa ausubeliana de que “o fator mais importante que influencia a aprendizagem é aquilo que o aluno já sabe” é hoje praticamente um consenso entre os que veem o ensino de Ciências de uma maneira construtivista. A partir dessa conscientização de que a Física é, de fato, uma disciplina relevante no 2º grau Magistério, buscamos reformular o ensino praticado na escola-caso.

Então, no capítulo 3, descrevemos uma nova estratégia instrucional e como ela foi implementada na prática no 2º semestre de 1990. Essa estratégia, em síntese, consistiu de discussões em aula feitas a partir das idéias trazidas pelas alunas e busca de mudança conceitual via argumentação teórica do professor aliada, sempre que possível, à experimentação, procurando tornar potencialmente significativos os conceitos científicos e destacando seu poder explicativo.

Os resultados desta nova estratégia, apresentados no capítulo 4, sugerem que ela teve um efeito favorável tanto em termos do domínio afetivo (atitudes positivas) como do cognitivo (aprendizagem de conteúdo; mudança conceitual). Os resultados obtidos inclusive nos levam a crer que a estratégia implementada (a nova estratégia) tenha contribuído para a formação pedagógica das alunas. Espera-se que a nova metodologia seja transferida por elas a seus alunos no sentido de:

1. proporcionar a seus alunos das séries iniciais uma abordagem correta do ponto de vista científico dos conceitos físicos aprendidos na Física do 2º grau Magistério, melhorando, assim, o ensino de Ciências nas séries iniciais, pelo menos no que diz respeito à Física;
2. encarar o ensino sob a perspectiva do construtivismo humano, partindo do conhecimento prévio dos alunos e facilitando a construção de novos conhecimentos;
3. buscar a mudança conceitual quando isso for necessário, procurando fazer com que o aluno compartilhe os significados cientificamente aceitos;
4. aliar a experimentação no ensino de Ciências à argumentação teórica do professor.

Além disso, os resultados obtidos nos dão suporte para as seguintes considerações. A Física é indispensável no 2º grau Magistério (formação de professores para as séries iniciais), mas deve ser ensinada com um enfoque distinto daquele usualmente dado ao 2º grau (com programa de preparação para o trabalho), i.e., aquele que supostamente prepara para o trabalho, mas que, na prática, tem apenas caráter propedêutico em relação ao 3º grau. Nesse tipo de 2º grau, há sempre a preocupação com o exame vestibular, com os conteúdos a serem estudados, com a resolução de problemas. Ele se caracteriza também por ser muito teórico, quase sem experimentação(o que pode certamente ser atribuído a fatores limitantes

da ação do professor).

O 2º grau Magistério, por sua vez, ao invés de ser preparatório para estudos posteriores é um curso de formação profissional. Nada mais natural, então, que a Física (assim como a Química e a Biologia) sejam ensinadas com outro enfoque. Este enfoque deve ser basicamente conceitual e qualitativo, com muita experimentação, concentrando-se naqueles conceitos físicos que serão abordados no ensino de Ciências nas séries iniciais. A preocupação deve ser com a qualidade do conteúdo ensinado e não com a quantidade de matéria a ser dada (mesmo porque a carga horária de Física é bem menor no 2º grau Magistério). A metodologia também deve ser consistente com aquela a ser empregada no ensino de Ciências. As aulas não devem ser apenas teóricas, de giz e quadro-negro. Não é assim que as futuras professoras devem dar aulas nas séries iniciais.

Em termos de conteúdos de Física em um 2º grau Magistério, cremos que além dos conceitos físicos relevantes para o ensino de Ciências nas séries iniciais, deve-se incluir alguns tópicos de Astronomia como: estações do ano, planetas, fases da Lua. É impressionante o que nossa investigação nos fez constatar: as estações do ano são trabalhadas de maneira errônea pelas professoras nas três primeiras séries já há vários anos. Este conteúdo não lhes foi ensinado no 2º grau Magistério, e, mesmo atualmente, este assunto não é abordado no curso de formação de professores para as séries iniciais. Assim, cremos que cabe à Física assumir a responsabilidade de ensinar aos futuros professores noções de Astronomia, já que lhes serão extremamente úteis na futura atuação docente. Nem o professor de Geografia ou mesmo o de Metodologia das Ciências do 2º grau Magistério se sentem aptos a fazê-lo, pois tal assunto envolve “muita Física”.

Também de alguma maneira deve-se abordar no curso de Física do 2º grau Magistério algumas posições mais atuais sobre filosofia da ciência a fim de questionar a tão ampla-



mente adotada posição positivista em nossa escola-caso: o método científico. Cabe aqui colocarmos que estamos conscientes da dificuldade de discutirmos filosofia da ciência com alunos que apenas estão se iniciando nas Ciências (Química, Física e Biologia). Todavia, acreditamos que futuros professores não podem ignorar que o ensino de Ciências sempre está permeado por alguma postura filosófica, mesmo que não estejamos conscientes dela.

Tanto este conteúdo (método científico) como o das estações do ano não foram abordados neste estudo apenas por uma questão de abrangência. Não seria possível atacar todos os conteúdos em um só estudo.

As considerações feitas até aqui podem ser resumidas na seguinte proposta para o ensino da Física no 2º grau Magistério, em termos de metodologia e conteúdos:

- detectar concepções iniciais dos alunos através de pré- testes baseados em resultados de pesquisas em ensino de Física;
- promover através de discussões em sala de aula a verbalização/conscientização dessas concepções por parte dos alunos;
- criar insatisfações e contradições com as concepções existentes através da argumentação teórica do professor aliada, sempre que possível, à experimentação e participação ativa dos alunos;
- promover a formulação da concepção científica quando esta parecer potencialmente significativa para os alunos;
- abordar o conteúdo de maneira qualitativa e conceitual (ênfase conceitual);
- selecionar o conteúdo da Física de acordo com sua relevância específica para o ensino de Ciências nas séries iniciais. Em geral, peso, força, massa, pressão, calor e tempe-

ratura são conceitos físicos chaves para as séries iniciais. Dependendo do currículo da escola, outros conceitos físicos podem ser especificamente relevantes.

- incluir tópicos de Astronomia nos conteúdos da Física do 2º grau Magistério, principalmente, estações do ano, por ser um assunto freqüentemente abordado nas séries iniciais;
- introduzir o método científico não como uma receita, uma seqüência rígida indutivista de passos, mas sim como uma atividade não neutra na qual há uma interdependência entre teoria e metodologia; trabalhar as idéias de modelos científicos, de evolução das teorias científicas, de refutação de teorias.

Uma questão não abordada neste estudo foi a da carga horária dedicada à Física no 2º grau Magistério. Relatamos as mudanças ocorridas nesse sentido, ao longo dos anos, na escola-caso e, provavelmente, manifestamos, de maneira explícita ou não, que três horas por semana durante apenas um ano é uma carga horária relativamente pequena. Contudo, preferimos não entrar no mérito da questão pois isso exigiria uma profunda análise curricular que não estava nos nossos planos.

Ao invés disso, optamos por reformular o enfoque dado à Física no 2º grau Magistério e cremos que tivemos sucesso nessa tarefa. Essa sensação de ter feito um estudo bem sucedido decorre não só dos resultados em si mas também do fato de que esse estudo foi conduzido em condições reais de sala de aula. Durante um ano e meio a pesquisadora atuou como professora na escola-caso. Ela própria vivenciou o ensino de Física adotado na escola e ela própria o reformulou. Provavelmente, é esse tipo de estudo, com participação direta do professor como pesquisador, que está faltando para diminuir a distância entre a pesquisa

em ensino e o que se passa na sala de aula. Sem essa participação, até agora os resultados da pesquisa em ensino têm tido pouco impacto no dia- a-dia da sala de aula.

Finalmente, acreditamos que o presente estudo pode ter continuidade em várias direções, das quais destacamos: quais os conceitos físicos mais adequados para serem introduzidos nas séries iniciais, como deve ser sua abordagem nessas séries e como integrar o trabalho da disciplina “Metodologia das Ciências” com o que é feito em Física, Química e Biologia no 2º grau habilitação Magistério. Enfim, cremos que este estudo deve ter prosseguimento. A nossa intenção é trabalhar nesse sentido.

## BIBLIOGRAFIA

- ALBERT, E. Development of the concept of heat in children. Science Education, New York, v.62, n.3, p.389-399, July/Sept. 1978.
- ÁLVARES, B.A., LUZ, A.M.R. da. Curso de física. 2.ed. São Paulo: Harper & Row do Brasil, 1986.
- AUSUBEL, D.P., NOVAK, J.D., HANESIAN, H.. Psicologia educacional. 2.ed. Rio de Janeiro: Interamericana, 1980.
- AXT, R. Professores de hoje, alunos de ontem... (dificuldades com alguns conceitos-chave sobre fluidos). Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.5, n.1, p.7-18, abr. 1988.
- AXT, R., MOREIRA, M.A., SILVEIRA, F.L. da. Experimentação seletiva e indissociada de teoria como estratégia para facilitar a reformulação conceitual em física. Revista de Ensino de Física, São Paulo, v.12, p. 139-158, dez. 1990a.
- AXT, R., STEFFANI, M.H., GUIMARÃES, V.H.. Um programa de atividades sobre tópicos de física para a 8ª. série do 1º grau. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1990b. (Textos de apoio ao professor de física, 1)

- BLACKWOOD, O.H., HERRON, W.B., KELLY, W.C.. Física na escola secundária.  
3.ed. Rio de Janeiro: Fundo de Cultura, 1963.
- CLEMENT, J.. Student's preconceptions in introductory mechanics. American Journal of Physics, New York, v.50, n.1, p.66-71, Jan. 1982.
- DRIVER, R.. The pupil as scientist? Milton Keynes: Open University Press, 1983.
- DRIVER, R.. Psicología cognoscitiva y esquemas conceptuales de los alumnos.  
Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v.4, n.1, p.3-15, mar., 1986.
- DRIVER, R.. Un enfoque constructivista para el desarrollo del currículo em ciencias.  
Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v.6, n.2, p.109-120, 1988.
- DRIVER, R., OLDHAM, V.. A constructivist approach to curriculum development in science. Studies in Science Education, Driffield, v. 13, p. 105-122, 1986.
- ERICKSON, G.L.. Children's conceptions of heat and temperature. Science Education, New York, v.63, n.2, p.221-230, Apr. 1979.
- ERICKSON, G.L.. Children's viewpoints of heat: a second look. Science Education, New York, v.64, n.3, p.323-336, July 1980.
- FERREIRO, E.. Reflexões sobre alfabetização. 2.ed. São Paulo: Cortez, 1985.  
(Coleção polêmicas do nosso tempo, 17)
- FREIRE, P.. Pedagogia do oprimido. 3.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1975.
- FUKE, L.F, SHIGEKIYO, C.T., YAMAMOTO, K.. Os alicerces da física. 2.ed.  
São Paulo: Saraiva, 1989. v.2 Termologia, óptica, ondulatória.

