

DISSERTAÇÃO DE MESTRADO
ÁREA : ENSINO DE CIÊNCIAS - MODALIDADE FÍSICA

UM CURSO DE GRAVITAÇÃO PARA PROFESSORES DE PRIMEIRO GRAU

SILVANIA SOUSA DO NASCIMENTO
ORIENTADOR: PROF. DR. ERNST W. HAMBURGER

APRESENTADA AO INSTITUTO DE FÍSICA E A
FACULDADE DE EDUCAÇÃO DA
UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

SÃO PAULO
1990

À MEUS FILHOS,
CAROLINA E OSWALD

AGRADECIMENTOS

Estar envolvido em um trabalho de tese representou questionar sobre um tema e apresentar uma proposta como resultado. O questionamento foi além do instrumento de pesquisa e a proposta pode ter ficado como o início de um trabalho mais maduro. Estiveram envolvidas muitas pessoas que representaram um crescimento significativo do trabalho e do pesquisador, agradeço a todos sem citar nenhum nome por todas serem igualmente lembradas no término desta jornada. Particularmente agradeço ao meu companheiro dos últimos dias que representaram a finalização da dissertação.

RESUMO

Nosso trabalho é uma reflexão sobre um curso de extensão universitária sobre Gravitação, oferecido a professores de Ciências de primeiro grau, particularmente de quinta à oitava séries. É discutida a elaboração do curso e sua aplicação por diversas vezes, a professores da rede oficial do estado de São Paulo, no quadro de convênio entre a USP e a Secretaria de Educação do Estado.

O tema, Gravitação, foi escolhido por abranger uma área do conhecimento, ligada à Física e a Astronomia, que desperta grande interesse entre as crianças, representando fonte constante de perguntas em sala de aula. Para trabalhar com o conteúdo, desenvolvemos uma metodologia própria, procurando diversas formas de abordagem, envolvendo dramatizações, experimentos, atividades ao ar livre, observações, leituras e a utilização de filmes de vídeo. Esta metodologia pode ser adaptada, pelos professores, a seus alunos.

A avaliação realizada na última aplicação, permitiu caracterizar como os professores-alunos vêm os movimentos da Terra, da Lua e do Sol antes e depois do curso.

Pretendemos que o trabalho, além de uma proposta de abordagem de conteúdo, sirva como subsídio para o planejamento de cursos de extensão para professores de primeiro grau.

ABSTRACT

The present study is a reflexion on an university course on Gravitation, for Science teachers in Junior High Schools, particularly those teaching 5th to 8th grades. A discussion is widely carried on the possible organization and application of such a courser for Public School teachers in São Paulo belonging to the joint-program between the University of São Paulo (USP) and the State Secretariat of Education.

The theme "Gravitation" was chosen as it covers a large area of knowledge within Physics and Astronomy, arousing the interest of children mainly, thus being a source of frequent questions in class. Despite being an important subject in the curriculum of Junior High Schools, few teachers are proficient in it. A special methodology has, therefore, been developed, after a careful analysis of possible approaches, involving role-plays, experiments, open-air activities, field work, reading and the use of video-cassette material. Teachers may add their own methodologies to attend to their specific needs or tastes.

The evaluation tests carried out during the last application have permitted the assessment of how both students view, before and after the course, the movements of the Earth, the Moon and the Sun.

The present study is intended not only as a proposal of teaching strategies but also as a guideline for the planning of extension courses in general for Junior High School teachers.

ÍNDICE

APRESENTAÇÃO.....	10
CAPÍTULO 1- A CIÊNCIA E A ESCOLA DE 1º GRAU	
1.1 INTRODUÇÃO.....	12
1.2 O MINOTAURO.....	15
1.3 PORQUE GRAVITAÇÃO.....	18
1.4 A QUEM SE DESTINA O CURSO.....	22
1.5 PARA QUE ENSINAR CIÊNCIAS.....	25
CAPÍTULO 2- A CIÊNCIA E O PROFESSOR DE 1º GRAU	
2.1 ENSINO DE CIÊNCIAS.....	29
2.2 MODELOS DE ENSINO.....	35
2.3 COMO ENSINAR?.....	42
2.4 IMPLICAÇÕES EDUCACIONAIS.....	46
CAPÍTULO 3- GRAVITAÇÃO PARA PROFESSOR DE 1º GRAU	
3.1 INTRODUÇÃO.....	49
3.2 ESTRUTURA DO CURSO.....	51
3.3 OBJETIVOS DO CURSO.....	53
3.4 METODOLOGIA.....	59
3.5 A ESCOLHA DO CONTEÚDO.....	61
3.6 O MATERIAL.....	64
3.7 AS ATIVIDADES.....	68
CAPÍTULO 4- APLICAÇÕES DA PROPOSTA: CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES	
4.1 INTRODUÇÃO.....	82
4.2 GRAVITAÇÃO.....	84
4.3 FÍSICA DA TERRA E DO ESPAÇO.....	88
4.4 FENÔMENOS FÍSICOS DO MOVIMENTO DA TERRA E DOS ASTROS- TERCEIRA APLICAÇÃO.....	91
4.5 QUARTA APLICAÇÃO EM JULHO DE 1987.....	94
4.6 EXPERIÊNCIAS COM NORMALISTAS.....	96
4.7 COMENTÁRIOS.....	101

CAPÍTULO 5- UMA FORMA DE AVALIAÇÃO DA PROPOSTA

5.1 PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO.....	102
5.2 MATERIAL DE ANÁLISE.....	105
5.3 ANÁLISE QUALITATIVA.....	107
5.4 ANÁLISE QUANTITATIVA.....	136
5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	146

BIBLIOGRAFIA.....	150
-------------------	-----

ANEXOS

01- TEXTOS.....	160
02- QUESTIONÁRIOS.....	174
03- FORMATO DE COLETA DE DADOS.....	176

APRESENTAÇÃO

Esta dissertação trata de uma proposta de um curso de extensão universitária , sobre Gravitação, para professores de Ciências de primeiro grau. O curso foi oferecido pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP) em convênio com a Secretaria da Educação do Estado (SE-SP), através da Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas (CENP). O convênio entre a Secretaria de Educação e a Universidade visa a atualização e aperfeiçoamento de professores em áreas específicas de conteúdo e formação geral. O trabalho resulta da aplicação, por cinco vezes, do curso a professores da rede oficial do Estado de São Paulo.

Durante o ano de 1985, por sugestão da CENP, nós-Silvania Sousa do Nascimento e Rosana Maria Caram, sob a coordenação do Prof. Ernst W. Hamburger, iniciamos a elaboração de um curso sobre Gravitação, que atendesse aos interesses dos professores de Ciências do primeiro grau (quinta a oitava série). Iniciamos questionando por quê e para quem estaria centrado nosso curso para, a partir desta reflexão, estabelecermos quais tópicos do conteúdo seriam abordados. A fim de trabalharmos com o conteúdo, desenvolvemos atividades que propõem diversas abordagens do assunto envolvendo dramatizações, experimentos , atividades ao ar livre, observações, leituras e filmes de vídeo.

Durante as aplicações, procuramos estabelecer com os professores uma nova forma de "leitura" das atividades que, por vezes, são conhecidas por eles. Na confecção de um cartaz com a representação das constelações, por exemplo, enfatizamos o trabalho que pode ser desenvolvido com diversos conceitos como o de escalas, magnitude estelar, brilho e cor das estrelas. A própria atividade de cortar e desenhar, é analisada como material instrucional que auxilia ao desenvolvimento de operações mentais dos participantes.

No primeiro capítulo, discorremos sobre o ensino de primeiro grau, impressões recolhidas no convívio com os professores da rede estadual da capital paulista. No segundo, discutimos nossa concepção para a formação de professores. Os procedimentos de elaboração do curso são apresentados no terceiro capítulo, enquanto no quarto, as diversas aplicações e os dados recolhidos nas mesmas. Finalmente, no quinto capítulo concluímos nosso trabalho apresentando sugestões para prosseguimento do trabalho.

CAPÍTULO 1- A CIÊNCIA NA ESCOLA DE PRIMEIRO GRAU

1.1 INTRODUÇÃO

A história do ensino de primeiro grau no Brasil remonta à chegada do primeiro governador português, acompanhado de alguns missionários jesuítas. A educação a nível elementar - alfabetização- foi monopolizada pela Companhia de Jesus por cerca de duzentos anos. A ação pedagógica, inspirada pela ideologia religiosa católica, promovia uma educação literária e humanística, tradição que perdurou até a Proclamação da República. Mesmo após a expulsão dos jesuítas em 1759, o ensino continuou a ser ministrado por pessoas cuja formação se devia a instituições eclesiais. A tradição escolástica e literária continuava sendo a tônica da educação em detrimento às ciências, atividades técnicas ou artísticas. Tanto o ensino das primeiras letras quanto o ensino secundário assumiam um caráter meramente propedêutico.

A sociedade brasileira era, até o final do século XIX, tipicamente escravocrata, estando a educação primária a encargo da Província não apresentando nenhum sinal de instabilidade entre a educação e a sociedade¹.

Diferentes programas e objetivos educacionais, bem como justificativas para as mudanças alternaram-se seguindo as expectativas da sociedade. Deve-se a Benjamin Constant (1890) a primeira tentativa de substituição do currículo acadêmico por um enciclopédico, com a inclusão de disciplinas científicas. A expansão econômica e a nova estrutura social provenientes da industrialização -1920 e, mais acentuadamente, em 1930- tornaram necessária a introdução, na educação popular, de tópicos de ciências e principalmente de higiene e saúde.

A Ciência que foi introduzida ao ensino de primeiro grau caracterizava-se pela estruturação de um "método científico", baseado na obra de Francis Bacon². O ensino das ciências ressaltava a importância das observações de experiências diretas. Segundo Bacon, a observação criteriosa de uma série de dados experimentais é a única postura científica possível .

"... a esperança de um ulterior progresso da ciência estará bem fundamentada quando se recolherem e reunirem na história natural muitos experimentos que em si não encerram qualquer utilidade ,mas que são necessários na descoberta das coisas e dos axiomas."

1-ROMANALLI, O. de O.-História da educação brasileira, Vozes, Petrópolis (1987) p.34

2-BACON, Francis-Novum Organum ou verdadeiras indicações acerca da interpretação da natureza trad. José Aluysio Reis de Andrade 1a.ed. Ed. Victor Civita (1973)-aforismo XCIX

Em sua Didática Magna, Comênio (1592-1670) aplicou ao ensino o pensamento de Bacon sobre a ciência. Ensinar seria aplicar um método assim como fazer ciência. Considerando as estruturas particulares de cada ciência, cada uma necessitaria de um "método" de ensino. Este "método" se constitui num conjunto de regras a serem seguidas.

Uma visão mecanicista do processo de investigação científica e de seu ensino perdurou até o nosso século. O desenvolvimento da psicologia de aprendizagem e as pesquisas na área da produção de conhecimento introduziram na escola novas visões de ensino e de Ciências. Os programas de ensino de Ciências sofreram profundas modificações refletindo as novas filosofias educacionais. A Ciência não está mais à espera de ser "des-coberta", mas ressalta a importância da compreensão do conhecimento, da interação e das relações do homem com este conhecimento e com o meio ambiente.

Concordando com Vygotsky³, consideramos o aluno não como um pequeno adulto à espera da maturação de suas funções, mas como integrante social que em constante experiência com o seu ambiente está estruturando sua visão de universo físico e social. O processo de aprendizagem não pode ser considerado apenas linear onde a superposição de pré-requisitos resultam numa estrutura mais ampla que a anterior. O ensino de Ciências se torna importante no momento em que fornece elementos para a reelaboração desta estrutura onde o "novo" não substitui o

3-VYGOTSKY, L.S.-Pensamento e Linguagem, trad. Rezende, M., Antídoto, Lisboa (1973)

"velho", mas representa uma expansão do conhecimento por uma nova estrutura .

1.2- O MINOTAURO

Segundo a mitologia grega o Minotauro é um monstro: metade homem metade touro. Este monstro é filho de Pasífae, esposa de Minos (rei de Creta) com um touro branco que Posídon (deus do mares) enviara a Minos para ser sacrificado. Minos , encantado com sua beleza, poupou-lhe a vida. Em vingança pela desobediência Posídon fez com que Pasífae se apaixonasse pelo animal e de sua união nascesse o Minotauro.

Minos encerrou o filho espúrio em um labirinto. Anos depois Androgeu , filho legítimo de Minos, foi assassinado pelos atenienses que, como castigo, foram obrigados a enviar a cada nove anos sete virgens e sete rapazes em sacrifício ao Minotauro. Quando Teseu foi um dos escolhidos Ariadne, filha de Minos e meia-irmã do Minotauro, deu-lhe um novelo cujo fio Teseu foi desenrolando à medida que penetrava no labirinto . Graças ao fio que percorreu o labirinto Teseu conseguiu sair após matar o Minotauro.

A ciência na escola de primeiro grau se apresenta como um verdadeiro presente dos deuses aos alunos. Envolvido por uma série de descrições sobre processos e procedimentos ditos científicos, as crianças e adolescentes vão formulando uma visão de ciência e uma descrição dos fenômenos naturais independente do que vivenciam. Tornam os fenômenos como verdadeiros

"Minotauros", objeto de admiração e espanto envolvidos por um labirinto do chamado "método científico" que proporciona a compreensão do observado.

A abordagem do conteúdo de Ciências na escola de primeiro grau tem se mostrado superficial e fragmentada. O superficialismo na abordagem do conteúdo decorre da vastidão de informações de diferentes níveis de complexidade que se pretende "transmitir" ao pequeno aluno, enquanto que a fragmentação decorre da diluição nas diferentes séries do primeiro grau. Esta amplitude de informações sobreposta ao aspecto fragmentado apresentado na escola não possibilita a construção, pelo aluno, de uma visão global do conhecimento. Periodicamente os alunos são submetidos ao sacrifício ateniense das "provas" sendo este o momento que o professor defronta-se com os monstros criados pela interpretação de todas as informações que foram transmitidas.

A perplexidade diante da beleza que o conhecimento da ciência ousa apresentar cria verdadeiros mitos como o objeto da ciência e do trabalho científico. Defrontamos freqüentemente com verdadeiros "Minotauros" nas avaliações de nossos alunos dos cursos de segundo e terceiro graus, frutos da abordagem superficial e fragmentada do conhecimento científico.

Uma maneira alegórica de conceber o conhecimento científico não é privilégio de alunos. Significativa parcela de professores de Ciências também o apresenta de maneira semelhante, de tal modo que só um trabalho com os professores pode ser capaz de processar uma reelaboração do ensino de Ciências na escola de primeiro grau.

Não podemos detectar diretamente as vertentes que levam à formação de tais "Minotauros". A interação entre o apreendido e o conhecimento já existente proveniente de todo o processo de educação a que cada um é submetido permite-nos apenas tecer um "fio de Ariadne" que possa guiar uma reestruturação do conhecimento.

1.3-PORQUE GRAVITAÇÃO

É inegável que a astronomia ,pelo seu objeto de investigação , exerce sobre o homem um fascínio inigualável ao de outras ciências. Não é por outra razão que tantas gerações têm devorado sucessivas edições de obras como as de Júlio Verne, Carl Sagan e outros.

A Gravitação é um exemplo notável de como a Ciência está vinculada ao desenvolvimento histórico e social de um povo, bem como a suas noções filosóficas, sociais, mágicas e religiosas⁴.

O mito foi o precursor da filosofia, que forneceu as conceituações embrionárias do funcionamento do mundo. O mito já pressupõe uma ordem derivada de paradigmas humanos.

Uma visão antropomórfica de mundo é substituída à medida que a noção de "causalidade" se desenvolve. Sendo assim, o divino theion mitológico , personificado num deus theos "responsável" por todos os acontecimentos e fenômenos, é banido da concepção do "kosmo".

Inicia-se com os gregos a busca para conceber e formular um saber teórico, preservando os fenômenos. Isto representa a formulação de uma teoria explicativa do dado observado. Esta "busca" transmite não só a ânsia pelo progresso

4-KOYRÉ,A. -Estudos da história do pensamento científico, trad.Ramalho,M., Forense Universitária, Brasília (1982)

científico mas também a procura da posição do Homem em um universo sistematizado.

Na antiguidade os astrônomos foram homens capazes de sistematizar quase todo o conhecimento existente de sua época. Esse conhecimento envolvia, além da matemática, a habilidade de interpretar observações com uma grande dose de imaginação e criticidade. A sistematização por eles realizada proporcionou o desenvolvimento de todas as ciências.

O ensino de conceitos básicos de astronomia envolve a explicação de fenômenos como: o movimento aparente do Sol e sua influência no tamanho dos dias e noites durante as várias estações do ano; o movimento das estrelas no céu; as fases da Lua e a irregularidade do movimento dos planetas. Estes fenômenos são, tradicionalmente, apresentados nas primeiras séries do primeiro grau. O problema do ensino destes conceitos básicos está na interpretação de um fenômeno natural utilizando um modelo abstrato.

Os fenômenos astronômicos fornecem um farto material de observações que podem ser trabalhados e conduzidos a um modelo científico do fenômeno. Contudo o desenvolvimento cognitivo de conceitos científicos em qualquer processo de aprendizagem, tanto para Piaget⁵ como para Vygotsky⁶, não se restringe a uma absorção do conhecimento de uma maneira acabada, por um mero processo de compreensão e assimilação. A formação de um conceito é algo mais do que a somatória de ligações

5-PIAGET, J.-A linguagem e o pensamento da criança, trad. Campos M., Fund. da Cultura, Rio de Janeiro (1973)

6-VYGOTSKY, L.S.-Pensamento e linguagem, trad. Rezende, M., Antídoto, Lisboa (1979)

associativas da memória. Durante toda a reestruturação do conhecimento há um constante aprendizado resultante do conflito que se estabelece entre formas de pensamento muitas vezes antagônicas.

O desenvolvimento histórico dos fundamentos dos conceitos físicos demonstra, em muitos aspectos, que a própria sistematização realizada pelos cientistas se constroi de correntes que são muitas vèzes inicialmente conflitantes .A relevância de tratarmos da Gravitação no primeiro grau de uma maneira interpretativa pode levar os participantes a uma estruturação diferente do universo. A universalidade das leis físicas pode ser melhor entendida no conjunto das teorias dentro da escala humana, extendendo-se de um lado a escala microscópica e de outra a macroscópica. Por exemplo, somente foi possível uma teoria cosmológica de um universo infinito após a conceituação da lei do inverso do quadrado da atração gravitacional . Em escala microscópica a Lei de Coulomb também é uma aplicação de uma lei do inverso do quadrado.

As situações astronômicas podem ser usadas como modelos científicos onde os métodos de investigação são aplicados. As novas técnicas de astronomia envolvem o domínio da física moderna. A investigação espectral recebida na Terra, de objetos cósmicos distantes, possibilita a discussão de tópicos como radiação eletromagnética nas bandas do infra-vermelho, ultra-violeta, raios X e gama. Torna-se possível a visão do cosmo como um grande laboratório onde coexistem todos os estados da matéria . A fusão controlada e a formação química de isótopos

ocorrem no interior das estrelas e podem ser avaliadas a partir de dados espectrais. Os estados muito densos da matéria (o plasma), e o elétron degenerado são encontrados nas anãs brancas e nas estrelas de neutrons. Trabalhando com modelos astronômicos chegamos aos buracos negros e aos raios cósmicos com energia relativística, conteúdos altamente divulgados pela imprensa e que despertam curiosidade e admiração entre os alunos.

As condições de ultra-vácuo, correspondendo a densidades abaixo de 10^{-24} g/cm³, possibilitam a ocorrência de fenômenos não usuais entre átomos e moléculas no meio interestelar. As técnicas de radiointerferometria hoje utilizadas, com resolução angular centenas de vezes mais precisa que os melhores telescópios ópticos, desencadeiam investigações de objetos próximos à fronteira do universo conhecido.