- GILBERT, J.K., OSBORNE, R.J., FENSHAM, P.J.. Children's science and its consequences for teaching. Science Education, New York, v.66, n.4, p.623-633, July 1982.
- HEWITT, P.G.. Conceptual physics: a high school physics program. Menlo Park: Addison-Wesley, 1987. Teacher's edition.
- KAMII, C., DeVRIES, R.. O conhecimento físico na educação pré-escolar: implicações da teoria de Piaget. Porto Alegre: Artes Médicas, 1986.
- KELLY, G.A. A theory of personality: the psychology of personal constructs. New York: W.W. Norton, 1963.
- KUHN, T.S.. A estrutura das revoluções científicas. São Paulo: Perspectiva, 1982. (Coleção Debates).
- LAKATOS, I. Falsification and methodology of scientific research programmes. In: LAKATOS, I., MUSGRAVE, A. ed. Criticism and the growth of knowledge. Cambridge: Cambridge University Press, 1970. p.91-196.
- LIBÂNEO, J.C.. Democratização da escola pública: a pedagogia crítico-social dos conteúdos. São Paulo: Loyola, 1985. cap. 1. (Coleção Educar, 1)
- LOURO, G.L.. Prendas e antiprendas: uma escola de mulheres. Porto Alegre: Ed. da Universidade, 1987.
- MOREIRA, M.A.. Uma abordagem cognitivista ao ensino da física. Porto Alegre: Ed. da Universidade, 1983.

- MOREIRA, M.A., BUCHWEITZ, B.. Mapas conceituais: instrumentos didáticos, de avaliação e de análise de currículo. São Paulo: Editora Moraes, 1987.
- MOREIRA, M.A.. Pesquisa em ensino: aspectos metodológicos e referenciais teóricos à luz do Vê epistemológico de Gowin. São Paulo: EPU, 1990.
- MORETTO, V.P.. Termologia, óptica e ondas. 4.ed. São Paulo: Ática, 1990.
- MOURA, J.F.C. de, MOREIRA, M.A.. Construção e validação de escalas de atitude em relação à escola, à disciplina de ciências e à física. Ciência e Cultura, São Paulo, v.42, n.7, p.275-276, jul.1990. v.1 Suplemento.
- NOVAK, J.D.. Constructivismo humano: um consenso emergente. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v.6, n.3, p.213-223, 1988.
- OSBORNE, R.. Children's dynamics. The Physics Teacher, New York, v.22, n.8, p.504-508, Nov. 1984.
- OSTERMANN, F., MOREIRA, M.A.. O ensino de física na formação de professores de 1ª a 4ª série do 1º grau: entrevistas com docentes. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.7, n.3, p.171-182, dez. 1990; Painel apresentado In: ATAS DO ENCONTRO DE PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA, 3. Porto Alegre, 6-7 julho 1990. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1990. p.194.
- OSTERMANN, F.. As estações do ano não dependem da distância terra-sol. Porto Alegre: Instituto de Física da UFRGS, 1990. 8p. (mimeografado).
- OSTERMANN, F., MOREIRA, M.A.. A física na formação de professores para as séries iniciais. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 9. São Carlos,

20-26 janeiro 1991. 7p.

OSTERMANN, F., MOREIRA, M.A.. The role of physics in the preparation of elementary school teachers in Brazil. In: CONFERÊNCIA INTERAMERICANA SOBRE EDUCACION EM FISICA, 2. Caracas, 14-20 julho 1991. 5 p.

OSTERMANN, F., MOREIRA, M.A.. A física na formação de professores para as séries iniciais. Submetido à publicação na Revista de Ensino de Física.

PEDUZZI, L.O.Q., PEDUZZI, S.S.. O conceito intuitivo de força no movimento e as duas primeiras leis de Newton. Caderno Catarinense de Ensino de Física, Florianópolis, v.2, n.1, p.6-15, abr. 1985.

PIAGET, J.. O nascimento da inteligência na criança. 4.ed. Rio de Janeiro: Guanabara, 1987. (Biblioteca de Ciências da Educação)

POPPER, K.. The logic of scientific discovery. London: Hutchinson, 1959.

POSNER, G.J., STRIKE, K.A., HEWSON, P.W., GERTZOG, W.A. Accommodation of a scientific conception: toward a theory of conceptual change. Science Education, New York, v.66, n.2, p.211-227, Apr. 1982.

ROLLNICK, M., RUTHERFORD, M.. African primary school teachers – what ideas do they hold on air and air pressure? International Journal of Science Education, London, v.12, n.1, p.101-113, Jan./Mar. 1990.

SANTOS, J.I.C. dos. Conceitos de física. 5.ed. São Paulo: Ática, 1990. v.2



- SAVIANI, D.. Escola e democracia: teorias da educação, curvatura da vara, onze teses sobre educação e política. 11.ed. São Paulo: Cortez, 1986. (Coleção polêmicas do nosso tempo, 5).
- SEBASTIÁ, J.M. Fuerza y movimiento: la interpretación de los estudiantes. Enseñanza de las Ciencias, Barcelona, v.2, n.3, p.161-169, nov. 1984.
- SERÉ, M.G.. A study of some frameworks used by pupils aged 11 to 13 years in the interpretation of air pressure. European Journal of Science Education, London, v.4, n.3, p.299-309, July/Sept. 1982.
- SERÉ, M.G.. Children's conceptions of the gaseous state, prior to teaching. European Journal of Science Education, London, v.8, n.4, p.413-425, Oct./Dec. 1986.
- SILVA, L.E.F. da. Concepções espontâneas em termodinâmica: um estudo em um curso universitário, utilizando entrevista clínica. Porto Alegre: Curso de Pós-Graduação em Física da UFRGS, 1986. Tese.
- SILVEIRA, F.L. da. Construção e validação de uma escala de atitude em relação a disciplinas de física geral. Revista Brasileira de Física, São Paulo, v.9, n.3, p.871-878, dez. 1979.
- SILVEIRA, F.L. da. A filosofia da ciência de Karl Popper e suas implicações no ensino da ciência. In: MOREIRA, M.A., AXT, R., Tópicos em ensino de ciências. Porto Alegre: Sagra, 1991. p.62-78.
- SILVEIRA, F.L. da, MOREIRA, M.A., AXT, R.. Validação de um teste para detectar se o aluno possui a concepção newtoniana sobre força e movimento. Ciência e

Cultura, São Paulo, v.38, n.12, p.2047-2055, dez. 1986.

SILVEIRA, F.L. da, AXT, R.. Um teste sobre calor, temperatura e energia interna.

In: SIMPÓSIO NACIONAL DE ENSINO DE FÍSICA, 9. São Carlos, 20-26 janeiro

1991. 11p.

TOULMIN, S. Human understanding. Princeton: Princeton University Press, 1972.

VIENNOT, L. Spontaneous reasoning in elementary dynamics. European Journal of Science Education, London, v.1, n.2, p.205-221, Apr./June 1979.

VYGOTSKY, L.S.. Pensamento e linguagem. 2.ed. São Paulo: Martins Fontes, 1989. (Psicologia e Pedagogia).

WARDE, M.J.. A formação do magistério e outras questões. In: MELLO, G..N.

et al. Educação e transição democrática. 5.ed. São Paulo: Cortez, 1987.

p.73-91. (Coleção polêmicas de nosso tempo, 16).

WINER, B.J.. Statistical principles in experimental design. 2.ed. New York:

McGraw-Hill, 1971. cap.4.

ZYLBERSZTAJN, A. Revoluções científicas e ciência normal na sala de aula. In:

MOREIRA, M.A., AXT, R.. Tópicos em ensino de ciências. Porto Alegre:

Sagra, 1991. p.47-61.

# Anexo A

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO GENERAL FLORES DA CUNHA  
ESCOLA ESTADUAL DE 1º E 2º GRAUS  
ENSINO DE 2º GRAU – HABILITAÇÃO MAGISTÉRIO

MAPEAMENTO DE CONTEÚDOS  
DE  
CIÊNCIAS FÍSICAS E BIOLÓGICAS<sup>1</sup>

ELABORADO PELA EQUIPE DE CIÊNCIAS  
FÍSICAS E BIOLÓGICAS SOB A COOR-  
DENAÇÃO DE

JOANA C. ERLING

1984

---

<sup>1</sup>Nota da autora: *apresentamos somente o Mapeamento de Física. O de Química e Biologia são análogos.*

## SUMÁRIO

Caracterização das Ciências Físicas e Biológicas .....	3
Objetivo Geral das Ciências Físicas e Biológicas .....	3
Mapa Geral de Ciências Físicas e Biológicas .....	4
1º Semestre de Biologia .....	5
Mapa do 1º Semestre de Biologia (Célula) .....	6
1º Semestre de Química .....	7
Mapa do 1º Semestre de Química (Atomística) .....	8
1º Semestre de Física .....	9
Mapa do 1º Semestre de Física .....	10
2º Semestre de Biologia .....	11
Mapa do 2º Semestre de Biologia (Divisão Celular) .....	12
2º Semestre de Química .....	13
Mapa do 2º Semestre de Química (Funções Inorgânicas) .....	14
2º Semestre de Física .....	15
Mapa do 2º Semestre de Física (Mecânica) .....	16
3º Semestre de Biologia .....	17
Mapa do 3º Semestre de Biologia (Zoologia) .....	18
3º Semestre de Química .....	19
Mapa do 3º Semestre de Química (Propriedades da Matéria) .....	20
3º Semestre de Física .....	21
Mapa do 3º Semestre de Física (Termologia) .....	22
4º Semestre de Biologia .....	23

Mapa do 4º Semestre de Biologia (Botânica) .....	24
4º Semestre de Química .....	25
Mapa do 4º Semestre de Química (Química Orgânica) .....	26
4º Semestre de Física .....	27
Mapa do 4º Semestre de Física (Energia) .....	28
Bibliografia .....	29

### Caracterização da C.F.B.

A disciplina de C.F.B. tem como função principal desenvolver a atitude científica, face aos fenômenos e processos naturais, possibilitando a aquisição de conhecimentos de aspectos biológicos, físicos e químicos, e embasando o aluno na utilização de procedimentos para a solução de problemas práticos teóricos.

### Objetivo geral da C.F.B.

O ensino de Ciências visará o desenvolvimento do pensamento lógico, capacitando o aluno à observação metódica e reflexiva, conduzindo-o, a partir do domínio cognitivo e de situações práticas, à organização de conceitos, noções básicas e princípios gerais da disciplina.

## 1º SEMESTRE

### FÍSICA

**OBJETIVO:** Oportunizar situações de aprendizagem que proporcionem o conhecimento de fatos sobre noções de cinemática, visando à caracterização dos movimentos.

### LISTAGEM DE CONTEÚDOS

Movimento e repouso: Sistema de referência

Deslocamento e trajetória

Grandezas escalares e vetoriais

Velocidade e aceleração

MRU e MRUV

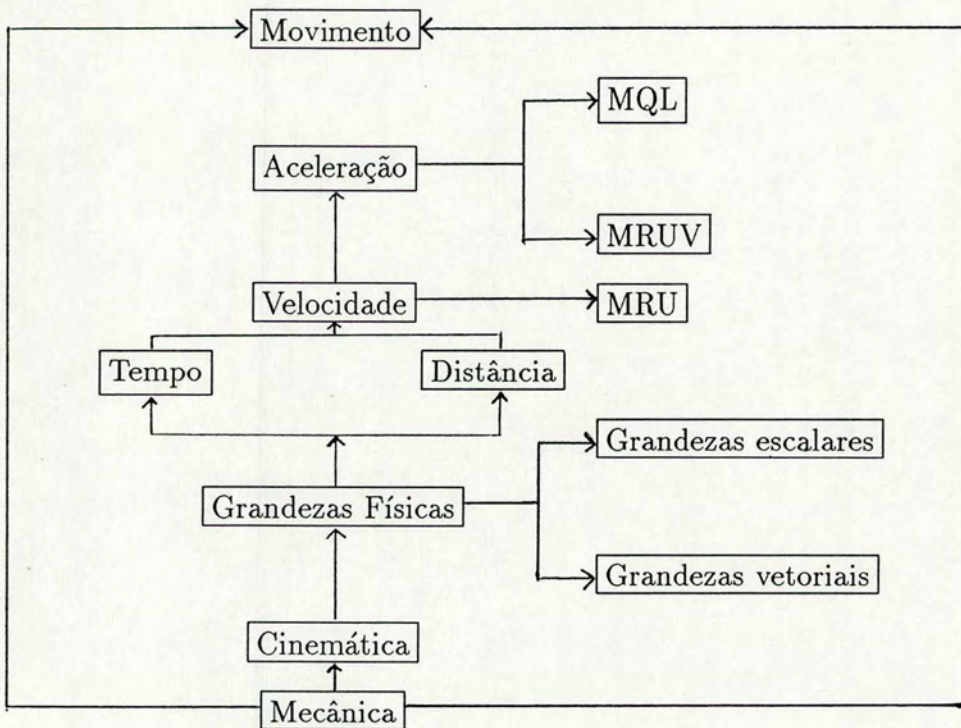
Movimento e queda livre: Velocidade com que caem os corpos

Resistência do ar

Aceleração da gravidade

Massa e peso

1º Semestre – FÍSICA



2º SEMESTRE

FÍSICA

OBJETIVO: Oportunizar situações de aprendizagem que propiciem o conhecimento de fatos sobre noções de força e energia, visando à compreensão do sistema conservativo.

### LISTAGEM DE CONTEÚDOS

Força : Noções, princípio de Newton

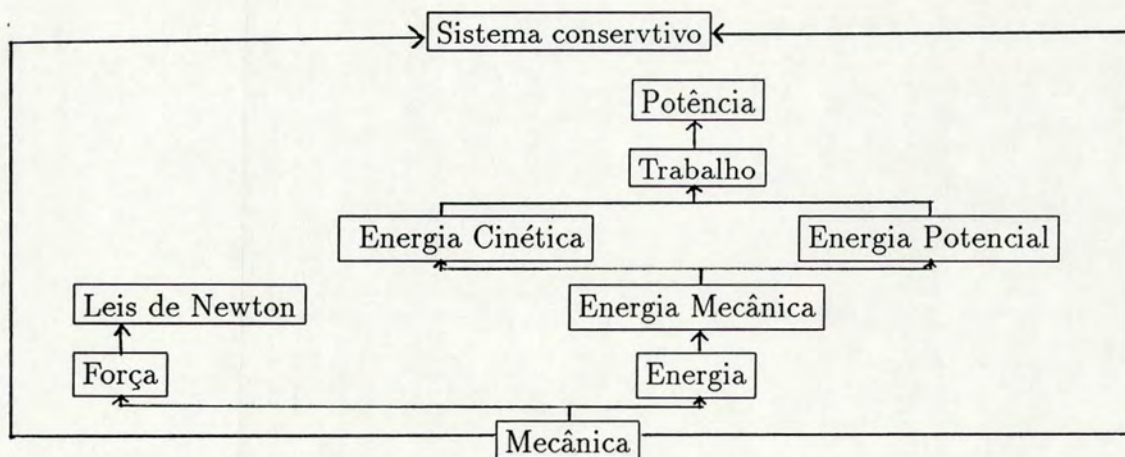
Energia : Noções,

Potência, trabalho

Energia potencial e energia cinética

Sistema conservativo

### 2º Semestre – FÍSICA



### 3º SEMESTRE

### FÍSICA

**OBJETIVO:** Oportunizar situações de aprendizagem que propiciem o conhecimento de fatos sobre as noções de calor e suas manifestações, com vistas ao entendimento da energia térmica.

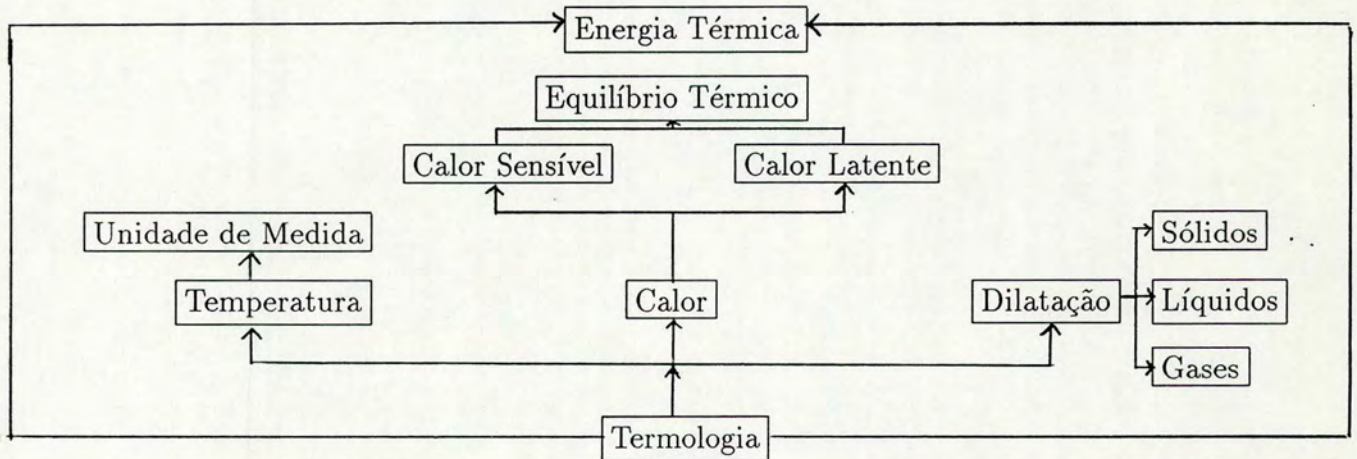
### LISTAGEM DE CONTEÚDOS

Termometria : Temperatura, escalas: Celsius, Fahrenheit, Kelvin

Calometria : Calor, capacidade térmica, calor específico, calor sensível, trocas de calor, calor latente

Dilatação : Sólidos, líquidos e gases

### 3º Semestre – FÍSICA





## 4º SEMESTRE

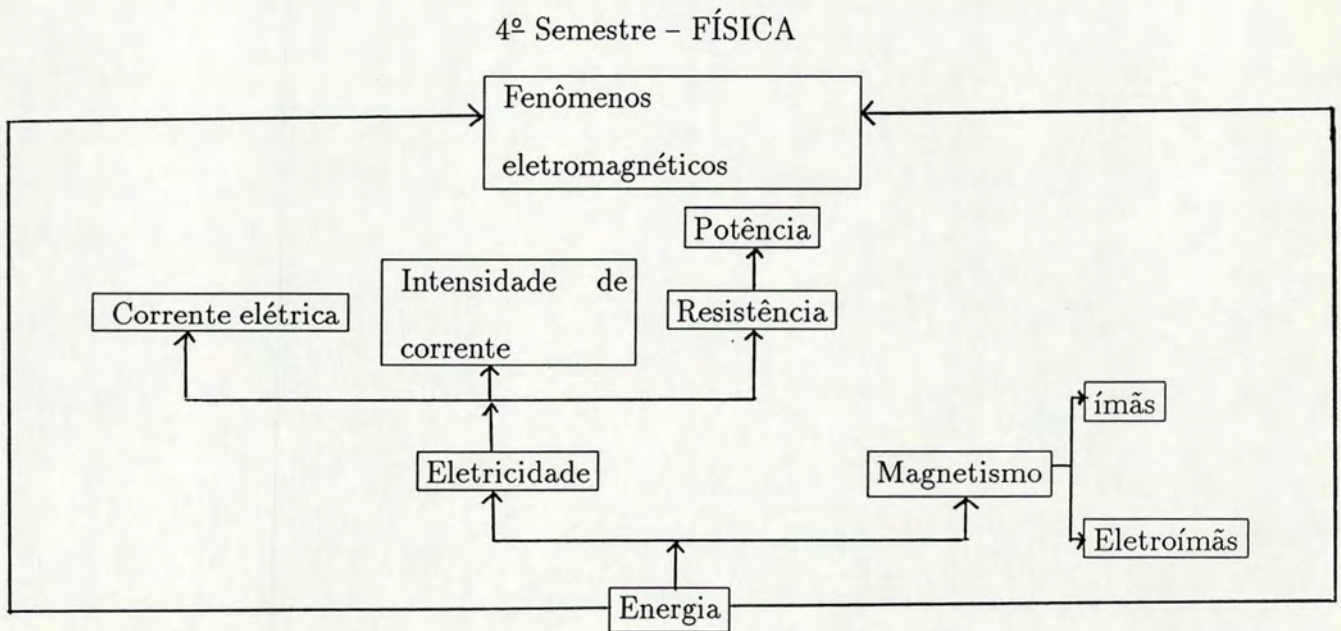
### FÍSICA

**OBJETIVO:** Oportunizar situações de aprendizagem que propiciem o conhecimento de fatos sobre noções de eletricidade e magnetismo, visando à compreensão dos fenômenos eletromagnéticos.