A discussão destes tópicos, a nível de conteúdo, pode se tornar bastante pesada para os iniciantes. A intenção é discutí-los a nível de divulgação para uma melhor compreensão do conceito de evolução contínua e transformações da matéria no universo. Não só o desenvolvimento da espécie humana na superfície da Terra e sua própria evolução pode ser apresentada, como toda a extensão da evolução do universo pode ser utilizada para despertar o interesse pela ciência.

1.4- A QUEM SE DIRIGE O CURSO

A Resolução 30/74 regulamentou a formação do professor de Ciências para o primeiro grau, a chamada "licenciatura curta", embora esta já existisse em várias áreas de ensino de primeiro e segundo grau sob a justificativa da falta de especialistas. O estabelecimento de um novo currículo mínimo de primeiro grau e a oficialização da licenciatura curta (Resoluções 37/75 e 30/74) contribuíram para a desestruturação da formação de professores no Brasil⁷. Esses instrumentos legais provocaram intensa oposição das comunidades de educadores e cientistas. Tais instrumentos atribuíam a má qualidade do ensino até então, à não especialização do professor desviando a atenção de problemas reais do magistério como baixa remuneração, condições sócio-econômicas, ausência de materiais didáticos etc..

Como não é definido claramente um currículo mínimo para a formação do professor polivalente, não há nada que garanta a formação científica e pedagógica razoável do corpo docente. Existe um total descompasso entre o currículo prescrito e a exigüidade de tempo para sua integralização. Criou-se assim,

7-HAMBURGER, Amélia, I. coord.-As Licenciaturas nas áreas de ciências naturais e exatas.C.C 36(9):1543-1568 set/1984
KRASILCHIK, Miriam-O professor e o currículo das ciências, Temas básicos, EDUSP, São Paulo (1987)

como salienta Marilena Chauí⁸, um "profissional que interessava formar e que é fruto destas reformas, o profissional dócil às empresas porque é mão-de-obra farta e barata, quase desqualificada; é dócil ao Estado, pois sua formação precária e estreita e as péssimas condições de sobrevivência não lhe permitem ter uma atitude reflexiva face à sociedade e ao conhecimento." Nestas condições encontramos um profissional altamente carente de informações, sem hábitos de leitura, com um conteúdo fragmentado ou mesmo ausente em diversos tópicos de ciência e matemática. Visando a recuperação deste profissional, as universidades apresentaram diversos programas de aperfeiçoamento e treinamento de professores. Estes programas oferecem cursos periódicos em módulos ou com pequena carga horária (trinta horas no mínimo), alguns durante as férias escolares. Ao prepararmos cursos com este fim necessitamos trabalhar desde a formulação básica do conteúdo até as práticas pedagógicas aplicáveis.

O processo de ensino e aprendizagem é por demais complexo para ser tratado em poucas linhas. Poderíamos então discutir algumas propostas de educar o educador. Forma-se um educador para trabalhar com um conteúdo específico e para tal é necessário seu embasamento teórico. Além do domínio do conteúdo o educador necessita conhecer diversas possibilidades metodológicas para escolher entre elas a que melhor se adapte à situação em que se encontra no momento. Assim, como um pesquisador em outras áreas de pesquisas formam-se em interação com os demais membros

8-CHAUÍ, Marilena-O ensino de filosofia-Ciências Sociais Hoje, ASEB, Rio de Janeiro (1978) p.98 D

de sua equipe de trabalho, o educador necessita de um espaço de interação com pesquisadores da área de ensino para compreender seu trabalho de investigação e seu laboratório- a sala de aula. Mesmo quando o objetivo não é a formação de um pesquisador e sim de um educador, a interação com especialistas contribuem para a formação integral do professor.

Preparamos o curso procurando atender duas necessidades dos professores de primeiro grau licenciados em Ciências: uma a de conteúdo. As características dos cursos atuais de licenciatura curta com ou sem habilitações, deixam lacunas de conteúdos de matemática, química, física e mesmo biologia. Os tópicos de astronomia e gravitação, embora dominem grande parte do currículo de primeiro grau, encontram-se nestas lacunas. Por falta de domínio de conteúdo o professor não trabalha com os conceitos básicos repetindo a forma com que eles aparecem nos livros-textos. A segunda necessidade que pretendemos atingir, refere-se à abordagem do conhecimento científico. Apresentamos diferentes formas de trabalhar o conteúdo desenvolvendo cada um dos conceitos básicos de astronomia.

1.5-PARA QUE ENSINAR CIÊNCIAS

Suponhamos que cheguemos a uma definição completa da palavra "compreensão". Finalmente alguém poderia perguntar:

"- Você compreendeu?" Mostra-se que nem sempre é possível dar ao termo "compreensão" uma definição que não pressuponha que o ouvinte já possua um conceito anterior do que pretende dizer com "compreensão" (mesmo que não se possa expressar em palavras). Existe uma série de associações que levam a certas conclusões formando um todo inteligível para o ouvinte. Outras palavras e expressões como "entender" e "relacionar", muito utilizadas na definição dos objetivos da Ciência, guardam em seu sentido uma grande série de associações que resultam no significado do termo.

Em geometria é bem conhecido que a definição explícita de conceitos básicos, como pontos e linhas, além de outros, é impossível. Para ensinar tais conceitos iniciamos constatando sua existência, enquanto suas propriedades estão somente implícitas nos axiomas assumidos para relacioná-los. A escolha dos axiomas é, até certo ponto, guiada por experiências comuns como as do espaço, apreendidas vaga e intuitivamente. No final as propriedades dos pontos, linhas e outras entidades devem ser explicadas por uma elaboração das conseqüências dos axiomas. Sempre que tratamos de fundamentos é necessário aproximarmos obliquamente do objeto de nosso estudo para obtermos uma visão

ainda que parcial do objeto. Por exemplo, estudamos o círculo inicialmente de uma maneira empírica, acumulando informações sobre ele- a circunferência é aproximadamente $22/7$ vezes o diâmetro, certas cordas se relacionam com o diâmetro de certa maneira e assim por diante. Esse pode ser chamado um estágio de pensamento associativo, pois o círculo é tratado simplesmente associando-se, umas com as outras, um grande número de propriedades lembradas e que foram descobertas empiricamente.

É claro que essa forma de pensamento é suficientemente boa para variada gama de propósitos práticos da vida cotidiana. Entretanto, uma nova teoria geométrica foi desenvolvida, e o círculo é visto como uma curva traçada por um ponto se movendo, eqüidistante de um ponto fixo; e uma reta como resultado do movimento de um objeto onde a somatória das forças que atuam sobre ele é nula. É necessário perceber o princípio básico, a totalidade das propriedades, o caráter essencial de cada círculo e cada reta mas também de todos círculos e retas. O passo crucial na falsiabilidade, o que não é o círculo ou reta, é a compreensão das implicações teóricas e experimentais dos postulados ou axiomas.

O desenvolvimento da teoria da relatividade restrita, as experiências de Michelson-Morley e muitas outras estavam disponíveis há algum tempo, mas havia um sentimento difundido, e não fora de propósito, de que alguma mudança na teoria do éter ou nas idéias do modo de propagação da luz pudessem eventualmente serem necessárias para a compreensão dos resultados. A contribuição básica de Einstein foi uma nova forma

de compreender o problema. Ele viu que as coordenadas de espaço e tempo não são algo existente por si só, e inteiramente independentes das leis físicas. Em vez disso, essas coordenadas devem expressar relacionamentos entre entidades físicas como, por exemplo, aqueles manifestados nas leituras dos relógios e nas medidas feitas com réguas. Einstein foi capaz de ver que o ponto essencial em questão em todos os experimentos era que o sistema de referência espaço-tempo e as leis da física devem estar interconectadas de forma fundamental. Portanto, através da compreensão da situação como um todo, mas de modo diferente, foi possível perceber a falsifiabilidade não de aspectos específicos e detalhados da teoria, mas da concepção Newtoniana de espaço e tempo absoluto em sua totalidade.

A maior parte dos fatos experimentais subjacentes à teoria quântica estavam disponíveis quando Niels Bohr viu uma nova forma de compreender esses fatos. Essa forma de compreensão baseia-se na noção de níveis discretos de energia nos átomos e processos descontínuos de transição entre esses níveis. A nova visão de Bohr questionou não um aspecto particular da teoria clássica, mas a concepção de movimento contínuo como um todo.

A compreensão de um fato ou fenômeno só é elaborada a partir de uma coleta empírica, no sentido de vivenciar partes do objeto, o domínio do conteúdo subjacente ao objeto e a visão totalizadora do conhecimento.

O ensino de ciências no primeiro grau deverá procurar contribuir para a formação intelectual básica do aluno de modo a propiciar uma compreensão totalizadora dos fenômenos

que o cerca. Para que isto se torne possível o professor que o orientará necessita passar por uma "tomada de consciência" e refletir sobre o papel do ensino de ciências na escola. Na natureza não existe um operativismo carente de significado tal como constatamos existir na cabeça dos professores com os quais trabalhamos. Não encontramos uma visão crítica do que é ciência, do papel dos experimentos e da metodologia científica. Questionando o freqüente fracasso que os alunos apresentam na resolução de problemas, as respostas dadas pelos professores demonstram uma visão simplista das questões educacionais. Legam todas as discussões à lacunas apresentadas pelos alunos no conhecimento teórico, à falta de competência matemática e à leitura não compreensiva.

O ensino de ciências não só como corpo de conhecimento , mas também enquanto metodologia que pode ser aplicada na resolução de problemas pode proporcionar ao aluno uma interação maior com qualquer outro corpo de conhecimento.

2.1 ENSINO DE CIÊNCIAS

A discussão sobre o ensino de Ciências é permeada pela questão da formação do professor. Esta discussão não pode ser confundida com a educação científica ou com a formação de cientistas. Podemos dizer que a educação científica refere-se à forma pela qual abordamos pedagogicamente os conteúdos de natureza científica. A Física , a Química, a Biologia e a Matemática, consideradas modelos de ciências, são as que representam as disciplinas ditas "científicas" neste modelo de educação. Ensinar um conteúdo científico envolve problemas peculiares. Isto porque engloba a transmissão de um conhecimento em construção uma vez que a Ciência não é um conteúdo fechado de teorias. Existe uma forma de conhecimento dinâmico, onde a coerência interna entre as diversas correntes teóricas interagem ampliando a teoria. A pesquisa científica está constantemente introduzindo informações e novos dados que de certa maneira estão ampliando as teorias existentes. A transmissão do conteúdo implica no desenvolvimento posterior de habilidades de manipular com um conteúdo específico; é o conhecimento especializado. Não basta conhecer a teoria, é necessário desenvolver a habilidade de

usar esse conhecimento em sua totalidade e de modo especializado, o que permite a criação de novos conhecimentos científicos.

Em uma educação científica ideal, o produto final estabeleceria um conhecer especializado que permitiria ao estudante uma interação com o conhecimento de modo a manipulá-lo e a ampliá-lo em algum sentido.

De nossa vivência acadêmica, sabemos que os objetivos da dita "educação científica" são bem mais modestos. Depois de submetidos a anos de escolarização, a maioria dos estudantes nas carreiras científicas ainda possuem uma visão nebulosa do objeto de seu trabalho. Uma grande parcela de estudantes não efetivarão suas carreiras, enquanto que outros concluirão sua formação científica após anos de interação com grupos de pesquisadores.

A formação de um professor de Ciências parte de outros pressupostos. Em primeiro lugar necessitamos possuir um modelo claro de "Ciência" à qual nos referirmos e quais os métodos que aplicaremos na efetivação desse modelo de Ciência.

Um dos sérios problemas enfrentados pelos educadores brasileiros é o do ensino de Ciências. Pesquisas desenvolvidas em diferentes níveis de escolarização demonstram que o conteúdo de Ciências transmitido pelo professor se transforma em conceitos errados, fórmulas sem sentido que parecem simplesmente decoradas e afirmações irreais que demonstram falta de observação crítica dos fenômenos físicos. Sete pontos foram

levantados por Carraher et all¹ como fatores de dificuldades para o ensino de Ciências no Brasil:

1-o padrão de ensino de Ciências parece ser uniformemente baixo ;

2-o ensino apoiado principalmente na capacidade de copiar e memorizar não envolvendo, de fato, a compreensão ou a observação do cotidiano do aluno;

3- os professores encontram dificuldade em preencher o tempo destinado às aulas e procuram fazê-lo cobrindo maior quantidade de matéria ao invés de aprofundar tópicos de maior interesse;

4-as dificuldades são atribuídas à falta de recursos de apoio e orientação dos supervisores;

5-os autores dos textos e os professores ignoram as características do desenvolvimento intelectual da criança em suas diferentes etapas;

6-o modelo pedagógico vigente não considera a importância de incluir outros objetivos para o estudo da Ciência além da formação do cientista;

7-a criança, no modelo pedagógico, é tratada como uma "tábula rasa". Suas noções intuitivas sobre os fenômenos que serão estudados não são considerados.

Estes pontos levantados pelos autores podem ser todos reportados à formação do professor de Ciências. A provável uniformização por baixo do ensino de Ciências não é

1-CARRAHER, David Willian et all- Caminhos e descaminhos no ensino de ciências -Ciência e Cultura 37 (6) 889-896 Jun. ,São Paulo 1985

exclusivamente resultado da qualidade dos livros-textos utilizados pelos professores. Se estes recebessem uma razoável formação, tanto no aspecto de conteúdo quanto no pedagógico, certamente poderiam superar as deficiências dos textos procurando formas de enriquecer o material. O maior problema é que a forma com que ele apreende o conteúdo não lhe permite questionar as informações contidas no livro-texto. Reproduzindo o processo de aprendizagem ao qual foi submetido o professor passa a agir como "cãozinho de Pavlov". Não possuindo opções de abordagens recai nas "aulas de salivação"².

Segundo o parecer do Conselho Federal de Educação o ensino de Matemática e Ciências³, visa "tornar o educando capaz de explicar o meio próximo e remoto que o cerca e atuar sobre ele, desenvolvendo, para tanto, o espírito de investigação, invenção e iniciativa; pensamento lógico e a noção da universalidade das leis científicas e matemáticas". Nesta definição está implícita a existência de uma Ciência capaz de explicar e prever fatos e fenômenos. Esta Ciência é interpretada como um corpo de conhecimento acabado e à disposição da sociedade. O espírito de invenção, investigação e iniciativa é outra constante nos discursos tanto pedagógicos como de política educacional. Estas palavras expressam a idéia de um "método científico" que coordena a "investigação científica". A aplicação sistemática deste "método" levaria ao desenvolvimento de um "pensamento lógico", a generalização de conceitos e a

2-LIMA, Lauro de Oliveira-Mutações em educação segundo Mc Luhan-Ed. Vozes 18a edição Petrópoles 1985

3-CONSELHO FEDERAL PARECER 853/71

"universalidades das leis". Com base no Parecer 853/71, o objetivo do ensino de Ciências no Brasil deveria ser, então, preparar cientistas pois os objetivos explícitos refletem uma imagem do cientista em nosso meio.

O tratamento da Ciência como uma coleção de leis ou fórmulas, onde a formalização de conceitos apresentados por equações matemáticas, axiomas ou algoritmos descritivos representa a cientificidade do conhecimento, é o resultado mais freqüente na prática educacional do ensino de Ciências. Reunindo o modelo de Ciência sugerido institucionalmente e a formação que o professor recebe, temos a prática mais observada de ensino de primeiro grau. Fica evidente que os professores acreditam que ensinar é transmitir informações e técnicas e aprender é memorizar e imitar as mesmas informações e técnicas.

Podemos encarar o ensino de Ciências por duas abordagens diferentes: de conteúdo e de conhecimento. A abordagem centrada no "conteúdo", isto é, no corpo de conhecimento da ciência implica numa visão de ciência estática, onde os objetivos a serem atingidos pelos estudantes podem ser expressos pelos verbos reconhecer, definir, descrever e aplicar. Assim o ensino limita-se na explicação de leis, conceitos e fenômenos e na aplicação das leis em situações problemas. Certamente o ensino de Ciências primará pela transmissão de conteúdo, mas não pela mera memorização de fatos científicos. Os estudantes ouvem explicações sobre os fenômenos que os cercam e configuram assim uma realidade "descrita" da natureza.

De maneira diferente , uma abordagem centrada no "conhecimento"⁴ enfatiza a iniciativa , as ações sobre os objetos e suas observações , estruturando uma "realimentação" dos objetos de estudo. Subentende-se uma visão construtivista do conhecimento onde a interação do participante com o objeto também constitui-se uma forma de transmissão de conhecimento. Os objetivos a serem atingidos pelos estudantes com essa abordagem podem ser definidos por expressões como estabelecer relações, integrar conceitos, interagir com unidades de conteúdo, além de outras. Com esta concepção é que estruturamos um curso de aperfeiçoamento de professores.

4-KAMII, C. e DEVRIES R.-O conhecimento físico na educação pré-escolar: implicações da teoria de Piaget , trad. Goulart M.C. , Artes Médicas , Porto Alegre (1985)

2.2 MODELOS DE CIÊNCIAS

Colocamos algumas considerações sobre o que acreditamos ser relevante a um professor de Ciências conhecer sobre os modelos de CIÊNCIA. Sendo nosso objetivo o ensino de Ciências, inicialmente devemos refletir sobre qual será nossa visão do objeto de estudo. Apresentamos algumas correntes filosóficas que orientam estas visões.

"Para um observador superficial, a verdade científica não está sujeita à dúvidas, a lógica da ciência é infalível e se, por vezes, os sábios se enganam, isso acontece por terem desprezado a lógica científica". Assim inicia Henri Poincaré⁵ sua crítica ao método científico. Apesar de criticado, um método está sempre presente na pesquisa científica. A lógica a qual Poincaré se refere é a metodologia científica que guia a estruturação da pesquisa e que se evidencia nas propostas de ensino de Ciências.

Dentro do indutivismo empírico Baconiano⁶, no mundo existe um senso absoluto, de modo que descobertas absolutamente verdadeiras podem ser feitas por observadores convenientemente treinados. A produção científica envolve a

5-POINCARÉ, H. - A ciência e a hipótese-trad. Maria Auxiliadora Knepp-pensamento científico Ed. Universidade de Brasília (1985)
6-BACON, Francis - Novum Organum ou verdadeiras indicações a cerca da interpretação da natureza, trad. José Aluysio Reis de Andrade, 1a. ed., Ed Victor Civita (1973)

observação de fatos singulares -uma ocorrência particular ou acontecimento num lugar específico num certo instante-gravados fielmente. As "afirmações universais" ou conceitos são obtidos por generalizações indutivas de um grande número de afirmações singulares.

Uma abordagem tipicamente indutivista da Ciência é defendida por Osada⁷, quando procura estabelecer vários estágios para o desenvolvimento científico.

"...as experiências vividas e os conhecimentos técnicos adquiridos de modo natural no labutar do dia-a-dia, acumulados de maneira lenta, transforma-se paulatinamente em ciência (...). De início, os vários fenômenos e acontecimentos foram sendo experimentados ou descobertos sem um motivo maior, quase ao acaso, e ficaram gravados confusamente nos órgãos sensoriais e na memória do homem (...)"

7-OSADA, J. -Evolução das idéias da física ,Ed.Blucher/EDUSP, São Paulo (1972) p.01

A este estágio inicial de observação aleatória de fatos seguem, segundo Osada₈, os estágios de descrição e classificação das informações.