### LISTAGEM DE CONTEÚDOS

**Corrente elétrica** : átomo, condutores e isolantes, corrente elétrica, intensidade de corrente, diferenças de potencial, efeito de Joule, resistores, lei de Ohm.

**Fenômenos magnéticos** : Tipos de ímãs, leis do magnetismo, bússula, eletroímã.



## Bibliografia de Física

22. ALVARENGA, Beatriz & MÁXIMO, Antônio. Curso de Física. São Paulo, Harbra, 1981.
23. ARCIPRETE, Nicolangelo Dell' & GRANADO, Nelson Vilhena. Física. São Paulo, Ática, 1978.
24. —————. Física I-Mecânica: 2º grau. São Paulo, Ática, 1979.
25. BLACKWOOD, O. & HERRON, W. Kelly. Física na escola secundária. Rio de Janeiro, Fundo de Cultura, 1977.
26. IVAN, Ramalho & TOLEDO, Nicolau. Os fundamentos da Física. São Paulo, Moderna, 1983.
27. MORETTO, Vasco Pedro. Física em módulos de ensino. São Paulo, Ática.
28. RAMALHO, Francisco Jr.; SANTOS, José Ivan Cardoso; FERRARO, Nicolau Gilberto; SOARES, Paulo Antônio Toledo. Os fundamentos da Física. São Paulo, Moderna, 1983.
29. SANTOS, Manoel Wilson. Física e Mecânica: 2º grau. São Paulo, Ed. do Brasil, 1980.

# Anexo B

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO GENERAL FLORES DA CUNHA  
ESCOLA ESTADUAL DE 1º E 2º GRAUS  
ENSINO DE PRIMEIRO GRAU<sup>1</sup> – CURRÍCULO POR ATIVIDADE

MAPEAMENTO DE CONTEÚDOS  
DE  
CIÊNCIAS

ELABORADO POR ALZIRA ESTIVALET

---

<sup>1</sup>Nota da autora: o mapeamento da 4ª série foi atualizado em 1988 (Apêndice C) e por isto não consta neste.

## OBJETIVO GERAL

A CIÊNCIA NO CURRÍCULO POR ATIVIDADE SE CENTRARÁ NO TRABALHO ATIVO DO ALUNO ATRAVÉS DE OBSERVAÇÃO EM SITUAÇÕES CONCRETAS, OBJETIVANDO ESTABELEECER CARACTERÍSTICAS E ATRIBUTOS DOS FENÔMENOS ENFOCADOS BEM COMO PROPORCIONAR A REALIZAÇÃO DE EXPERIÊNCIAS PRÁTICAS QUE POSSIBILITEM O PROCESSO DE CONCEITUAÇÃO.

## SUMÁRIO<sup>2</sup>

Objetivo geral .....	1
Mapa conceitual da 1 <sup>ª</sup> série .....	2
Objetivo da 1 <sup>ª</sup> série .....	3
Relação de conteúdos da 1 <sup>ª</sup> série .....	4
Idéias básicas – 1 <sup>ª</sup> série .....	5
Mapa conceitual da 2 <sup>ª</sup> série .....	6
Objetivo da 2 <sup>ª</sup> série .....	7
Relação de conteúdos da 2 <sup>ª</sup> série .....	7
Idéias básicas – 2 <sup>ª</sup> série .....	9
Mapa conceitual da 3 <sup>ª</sup> série .....	11
Objetivo da 3 <sup>ª</sup> série .....	12
Relação de conteúdos da 3 <sup>ª</sup> série .....	13

---

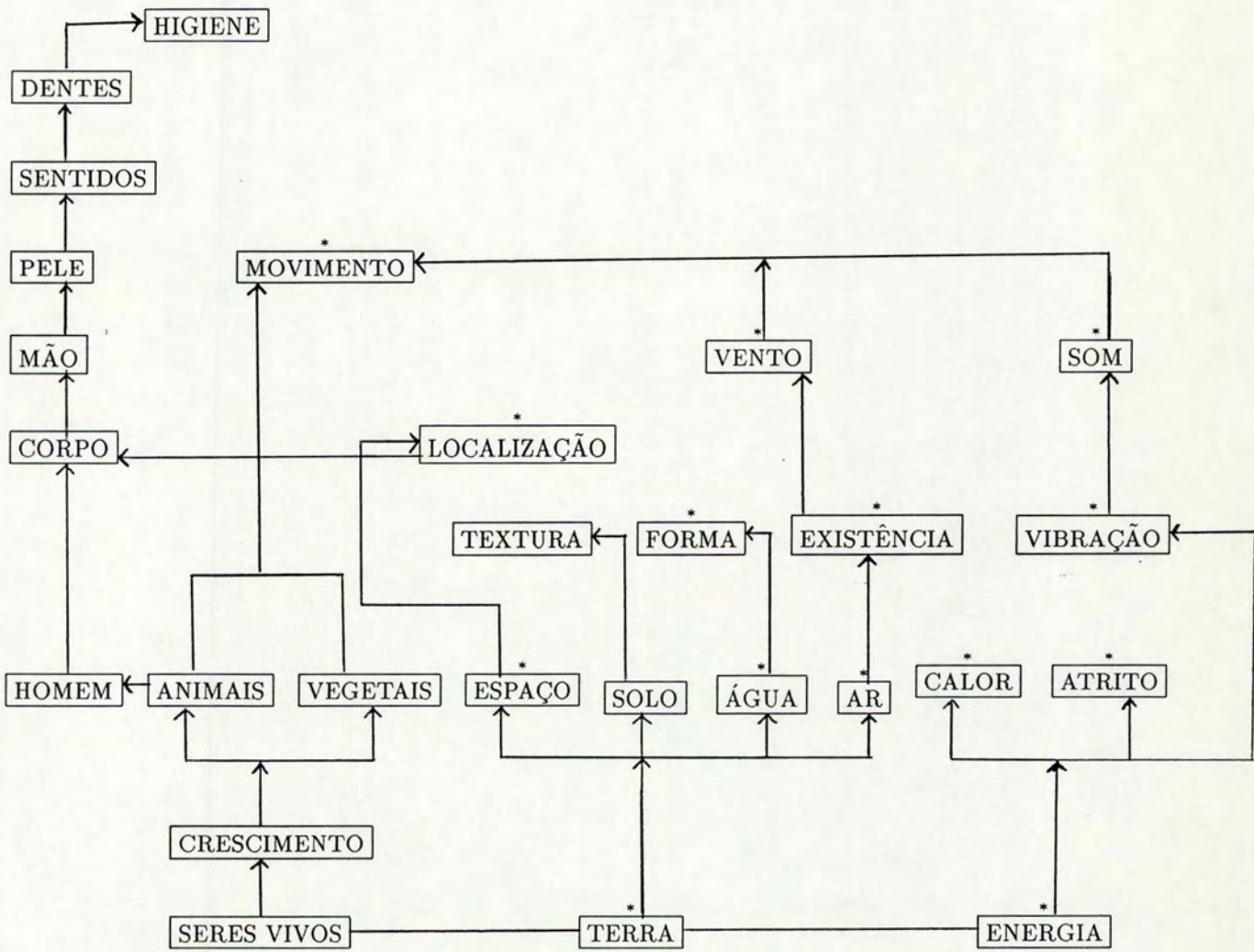
<sup>2</sup>Nota da autora: no mapeamento dos conteúdos, os que se referem à Física estão assinalados por um “\*”. Na listagem de conteúdos e nas idéias básicas por série, foi omitida a discriminação de conteúdos que não se referem à Física.

Idéias básicas – 3 <sup>o</sup> série .....	14
Bibliografia .....	21

1º SÉRIE

- observar
- ordenar
- classificar

O AMBIENTE



OBJETIVO: Trabalhar os conteúdos em termos de atividades concretas, a fim de que a criança, com dados do mundo real, passe a conhecer-se e a conhecer o ambiente em que está inserida para a aquisição de hábitos de higiene e atitude positiva frente aos seres vivos.