"À medida em que esse estágio vai avançando seu máximo, as propriedades comuns dos fenômenos e acontecimentos dos diversos ramos começam a ser abstraídos. ... esse é o quarto estágio, o do nascimento da ciência primitiva ...".

"No início, as propriedades comuns de pequenos sub-ramos são abstraídas, resultando uma espécie de lei elementar; posteriormente, as propriedades comuns são descobertas e surgem leis mais gerais. A repetição contínua desses processos conduz à formação de um ramo da ciência".

A ciência é considerada como um contínuo processo de abstrações que levam a teorias cada vez mais reais e que resultam numa interpretação dos fenômenos naturais. As propostas curriculares, em sua maioria, apresentam esta visão indutivista da ciência.

O indutivismo empírico é criticado por autores como Popper, Kuhn e Feyerabend em três frentes: a justificativa lógica da indução; a objetividade da observação e a comparação histórica do progresso científico.

Uma crítica à interpretação do progresso científico como resultado da aplicação de processos indutivistas é feita, por exemplo, por Popper⁹.

8-referência anterior p.02

9-POPPER, K.R.-A lógica da pesquisa científica Cultrix/EDUSP, São Paulo 1972 p.27

"Ora, está longe de ser óbvio, de um ponto de vista lógico, haver justificativa no inferir enunciados universais de enunciados singulares, independentemente de quão numerosos sejam estes; com efeito, qualquer conclusão colhida desse modo sempre pode revelar-se falsa; independentemente de quantos casos de cisnes brancos possamos observar, isso não justifica a conclusão de que todos os cisnes são brancos."

A concepção positivista do processo de investigação científica abrange as fases:

- 1- observação e experimentação;
- 2- generalização indutiva;
- 3- hipótese;
- 4- tentativa de verificação da hipótese;
- 5- prova ou contra-prova;
- 6- conhecimento.

A proposição Popperiana substitui essa concepção tradicional por:

- 1- problema - em geral, conflito face a expectativas ou teorias existentes;
- 2- solução proposta - nova teoria ;
- 3- dedução - a partir da nova teoria - de conseqüências na forma de proposições de testes;
- 4- testes - tentativa de refutação por meio de observações e experiências;
- 5- escolha entre as teorias rivais.

A dedução a partir de uma nova teoria envolve uma observação seletiva. Isto corrobora a idéia dedutivista de Popper da teoria funcionando como uma "rede" que busca os fatos que a comprove. A existência de um fato observado que refute a teoria é suficiente para a busca de uma nova teoria. Exatamente no funcionamento da teoria como uma rede situa a crítica elaborada por Feyerabend¹⁰.

"...não podemos descobrir o mundo a partir de dentro. Há necessidade de um padrão externo de crítica: precisamos de um conjunto de pressupostos alternativos ou - uma vez que esses pressupostos serão mais gerais, fazendo surgir, por assim dizer, todo um mundo alternativo -necessitando de um mundo imaginário para descobrir os traços do mundo real que supomos habitar e que, talvez, em realidade não passe de outro mundo imaginário."

Além de Feyerabend, encontramos críticas ao método dedutivo em obras de Lakátos (1970) e Kuhn (1970). Apesar de possuírem muitos pontos em desacordo, estas visões comungam em :

a-crença na natureza provisória do conhecimento;

b-aceitação da observação seletiva à teoria;

c-abordagem evolucionária à construção da teoria ;

d-descordância sobre a natureza do,ou mesmo existência, do método científico.

10-FEYERABEND,P.-Contra o método. Trad. Octanny S. da Mota, Leônidas Hegenberg 2a edição Livraria Francisco Alves Rio de Janeiro (1977) p.42-43

A comparação histórica do progresso científico, constitui o ponto forte da visão de ciência defendida por Thomas Kuhn¹¹. Em seu livro "A estrutura da revoluções científicas" (1962), ele estuda o desenvolvimento científico numa postura diferente da indutivista ou dedutivista. Segundo ele, a ciência está em consonância com a visão de mundo dos grupos de indivíduos que fizeram a história de cada época. Assim as atividades de pesquisa, em cada época, são dirigidas a soluções de problemas específicos. Esta ciência normal não questiona os fundamentos da teoria na qual ela é baseada, pois visa o aperfeiçoamento da teoria dominante. Existe assim entre os pesquisadores, um pacto com uma estrutura estável que garante o estudo minucioso de um problema. Esta estrutura pode ser uma lei, uma teoria, um bom resultado, um "paradigma". Um paradigma orienta um campo de pesquisa, define novos problemas e o carácter de suas soluções. A existência de um paradigma hegemônico define a maturidade da ciência. Está garantido assim, a estabilidade da pesquisa e o acúmulo do conhecimento na ciência madura.

A falha reiterada na solução de um problema, tentada por diversos pesquisadores, abala a confiança que a comunidade científica deposita no paradigma gerando uma crise. Nos períodos de crise a ciência normal recebe influências externas e internas de outras correntes de pensamento. A desorientação no campo da pesquisa no período de crise dá origem a outros paradigmas. A "revolução científica" é, para Kuhn, a

11-KUHN, T. Estruturas das revoluções científicas, Perspectiva São Paulo (1978)

substituição de um paradigma por outro. Esta revolução se configura na reestruturação do conhecimento a partir de uma nova relação entre os elementos da teoria.

Em nossa proposta a formação de um professor de Ciências deve ter uma tomada de consciência de que a ciência não se compõe de um bloco de pressupostos teóricos elaborados a partir de um "método científico". A ciência que o professor apresentará na escola, em particular de primeiro grau, está distante de obter uma sistematização integrada, uma vez que o aluno de primeiro grau não poderá realizar esta integralização com as informações que até então possui. O professor que pretende trabalhar com Ciências de primeiro grau, além de sua formação pedagógica, necessita de uma formação de conteúdo que lhe possibilite uma profunda compreensão a ponto de trabalhar conceitualmente com a ciência.

2.3 COMO ENSINAR ?

Consideramos anteriormente modelos de Ciências e discutiremos agora sobre algumas propostas de abordagens metodológicas. Em educação, o termo "modelo"¹² é usado de formas diversas. Na prática educacional um modelo é considerado um exemplo ou padrões a serem seguidos. Estes diversos modelos que surgem na ação pedagógica estão sempre relacionados a ciências como a Filosofia, a Sociologia e a Psicologia. Eles, contudo, não competem uns com os outros, representando visões alternativas da atividade prática de ensino.

As décadas seguidas a 1920 foram dominadas pelo comportamentalismo . Herdeiro dos estudos sobre o comportamento animal de Pavlov e da máquina de ensinar de Pressey (1920), Skinner, nos anos 50, introduziu uma revolução industrial na escola. Implícito às máquinas de ensinar de Skinner está o conceito de uma verdadeira ciência de instrução com uma visão de um ilimitado avanço que apenas uma ciência empírica possui.

O ensino é um método de controlar o comportamento dos estudantes e as condições de aprendizagem são abordadas como um procedimento administrativo. A passividade da mente é enfatizada pela linearidade "entrada-saída". Portanto o meio oferece informações que são armazenadas pelo organismo que, por sua vez, responde com um comportamento já previsto. Esta

¹²-PARRA, Nélío-Por que modelos de ensino. Cadernos de didática, modelos de ensino, II. FEUSP (1985)

abordagem tipo "caixa preta" do mecanismo de aprendizagem reporta-nos ao indutivismo empírico da ciência.

Muitas experiências foram realizadas em organismos inferiores na crença de que as conclusões poderiam ser transferidas para explicar o comportamento de organismos superiores. O objetivo seria produzir um esquema do comportamento humano. Após a segunda guerra mundial, o comportamentalismo inicia seu declínio de influência. Entre outros fatores, contribuíram para este declínio sua falha em tratar problemas sociais além da emergência de dados experimentais que confundiam seus princípios básicos. Como exemplo podemos citar o questionamento aos modelos de motivações.

Durante os anos 70, cresceu a influência dos teóricos cognitivistas como Bruner, Piaget e Ausubel. Enquanto o modelo de controle ou de modificação de comportamento consiste numa tentativa de aplicar o quadro interpretativo da psicologia comportamental à sala de aula, o modelo de aprendizagem por descoberta incorpora as concepções de ensino que colocam uma ênfase maior na atividade auto-dirigida do aluno. Esta teoria de aprendizagem emprega a terminologia da psicologia cognitivista.

Para Bruner, a criança se desenvolve passando por três modos de representação de mundo: enatio, icônico e simbólico. Estes modos podem ser comparados aos estágios de desenvolvimento de Piaget: pré-operacional, operacional e de operações formais. O modo de representação enatio significa, basicamente, a representação de mundo realizada através de respostas motoras. O icônico depende das habilidades motoras e

das práticas de imagens que representam a seqüência de atos envolvidos naquela habilidade. Na direção de níveis de atividade cada vez mais complexos, o desenvolvimento intelectual é dividido em cinco estágios: o período sensório-motor; o pré-conceitual; o intuitivo; o concreto e o formal. Estes estágios constituem uma seqüência invariante que não obedecessem uma lei quanto aos intervalos de idades em que ocorrem . O desenvolvimento mental é comparado ao orgânico orientado para uma forma de equilíbrio. Um organismo está em evolução até atingir um nível relativamente estável, caracterizado pela conclusão do crescimento e pela maturidade dos órgãos. A vida mental evolui na direção de uma forma de equilíbrio psicológico representado pela forma do "espírito adulto". O desenvolvimento é uma forma de equilibração progressiva onde um estágio não simplesmente substitui o outro, mas o incorpora.

Ausubel (1968), definiu a aprendizagem significativa como um processo através do qual uma nova informação relaciona-se com um aspecto relevante da estrutura de conhecimento do indivíduo. Este processo envolve a interação da nova informação com a estrutura específica de conhecimento . Ausubel define esta estrutura como conceitos subsunçores existentes na estrutura cognitiva do indivíduo. A aprendizagem significativa ocorre quando a nova informação ancora-se em conceito relevante pré-existente na estrutura cognitiva do aprendiz. Ausubel vê o armazenamento de informações no cérebro humano como sendo altamente organizado, formando uma hierarquia conceitual na qual elementos mais específicos de conhecimento são

ligados e assimilados a conceitos mais gerais e mais inclusivos. Estrutura cognitiva significa uma estrutura hierárquica de conceitos que são representações de experiências sensoriais do indivíduo. O processo de "ancoragem" da nova informação resulta em crescimento e modificação do conceito subsunçor. Os subsunçores existentes na estrutura cognitiva podem ser abrangentes e bem desenvolvidos, dependendo da frequência com que ocorre a aprendizagem significativa em conjunção com um dado subsunçor. A aprendizagem de novas informações com poucas ou nenhuma associação a conceitos relevantes da estrutura cognitiva é definida como uma "rote learning". A informação assim é armazenada de maneira arbitrária, não promovendo um crescimento da estrutura.

Estas teorias de aprendizagem não discutem a motivação histórico-social ou a pressão ambiental à qual o participante está submetido. Deve existir uma forma de monitorar as reorganizações das estruturas psicológicas resultantes das interações organismo-ambiente. Estas interações estão ligadas às experiências pessoais. As abordagens fenomenológicas, tais como as de Kelly (1955), rejeitam os métodos externos da Psicologia Experimental e o enfoque no intelecto em descuido do emocional. O principal interesse do movimento fenomenológico é o monitoramento e o exame do que é visto através dos olhos do ator da situação. Portanto, o entendimento de um conjunto complexo de eventos pode ser melhor desenvolvido na interpretação de uma série de interações do que na busca de explicações usando fatores causais.

2.4 IMPLICAÇÕES EDUCACIONAIS

A interpretação de fenômenos da realidade ocorre em conexão com o sentido pessoal que este fato lhe é atribuído. Um fato físico em questão não será analisado por aquilo que é , mas pelo que representa ao observador.

De modo especial no primeiro grau, o professor utiliza de objetos como meio de ensino para a introdução de muitos conceitos. É, então, desenvolvida uma série de atividades em torno daquele objeto. Normalmente dois problemas cruciais decorrem desta prática. O primeiro é que, muitas vezes, o tempo de aula é dedicado mais a essa tarefa do que à conceituação do objeto. E o segundo é que esse objeto, de modo geral, tem um caráter trivial para o aluno, sem lugar especial em sua realidade. Este objeto não constituirá um acréscimo ao seu conhecimento geral, não integrando de forma significativa a sua aprendizagem.

O modelo de ensino de ciência para o primeiro grau, considerada integrada, é muito mais elaborado e pretencioso que a velha "lições de coisas" do primário ou a simples "ciências" do ginásio. Pretende desenvolver de forma totalmente nova e unificada os conteúdos e implicações do uso de todas as ciências naturais. Não é necessário repetirmos todo o discurso dos resultados desastrosos obtidos da implantação deste "novo modelo de ciência".

Como discutimos no primeiro capítulo, a formação do professor de Ciências necessita passar por uma reformulação iniciando pela conceituação ideológica da ciência e do ensino. Negar as influências da sociedade representada pela história individual do educando constituem um retrocesso aos procedimentos de ensino. A formação de um professor que possa conscientemente trabalhar com o conteúdo científico em todas suas particularidades requer uma sólida formação intelectual. Os cursos de aperfeiçoamento de curta duração contribuem muito pouco para uma nova reestruturação, quando a estrutura existente é conceitualmente pequena e frágil. Conseguimos efetivar mudanças significativas na forma de abordagem do conteúdo e despertar o interesse pela discussão aprofundada do conhecimento. Mudanças significativas no aspecto conceitual só podem ser esperadas a partir de um trabalho de acompanhamento da prática escolar do professor.

CAPÍTULO 3- GRAVITAÇÃO PARA PROFESSORES DE
PRIMEIRO GRAU

3.1 INTRODUÇÃO

A preparação do curso exigiu de nós uma reflexão sobre o que é Gravitação para o primeiro grau. É notório o interesse que não só as crianças como os adultos demonstram ter em relação aos fenômenos astronômicos. Divulgações de qualquer natureza sobre este assunto sempre atraem grande público. Podemos constatar o sucesso dos livros de ficção, filmes documentários sobre explorações espaciais, exposições como a do cometa Halley (1986) e outras.

Durante a passagem do cometa Halley (1986) foi possível observar de perto como o público e particularmente os professores estão interessados em discutir temas ligados à Astronomia. Foi montado pelo Instituto de Física e Instituto Astronômico e Geofísico da USP uma exposição, onde além de explicações sobre a gênese e desenvolvimento dos cometas, havia alguns experimentos de Astronomia. Entre eles uma abóboda representando o

horizonte, equador celeste e a projeção do trópico de Capricórnio. Esta abóboda foi utilizada para ajudar os participantes a entenderem os dados de localização do cometa no céu. Foi montado também um pêndulo de Foucault (1851) evidenciando o movimento de rotação da Terra. A participação de crianças e professores de primeiro grau foi muito grande, sempre demonstrando entusiasmo e desconhecimento do tema.

Com a experiência da exposição sobre o cometa de Halley decidimos formular nosso curso sobre Gravitação para professores de primeiro grau, começando pela observação destes fenômenos que tanto os encantam, e seguindo a interpretação da lei da Gravitação Universal.

3.2-ESTRUTURA DO CURSO

Iniciamos nosso trabalho com a discussão de fenômenos facilmente observáveis, como o movimento diário do Sol, da Lua e das estrelas no céu, seguindo a apresentação de modelos astronômicos que resultassem na compreensão da teoria gravitacional .

O curso possui uma carga horária de 30 horas distribuídas em:

- 15 horas de atividades práticas-experiências, simulações com modelos, dramatizações e observações;

- 07 horas de aulas expositivas - apresentando e discutindo as leis físicas da gravitação;

- 08 horas de debates - baseados em leituras e filmes sobre diversos temas históricos e de divulgação científica.

Para a definição do conteúdo específico do curso, procuramos estabelecer como a gravitação é apresentada na escola. Para tal consultamos alguns dos livros didáticos mais utilizados no primeiro e segundo graus, bem como os guias curriculares da Secretaria de Educação do Estado de São Paulo, propostos para as matérias do núcleo comum do primeiro grau.

Esta análise mostrou-nos que a discussão do

tema estende-se das séries elementares do ciclo intermediário (3^a, 4^a) às séries finais (7^a, 8^a) do primeiro grau. Os tópicos apresentados iniciam normalmente com a descrição do planeta Terra, seus aspectos geofísicos e geográficos, bem como elementos do sistema solar, e seguem às conquistas da era espacial, discutindo astronáutica e cosmologia. Esta diluição do conteúdo, permeando praticamente todo o programa de Ciências do primeiro grau, demonstra uma visão fragmentária da educação de ciências na escola. Em cada fase de escolarização o professor apresenta uma parte do universo inexistindo uma relação com a anterior ou posterior. Ao planejarmos o curso para professores não visamos uma mudança no programa de Ciências nas escolas e sim uma nova proposta metodológica aos temas apresentados, abordando com eles as concepções de mundo vinculadas aos diversos modelos cosmológicos e uma visão de ciências menos compartimentalizada. Cada fenômeno é observado como um todo e pertencente a um continente de informações que podem ser extraídas dele.

3.3-OBJETIVOS DO CURSO

O primeiro objetivo de nossa proposta de trabalho é discutir a metodologia aplicada pelo professor em sala de aula . Como discutimos no segundo capítulo, a atual condição do magistério em todos os níveis leva à apatia e desinteresse por parte dos professores em investirem em sua própria formação. Mesmo por uma questão de sobrevivência são obrigados a desprezarem qualquer forma de atualização e aperfeiçoamento. Os cursos de extensão de pequena duração tornam-se uma grande oportunidade para estes professores discutirem assuntos que não conhecem, bem como outras formas de abordagens de conteúdo.

Trabalhamos em dois domínios que podem ser definidos como os de Bloom¹. O domínio cognitivo inclui aqueles objetivos vinculados à aquisição de conhecimento e ao desenvolvimento de capacidades e habilidades intelectuais. Realizamos uma escolha de conteúdo que relevasse a discussão de conceitos importantes para a interpretação e explicação de fenômenos ligados à teoria gravitacional. O desenvolvimento do domínio psicomotor pelos participantes foi trabalhado junto ao cognitivo em atividades concretas de manipulação e construção de

1-BLOOM, B.S. et all-Taxionomia de objetivos educacionais, trad.F.M.Sant'Anna, vol.1 e 2, Globo, Porto Alegre (1979)

experimentos. O domínio afetivo compreende a mudança de interesse, atitude e valores além do desenvolvimento de apreciações e ajustamento social e emocional. Nossa proposta metodológica de ensino de ciência para o primeiro grau dá ênfase à experimentação evidenciando o aspecto lúdico e de criatividade como elementos essenciais ao desenvolvimento infantil. Montamos atividades com este objetivo, para despertar no professor o interesse e necessidade de trabalhar deste modo com seus alunos.

3.3.1-OBJETIVOS AFETIVOS

Sendo o curso dirigido a professores é grande a preocupação com a visão pedagógica que é transmitida. Em um modelo construtivista é muito importante o desenvolvimento de atividades socializantes entre os participantes. O desenvolvimento da autonomia de pensamento poderá ser propiciada ou não por suas relações sociais. As interações propiciadas pelo grupo encorajam cada participante a pensar por si mesmo, sendo suas potencialidades intensificadas. A repressão ao comportamento sócio-emocional representa a sua repressão intelectual. Em nossa proposta os professores deverão procurar desenvolver soluções "co-operativas" às situações problemas. A interação entre os participantes é fundamental para o desenvolvimento de suas relações a nível moral e intelectual. A convivência em grupos sociais é que demonstrará a relevância da coerência em seu raciocínio e em suas atitudes.