### RELAÇÃO DE CONTEÚDOS:

#### 1. O MOVIMENTO

1.3 A existência do ar: O ar ocupando espaço; a existência do ar como fator da não existência do espaço vazio.

1.4 O atrito produzindo calor.

1.5 A água em movimento pela produção do calor.

1.6 O ar em movimento pela ação do calor.

1.8 O som como resultado do movimento vibratório.

#### 2. O HOMEM

#### 3. ANIMAIS E VEGETAIS

#### 4. O AMBIENTE

4.3 Informações de referência para a localização de um ser no espaço

4.5 A água variando de forma.

### IDÉIAS BÁSICAS

#### 1. O MOVIMENTO

1.4 O ar é invisível, mas pode-se comprovar a sua existência pelos efeitos que produz.

1.5 Sob a ação do calor, o ar e a água se movimentam.

1.6 Corpos flexíveis em movimento de vibração produzem som.

1.7 O som é resultado de movimento vibratório.

2. O HOMEM, OS ANIMAIS E OS VEGETAIS

3. O AMBIENTE

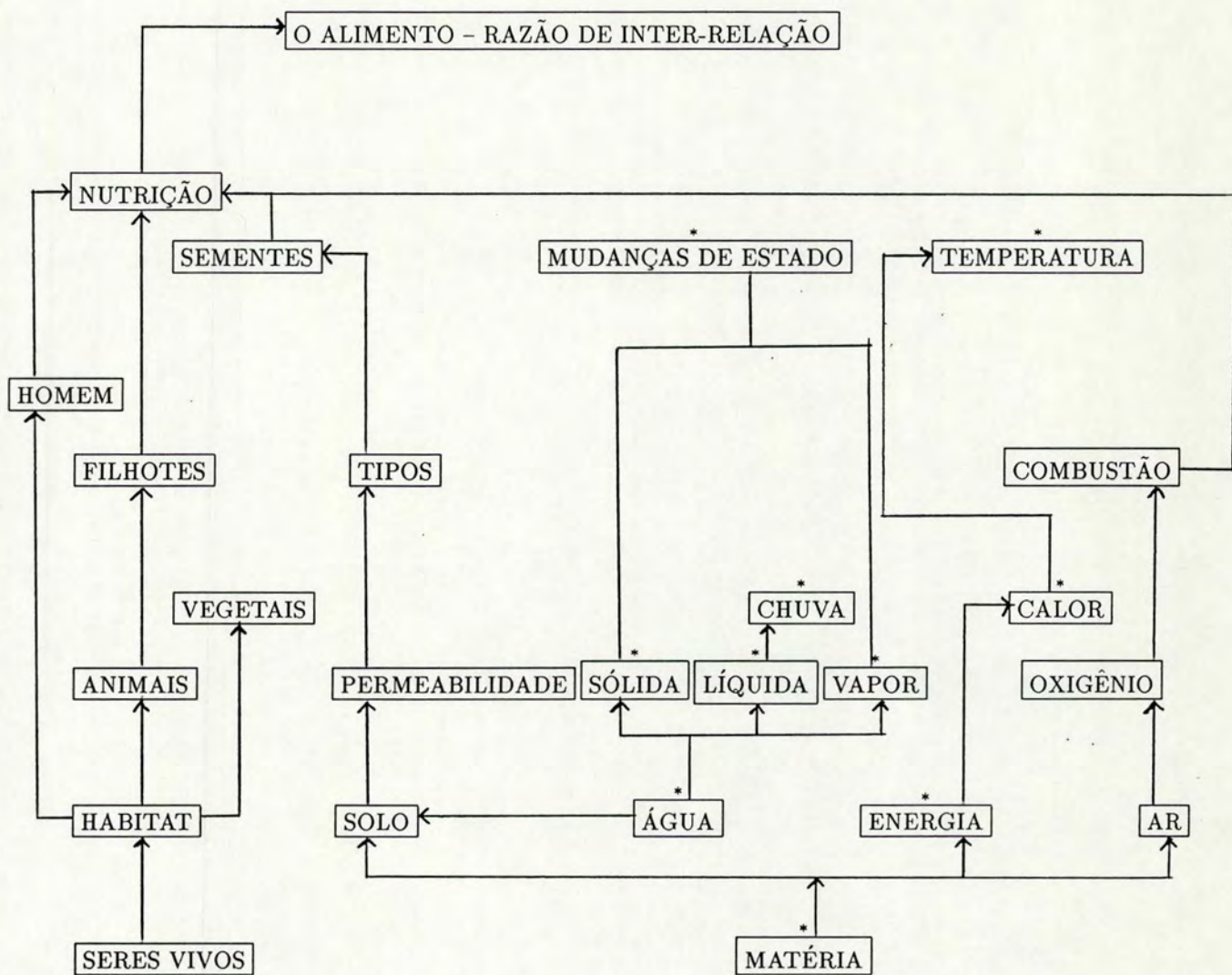
3.1 Referenciais arbitrários servem para localização do corpo e de objetos no espaço.

3.4 A água muda de forma conforme o recipiente que a contém.



2ª SÉRIE

- adaptar materiais e montagens
- interpretar
- organizar



2º SÉRIE  
ALIMENTO RAZÃO DE  
INTER-RELAÇÃO

OBJETIVO: Trabalhar os conteúdos sob forma de atividades concretas que permitam à criança compreender que os alimentos são fator fundamental de desenvolvimento dos seres vivos e constituem elemento de inter-relação dos fenômenos da natureza.

RELAÇÃO DE CONTEÚDOS:

1. HABITAT
2. VEGETAIS
3. ALIMENTO
4. SOLO
5. ÁGUA
  - 5.1 Estados físicos da água.
  - 5.2 A formação da chuva.
6. ENERGIA
  - 6.1 A ação do calor sobre a água.
  - 6.2 Medindo a temperatura da água.
7. AR

IDÉIAS BÁSICAS

1. HABITAT

## 2. VEGETAIS E SOLO

## 3. ALIMENTO

## 4. ÁGUA E AR

4.1 A água encontra-se na natureza sob várias formas.

4.2 A água apresenta-se em estado sólido (gelo), líquido (água), e vapor.

4.3 O calor produz mudança no estado físico da água.

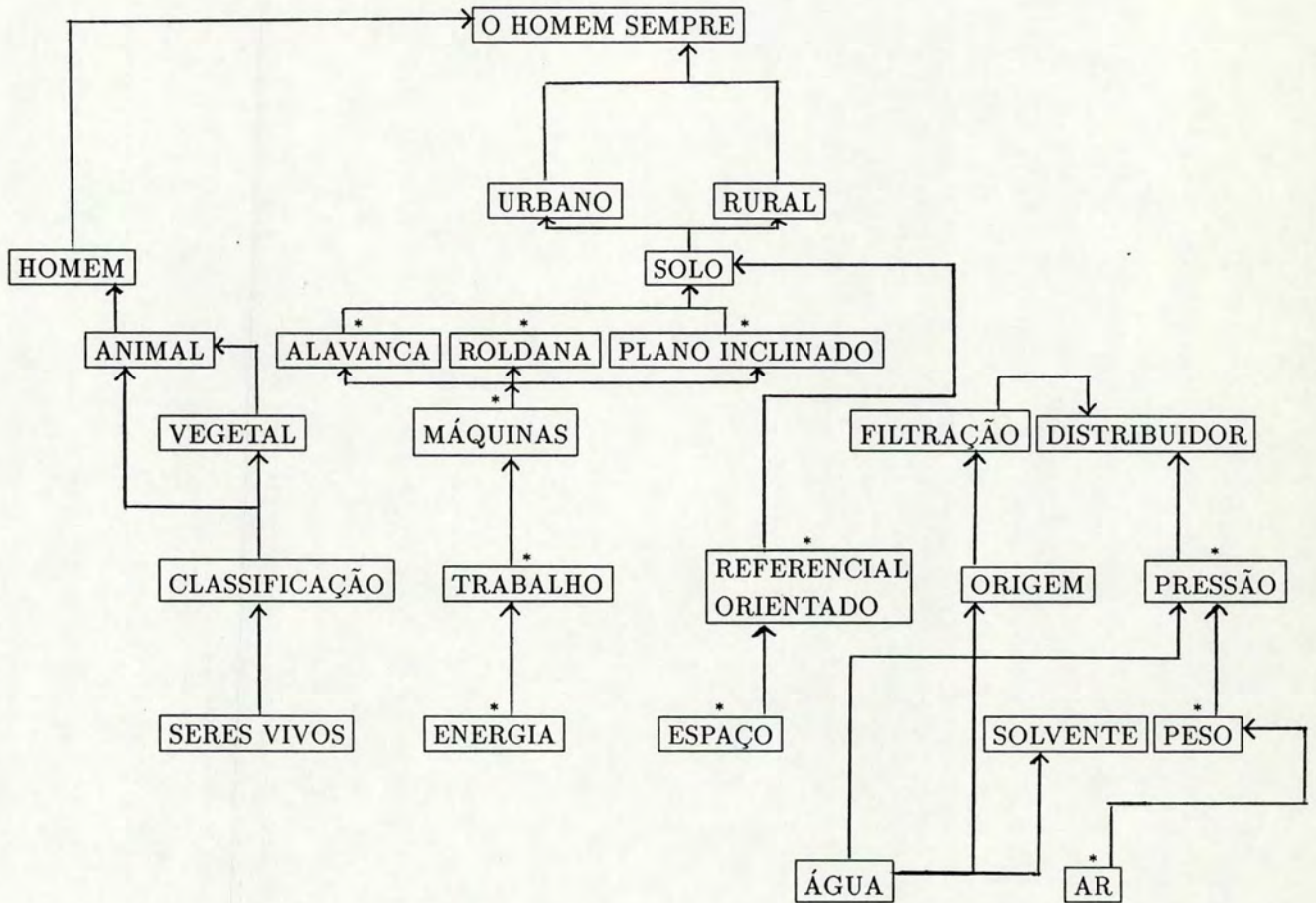
4.4 Os corpos e as substâncias manifestam o seu calor através da temperatura que pode ser medida com instrumento especial.

4.5 Observa-se, na natureza, mudança do estado físico da água.

4.6 O ar é estudado através dos efeitos que produz.

3º SÉRIE

- Consulta bibliográfica
- Medir
- Classificar
- Criticar
- Planejar



OBJETIVO: Compreender, através de atividades concretas, a inter-relação entre o Ser vivo e o meio e compreender que o homem pode aproveitar de forma adequada os recursos naturais.

## RELAÇÃO DE CONTEÚDOS

### 1. VEGETAIS E ANIMAIS

### 2. MÁQUINAS

2.1 Alavanca

2.2 Plano inclinado

2.3 Roldana

### 3. ÁGUA E AR

3.1 Procedência da água

3.1.1 As chuvas

3.5 O transporte da água das hidráulicas até as casas.

3.5.1 A rede de distribuição.

3.5.2 As bombas em casas e prédios.

3.6 A pressão da água.

3.6.1 A água pode exercer uma força.

3.6.2 A pressão ou então a força da água pode mover objetos.

3.6.3 A água pode realizar um trabalho.

## IDÉIAS BÁSICAS

1.21 As máquinas facilitam o trabalho do homem.

1.22 O homem utiliza diferentes tipos de máquinas.

1.23 Alavancas, roldanas e planos inclinados são recursos facilitadores do trabalho do homem.

1.27 Cada cidade apresenta uma rede de distribuição da água.

### QUADRO SÍNTESE

OBJETIVO 1ª SÉRIE	Trabalhar os conteúdos em termos de atividades concretas a fim de que a criança, com dados do mundo real, passe a conhecer-se e a conhecer o ambiente em que está inserida para a aquisição de hábitos de higiene e atitude positiva frente aos seres vivos.				
OPERAÇÕES	OBSERVAR – ORDENAR – CLASSIFICAR				
HIGIENE	CORPO HUMANO	ZOOLOGIA	BOTÂNICA	GEOLOGIA	FÍSICA-QUÍMICA
Higiene Oral - Escovação Higiene Ambiental - Renovação do ar Cuidados de Higiene - com o corpo -com os animais Os animais: cuidando de sua higiene	A forma do corpo. Estrutura externa: mão, pele, tato, visão, audição, cabelo, unha, dentes. Crescimento do corpo humano: proporções. O movimento do corpo. Diferença entre movimento e locomoção.	O movimento dos animais. Diferença entre movimento e locomoção. Crescimento dos animais: Proporções.	O movimento do vegetais. Agentes. Crescimento dos vegetais: da semente à planta adulta.	Espaço: localização do corpo e de objetos do espaço. Solo: textura	A existência do ar; a não existência do espaço vazio. A forma da água. Noção de quente e frio. O ar e a água sob a ação do calor. Vento como ar em movimento. O atrito como agente de calor. O som como resultado de movimento vibratório.