Explicitando, temos três objetivos desenvolvidos: autonomia, cooperação e afeição. O primeiro, a autonomia intelectual, concretiza-se na formação de um ambiente que minimiza a coerção propiciando o desenvolvimento perceptivo dos participantes. Buscamos, com esta autonomia, conquistar o espaço extra-classe com liberdade de ação e movimento. O segundo objetivo é o

cooperativismo entendido como "co-operação". A interação entre os participantes contribui para o desenvolvimento de um raciocínio coerente e descentralizado. E o terceiro, o de afetividade, incentiva a curiosidade e o gosto pela Ciência, ou em outras palavras, à investigação. Isto só é possível quando se tem algum conhecimento do objeto a ser investigado.

3.3.2-OBJETIVOS COGNITIVOS

Os objetivos cognitivos estão vinculados à aquisição de habilidades intelectuais. Discutimos inicialmente os objetivos afetivos por acreditarmos que, ao atingí-los, mais facilmente concretizamos os objetivos cognitivos. A postura afetiva diante de um conteúdo predispõe as futuras relações com o conhecimento. Podemos dividir nossos objetivos em dois níveis operacionais: concreto e formal. Essencialmente estamos objetivando operações formais de compreender, ordenar, relacionar, explicar e interpretar além de operações concretas de usar instrumentos de medida, estabelecer modelos em escala e operar com modelos representativos. Os objetivos cognitivos a serem atingidos centram-se em promover aos participantes capacidade de:

- .trabalhar com unidades de espaço e tempo;
- .compreender alguns modelos de universo de importância histórica;
- .orientar-se na superfície da Terra através dos astros;
- .explicar fenômenos como: dia e noite, fases da Lua, estações do ano, queda de corpos, movimento das estrelas e planetas etc;

- .enunciar e compreender as leis de Kepler e Newton;
- .interpretar fenômenos como o dia e a noite , fases da lua e estações do ano como conseqüências das leis de Newton;
- .relacionar fenômenos cotidianos observados por seus alunos com os modelos físicos apresentados;
- .compreender artigos de divulgação científica.

3.4 METODOLOGIA

Esclarecidos nossos objetivos, discutimos agora as abordagens que propomos para que os mesmos sejam atingidos. Uma proposta metodológica implica na existência de hipóteses básicas que direcionam o planejamento das atividades de ensino. Primeiramente acreditamos que a construção do conhecimento humano se inicia pela exploração de si próprio e do mundo físico em que se está e com o qual se interage. O estabelecimento de um fator de ligação entre estes dois universos leva não só a uma harmonia mas também ao desenvolvimento sensitivo das ações. A construção do conhecimento é um processo eminentemente pessoal e dialético que implica na AÇÃO do educando sobre o seu MUNDO, envolvendo sentidos, iniciativa, inteligência e prazer. Assim é questionável o corte que a escola proporciona, distanciando qualquer ação afetiva ou concreta do processo de aprendizagem.

Convencionamos chamar o ensino tradicional aquele caracterizado, quase exclusivamente, pelo professor que fala e pelos alunos que, quietos, ouvem e/ou anotam. Mesmo existindo atividades "extra-classe" ou experimentais, ao analisarmos o desenvolvimento delas, notamos o corte do processo de educação e a vivência do educando. É criada uma relação dicotômica entre a escola e a realidade. O que

acontece na escola é um fato diferente do ocorrido no cotidiano

Frequentemente aparecem em livros de primeiro grau e em todas escolas, ensinamentos como as estações do ano e suas causas. Na vivência do aluno, há alguma correspondência com o ensinado? Muitos professores já ensinaram que ao meio-dia, o Sol passa a pino, sendo o motivo de não observarmos a sombra de um objeto exposto ao Sol neste momento. Quantos observaram este fato? Realmente acontece? Perguntas como estas são colocadas por Caniato², que para respondê-las propõe uma nova maneira de ensinar ciências.

O processo de escolarização está revestido de um formalismo que leva a uma alienação da realidade. Isto porque as palavras e os símbolos usados pelos professores e livros não contêm correspondente simbolizado pelo estudante. A linguagem simbólica deve ser precedida à vivência com o conceito. Para estabelecermos um diálogo entre a realidade e o modelos utilizamos diversas estratégias como mediadoras. Estes mediadores constituem a essência de nossa proposta.

2-CANIATO, Rodolfo - Com ciência na educação, ideário e prática de uma alternativa brasileira para o ensino de ciências, Papirus, Campinas (1987)

3.5 A ESCOLHA DO CONTEÚDO

Nortear-nos para a escolha do conteúdo específico de Gravitação, seus elementos que de melhor maneira contribuíssem para a construção de uma visão mais completa da Física como Ciência e uma estruturação consciente da natureza. Recorremos à atividades operatórias que motivassem a compreensão e operação com modelos de maneira mais concreta possível, procurando motivar os professores a utilizá-los em sala de aula.

Iniciamos o trabalho no curso com medidas de espaço e de tempo. Para a descrição de qualquer tipo de movimento é prioritária a caracterização do espaço em que ele se processa. A natureza topológica e métrica do espaço são experiências que a escola já explora. A interpretação destas experiências se dá através da estruturação euclidiana do espaço. Consideramos importante apresentar, nesta fase, uma maneira de exploração do espaço euclidiano através de instrumentos de medida. Para aprofundarmos a discussão com os professores utilizamos o fascículo 1 - Mecânica do PEF³.

3-HAMBURGER, Ernst W.coord.-Projeto Para Ensino de Física PEF-Mecânica, MEC-FENAME, Rio de Janeiro (1973)

A medida de tempo, com importância para a Física igual à de espaço, é trabalhada segundo dois eixos: o tempo cronológico (chronos), importante para a compreensão do ontem-hoje-amanhã e a estruturação da linearidade do passado-presente-futuro. E o intervalo de tempo (poson), uma quantidade contínua que especifica a duração de um fenômeno, isto é, seu princípio e fim⁴.

O segundo ponto abordado do curso é a caracterização do planeta Terra. Com isto pretendemos a identificação do participante de uma visão global da Terra, ampliando sua representação intuitiva das vizinhanças. A localização na superfície e a discussão de fenômenos em diferentes pontos de observação, possibilita o desenvolvimento da noção de Terra como um planeta.

Tendo discutido os fenômenos geocentricamente, procuramos evidenciar a importância dos sistemas de referência para explicar os movimentos da Terra e dos Astros. Discutimos as teorias de explicação destes movimentos e a visão de universo por elas incorporadas. Trabalhamos com a Gravitação sob um aspecto qualitativo evidenciando as estruturas de universo veiculadas por suas leis.

4-BURTT, E.A.-As bases da metafísica da ciência moderna- Pensamento científico, trad. J. Viegas Filho e H.O. de Araújo, Ed. Universidade de Brasília, Brasília (1983)

Resumindo o programa de curso é:

1. Medidas
 - 1.1 medidas de espaço
 - 1.2 medidas de tempo
2. Caracterização do planeta Terra
 - 2.1 localização na superfície
 - 2.2 observação de fenômenos atmosféricos
3. Movimentos da Terra e dos Astros
 - 3.1 sistemas de referência
 - 3.2 rotação e suas consequências
 - 3.3 translação e suas consequências
 - 3.4 sistema solar
 - 3.5 movimentos dos planetas e da abóboda celeste
4. Gravitação
 - 4.1 Leis de Kepler
 - 4.2 Leis de Newton
 - 4.3 Relatividade

Nossa proposta tenta partir da observação de fenômenos cotidianos, vivenciados por todos, para atingir a explicação destes pela teoria gravitacional Newtoniana. Analisando as partes, tentamos transmitir uma visão do Universo regido por leis físicas.

3.6 O MATERIAL

Caracterizamos o material como um instrumento mediador da aprendizagem. Com esta intenção, a escolha e desenvolvimento do material pretende ser significativa em todos os sentidos. Barbante, cola e retalhos de papel colorido em princípio parecem "sucata", mas representam o universo vivenciado por todos nós. Ligamos esta "sucata" a modelos físicos e com eles construímos modelos explicativos de alguns fenômenos. Além deste tipo de material, utilizamos o espaço interno e externo à sala e os próprios participantes.

Como material instrucional redigimos os textos listados a seguir, além de utilizarmos o Projeto de Ensino de Física (PEF)⁵ - Mecânica - fascículos 1,2,3, e 12 e o número especial da revista Correio da Unesco - A História do Universo. Títulos dos textos (veja anexo 02):

1. Determinação do raio da Terra
2. O tempo
3. Determinação dos pontos cardeais
4. Relógio de Sol
5. Dia e Noite - Fusos Horários
6. Fases da Lua

5-HAMBURGER, Ernst W.coord.-Projeto Para Ensino de Física PEF-Mecânica, MEC-FENAME, Rio de Janeiro (1973)

7. Dimensões e distâncias no sistema solar
8. Eclipses da Lua e do Sol
9. Movimentos da Terra -Translação
10. O sistema heliocêntrico
11. Modelo epiciclo geocêntrico
12. As marés
13. A música celestial de Kepler
14. Construção de uma elipse
15. As cônicas
16. A força da gravidade
17. A maçã e a Lua
18. Gravitação Universal
19. O poço sem fundo
20. Escapando da gravidade
21. O universo em expansão
22. Teoria gravitacional de Einstein
23. Astronáutica

Para as atividades experimentais descritas nos textos 1,3,4,5,6,7,8,9,10,11,14,15 e 21, foi projetado um conjunto de experimentos contendo:

- . 1 bola de isopor de 150 mm de diâmetro
- . 1 bola de isopor de 30 mm de diâmetro
- . 1 lâmpada de 25W-60V com soquete
- . 1 haste de madeira de 100 mm
- . 3 folhas de cartolina colorida
- . 1 folha de color-set preto

- . 1 folha de papel laminado
- . barbante, cola, alfinetes, régua
- . transferidor, percevejos e tesoura

Foram utilizados do acervo da videoteca do IFUSP os seguintes filmes :

- 1) De Revolutionibus - Marcelo Tassara
ECA-USP, São Paulo (1973)
 - . apresenta uma visão histórico-social da revolução copernicana (60')
- 2) Harmonia dos Mundos - Carl Sagan
Globo vídeo, Rio de Janeiro (1981)
 - . apresenta a biografia de Kepler e o desenvolvimento de suas leis (60')
- 3) Mudanças de referenciais - PSSC - 0307
trad. e sonorização IFUSP
 - . discute questões de referenciais inerciais e acelerados através de demonstrações de movimentos relativos (28')
- 4) Leis de Kepler - Marcelo Tassara
ECA-USP , São Paulo (1968)
 - . simulações demonstrando as leis de Kepler (6')

5) Gravitação Universal - PSSC - 0309

trad. e sonorização IFUSP

- . apresenta o desenvolvimento das leis da gravitação universal em um sistema solar fictício (31')

Procuramos projetar o material de modo a ser facilmente reproduzido possibilitando a sua manipulação em diversas situações escolares.

3.7 AS ATIVIDADES

As atividades propostas visam a integração do conteúdo ao desenvolvimento sensório-motor da criança de primeiro grau. Nossos textos são destinados aos professores, sendo legada a eles a tarefa de adaptá-los à linguagem própria de cada série que trabalham. Nosso curso não visa dar fórmulas prontas. Nos textos as atividades foram propostas e trabalhadas com diferentes enfoques. As atividades propostas objetivam a discussão de um conceito que, após compreendido pelo professor, assegura a utilização da atividade por seus alunos. Desenvolvemos diferentes tipos de atividades, possibilitando diversas abordagens de um mesmo conceito. No Quadro I, a seguir, listamos as atividades distribuídas pela carga horária do curso e por temas apresentados.

O curso manteve a mesma estrutura geral em todas as aplicações. Quando aplicado como curso intensivo em quatro dias, as 30 horas de atividades foram distribuídas em dois turnos. Pela manhã eram desenvolvidas as atividades externas que além de necessitarem de observações sistemáticas durante todo o dia, necessitavam da presença do Sol. Após as atividades externas, confeccionávamos um modelo explicativo do fenômeno observado, passando, ao final da manhã, a assistir um filme em vídeo cassete. No período da tarde, discutíamos o filme e os modelos trabalhados, terminando a aula com uma exposição teórica e a distribuição dos textos que seriam discutidos na manhã seguinte. Na primeira manhã, foi realizado o pré-teste e na última tarde o pós-teste. As aplicações durante uma manhã de sábado não possuíram a mesma dinâmica. Muitas das atividades ficaram prejudicadas sendo explicadas e realizadas durante a semana por alguns dos professores. Ocorreram mais discussões sobre a realização das atividades e as dramatizações e simulações em sala de aula.

3.7.1 - AS DRAMATIZAÇÕES

O universo infantil está repleto de gestos e sinais. Uma maneira lúdica de trabalhar com este conteúdo poderá determinar um novo espaço na escola. Estas atividades não visam o desempenho artístico dos participantes, mas o desenvolvimento do gesto infantil nas diversas formas de expressão enquanto preparação de requisitos para a pintura, música, dança e outras manifestações até mesmo científicas.

Observamos que, durante as encenações, a criatividade flui livremente entre os participantes e o inatingível torna-se próximo e concreto. As dramatizações transcorreram em ambiente aberto como o pátio da escola ou campo de futebol. Objetivaram especificamente apresentar uma nova maneira de trabalhar com os modelos cosmológicos e foram um rico instrumento didático. Através delas trabalhamos com conceitos tais como: referenciais, espaço, velocidade, bem como explicamos o movimento retrógrado dos planetas, a face oculta da Lua, a posição relativa dos planetas, etc.. Estas dramatizações foram realizadas em locais que assegurassem a escala de distância entre os planetas. Como exemplo descrevemos o modelo do epiciclo geocêntrico.

Nesta demonstração são os próprios participantes que fazem o papel de planetas. A atividade mostra não só que o modelo do epiciclo geocêntrico dá conta

do movimento retrógrado dos planetas, mas também o efeito que o movimento próprio do observador tem sobre a observação do movimento de outro objeto. O participante A, que representa a Terra, permanece fixo, enquanto dois outros, B e C, movem-se à sua volta; B num círculo e C representando um planeta, num epiciclo. Um fio com cerca de 5 m de comprimento esticado entre A e B, e outro mais curto (2 m) entre B e C mantêm constantes os raios dos círculos. O aluno C terá de se mover rapidamente, de modo a fazer uma ou mais revoluções em torno de B, enquanto este com passadas constantes, realiza uma revolução em torno de A. Uma vez que tenham atingido velocidades apropriadas, devem mantê-las tão constantes quanto possível. Nesta demonstração A é a Terra, B meramente um ponto no espaço e C um planeta. A "Terra" observa o movimento do "planeta" tendo como referência um fundo distante de árvores, postes, prédios, que representam as "estrelas fixas". (Fig.01)

Esta atividade sugeriu outras que demonstravam mais facilmente os diversos modelos de fenômenos astronômicos e cosmológicos. Assim, o modelo heliocêntrico foi apresentado como na Fig.02.

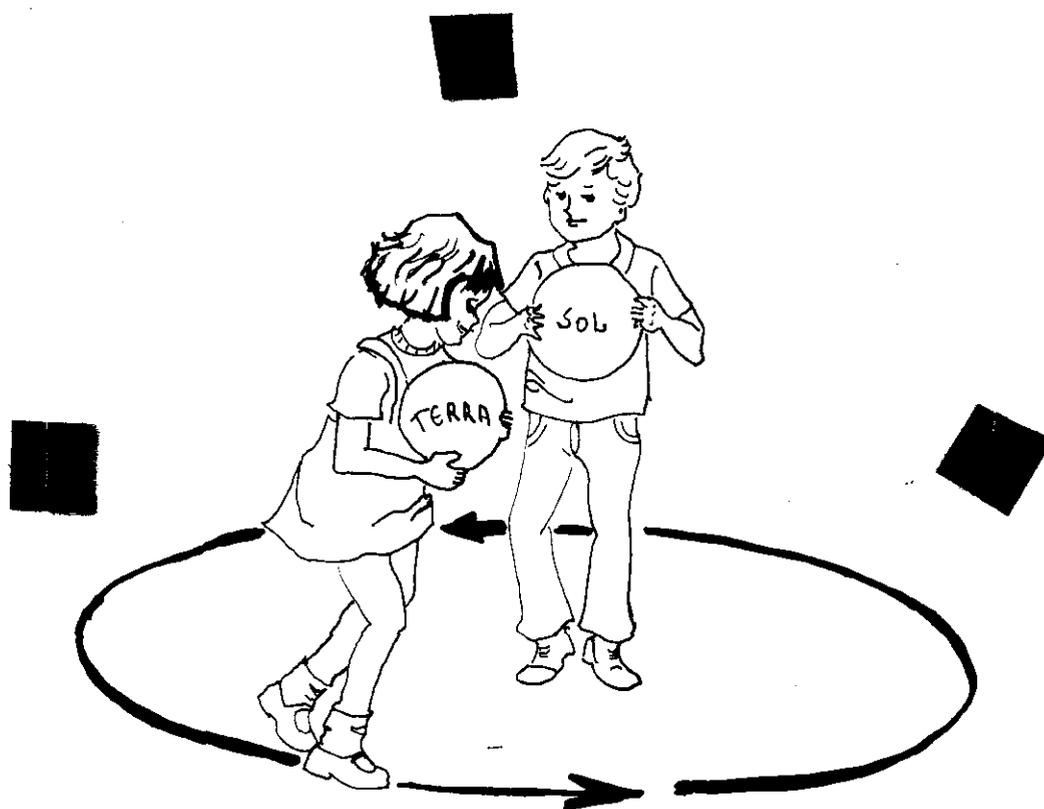


Fig.02-Modelo Heliocêntrico

Nesta atividade os participantes consultaram cartas celestes para confeccionarem as constelações do Zodiaco. Doze deles, escolhidos pelos signos, espalharam-se pelo pátio formando um círculo. Formaram assim, o fundo de estrelas fixas da eclíptica que serviu de referencial para a explicação do modelo heliocêntrico. A movimentação dos participantes é semelhante à apresentada na Fig.02.

Outras atividades foram montadas onde vários aspectos já discutidos foram apresentados de uma nova maneira. Podemos definir o movimento de rotação e translação como está representado na Fig.03.

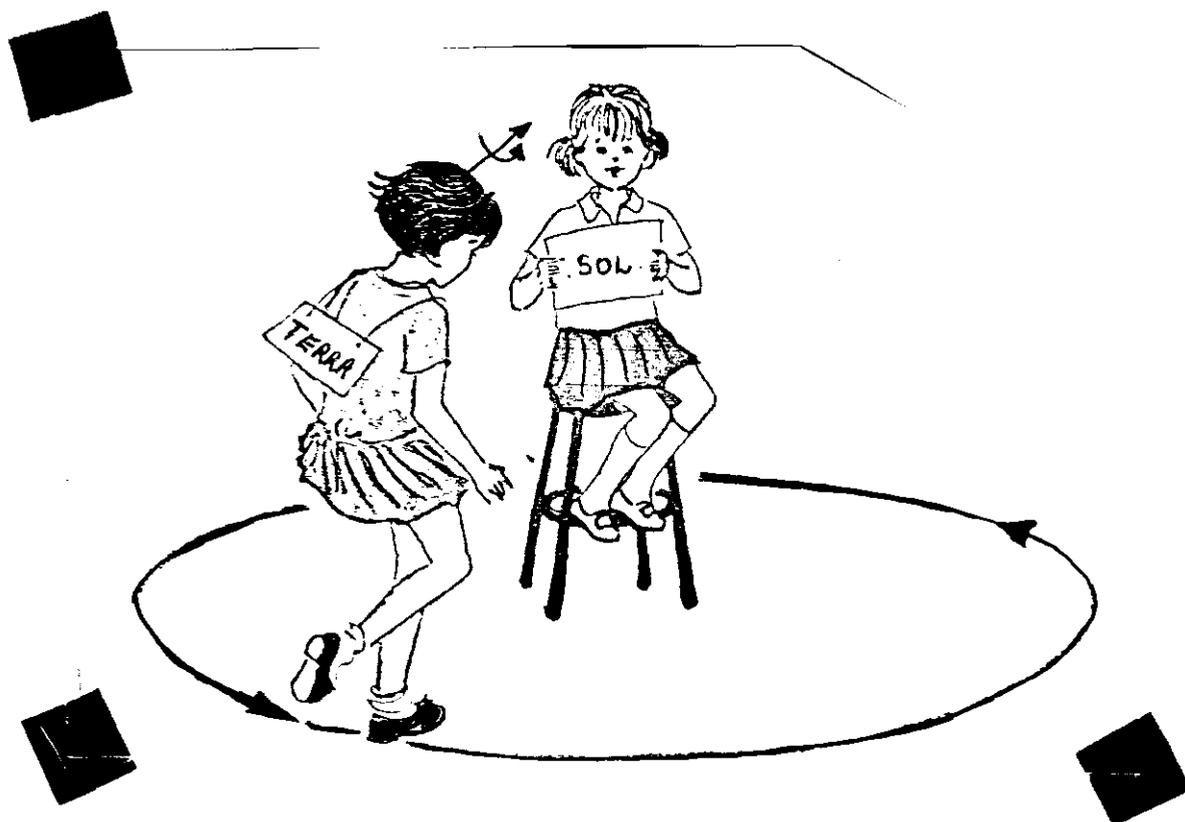


Fig.03-Movimento de rotação e translação

Outros fenômenos foram dramatizados, como a explicação da face oculta da lua e suas diversas fases .

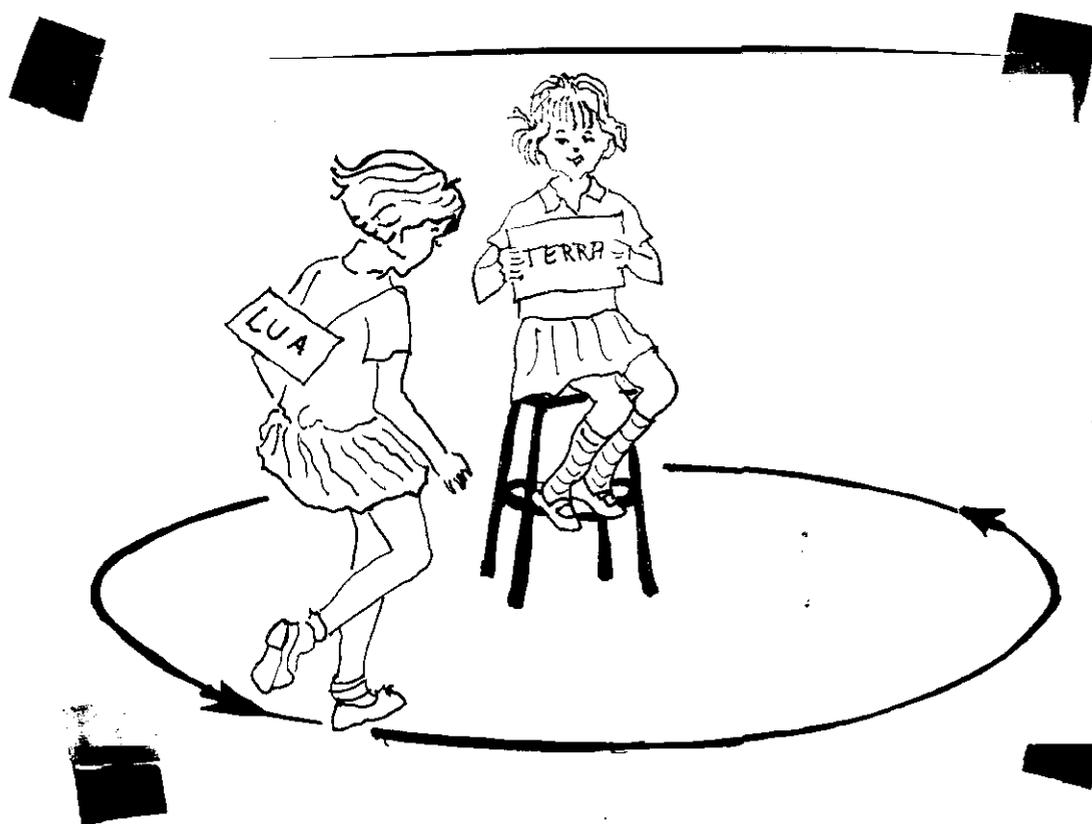


Fig.04 Movimento da Lua

O sistema solar e conceitos como conjunção, quadratura e oposição de planetas interiores e exteriores, também foram representados pelos participantes. A questão das dimensões foi anteriormente discutida e trabalhada em outro modelo.

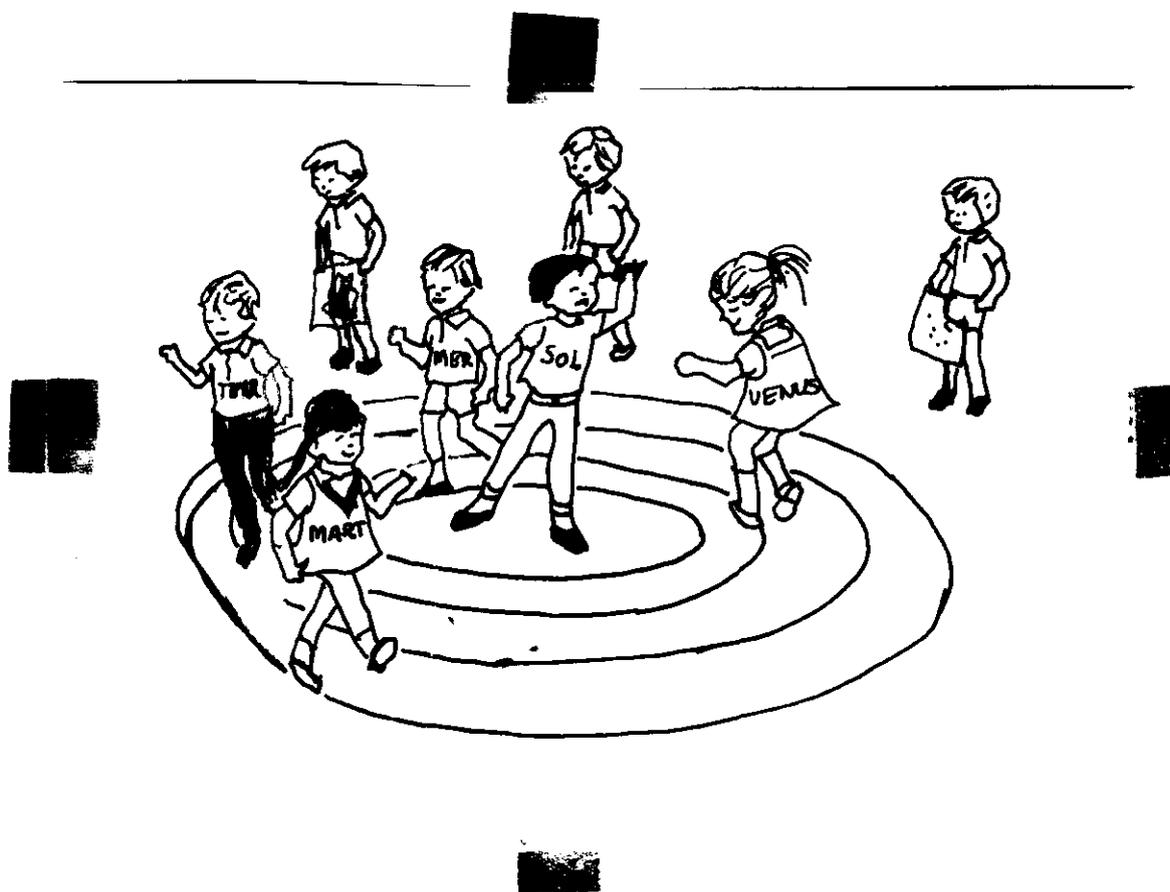


Fig.05 Modelo de Sistema Solar

3.7.2 OUTRAS ATIVIDADES

Muitas das atividades programadas são motoras podendo ser exploradas sob diversos aspectos. As atividades propostas pelos textos : 1,2,3,4,5,7,13 e 14, solicitam aos estudantes que desenhem, façam medidas, mantenham as escalas de proporção, cortem e montem modelos. A construção do relógio de Sol, por exemplo, envolve a parte operacional de construção e o conhecimento de elementos básicos de geometria, álgebra e até tópicos de geografia. Tais procedimentos incentivaram muito os participantes a se interessarem mais pelos cálculos que envolvem as construções dos modelos.

Construir modelos planos ou tridimensionais em escala, no caso de astronomia, envolve cálculos simples de razões mas implica no desenvolvimento de relações entre distâncias, massa e volume. A fig.06, representa a síntese de três atividades onde foram trabalhadas a escala de distâncias e dimensões e a excentricidade da órbita da lua.

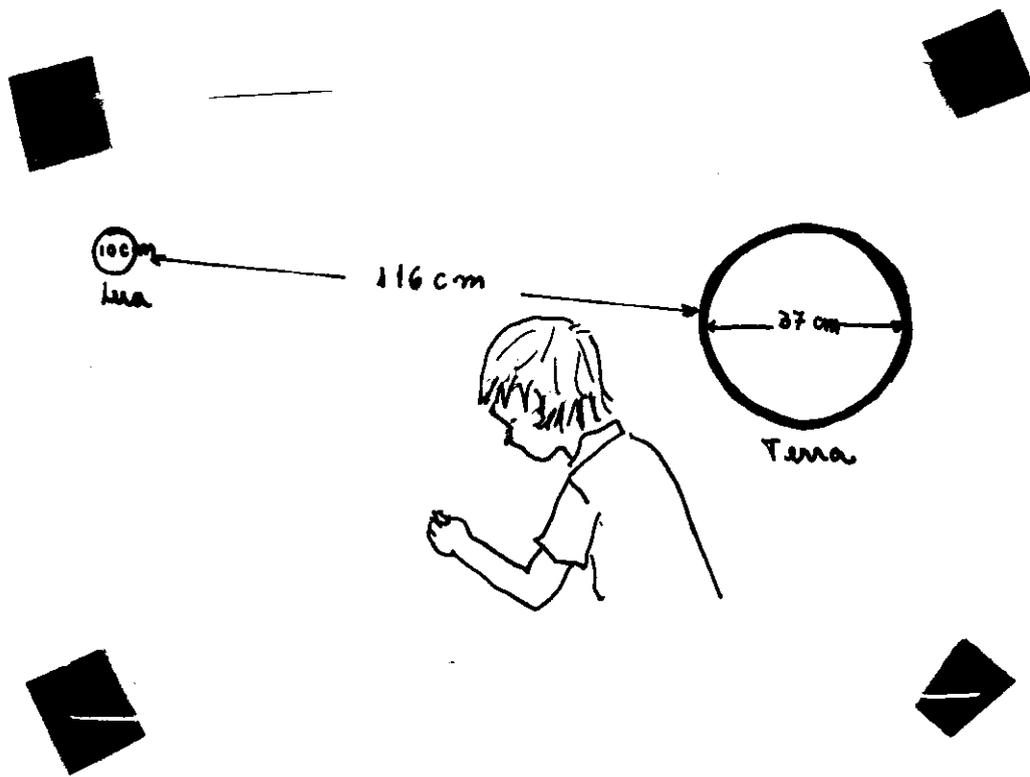


Fig.06-Trabalhando com modelos

Outro aspecto implícito nestas atividades é a construção de modelos tridimensionais onde simulamos fenômenos como o eclipse solar, ilustrado na fig. 07. Estas atividades foram desenvolvidas em uma sala escurecida. Os participantes construíram os modelos utilizando uma lâmpada de 25w encoberta representando o Sol e bolas de isopor como a Terra e a Lua. Na bola que representava a Terra, colocamos informações semelhantes às contidas em um globo.

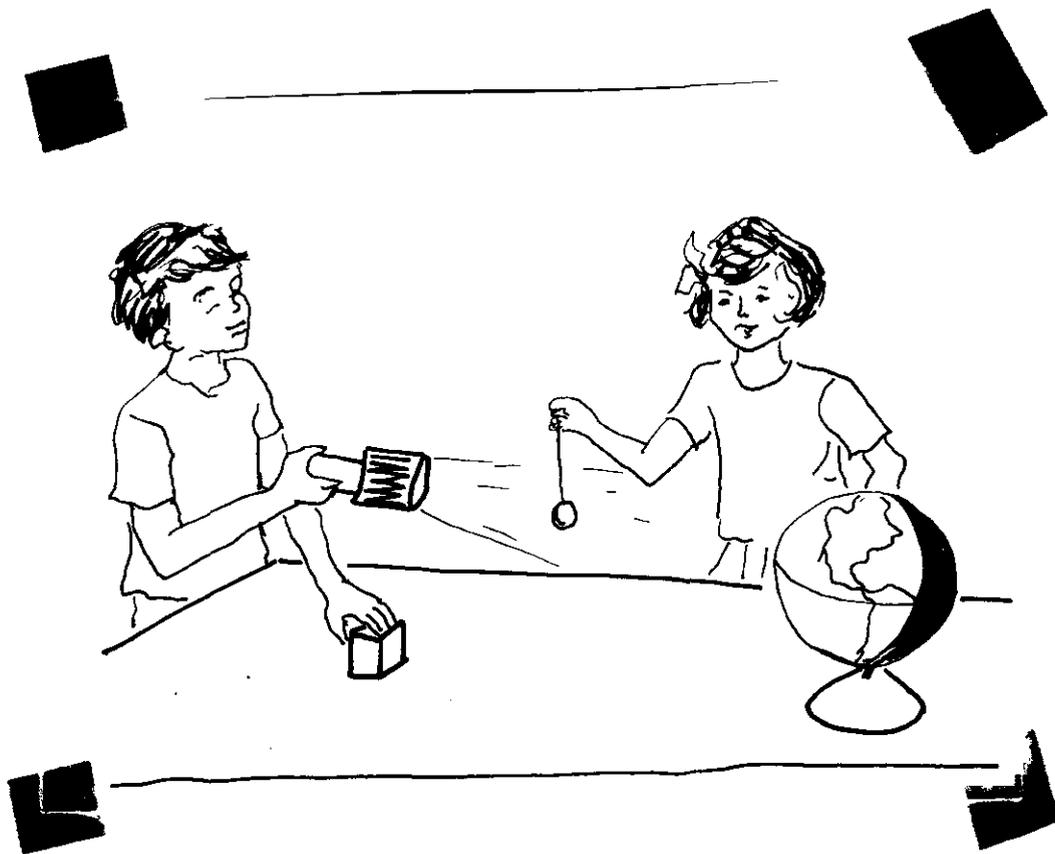


Fig.07-Modelo de Eclipse

Os programas de Ciências para escola de primeiro grau da década de sessenta, destacavam a importância da observação - ver, ouvir e coletar dados - como parte do método de investigação científica. Nossa principal discussão com os professores centrou-se em como o referencial teórico e geográfico modificam o observável. A observação do movimento do Sol ou da Lua não é conclusiva de um modelo heliocêntrico. Como trabalhar com este observável?

O desenvolvimento das habilidades de leitura e de escrita são um dos pontos fundamentais do ensino de primeiro grau. Trabalhamos com textos que procurassem incentivar a leitura crítica de obras de ficção e de divulgação científica.

Utilizamos também filmes de vídeo como maneira de suscitar temas polêmicos pertinentes ao conteúdo, como a astrologia.

As discussões das observações, leituras e filmes com os professores foi-nos muito útil para conhecer-nos melhor a estruturação do conteúdo de gravitação por eles.

CAPÍTULO 4 - APLICAÇÕES DA PROPOSTA :
CARACTERIZAÇÃO DOS PARTICIPANTES

4.1 INTRODUÇÃO

O curso de extensão universitária que planejamos para professores da rede estadual de ensino de São Paulo, foi aplicado por quatro vezes no Instituto de Física da USP (IFUSP) e uma vez na cidade de Registro, à pedido da Delegacia Regional de Ensino. Cada curso teve a duração de 30 horas-aula e foi realizado em 5 dias consecutivos (durante o período de férias), ou em 8 semanas (uma manhã ou tarde, 4 horas por semana durante o semestre letivo), ou ainda em 5 sábados consecutivos. No quadro II, apresentamos um resumo das cinco aplicações. As duas últimas colunas representam os participantes na primeira aula e os concluintes. Em todas as aplicações foram oferecidas quarenta vagas.

Os professores da rede estadual que obtiveram frequência superior a 85% e aprovação, receberam uma bolsa no valor de um mil cruzados e um certificado. O certificado, segundo o Estatuto do Magistério, vale meio

ponto na progressão funcional, podendo contar no máximo cinco pontos a cada dez anos para tal finalidade.

Neste capítulo apresentamos as características dos participantes de cada uma das aplicações do curso.

QUADRO II

Nº/APLI.	CURSO	PERÍODO	CLIENTELA	COM.1ª CONC.	
1	GRAVITAÇÃO	27/30			
	TURMA A	JAN/86	PII/PIII	36	34
	TURMA B		PII/PIII	36	33
2	FÍSICA DA NO	21/25	PII/PII		
	ESPAÇO	JUL/86		12	12
3	FEN.FIS.DO				
	MOV.DA TER.E	AGO/SET			
	DOS ASTROS	86			
	TURMA A		PI	40	40
	TURMA B		PII/PIII	41	41
4*	FEN.FIS.DO	05/08			
	MOV.DA TER.E	NOV/86	PI/PII	26	26
	DOS ASTROS				
5	FEN.FIS.DO				
	MOV.DA TER.E	20/24	PI/PII		
	DOS ASTROS	JUL/87	PIII	40	40

*-CURSO APLICADO NA CIDADE DE REGISTRO

LEGENDA

PI-PROFESSOR POLIVALENTE, LECIONA NAS QUATRO SÉRIES INICIAIS DO PRIMEIRO GRAU
 PII-PROFESSOR DE PRIMEIRO GRAU, COM LICENCIATURA CURTA
 PIII-PROFESSOR DE PRIMEIRO OU SEGUNDO GRAU, COM LICENCIATURA PLENA

4.2 "GRAVITAÇÃO" - A PRIMEIRA APLICAÇÃO

O curso foi inicialmente aplicado no período de 27 a 30 de janeiro de 1986 no Instituto de Física da USP - Cidade Universitária. Foi destinado a professores de primeiro grau distribuídos em duas turmas, A e B, de quarenta e quarenta e um participantes, respectivamente. A turma A ficou sob a responsabilidade da professora Sylvania Sousa do Nascimento e a B da professora Rosana Maria Caram. A convocação e triagem dos participantes ficou sob responsabilidade da COORDENADORIA DE ENSINO E NORMAS PEDAGÓGICAS- CENP da Secretaria da Educação.

O curso que fôra anunciado pela CENP era de Geociências, mas por tornar-se impossível sua realização, foi solicitado ao Instituto de Física que oferecesse um curso substitutivo. O nosso curso, com o título de "Gravitação", foi oferecido em substituição o que provocou inicialmente uma insatisfação dos participantes. Muitos deles não sabiam de que trataria o curso e se este tópico estava presente no programa de primeiro grau. Conseqüentemente, registramos uma evasão de 17% dos inscritos no primeiro dia de aula. Após iniciadas as atividades não constatamos mais insatisfações e o curso prosseguiu sem problemas.

Através de um questionário (veja Anexo 2) colhemos informações individuais dos participantes, que estão resumidas nas tabelas 01, 02 e 03 e discutidas a seguir.