OBJETIVO 2ª SÉRIE	Trabalhar os conteúdos sob forma de atividades concretas que permitem à criança compreender que os alimentos são fator fundamental de desenvolvimento dos seres vivos e constituem elemento de inter-relação dos fenômenos da natureza.				
OPERAÇÕES	ADAPTAR MATERIAIS E MONTAGENS - INTERPRETAR - ORGANIZAR				
HIGIENE	CORPO HUMANO	ZOOLOGIA	BOTÂNICA	GEOLOGIA	FÍSICA-QUÍMICA
Higiene Alimentar Higiene Ambiental	O homem e sua nutrição. A água como alimento. O oxigênio como alimento.	O habitat dos animais. Localização. Materiais empregados pelos animais para a sua morada.	O desenvolvimento dos vegetais de acordo com o ambiente: solo e água. Os elementos adequados para o desenvolvimento das plantas. A chuva como alimento para as plantas. O habitat dos vegetais. Localização no espaço.	Solo. Permeabilidade. Solo: Tipos de solo.	Composição ar. A água nos estados: sólido, líquido e vapor. O calor como agente de mudança de estado físico da água. Medida de temperatura. Chuva: mudança de estado físico dos líquidos na natureza.

OBJETIVO 3ª SÉRIE	Compreender, através de atividades concretas, a inter-relação entre o ser vivo e o meio e compreender que o homem pode aproveitar de forma adequada os recursos naturais.				
OPERAÇÕES	CONSULTAR BIBLIOGRAFIA –MEDIR – CRITICAR – PLANEJAR				
HIGIENE	CORPO HUMANO	ZOOLOGIA	BOTÂNICA	GEOLOGIA	FÍSICA-QUÍMICA
Higiene para a manutenção dos seres vivos na natureza.	Os animais, os vegetais, e o homem na relação ser vivo e meio.	Classificação dos animais. O homem e os animais com ossos; O homem e os animais sem ossos; animais mais simples	Classificação dos vegetais: vegetais superiores vegetais inferiores.	Referenciais de orientação. Medida do espaço.	Pressão da água. Vasos comunicantes. Distribuição da água. Máquinas: Alavanca, roldana, plano inclinado

## BIBLIOGRAFIA

SÉRIE PRINCIPANTES \_\_\_\_\_

EDUCATIVOS MAC DONALD

PRIMEIRO LIVRO DA NATUREZA \_\_\_\_\_ O AR - A ÁGUA - A TERRA

MELHORAMENTOS

OS ANIMAIS

COLEÇÃO FAUNA

EDITORA SANTUÁRIO

COPYRIGHT 1982

COMO NASCE \_\_\_\_\_ O AZEITE - O MEL - O LEITE

EDITORA CEDIDRA

O PÃO - A FRUTA - O VINHO

- LÃ - SEDA



MARIA DINORÁ

NOÇÕES DE CIÊNCIAS ATRAVÉS DO VERSO

ENCICLOPÉDIA

ESPASA CALPE

SÉRIE CATIMBÓ – MELHORAMENTOS \_\_\_\_\_

ANA MARIA MACHADO

SÉRIE SALVE A NATUREZA \_\_\_\_\_ CONHECIMENTOS ECOLÓGICOS

ELISABETE CHADDAD TRIGO

TESOURO DA JUVENTUDE

MONTEIRO LOBATO

O MILAGRE DAS ESTRELAS VERDES \_\_\_\_\_ CAMPANHA DE EDUCAÇÃO

MARIA DINORAH

FLORESTAL

É FÁCIL PROVAR \_\_\_\_\_ SIMPLES EXPERIÊNCIAS COM ÁGUA -

LEONARDOS - STELA

AR - SOM -IMÃS

PROJETO DE ENSINO DE CIÊNCIAS

FUNDAÇÃO DOS RECURSOS HUMANOS

O LIVRO DOS POR QUÊS?

MACHADO, CLARA

EDITORA - ANO

## Anexo C

INSTITUTO DE EDUCAÇÃO GENERAL FLORES DA CUNHA

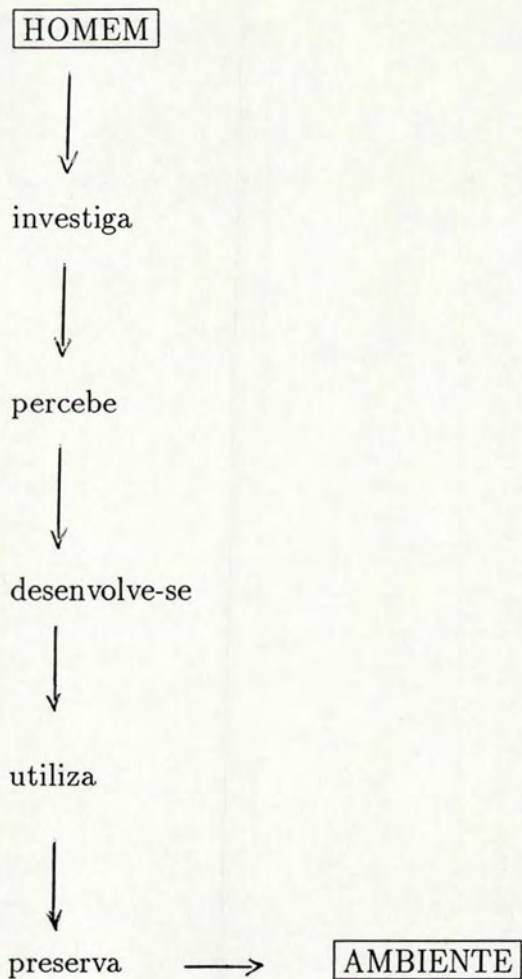
ESCOLA ESTADUAL DE 1º e 2º GRAUS

SERVIÇO DE COORDENAÇÃO PEDAGÓGICA

ENSINO DE 1º GRAU - 4º SÉRIE - 1988

### CIÊNCIAS

Meta: Possibilitar ao aluno de 4º série, a partir do conhecimento das necessidades dos seres vivos, a descoberta do ambiente, através do uso dos sentidos, da investigação científica, das relações com outros seres, da utilização e preservação do meio.



	Foco: O homem percebe o meio.
Os sentidos permitem a interação do homem com o meio.	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Cada sentido permite uma visão parcial de um todo com características próprias.</li> <li>• Os sentidos se intercompletam, permitindo uma visão abrangente do ambiente.</li> <li>• À medida que as pessoas desenvolvem (aguçam) seus sentidos, percebem melhor o meio.</li> </ul>

Foco: O homem desenvolve-se no ambiente.

Desenvolvimento é uma evolução contínua – todo o ser passa por transformações.

- Pessoas com idades diferentes, fazem coisas diferentes.
- Em diferentes momentos, seres diferentes tem comprimento, massa e aspecto diferente. Em alguns seres, as diferenças são bastante acentuadas, em outros não.

Foco: O homem investiga o meio.

- Para uma investigação científica é necessário que haja um método comum de trabalho – o método científico que inclui:
  - observação
  - levantamento de hipóteses
  - experimentação
  - análise de dados
  - confirmação ou rejeição das hipóteses

Foco: O homem utiliza o meio.

Há uma relação de interdependência entre os seres vivos e o ambiente, e os seres vivos entre si.

- A água, o solo, o ar, o sol são recursos naturais indispensáveis à sobrevivência dos seres vivos, que utilizam estes recursos naturais e/ou transformam com o objetivo de facilitar a sua vida.
- A água, o solo, o ar, a luz e o calor solar são recursos naturais. Todo este conjunto forma o ambiente.
- Os seres vivos utilizam os recursos naturais para satisfazerem suas necessidades.
- Nem todos os seres utilizam os recursos do meio da mesma forma.
- As características de meio determinam o tipo de ser vivo a ser encontrado no mesmo, assim como este poderá modificá-lo.
- Os seres vivos dependem uns dos outros.
- Os seres vivos estabelecem relações a nível de: alimentação, proteção, reprodução, locomoção, defesa.

O homem através de ações negativas pode alterar o meio. Quando isto ocorre, deve propor meios para restaurar o equilíbrio natural.

- A vida humana ocorre na natureza, onde teve origem e na qual se integra, criadoramente, em uma positiva relação interagente, faz parte de um grande número de interações naturais.
- As árvores, como todos os seres vivos, reagem ao tipo de ambiente onde se encontram.
- Os animais procuram aproximar-se das zonas onde existem vegetais.
- A temperatura está intimamente relacionada com a cobertura vegetal.
- O homem produz grande quantidade de ruídos, que abafam os sons da natureza.
- O solo determina o tipo e a qualidade da vegetação que nele se encontra.

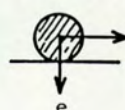
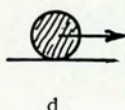
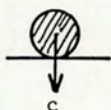
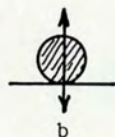
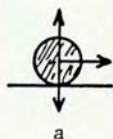
## Anexo D

# PRÉ-TESTE E TESTE DE RETENÇÃO

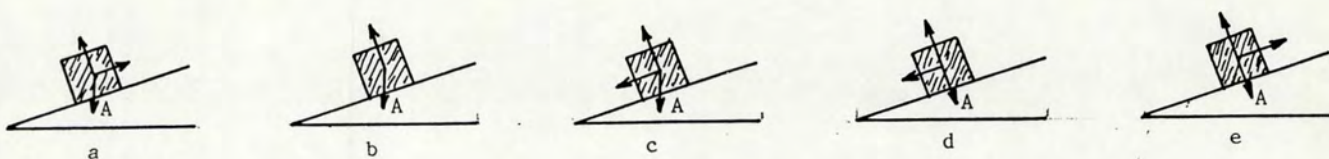
### D.1 Unidade 1: Força e Movimento

Responda as questões a seguir escolhendo apenas uma das alternativas.

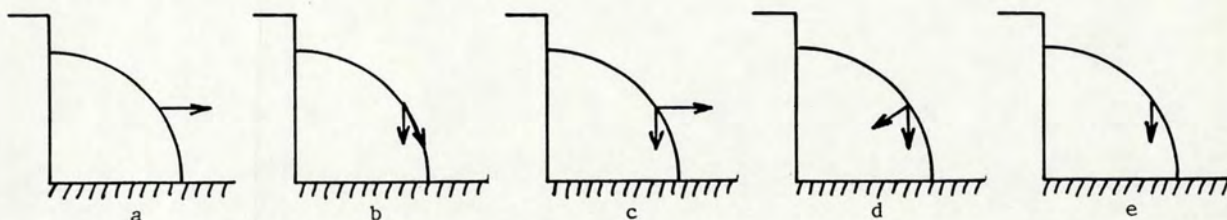
- 1 Um jogador de snooker dá uma tacada numa bolinha com o objetivo de colocá-la numa caçapa. Marque qual das alternativas abaixo mostra a(s) força(s) que age(m) sobre a bolinha um pouco antes de chegar ao seu alvo. Despreze o atrito.



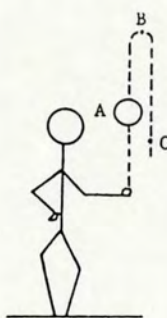
- 2 Um bloco é jogado de baixo para cima ao longo de um plano inclinado liso. Marque a opção que melhor representa a(s) força(s) que age(m) sobre ele, ao passar pelo ponto A, ainda subindo. Despreze o atrito.



3 Uma pedra é lançada horizontalmente da janela de um edifício. Desprezando a resistência do ar, indique a figura que melhor representa a(s) força(s) que age(m) sobre a pedra.



4 Um menino lança verticalmente para cima uma pequena esfera. Desprezando a resistência do ar, assinale a alternativa que representa a(s) força(s) que age(m) sobre a esfera em cada uma das seguintes situações.

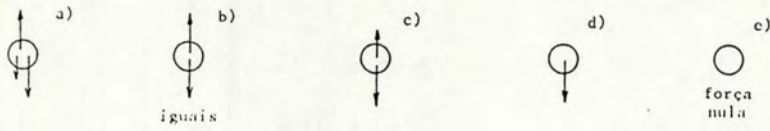




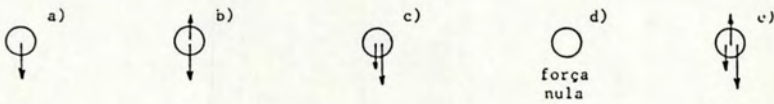
A. No ponto A, quando a esfera está subindo.



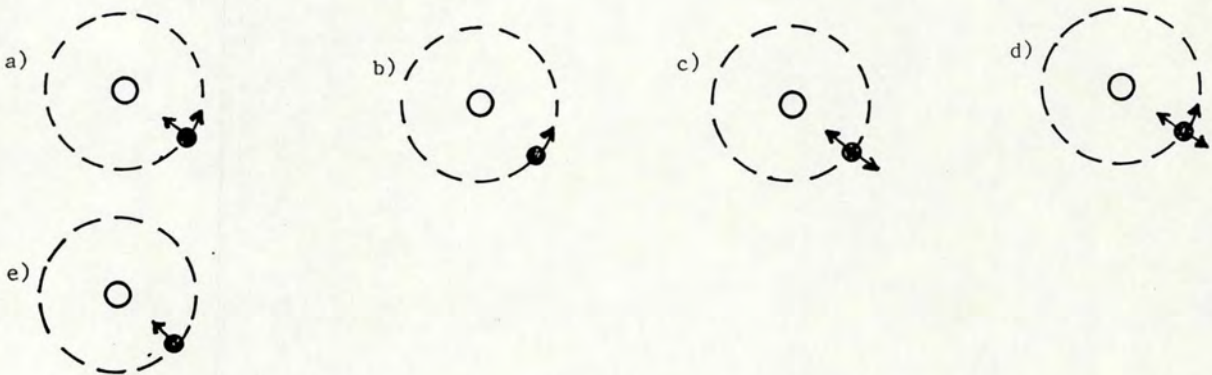
B. No ponto B, quando a esfera atinge o ponto mais alto de sua trajetória.



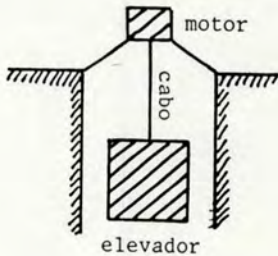
C. No ponto C, quando a esfera está descendo.



5 Suponha que as figuras mostrem a Lua girando em torno da Terra descrevendo um movimento circular uniforme. As setas mostram as forças que atuam sobre a Lua. Qual das figuras melhor representa a(s) força(s) sobre a Lua?



- 6 O esquema apresenta um elevador e o seu sistema de tração (motor e cabo).  
Através do cabo o motor pode aplicar uma força sobre o elevador (são desprezíveis as forças de atrito e de resistência do ar sobre o elevador).

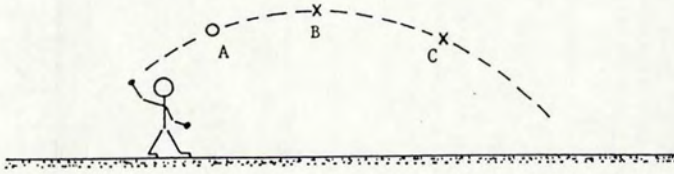


O elevador está inicialmente parado e então o motor aplica sobre o elevador uma força um pouco maior do que o peso do elevador. Assim sendo, pode-se afirmar que o elevador subirá:

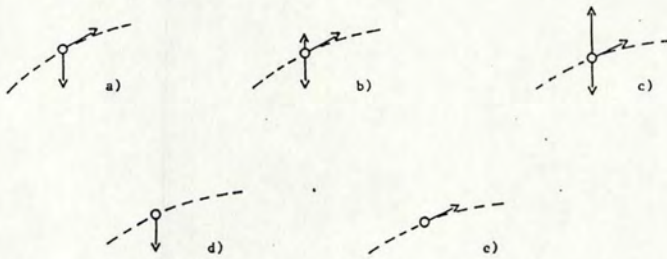
- a) com velocidade grande e constante
  - b) com velocidade que aumenta
  - c) com velocidade pequena e constante
- 7 O elevador está subindo e o motor está aplicando uma força bastante maior do que o peso do elevador. Então a força que o motor faz diminui mas permanece ainda um pouco maior do que o peso. Portanto a velocidade do elevador:
- a) aumenta
  - b) diminui
  - c) não é alterada
- 8 O elevador está subindo e o motor está aplicando uma força maior do que o peso do elevador. Então a força que o motor faz diminui e se iguala ao peso do elevador. Portanto o elevador:
- a) parará em seguida
  - b) continuará subindo durante algum tempo mas acabará parando

c) continuará subindo com velocidade constante

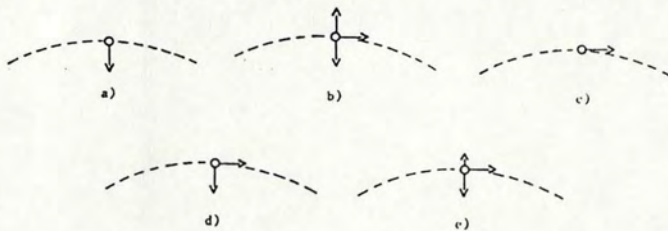
9 Um menino lança uma pedra que descreve a trajetória indicada na figura (a força de resistência do ar sobre a pedra é desprezível). O ponto B é o ponto mais alto da trajetória.



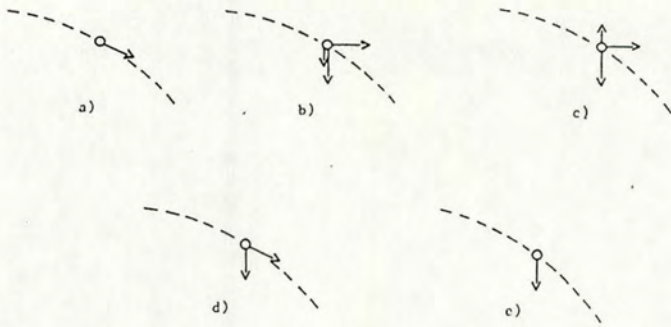
No ponto A, qual é o esquema que melhor representa a(s) força(s) que atua(m) sobre a pedra?



10 E no ponto B?



11 E no ponto C?



12 A sua massa na Terra comparada à sua massa na Lua é:

- a) maior
- b) menor
- c) a mesma

13 O seu peso na Terra comparado ao seu peso na Lua é:

- a) maior
- b) menor
- c) o mesmo

14 O peso de uma certa quantidade de ouro no Equador terrestre comparado ao seu peso no Pólo Norte

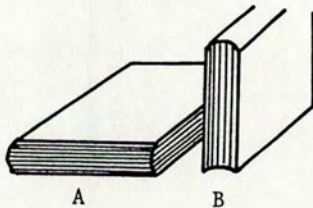
- a) é maior
- b) é menor
- c) é o mesmo

- 15 Se um objeto se encontrasse num local afastado de qualquer corpo celeste, poderíamos dizer que
- a) sua massa mudaria
  - b) seu peso mudaria
  - c) seu peso seria o mesmo do que o na Terra.

## D.2 Unidade 2: Pressão

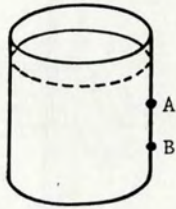
Responda as questões a seguir escolhendo apenas uma das alternativas.