CURSO	F	%
Licenciatura Plena FÍSICA	04	07
Licenciatura Plena QUÍMICA	03	05
Licenciatura Plena MATEMÁTICA	05	08
Licenciatura Plena BIOLOGIA	42	69
Licenciatura Plena CIÊNCIAS FÍSICAS E BIÓLOGICAS	05	08
Licenciatura Curta.CIÊNCIAS	02	03
TOTAL	61	100

TABELA 01: FORMAÇÃO EM ESCOLA SUPERIOR

OUTROS CURSOS	F	%
Licenciatura Curta.CIÊNCIAS	35	57
BACHAREL-BIOLOGIA	05	08
PEDAGOGIA	20	33
HISTORIA NATURAL	01	02
TOTAL	61	100

TABELA 02- OUTROS CURSOS

LICENCIATURA	F	%
CURTA	02	03
PLENA	26	43
AMBAS	33	54
TOTAL	61	100

TABELA 03: TIPO DE LICENCIATURA

ESCOLA	F	%
PUC/SP	05	08
USP	06	08
OUTRAS ESCOLAS/SP	30	49
INTERIOR	18	30
OUTROS ESTADOS	02	03
TOTAL	61	100

TABELA 04: ESCOLA SUPERIOR DE CONCLUSÃO DE CURSO

A maioria dos professores participantes possui licenciatura plena em Biologia (69%) e curta em Ciências (57%). Como 54% declararam possuir ambas, podemos inferir que uma significativa parcela de professores obtiveram inicialmente a licenciatura curta, optando posteriormente pela complementação em Biologia. Observamos que 57% dos participantes colaram grau em escolas particulares da Grande São Paulo (tabela 04). Destes dados já podemos presumir que o conhecimento dos participantes em Física é bastante escasso.

No decorrer do curso foi possível observar, com surpresa, que era de desconhecimento do professor que o conteúdo do curso ministrado pertencia a um conjunto de conhecimento denominado "Gravitação". Compreendemos com isso a evasão no primeiro dia do curso. Resolvemos que o título do curso deveria ser alterado tornando-o mais representativo da proposta global do trabalho. A primeira tentativa foi "Física da Terra no Espaço" (julho /86), que não deixava claro o conteúdo. Passamos então para "Fenômenos Físicos do Movimento da Terra e dos Astros" (ago/set/86), que permaneceu até a última aplicação.

No ano de 1986 o IFUSP ofereceu 10 cursos de Ciências a professores de primeiro grau em convênio com a Secretaria de Educação do Estado. Nosso curso foi aplicado a três turmas na cidade de São Paulo e a uma turma na cidade de Registro (SP), como será descrito mais adiante.

4.3- FÍSICA DA TERRA E DO ESPAÇO - A SEGUNDA APLICAÇÃO

Durante o mês de julho de 1986 , no período de 21 a 25, foi ministrado o curso " Física da Terra no Espaço ". O curso, que se destinava a professores de Ciências de quinta a oitava séries do primeiro grau, contou com a presença de uma normalista (professora da terceira série de primeiro grau) que enriqueceu em muito as discussões fornecendo informações das dificuldades enfrentadas no cotidiano de sua prática escolar. As discussões do curso concentraram-se em conceitos fundamentais de Astronomia e suas aplicações no ensino de Geografia e Ciências.

A divulgação desta etapa de cursos oferecidos pelo IFUSP em convênio com a Secretaria da Educação foi muito deficiente provocando uma baixa freqüência de inscrição. Ocorreram deslocamentos de inscrições, isto é, caso o curso de primeira opção não obtivesse número mínimo de inscritos (20), o participante seria inscrito em um outro sem ser consultado. Ora, houve professores inscritos em cursos dos quais já havia participado! Outros, ao constatarem que não conseguiram a inscrição no curso de interesse, não participaram de nenhum.

Nosso curso foi aprovado com 35 inscrições dos quais 17 participaram das atividades no primeiro dia e 15 concluíram o curso.

Quatorze questionários foram recolhidos e

analisados nesta aplicação. As tabelas 05, 06 e 07 apresentam o resumo dos dados obtidos.

Grau	F	%
1º	06	43
2º	01	07
AMBOS	07	50
Total	14	100

Tabela 05 - GRAU QUE LECIONA

Licenciatura	F	%
Plena	04	29
Curta Ciências	02	15
Ambas	08	56
Total	14	100

Tabela 06 - FORMAÇÃO EM ESCOLA SUPERIOR

Escola	F	%
Particular	10	71
Pública	04	29
Total	14	100

Tabela 07 - ESCOLA SUPERIOR DE CONCLUSÃO DE CURSO

A maioria dos participantes (51%) atuavam em escolas da capital e o restante (49%) em escolas da grande São Paulo (Diadema, Mogi das Cruzes, Salesópolis e Osasco). O perfil dessa turma não difere daquele definido na primeira turma. Todos os participantes lecionavam na rede estadual

sendo 43% efetivos e 57% contratados em regime de CLT ou ACT. Metade deles lecionavam somente no primeiro grau e outra metade no segundo . Estes professores trabalham com Ciências do primeiro grau e Biologia do segundo grau, sendo que 56% possuem licenciatura curta em Ciências e plena em Biologia. Dos participantes apenas 14% obtiveram seu diploma de curso superior na USP (Instituto de Ciências Biológicas da USP).

A grande maioria (71%) concluíram a graduação em escolas particulares da grande São Paulo. Por ser uma turma reduzida preferiram realizar uma avaliação oral. Foi mais um momento em que os professores tiveram a oportunidade de discutir e trocar experiências sobre o curso e a prática escolar.

4.4 FENÔMENOS FÍSICOS DO MOVIMENTO DA TERRA E DOS ASTROS- A TERCEIRA APLICAÇÃO

No segundo semestre de 1986, de 16 de agosto a 04 de outubro, aplicamos a terceira versão do curso de gravitação com o título de "Fenômenos Físicos do Movimento da Terra e dos Astros". Esta nova denominação, talvez muito pretenciosa, para a discussão de temas ligados a fundamentos de Astronomia e Gravitação torna mais clara a semelhança do assunto ao conteúdo presente no primeiro grau e, assim, atrair principalmente professores de primeira a quarta série. Realmente nesta aplicação recebemos 229 inscrições sendo 102 de professores de primeira a quarta série. Mantivemos a denominação do curso até a última aplicação.

Como já descrevemos, durante o segundo semestre de 1986 ministramos o curso semanalmente, aos sábados, de 8:00 hs às 12:00 hs. Os participantes foram divididos em duas turmas. A turma A de professores PI (primeira a quarta série) e a B de professores PIII (quinta a oitava série). As tabelas 08, 09 e 10 resumem os dados obtidos.

GRAU	TURMA A		TURMA B	
	%	F	%	F
1º Grau	97	36	59	24
2º Grau	00	00	00	00
Ambos	03	01	41	17
Total	100	37	100	41

Tabela 08 - GRAU QUE LECIONA

CURSO	TURMA A		TURMA B	
	%	F	%	F
Licenciatura Plena	60	22	42	17
Licenciatura Curta	03	01	07	03
Ambas	37	14	51	21
Total	100	37	100	41

Tabela 09 - FORMAÇÃO EM ESCOLA SUPERIOR

Escola	TURMA A		TURMA B	
	%	F	%	F
Pública	19	07	24	10
Particular	81	30	76	31
Total	100	37	100	41

Tabela 10 - ESCOLA SUPERIOR DE CONCLUSÃO DE CURSO

Na turma A, formada de professores PI, que atuam da primeira a quarta série do primeiro grau, 95% atuam na rede pública estadual sendo apenas 30% efetivos. A grande maioria, 97%, trabalhavam somente no 1º grau. Declararam possuir licenciatura plena 60% dos professores, mas deve-se considerar que muitos entendem o curso de magistério como uma licenciatura plena das disciplinas iniciais. Esta interpretação mascara os dados obtidos na tabela 09, pois não diferencia cursos como o magistério, que é de segundo grau, de cursos como o de Pedagogia que as vezes foi citado como licenciatura plena. Novamente uma pequena percentagem, 5%, obtiveram diploma superior na USP.

Na turma B, que se constituiu de professores PIII, 81% trabalhavam na rede estadual e 19% atuavam na rede particular. A grande maioria, 85%, são efetivos o que não representa um dado significativo da realidade dos professores da rede pública, uma vez que o critério de seleção da CENP¹ privilegia os efetivos. Uma parcela significativa, 41%, trabalhavam em ambos os graus. Dos 24% que graduaram em escolas públicas apenas 12% concluíram seus cursos na USP. Estes resultados são comparáveis aos obtidos nas aplicações de janeiro e julho.

1-Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas

4.5 QUARTA APLICAÇÃO EM JULHO DE 1987

A turma com a qual trabalhamos em julho de 1987 não apresentou novidades em relação ao perfil de participantes. As tabelas 11, 12 e 13 resumem algumas das características dos participantes e, comparando-as com as dos outros cursos, constatamos traços comuns entre as turmas.

Grau	F	%
1º grau	21	60
2º grau	04	11
Ambos	10	29
Total	35	100

Tabela 11 - GRAU QUE LECIONA

Curso	F	%
Licenciatura Curta	02	06
Licenciatura Plena	22	63
Licenciatura Física	01	03
Ambas	10	28
Total	35	100

Tabela 12 - FORMAÇÃO EM ESCOLA SUPERIOR

Escola	F	%
Pública	08	23
Particular	27	77
Total	35	100

Tabela 13 - ESCOLA SUPERIOR DE CONCLUSÃO DE CURSO

Dos participantes 83% são da rede estadual, sendo 37% efetivos e 63% contratados por ACT ou CLT. Novamente uma pequena porcentagem, 17%, são graduados na USP. Esta turma apresentou uma pequena incidência de participantes com licenciatura curta, que mesmo somados com os que cursaram uma habilitação totalizou 34%. Grande parte possuíam licenciatura plena em Biologia, 70%, e o restante em Geografia. Dos 23% dos graduados em escolas públicas, 17% concluíram seus cursos na USP.

4.6 EXPERIÊNCIA COM NORMALISTAS

Quando iniciamos a elaboração do curso pensamos no conteúdo presente nos livros didáticos de segundo grau. Nestes livros observamos que, em sua maioria, a distribuição do assunto inicia-se com algumas colocações históricas, passando a seguir pela discussão das leis de Kepler e da Gravitação Universal. Muitas questões surgem da apresentação deste tema, tais como:

Qual é o movimento do Sol?

Qual é o movimento da Lua?

O que é gravidade?

Qual a diferença entre massa e peso?

Como se movem as estrelas?

Procuramos retomar estas questões na elaboração dos textos e discutí-las com os professores. Durante a primeira aplicação sentimo-nos frustrados por não conseguirmos a resposta que esperávamos. Os professores encontravam muitas dificuldades em desenvolver as atividades propostas. Estas vão desde o manuseio com régua, transferidor, construção de gráficos em eixos cartesianos até confusões conceituais com velocidade e força.

Observamos que no currículo de Ciências de primeiro grau, a gravitação aparece nas sétima e oitava séries, enquanto os fundamentos de Astronomia aparecem nas primeiras séries, principalmente na terceira e quarta. Sentimos que as discussões com os professores sempre se desviava para os temas ligados a Astronomia. A formação do professor lhe possibilita a tratar com tais assuntos?

Para melhor conhecermos os professores de primeiro grau, separamos o curso aplicado durante o segundo semestre de 1986 (tabelas 08,09,10) em duas turmas, uma de licenciados em Ciências (turma B) e outra em professores de primeira a quarta série (turma A). Entrevistamos 65% dos participantes da segunda turma e obtemos os seguintes dados:

Curso	F	%
Sim	20	77
Não	06	23

Tabela 14-Possui curso superior?

Poucos dos participantes, 23%, não possuem curso superior, sendo que o curso mais declarado foi o de Pedagogia (63%) seguido pelo de Letras e Ciências Sociais (12%). Outros cursos declarados foram de Filosofia, Estudos Sociais e Geografia. Outro dado interessante diz respeito à escola em que concluiu o curso superior, mostrado na tabela 15 .

Tipo	F	%	Local	F	%
Particular	18	69	Capital	11	42
Pública	02	08	Interior	09	35
Total	20	77*		20	77*

Tabela 15-Em que escola concluiu seu curso superior (* 23% não possuem curso superior)

Nitidamente observamos que a maioria dos professores, 69%, que procuram os cursos de extensão e que são efetivos na rede oficial do estado, são formados em escolas particulares da capital.

A comunidade de professores de primeira a quarta séries é a mais carente em nossa hierarquia escolar. É a que recebe menor remuneração e a que dedica mais tempo diário com os alunos. A experiência acumulada durante os anos de trabalho vão garantindo-lhes a segurança necessária para criticar e criar seu próprio material alternativo. Muitas vezes este material tem suas origens em cursos de extensão realizados em universidades. Aparece com certa frequência a participação dos monitores da Secretaria da

Educação como aplicadores de cursos de aperfeiçoamento ou especialização para estes professores. Entretanto o aperfeiçoamento em conteúdo acompanhando as atividades do professor é poucas vezes oferecido.

Em suas avaliações consideraram o material distribuído no curso bom para os professores, mas necessitando de alterações para ser utilizado entre os alunos.

Outra amostra de professoras primárias foi constituída de 26 participantes do curso ministrado na cidade de Registro. Entre 05 e 08 de novembro de 1987 nosso curso foi aplicado na Escola Estadual de Primeiro Grau "FRANCISCO MANUEL". Foram oferecidas 35 vagas distribuídas da seguinte forma:

Professor I (escolas rurais): 10

Professor I (escolas urbanas): 24

Professor II e III (magistério): 01

A realização dos cursos foi uma iniciativa da Divisão Especial de Ensino do Vale da Ribeira, atendendo uma reivindicação dos professores das delegacias de ensino do interior. As escolas não tiveram aulas por três dias e os cursos foram dados intensivamente em dois turnos.

Todas as participantes não possuíam curso superior e consideraram o curso muito interessante, principalmente na parte metodológica.

Mais da metade das participantes pertenciam ao quadro da rede estadual sendo 58% efetivas. Todas trabalhavam somente no 1º grau e obtiveram diploma em

escolas particulares. Quanto à formação, 46% declararam possuir licenciatura plena , 07% licenciatura curta e 47% ambas. Entende-se o magistério como licenciatura plena e a licenciatura curta como o aperfeiçoamento dado a professores leigos que trabalham em escolas rurais e aos professores que concluíram o segundo grau em outras carreiras, mas que atuam no ensino.

4.7 COMENTÁRIOS

Os professores que participaram de nosso curso, nas diversas aplicações, eram licenciados em Ciências por escolas particulares da grande São Paulo. Uma fração muito pequena era proveniente da USP e os que participaram, em geral, cursaram Geografia. A justificativa de suas participações baseava-se na prática escolar. O professor de Geografia trabalha com tópicos de Astronomia mas seu curso universitário não propõe maneiras de trabalhar com o tema.

No estado de São Paulo lecionam aproximadamente 1400 professores de Física e 10000 de Ciências, sendo que 60% deles na grande São Paulo. Por nossa amostra, mais de 50% dos participantes nos cursos concluíram a licenciatura nos moldes requeridos pela Resolução 30/77 em escolas particulares da grande São Paulo. Os professores formados pelas escolas públicas participam pouco de cursos deste tipo.

A expectativa dos participantes é de receber material para uso direto em sala de aula por seus alunos. Em nenhuma de nossas aplicações foi proposto desenvolver material de uso direto pelo aluno de primeiro grau. Especificamente trabalhamos no desenvolvimento de habilidades práticas e conceituais que possibilitassem ao participante à confeccionar seu próprio material.

CAPÍTULO 5 UMA FORMA DE AVALIAÇÃO DA PROPOSTA

5.1 PROCEDIMENTO DE AVALIAÇÃO

O processo de avaliação do material utilizado no curso foi desenvolvido continuamente em todas aplicações. Planejamos o curso pensando em avançar em temas de Gravitação e Astronomia bem como discutir alternativas de abordagem deste conteúdo no primeiro grau. A cada aplicação, a avaliação demonstrou que os participantes necessitavam de discussões básicas de conteúdo.

Em nosso primeiro contato com a comunidade de professores da rede pública estadual, procuramos avaliar o curso enquanto proposta pedagógica. Ao final do curso os professores fizeram uma redação de aproximadamente vinte linhas, descrevendo as suas impressões. Coletamos as idéias colocadas e a frequência em que ocorreram.

Com relação ao curso:

curso bom, atingiu os objetivos	98%
não atingiu objetivos propostos	02%

Com relação aos objetivos:

trabalhar em diferentes referências	02%
ampliar a visão da parte e do todo	04%
despertar interesse do professor	07%
despertar interesse do aluno	06%
nada declarado	81%

Com relação às atividades:

aplicáveis aos alunos	52%
não aplicáveis aos alunos	09%
nada declarado	39%

Com relação aos textos:

claros para os professores	02%
confusos para os professores	09%
difíceis para os alunos	12%
nada declarado	77%

Os resultados obtidos na primeira avaliação demonstraram que os professores não perdem de vista a utilização do material por seus alunos. A expectativa que têm ao participarem de atividades de extensão é de receberem sugestões práticas e prontas a serem aplicadas em sala de aula. Esta avaliação foi muito importante para as reformulações dadas ao curso e testadas nas próximas aplicações. A avaliação realizada ao final de cada aplicação fomentou reformulações nas aplicações seguintes.

Escolhemos a aplicação do mês de julho de 1987 para realizarmos um estudo do curso enquanto instrumento de aprendizagem. Realizamos um pré-teste onde pedíamos aos professores que explicassem três fenômenos : a sucessão dos dias e noites, as fases da Lua e as estações do ano. Selecionamos estes fenômenos por se tratar de temas presentes em todos os livros de Ciências de primeiro grau. Percebe-se pela análise que as explicações destes fenômenos não são tão simples quanto em princípio parecem ser. No pós-teste, as mesmas explicações foram solicitadas. Analisando os testes utilizando índice de covariância entre os escores de ganhos nos testes¹ chegamos a conclusão de nosso trabalho.

1-HENDRIX ,L.,CARTER ,M. W.,HINTZE,J.L. - A comparioson of five methods for analyzing pretest-postest desings, Journal of experimental educations, p.96-102, Winter 1978-79

5.2 MATERIAL DE ANÁLISE

Durante a aplicação de julho de 1987 recolhemos dos participantes 22 pré-testes e 22 pós-testes. As questões foram abertas e isto possibilitou a análise das alterações qualitativas e quantitativas de conteúdo das mesmas.

A análise dividiu-se em duas fases e constituiu-se de um conjunto de instrumentos metodológicos, que aplicamos na interpretação das respostas dos participantes. Uma das fase foi de estudo qualitativo do material onde agrupamos as respostas de acordo com inferências aos modelos apresentados. As afirmações dos participantes foram separadas por grupos que continham uma mesma característica. Na análise qualitativa a presença ou ausência de uma dada característica de conteúdo ou de um conjunto de características num determinado fragmento de mensagem foi tomado em consideração. Na análise quantitativa, o que serviu de informação foi a comparação a uma resposta padronizada que identificou certas características do conteúdo. Este tipo de análise é bastante empírico e depende do tipo de "fala" a que se dedica e do tipo de interpretação que se pretende.

Dois tipos de documentos podem ser submetidos à análise: documentos naturais, produzidos espontaneamente, e documentos suscitados pelas necessidades de estudos (questionários, por exemplo). Nosso material de pesquisa, envolve documentos suscitados pertencentes ao domínio lingüístico escrito. Neste domínio, o escrito, os questionários representam um diálogo entre o participante e o pesquisador.

Nosso material de pesquisa é limitado podendo ser considerado em uma fase de exploração para o futuro desenvolvimento de um instrumento de pesquisa mais complexo para a análise específica do conteúdo de gravitação. Inicialmente apresentamos uma análise qualitativa do material representando uma exploração inicial do conteúdo. As respostas foram divididas em grupos que possuem as mesmas características. Posteriormente apresentamos a análise quantitativa estabelecendo o ganho entre o pré e o pós-teste e um espectro das respostas dos participantes.

5.3 A ANÁLISE QUALITATIVA

A forma de analisar o material descrito no item anterior, trata essencialmente de procurar detectar as noções e/ou caracterizações explícitas nas respostas dos participantes. Através destes dados vamos inferir a "idéia" ou "conceituação" utilizada na solução das questões apresentadas. Como descrevemos, a coleta de dados é instrumentalizada por questões envolvendo o movimento de planetas: mais especificamente o Sol, a Lua e a Terra. O procedimento de análise² se constitui em interpretar o texto apresentado pelo participante inferindo a idéia central de seu conteúdo.

Utilizamos o mesmo procedimento para a análise do pré e do pós-teste, o que nos possibilitou obter um esquema geral ou as "tendências" da maneira de pensar dos professores antes e depois do curso.

Em cada uma das questões, determinamos grupos que explicitam um dos conceitos ou noções trabalhadas no curso.

2-BARDIN, Laurence- Análise de conteúdo, trad. Luís Antero Reto e A. Pinheiro, Edições 70, Lisboa (1988)

O PRÉ-TESTE

No pré-teste, pedimos aos professores que explicassem os seguintes fenômenos: as fases da Lua, as estações do ano e a sucessão dos dias e das noites.

Cada uma das questões foi analisada separadamente e no final as caracterizações e/ou relações detectadas como relevantes na nossa classificação foram articuladas no sentido de obtermos uma visão global dos fenômenos relacionados com o movimento de três elementos: Terra, Sol e Lua.

Coletamos alguns exemplos de respostas que nos levaram as inferências posteriores. Os exemplos são copiados integralmente e grifados os termos ou palavras que justificam sua classificação. Ao final de cada resposta copiada colocamos uma letra - p, para o pré-teste e u, para o pós-teste- e um número que permite identificar o questionário do participante. Um mesmo exemplo pode aparecer classificado em grupos diferentes por apresentar unidades sintáticas que possibilitam mais de uma classificação.

QUESTÃO 1: AS FASES DA LUA**GRUPO 1: MOVIMENTO DA LUA**

Neste grupo separamos as respostas que interpretam as fases da Lua como resultado de seu movimento ao redor da Terra. Esta relação dinâmica não representa a compreensão do fenômeno, mas sua descrição como consequência do movimento lunar. Vejamos alguns tipos de respostas que asseguram esta relação:

"Devido a órbita lunar ao redor da Terra".

(p-09)

"as fases da Lua são observadas do planeta Terra de acordo com a sua translação ao redor da Lua, as fases são: Minguante, Nova, Crescente e Cheia".(p-16)

"devido ao movimento de rotação e de revolução da Lua, ocorre as fases da mesma: Lua Nova, Crescente, Cheia e Minguante. Nelas a luz do Sol se reflete de diferentes maneiras".(p-14)

"devido ao movimento de translação da Lua ao redor da Terra. Um observador vai poder observar a luz que ela reflete do Sol".(p-05)

"etapas de luminosidade, maior ou menor, de acordo com os movimentos da Lua, em relação a Terra".(p-20)

"Pode-se explicar as fases da Lua através de sua rotação ao redor da Terra e a diferença de luminosidade do Sol".(p-18)

"Aparência da Lua , conforme a luz emitida pelo Sol, no movimento da Lua em torno da Terra." (p-01)

"equivalem as diferentes aparências da Lua vistas da Terra em função do seu movimento de rotação em torno da Terra."(p-15)

" as fases da Lua são resultado do movimento de rotação da Terra e da Lua em relação ao Sol do qual resultam partes iluminadas e partes que não recebem luz do Sol. Dependente da posição em que a Lua se encontra em relação ao Sol,nos podemos ver diferentes fases." (p-21)

GRUPO 2: LUMINOSIDADE DA LUA

Outro elemento que aparece como justificativa para a ocorrência das fases da Lua é sua luminosidade. O fator luz ou luminosidade representa, algumas vezes, uma tentativa de descrever o fenômeno sem questionar sua causa. A luminosidade pode estar relacionada à quantidade de luz solar recebida ou refletida pela Lua.

"devido ao movimento de rotação e de revolução da lua, ocorre as fases da mesma: Lua Nova, Crescente, Cheia e Minguante. Nelas a luz do Sol se reflete de diferentes maneiras".(p-14)

"Devido ao movimento de translação da Lua ao redor da Terra um observador vai poder observar a luz que ela reflete do Sol".(p-05)

"...conforme a posição em que a Lua se encontra no espaço, ela poderá receber luz solar total ou parcial, resultando então as fases da lua".(p-04)

"De acordo com a posição em que a Lua se encontra no espaço ela poderá receber luz solar na sua superfície de diferentes maneiras, o que são chamadas de fases da lua".(p-08)

"São os vários aspectos que a Lua nos apresenta. As fases ocorrem devido a posição da Lua em

relação da Terra e do Sol, iluminação dos raios solares."
(p-11)

"As fases da Lua são as imagens que recebemos em um ponto qualquer da Terra da Lua sendo iluminada pelo Sol..." (p-07)

"causa - revolução lunar - a lua gira em torno da Terra e recebe diferente quantidade de luz solar, segundo sua posição em relação a Terra e ao Sol." (p-16)

" as fases da Lua são resultado do movimento de rotação da Terra e da Lua em relação ao Sol do qual resultam partes iluminadas e partes que não recebem luz do Sol. Dependendo da posição em que a Lua se encontra em relação ao Sol, nos podemos ver diferentes fases." (p-21)

GRUPO 3 : POSIÇÃO RELATIVA

Este grupo de respostas apresentam relevância as posições relativas da Terra, Lua e Sol como justificativas da observação das fases da Lua. Não se trata de uma questão de deslocamento de referenciais, mas intuitivamente a colocação dos três corpos, Terra, Lua e Sol.

"...conforme a posição em que a lua se encontra no espaço, poderá receber luz solar ..." (p-04)

"De acordo com a posição em que a lua se encontra no espaço, ela poderá receber luz solar na sua superfície de diferentes maneiras...".(p-08)

"São os vários aspectos que a Lua nos apresenta. As fases ocorrem devido a posição da Lua em relação da Terra e do Sol, iluminação dos raios solares." (p-11)

"causa-revolução lunar-a lua gira em torno da Terra e recebe diferente quantidade de luz solar, segundo sua posição em relação a Terra e ao Sol." (p-16)

" as fases da Lua são resultado do movimento de rotação da Terra e da Lua em relação ao Sol do qual resultam partes iluminadas e partes que não recebem luz do Sol. Dependente da posição em que a Lua se encontra em relação ao Sol, nós podemos ver diferentes fases." (p-21)

QUESTÃO 2 : DIA E NOITE**GRUPO 1 : MOVIMENTO DA TERRA**

As explicações apresentadas à sucessão do dia e da noite são as que possuem o menor número de relações. Separamos as respostas em apenas dois grupos. Aqui colocamos as respostas que atribuíram a sucessão dos dias e noites simplesmente ao movimento de rotação da Terra.

"ocorre graças ao movimento de rotação da Terra". (p-20)

"gerado pelo movimento de rotação da Terra. A Terra gira em torno do seu eixo imaginário". (p-16)

"A Terra gira em torno de si mesma, assim, na parte voltada para o Sol, será dia, do outro lado será noite." (p-01)

"dependerá do movimento de rotação - a volta que realiza em torno de seu próprio eixo." (p-13)

"O dia e a noite são consequência direta do movimento de rotação da Terra que expõe partes diferentes do globo à luz solar." (p-21)

GRUPO 2 : ILUMINAÇÃO SOLAR

Alguns professores ressaltaram a posição em que se encontra o Sol, mas pelo aspecto de iluminação ou outros fatores como a refração da luz solar na atmosfera terrestre.

"É resultado do movimento da Terra em torno de seu próprio eixo. Movimento de rotação e também ocasionado pela refração". (p-19)

"são fenômenos ocorridos na Terra e (outros) graças à projeção dos raios solares na direção do planeta." (p-07)

"O dia e a noite são consequência direta do movimento de rotação da Terra que expõe partes diferentes do globo à luz solar." (p-21)

"O dia e a noite ocorrem devido ao movimento de rotação da Terra. Na medida em que a Terra está girando ela está sendo iluminada pelos raios solares, este período nós chamamos de dia, os períodos em que não está sendo iluminada nós chamamos de noite." (p-11)

QUESTÃO 3: AS ESTAÇÕES DO ANO**GRUPO 1 : MOVIMENTO DA TERRA**

As explicações dadas para as estações do ano neste grupo concentram-se no movimento de translação da Terra. Algumas vezes outros fatores podem ser relacionados, mas o predominante é o movimento.

"a órbita terrestre ao redor do Sol." (p-09)

"movimento de rotação da Terra mais o movimento de translação da Terra ." (p-17)

"estão ligadas ao movimento de translação da Terra, ocupando posições diferentes em relação ao Sol" (p-15)

"estações do ano-ligado ao movimento de translação da Terra (a Terra gira em torno do Sol) e a inclinação do plano da órbita da Terra..." (p-16)

"mudança da radiação solar , na Terra, devido ao movimento de translação e inclinação do eixo terrestre". (p-01)

GRUPO 2 : POSIÇÃO RELATIVA

Ainda relacionando ao movimento de translação, alguns participante enfatizaram a posição que a Terra ocupará em relação ao Sol. Esta posição pode estar relacionada à distancia da Terra com relação ao Sol.

"estão ligadas ao movimento de translação da Terra, ocupando posições diferentes em relação ao Sol."

(p-15)

"as estações do ano estão relacionadas à translação da Terra ao redor do Sol, portanto de acordo com a posição da Terra em relação ao Sol temos as quatro estações: verão, outono, primavera e inverno". (p-10)

"etapas decorrentes da posição da Terra, em relação ao Sol, devido a inclinação da Terra em relação a órbita do Sol". (p-20)

"períodos em que a Terra se distancia mais do Sol teremos inverno e na proximidade o verão-podemos ainda dizer que no período de transição temos, entre o verão e o inverno "o outono" -o inverno -verão -"a primavera", podemos ainda classificar em solstício os dias em que o dia ou a noite atingem seus ápices "dia maior solstício de verão-noites maiores solstício de inverno e ainda o período de transição é chamado de equinócio" (p-07)

"As estações do ano resultam da órbita da Terra em relação ao Sol que em determinadas épocas se aproxima e em outra época se afasta dele e também ..."(p-21)

"As estações do ano ocorrem devido ao fato da Terra girar em torno do Sol e estar inclinada. A órbita da Terra é feita de forma elíptica, sendo que em alguns momentos ela esta no afélio e outras no periélio".(p-11)

"estações do ano são períodos que a Terra se distancia mais do Sol".(p-02)

GRUPO 3 : INCLINAÇÃO

Há respostas que relacionam a inclinação sem especificamente estar identificado o significado deste termo.

"As estações do ano resultam da órbita da Terra em relação ao Sol que em determinadas épocas se aproxima e em outras épocas se afasta dele e também pela inclinação do globo terrestre daí temos as diferentes estações do ano no hemisférios terrestre".(p-21)

" As estações do ano ocorrem devido ao fato da Terra girar em torno do Sol e estar inclinada. A órbita da Terra é feita de forma elíptica, sendo que em alguns momentos ela esta na afélio e outras na periélio".(p-11)

"etapas decorrentes da posição da Terra, em relação ao Sol, devido a inclinação da Terra, em relação a órbita do Sol".(p-20)

"ocorre devido a inclinação da Terra, e pelo fato de existir o movimento de translação, os raios solares poderão atingir determinada superfície da Terra durante o ano, de maneira mais intensa ou menos intensa".(p-08)

"As estações do ano se dão devido a inclinação da Terra. " (p-04)

"estações do ano -ligado ao movimento de translação da Terra (a Terra gira em torno do sol) e a

inclinação plano de órbita da Terra? do eixo da Terra (há meses em que o hemisfério norte está mais voltado para o sol (verão no hemisfério Norte) e há meses em que o hemisfério Sul está mais voltado para o Sol (verão no hemisfério Sul e inverno no hemisfério Norte nestes meses)". (p-15)

"estações do ano dependem da relação da Terra com seu eixo perpendicular. Resulta do movimento de translação." (p-19)

"As estações do ano resultam da órbita da Terra em relação ao Sol que em determinada época se aproxima deste e me outra época se afasta dele e também pela inclinação do globo terrestre daí temos as diferentes estações nos hemisférios terrestres." (p-21)

PÓS-TESTE**QUESTÃO 1 : AS FASES DA LUA****GRUPO 1 : MOVIMENTO DA TERRA**

Identificamos os mesmos grupos que apareceram no pré-teste. Observamos as mudanças qualitativas na maneira de relacionar as grandezas que envolvem o fenômeno. O movimento da Terra aparece mais claramente como causa da ocorrência das fases da Lua.

"devido ao movimento de translação da Lua em redor da Terra (Sol parado)".(u-07)

"modificações da aparência da Lua (fases), a partir dos movimentos executados pela Terra (rotação) e o movimento da Lua em torno da Terra, durante o período de 28 dias".(u-01)

"É explicado pelo movimento de translação da lua em torno da Terra apresentando então em 28 dias, 28 aspectos (fases)." (u-06)

"movimento de translação que a Lua faz em torno da Terra." (u-22)

"São aspectos da Lua, observados da terra, em virtude dos movimentos de rotação e translação da Lua, que são realizados ao mesmo tempo."(u-12)

GRUPO 2 : LUMINOSIDADE DA LUA

A relação com a iluminação do Sol continua sendo colocado, por alguns participantes, como justificativa para as alterações no aspecto da Lua para um observador terrestre. As fases agora não são simplesmente diferentes maneiras de reflexão da luz solar pela Lua.

"a fase da Lua são situações de maior ou menor ou nenhuma iluminação do nosso satélite".(u-02)

"as fases da Lua é uma consequência do movimento da Lua ao redor da Terra em conjunto com o Sol, pois a cada movimento (posição) da Lua em relação à Terra, o Sol irá iluminar parte ou totalmente a Lua, ou ainda não iluminar parte nenhuma, ocasionando as quatro fases: crescente, minguante, cheia e nova".(u-08)

"as fases da Lua são os diferentes aspectos que a Lua apresenta ao ser iluminada pelo Sol. Devido ao seu movimento de translação em torno da Terra e a luminosidade recebida do Sol, visualizamos diferentes aspectos (formas) em nosso satélite".(u-14)

"as fases da Lua ocorrem devido ao movimento de rotação e revolução da Lua ao redor da Terra e a luminosidade recebida pelos raios solares. Sua rotação e translação duram 28 dias".(u-18)

"É devido ao movimento de translação da Lua ao redor da Terra que dura 28 dias. Os raios do sol são responsáveis pelas diferentes luminosidades (lua nova, minguante, cheia, crescente)."(u-20)

"se formam devido ao movimento de translação da lua ao redor da Terra, que possibilita a reflexão total (lua cheia) ou parcial da luz do Sol (lua minguante ou crescente). Quando a Lua não recebe a luz do Sol, temos a Lua nova".(u-05)

GRUPO 3 : POSIÇÃO RELATIVA

Neste grupo as explicações para as fases da Lua relacionam o movimento e a posição dos três corpos: Terra, Lua e Sol, mas ressaltam a posição do Sol.

"as fases da Lua na realidade são 28. No entanto simplificamos em 4 fases:...As posições da Lua, Terra e Sol são: Nova -Sol-Lua-Terra (alinhados mas não no mesmo plano) Cheia: Sol-Terra-Lua (alinhados mas não no mesmo plano) Minguante e Crescente -a Lua está nos quadrantes da Terra".(u-10)

"na realidade a Lua possui 28 fases. As quatros posições específicas traduz-se como um referencial e as demais são intermedárias. A velocidade da Lua é menor que a do Sol em relação à velocidade do deslocamento das trajetórias".(u-13)

"as fases da Lua são decorrência do movimento de translação da Lua em torno da Terra e da posição que ela ocupa em relação ao Sol." (u-11)

"são geradas pelo movimento de translação da Lua em torno da Terra. As fases variam de acordo com a posição que a Lua assume com relação à Terra e ao Sol."

(u-16)

QUESTÃO 2 - DIA E NOITE**GRUPO 1 : MOVIMENTO DA TERRA**

O movimento da Terra foi o principal elemento colocado nas explicações para a sucessão dos dias e noites. As afirmações foram enriquecidas com outras informações.

"movimento de rotação da terra em torno de seu próprio eixo em 24 horas ." (u-17)

"o dia e a noite é devido ao movimento de rotação da Terra, que se realiza de oeste para leste".(u-14)

"conseqüência do movimento de rotação, movimento este que a Terra realiza em torno do próprio eixo de oeste para leste." (u-12)

"ocorre devido ao movimento de rotação da Terra em torno do seu eixo imaginário. Quando uma de suas faces esta iluminada pelo Sol temos o dia do outro lado a noite."(u-11)

"ocorre quando o Sol passa pelo meridiano superior - dia ou inferior - noite. Temos o movimento de rotação(movimento em torno de si mesmo)." (u-03)

"variação luminosa recebida pela Terra, num período de aproximadamente 24 horas, devido ao movimento que

a Terra faz em torno de seu próprio eixo e também da refração da luz solar sobre a atmosfera terrestre." (u-01)

"O fato de ocorrer periodicamente o dia e a noite é devido ao movimento de rotação da Terra em torno do seu próprio eixo. A face da Terra que estiver iluminada será dia e a face não iluminada será noite." (u-08)

GRUPO 2: Iluminação Solar

O elemento mais evidenciado para a diferenciação entre o dia e a noite foi a iluminação solar. A forma de explicitá-la varia em alguns casos, mas foi presente em um grande número de respostas.

"o dia e a noite é um fenômeno que ocorre devido ao movimento de rotação da Terra e devido a refração da luz do sol na atmosfera." (u-20)

"o fenômeno do dia e da noite é devido ao movimento de rotação da Terra, assim ora o hemisfério norte, ora o hemisfério sul estão recebendo a luminosidade do Sol". (u-18)

"O fato de ocorrer periodicamente o dia e a noite é devido ao movimento de rotação da Terra em torno do seu próprio eixo. A face da Terra que estiver iluminada será dia e a face não iluminada será noite." (u-08)

"noite - ocorre quando o Sol passa pelo meridiano inferior (Nadir) dia - ocorre quando o Sol passa pelo meridiano superior (Zênite)." (u-02)

" a seqüência dos dias e noites é produzida pelo movimento que a Terra produz em torno de seu eixo imaginário num período de 24 horas. A parte iluminada pelo Sol é dia e a escura é noite." (u-04)

"movimento de rotação da Terra (completado em 24 horas) em torno do seu próprio eixo - apresentando parte escura (noite) durante um período e parte clara (iluminada- dia) em outro período." (u-06)

QUESTÃO 3 - ESTAÇÕES DO ANO**GRUPO 1: Movimento da Terra**

Uma relação sempre estabelecida pelos participantes foi o movimento de translação como elemento definidor das estações do ano. O movimento aparece associado a outras informações que compõem a explicação.