- 1 Os livros A e B:



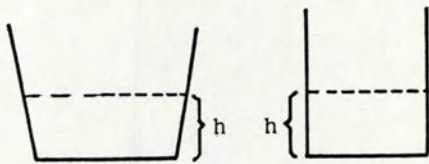
- a) exercem forças diferentes sobre a mesa.
  - b) o livro B exerce maior pressão contra a mesa do que o livro A.
  - c) tanto a força quanto a pressão é a mesma nos dois casos.
- 2 Quando você exerce maior pressão sobre o chão:
- a) andando de salto alto
  - b) andando de salto baixo
  - c) ambas as situações são iguais em termos de pressão exercida

3 Em um recipiente com água são marcados dois pontos em diferentes alturas:



- a) a pressão nos dois pontos é a mesma
  - b) a pressão no ponto B é maior do que no ponto A
  - c) a pressão no ponto A é maior do que no ponto B.
- 4 Em dois recipientes de diferentes volumes é colocada água, de tal forma que fique no mesmo nível dos dois:

A pressão no fundo:

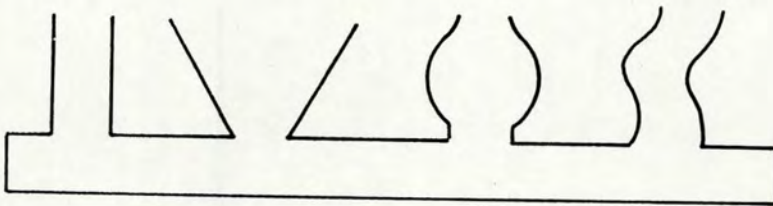


- a) é maior no recipiente de maior volume
  - b) é maior no recipiente de menor volume
  - c) é a mesma nos dois recipientes
- 5 Cortamos os alimentos com o lado mais fino da faca porque:
- a) aumentamos a força exercida
  - b) aumentamos a pressão exercida
  - c) diminuimos a pressão exercida

6 Suponhamos que você caísse em uma areia movediça. A fim de que você dificultasse o seu afundamento é recomendável que:

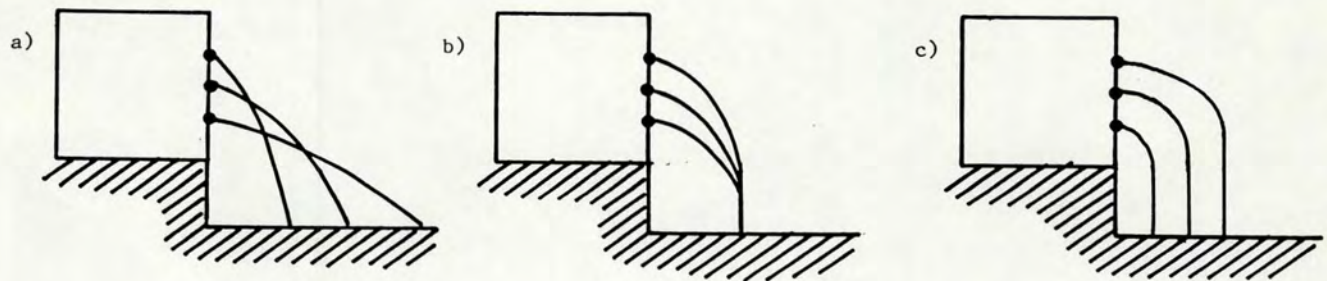
- a) você tente ficar de pé
- b) você tente ficar deitada
- c) é indiferente a posição assumida

7 Ao colocarmos água neste recipiente, observamos que:



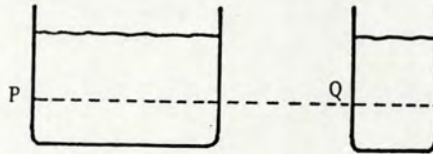
- a) o nível da água é o mesmo em cada vaso
- b) quanto maior o vaso mais baixo é o nível da água
- c) quanto menor o vaso mais baixo é o nível da água

8 Qual das alternativas melhor representa o escoamento de um líquido em um recipiente onde foram feitos três furinhos em diferentes alturas?



9 A figura mostra dois recipientes contendo água até uma mesma altura. Há orifícios iguais em P e Q. A velocidade de escoamento da água é:

- a) maior em P do que em Q
- b) maior em Q do que em P
- c) a mesma em P e Q.



10 A pressão no interior de um líquido em repouso:

- a) depende do volume do líquido
- b) depende da profundidade onde estamos medindo a pressão
- c) não depende do tipo de líquido, por exemplo se é água ou mercúrio.

11 Onde a pressão é maior: 1m abaixo da superfície da Lagoa dos Patos ou 1m abaixo da superfície de um pequeno açude?

- a) na Lagoa dos Patos
- b) no açude
- c) a pressão é aproximadamente a mesma em ambos os lugares

12 O ar, o oxigênio, etc, são exemplos de gases. Você acha que eles pesam?

- a) sim
- b) não
- c) depende do gás

13 Em qual(is) dos seguintes lugares existe ar?

- 1. Em um recipiente aberto
- 2. Em um recipiente fechado
- 3. Em um pneu vazio
- 4. Nos furos de um queijo



- a) Apenas nas situações 1 e 4
- b) Nas 4 situações
- c) Apenas nas situações 1,3 e 4

14 Quando você pressiona um desentupidor de pia contra uma parede lisa, ele gruda na parede. O desentupidor de pia fica grudado porque:

- a) existe ar do lado de fora e pouco ou nenhum ar entre a parede e o desentupidor
- b) a borracha gruda na parede
- c) existe ar do lado de fora e muito ar comprimido entre a parede e o desentupidor

Escolha a alternativa que lhe parecer correta:

15 a) recipientes vazios contêm ar

b) recipientes vazios não têm nada dentro

c) o ar não pesa

16 a) o ar ocupa espaço

b) quando removemos algum ar, o vácuo é formado

c) o ar empurra os objetos para ocupar espaço

17 a) a pressão do ar age sobre tudo em todas as direções

b) ar comprimido tem poder de puxar

c) ar rarefeito não exerce pressão

- 18 a) a pressão do ar não varia com a altitude  
b) a grandes altitudes, a pressão do ar é menor  
c) a grandes altitudes, a pressão do ar é maior

### D.3 Unidade 3: Calor e Temperatura

Responda as questões a seguir escolhendo apenas uma das alternativas.

1 Associamos a existência de calor:

- a) a qualquer corpo, pois todo corpo possui calor  
b) apenas àqueles corpos que se encontram “quentes”  
c) a situações nas quais há, necessariamente, transferência de energia

2 Para se admitir a existência de calor:

- a) basta um único sistema (corpo)  
b) são necessários, pelo menos, dois sistemas  
c) basta um único sistema, mas ele deve estar “quente”

3 Para se admitir a existência de calor deve haver:

- a) uma diferença de temperaturas  
b) uma diferença de massas  
c) uma diferença de energias

4 Calor é:

- a) energia cinética das moléculas  
b) energia transmitida somente devido a uma diferença de temperaturas  
c) a energia contida em um corpo

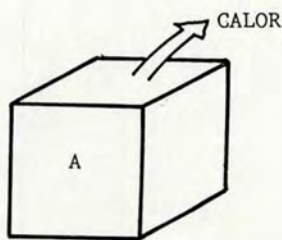
- 5 A água (a  $0^{\circ}\text{C}$ ) que resulta da fusão de um cubo de gelo (a  $0^{\circ}\text{C}$ ), contém, em relação a este:
- a) mais energia
  - b) menos energia
  - c) a mesma energia
- 6 No interior de um quarto que não tenha sido aquecido ou refrigerado durante vários dias:
- a) a temperatura dos objetos de metal é inferior à dos objetos de madeira
  - b) a temperatura dos objetos de metal, das cobertas e dos demais objetos é a mesma
  - c) nenhum objeto apresenta temperatura
- 7 Um cubo de gelo a  $0^{\circ}\text{C}$  é colocado em um recipiente com água também a  $0^{\circ}\text{C}$ . Nessas condições:
- a) a água cede calor ao gelo
  - b) tanto a água como o gelo estão desprovidos de calor
  - c) nenhum dos dois cede calor ao outro
- 8 Dois cubos metálicos A e B são postos em contato. A está mais “quente” do que B. Ambos estão mais “quentes” do que o ambiente. A temperatura final de A e B será:
- a) igual à temperatura ambiente
  - b) igual à temperatura de B
  - c) uma média entre as temperaturas de A e B

- 9 Duas pequenas placas A e B do mesmo metal e da mesma espessura são colocadas no interior de um forno, o qual é fechado e ligado. A massa de A é o dobro da massa de B ( $m_A = 2m_B$ ). Inicialmente as placas e o forno encontram-se todos à mesma temperatura. Algum tempo depois a temperatura de A será:
- a) o dobro da de B
  - b) a metade da de B
  - c) a mesma da de B
- 10 Considere duas esferas idênticas, uma em um forno quente e a outra em uma geladeira. Basicamente em que diferem elas imediatamente após terem sido retiradas do forno e da geladeira respectivamente?
- a) na quantidade de calor contida em cada uma delas
  - b) na temperatura de cada uma delas
  - c) uma delas contém calor e a outra não
- 11 Em dois copos idênticos contendo a mesma quantidade de água ( $250\text{cm}^3$ ) à temperatura ambiente são colocados, respectivamente, um cubo de gelo a  $0^\circ\text{C}$  e três cubos de gelo a  $0^\circ\text{C}$  (cada cubo com  $1\text{cm}^3$ ). Em que situação a água esfria mais?
- a) no copo onde são colocados três cubos de gelo
  - b) no copo onde é colocado um cubo de gelo
  - c) esfria igualmente nos dois copos
- 12 Duas esferas de mesmo material porém de massas diferentes ficam durante muito tempo em um forno. Ao serem retiradas do forno, são imediatamente colocadas em contato. Nessa situação:

- a) flui calor da esfera de maior massa para a de menor massa
- b) flui calor da esfera de menor massa para a de maior massa
- c) nenhuma das duas esferas cede calor à outra

13 As mesmas esferas da questão anterior são agora deixadas durante muito tempo em uma geladeira. Nessa situação, ao serem retiradas e imediatamente colocadas em contato:

- a) nenhuma das esferas possui calor
- b) flui calor da esfera de maior massa para a de menor massa
- c) nenhuma das esferas cede calor à outra



14 Observando-se a figura acima e sem dispor de qualquer outra informação, pode-se dizer que o cubo A possui, em relação ao meio que o cerca,

- a) temperatura mais elevada
- b) mais energia
- c) mais calor

15 Estando à pressão atmosférica, nitrogênio líquido entra em ebulição a  $-196^{\circ}\text{C}$ . Um grama de nitrogênio líquido, a essa temperatura, comparado com um grama de vapor de nitrogênio, também a  $-196^{\circ}\text{C}$ , possui:

- a) mais energia
- b) menos energia
- c) a mesma energia