"são as quatro posições em que os hemisférios Norte e Sul se encontram durante o ano em relação ao Sol. É o movimento de translação".(u-03)

"como o Sol não fica exatamente no centro da órbita elíptica da Terra, quando a Terra, no seu movimento de translação, passar mais próximo do Sol, se dará o verão e quando ocorrer o inverso, se dará o inverno".(u-08)

"as estações do ano são determinadas pelo movimento de translação da Terra em função de seu eixo heliocêntrico e sua própria inclinação elipsóide".(u-13)

"ocorre devido ao eixo de inclinação da Terra (determina verão num hemisfério e inverno no outro e vice-versa) e também ao movimento de translação da Terra ao redor do Sol que faz com que o inverno e o verão no hemisfério norte seja mais rigoroso do que no hemisfério sul, pois seu inverno ocorre no afélio e o verão no periélio." (u-05)

"estações do ano se dá pelo seu eixo de inclinado e pelo seu movimento de translação ao redor do Sol."(u-10)

"resultante do movimento de translação e inclinação do eixo terrestre." (u-12)

GRUPO 2 : Posição Relativa

A posição em que a Terra se encontra com relação ao Sol foi colocada como elemento importante na definição das estações do ano por alguns participantes. A posição foi, ainda por alguns, interpretada como o distanciamento Terra-Sol, mas foram acrescentados elementos que complementam a explicação.

"são as quatro posições em que os hemisférios Norte e Sul se encontram durante o ano em relação ao Sol. É o movimento de translação".(u-03)

"como o Sol não fica exatamente no centro da órbita elíptica da Terra, quando a Terra, no seu movimento de translação, passar mais próximo do Sol, se dará o verão e quando ocorrer o inverso, se dará o inverno".(u-08)

"são as quatro posições da Terra (hemisfério norte e sul) de acordo com a relação do Sol durante o ano."(u-02)

"são decorrentes do movimento de translação da Terra em torno do Sol, e pela radiação solar diferente nas diversas partes da Terra durante o ano".(u-01)

"as estações do ano são decorrentes do movimento de translação da Terra em torno do Sol. Como a Terra está girando sobre um eixo imaginário e em uma órbita elíptica existem momentos em que ela está mais próxima e

outras mais distante, recebendo com intensidade diferente os raios solares em seus hemisférios." (u-11)

"a duração dos dias de cada estação está ligada a esfericidade da Terra. O Sol está quase no centro". (u-20)

GRUPO 3 : Inclinação

A inclinação do eixo de rotação com relação ao plano da eclíptica não foi muito bem compreendida mas, no entanto passa a aparecer como elemento determinante para o aparecimento das estações do ano.

"resultante do movimento de translação e inclinação do eixo terrestre." (u-12)

" as estações do ano acontecem devido ao movimento de translação da Terra durante um ano. A inclinação do eixo e o movimento de rotação também vão influenciar".(u-18)

"as estações do ano são determinadas pelo movimento de translação da Terra em função de seu eixo heliocêntrico e sua própria inclinação elipsóide".(u-13)

"são geradas pelo movimento de translação a da Terra em torno do Sol e da inclinação do eixo da plano de órbita da Terra." (u-16)

" estações do ano são determinadas pelo movimento de translação que a Terra faz em torno do Sol e a inclinação do eixo".(u-21)

"estações do ano e a duração dos dias de cada estação está ligada a esfericidade da Terra e o Sol está quase no centro." (u-20)

"ocorre devido ao eixo de inclinação da Terra (determina verão num hemisfério e inverno no outro e vice-

versa) e também ao movimento de translação da Terra ao redor do Sol que faz com que o inverno e o verão no hemisfério norte seja mais rigoroso do que no hemisfério sul, pois seu inverno ocorre no afélio e o verão no periélio." (u-05)

"estações do ano se dá pelo seu eixo de inclinado e pelo seu movimento de translação ao redor do Sol."(u-10)

5.4 A ANÁLISE QUANTITATIVA

Após a análise qualitativa do material categorizamos as respostas dos participantes. As categorias foram estabelecidas pela organização sintática da resposta comparada a uma explicação padrão (veja Anexo 03). Cada explicação foi categorizada em dez itens que foram comparados a cada teste estabelecendo o escore e o ganho efetivo por participante. O ganho foi estabelecido entre a diferença de desempenho no pré e pós-teste. Os dados foram sintetizados nos gráficos 01, 02 e 03. Nos gráficos definimos, por regressão linear, uma reta que definiu o comportamento da amostra.

AS FASES DA LUA

$$Y = 6.1545 - 1.3024 X \quad R = 0,38$$

	PRE-TESTE	PÓS-TESTE	GANHO
MÉDIA	1,9	5,6	3,7
DES PAD	1,0	3,2	3,4

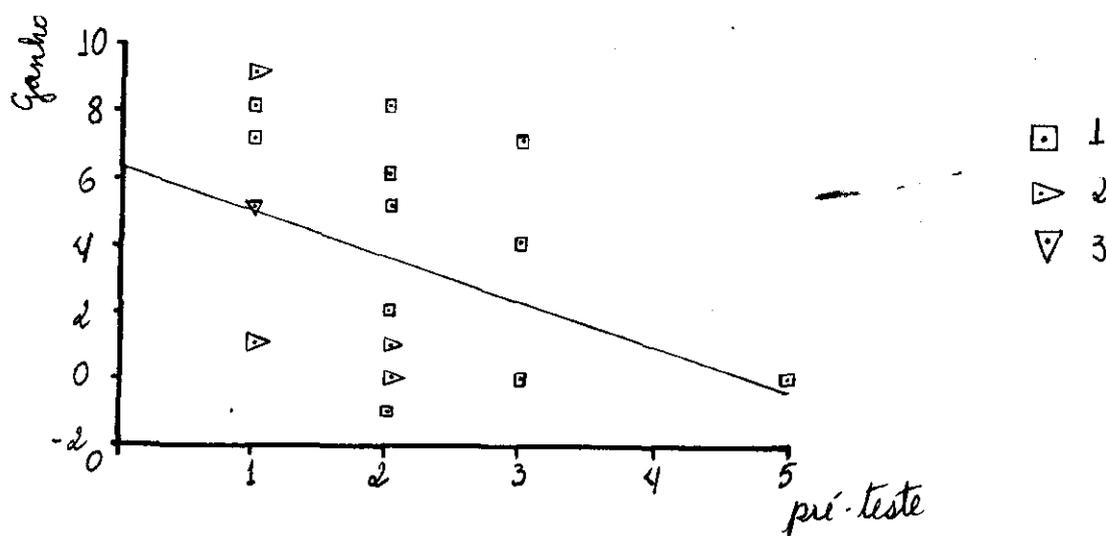


GRÁFICO 01

DIA E NOITE

$$Y = 4,3478 - 0,9402 X \quad R = 0,53$$

	PRE-TESTE	PÓS-TESTE	GANHO
MÉDIA	2,5	4,5	2,0
DES PAD	1,3	1,9	2,2

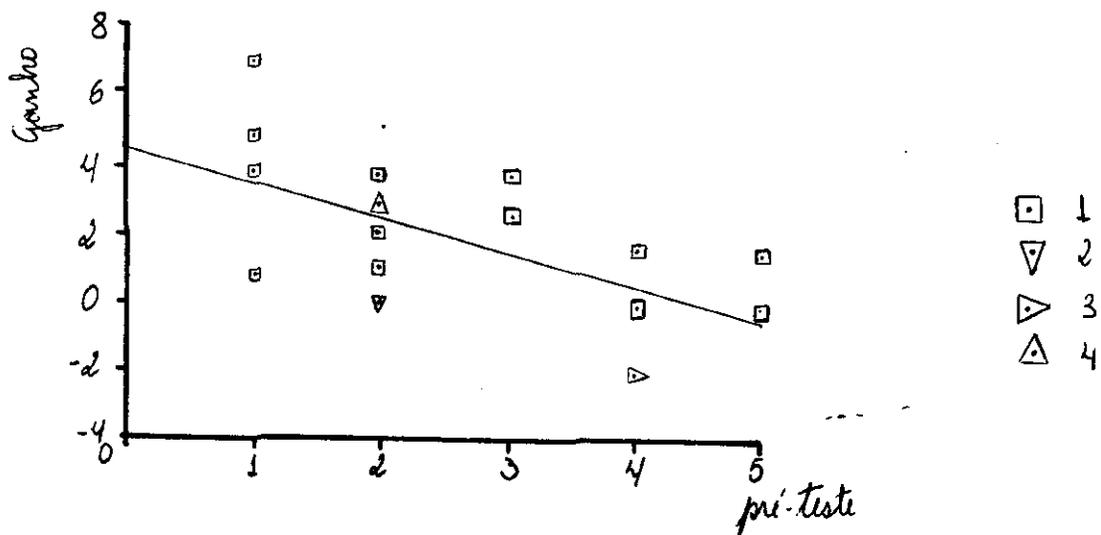


GRÁFICO 02

ESTAÇÕES DO ANO

$$Y = 1,6727 - 0,6 X$$

$$R = 0,35$$

	PRE-TESTE	PÓS-TESTE	GANHO
MÉDIA	1,5	2,3	0,8
DES PAD	0,6	1,0	1,0

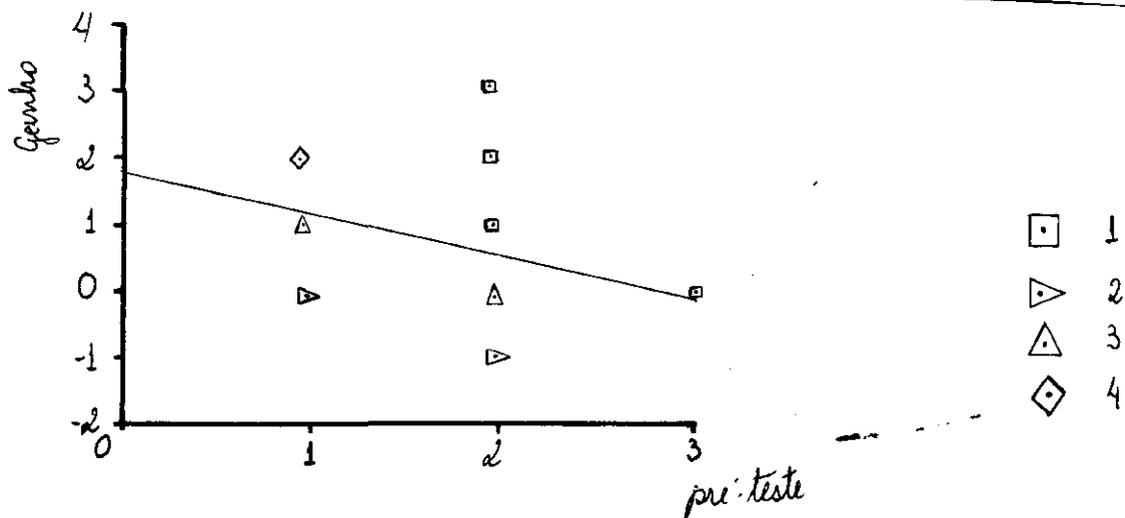


GRÁFICO 03

Observamos que o ganho por participante foi pequeno sendo mais representativo para os que obtiveram um baixo desempenho no pré-teste. Podemos concluir que o curso funcionou como transmissor de conteúdo muito mais para os participantes que pouco sabiam em início. O ganho negativo, em nossa interpretação, representa uma inicial desorganização diante de um maior número de informações que foram processadas durante o curso. As respostas apresentadas no pré-teste, muitas vezes não representavam um "conhecimento" do conteúdo mas sim um "reconhecimento" de qual resposta deve ser dada à pergunta. Ao trabalharem com o conteúdo questionando suas respostas verificamos a desestruturação que também representa um ganho.

Outra forma de verificarmos as mudanças nas respostas foi através de uma análise de itens. Nos gráficos 04, 05 e 06 mostramos a distribuição percentual dos dez itens da resposta padrão dada comparadas às dadas pelos participantes. Verificamos que ocorreu uma significativa mudança no número de relações estabelecidas por cada um dos participantes, principalmente em relação às fases da Lua. Os participantes não conseguiram construir um modelo onde as fases da Lua são uma consequência das posições relativas de um observador terrestre, a Lua e o Sol. Em suas explicações aparecem as fases da Lua como resultado do movimento da Lua que altera a recepção da luz solar mudando assim o aspecto observado. Entre as avaliações observamos um avanço qualitativo nas respostas sendo acrescentadas informações e

correções a alguns conceitos como o fato de a Lua apresentar uma mudança de aspectos continuamente. Sem entrar em muitos detalhes a sucessão dos dias e noites foi considerada como uma alternância de iluminação solar causada pelo movimento de rotação da Terra. Na maioria das explicações o fenômeno foi meramente descrito sem questionamento a outros elementos como as variações na duração destes períodos devido às estações ou à latitude. Já as estações do ano, inicialmente apresentaram como fator mais evidente o movimento de translação da Terra. Acreditando ser a órbita terrestre uma elipse de grande excentricidade, os participantes arguanteram que durante o movimento de translação a distância Terra - Sol altera provocando as variações de fluxo de calor características de cada estação. Alguns participantes tentaram argumentar sobre a inclinação do eixo terrestre com relação a eclíptica, mas nem sempre foram bem sucedidos. Em nenhum momento apareceu um elemento que demonstrasse a continuidade deste fenômeno.

Associando a análise qualitativa e a quantitativa concluímos que as explicações aos três fenômenos solicitados no pré-teste limitam-se à descrição dos mesmos identificando o movimento como sua principal causa. Nos pós-testes as explicações apresentam um ganho qualitativo sendo evidenciado na maior distribuição de relações que explicitam os fenômenos. O fenômeno das fases da Lua foi trabalhado exaustivamente no curso sendo o que apresentou maiores mudanças. Para explicitarmos mais

alterações devido ao curso necessitaríamos de desenvolver, a partir deste estudo preliminar, um instrumento de pesquisa para detectar os ganhos de conteúdo e metodológicos.

5.5 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa em ensino de Ciências segue caminhos que, embora diversos, partem da dificuldade presente na prática pedagógica de efetivamente promover transformações cognitivas em nossos alunos.

Segundo L. Viennot³, um programa de pesquisa em educação científica deve procurar:

a- demonstrar regularidades nas diversas manifestações dos estudantes, descrevendo-as em termos de "esquemas conceituais ou modos de raciocínio, e,

b- investigar as condições sobre as quais estes esquemas conceituais podem ser alterados.

Para a própria autora, esta diferenciação não deve ser dicotômica. A pesquisa não deve se compor apenas de uma coleção de "erros" ou "misconception" dos alunos. Há a necessidade de sistematizar estes dados dando-lhes consistência em um modelo de aprendizagem.

d3-VIENNOT, L. "Analysing students reasoning in science: a pragmatic view of theoretical problems" European Journal Science Educations 7(2), (1985) p.151-162 (1985)

Já Filocre⁴, considera que os itens de Viennot podem ser utilizados como extremos de uma escala de distribuição de pesquisa nesta área. Nesta escala, as maiores concentrações encontram-se nas extremidades não ocorrendo uma interação entre as duas dimensões da pesquisa. Isto significa que, ou a pesquisa demonstra uma regularidade nas diversas classes de respostas dos alunos, ou investiga as condições que contribuem para a formação de um tipo de resposta.

O processo ensino e aprendizagem envolve uma série de fatores como a postura do professor e sua formação, as condições politico-educacionais de uma época, os aspectos socio-culturais e emocionais da comunidade etc.. A atividade de ensino pode ser considerada uma transmissão racional e intencional de experiências e pensamentos a outros. Este processo requer um sistema mediador lingüístico, que não é necessariamente a palavra. A comunicação humana pressupõe uma atitude generalizante que constitui um estágio avançado do desenvolvimento do significado da palavra. As formas mais elevadas de comunicação somente são possíveis porque o pensamento do homem reflete uma realidade conceitualizada. O ensino de qualquer conceito trilha por operações com signos, palavras e relações. Neste sentido é que certos pensamentos não são codificados imediatamente, mesmo que os envolvidos estejam

4-FILOCRE, J.S.-Teoria de Piaget como sistema de referência para compreensão da física intuitiva, mime. IFUSP (1986)

familiarizadas com as palavras utilizadas. Podem ainda estar faltando conceitos, adequadamente generalizados que, por si só, assegurem o pleno entendimento da mensagem. Esses novos conceitos se contrapõem a outros familiarizados pelos participantes de uma atividade pedagógica durante todo o processo educativo ao qual foi submetido. A interação de todos estes conceitos formam modelos explicativos coerentes a uma estrutura de raciocínio que não é quebrada facilmente.

A investigação em ensino, enquanto processo de aprendizagem, engloba o exame de destas questões. No que se refere a tecnologia de ensino, os pesquisadores tem se voltado para os recursos mais sofisticados como experiências com meios eletrônicos, computadores, vídeos etc. e de seus efeitos em termos de rendimento de aprendizagem não utilizando esses recursos como processos capazes de alterar as estruturas de raciocínio.

Podemos, então, definir dois planos de investigação; um deles dos códigos e dos signos empregados como mediadores da aprendizagem e outro o das circunstâncias do processo de comunicação e aprendizagem. Nosso trabalho utilizou-se de recursos, não muito sofisticados, como processo de aprendizagem e não como método de abordagem de conteúdo.

Os professores em sua prática não possuem dados suficientes para realizarem abstrações interpretativas dos recursos didáticos que utilizam em sala de aula. Cursos de pequena duração podem efetivamente promover crescimento

na maneira de abordagem do conteúdo. Porém acreditamos que para promover uma significativa modificação metodológica e uma ampliação de conteúdo torna-se necessário um trabalho de assessoramento ao professor e sua prática escolar. Esse acompanhamento deverá fornecer ao professor elementos para uma formulação individual de os modelos explicativos das diversas teorias com as quais trabalha e os possíveis recursos didáticos que poderão facilitar o processo de aprendizagem.

BIBLIOGRAFIA

- ALBERS, H. et all.-Iniciação à Ciências parte- 2 VII Gravitação, trad. Dirceu N. Donato, IBICC, UNESCO, São Paulo (1961)
- ALBUQUERQUE, Francisco J.L. - Que sabemos sobre livro didático- Revista Brasileira de Estudos Pedagógicos 61(138) 218:223, Rio de Janeiro abr\jan (1976)
- ALVAREZ, Beatriz A. e MÁXIMO, António R.L.- Curso de Física vol.1- 2a edição, Harbra, São Paulo (1986)
- AZANHA, José M.P.-Educação, alguns escritos, Série Atualidades Pedagógicas, vol.135, Companhia Editora Nacional, São Paulo (1987)
- BARDIN, Laurence-Análise de conteúdo. trad. Luis Antero Reto e A. Pinheiro Edições 70, Lisboa (1988)
- BARROS, Samuel R.-Estrutura e Funcionamento do Ensino de Io Grau- 2a edição , Francisco Alves, Rio de Janeiro (1980)
- BARTHES, Roland-Elementos de semiologia.-trad. I. Bliks Tein, Ed. Cultrix, São Paulo (1977)
- BEEBY, C.E. -Educação e desenvolvimento econômico- Zahar Editores, 2a edição, Rio de Janeiro (1973)
- BENJAMIN, Walter - Reflexões: A criança, o brinquedo , a Educação , trad. Mazzani, M. V.- Summus, São Paulo, (1984)

- BLOOM, B.S. et all- Taxionomia de objetivos educacionais-
trad. Flavia M. Sant'Anna, vol.1 e 2, Globo, Porto Alegre
(1979)
- BLOUGH, Glenn O., SCHWARTZ, Julius e HUGGETT, Albert J. Como
ensinar Ciências - Ao Livro Técnico S.A., Rio de Janeiro
(1971)
- BOCZKO, Roberto-Conceitos de astronomia, Ed. Edgard Blucher
Ltda, São Paulo (1984)
- BOHM, David-The critical approach to Science and Philosophy,
The Free Press, New York (1964)
- BOMTEMPO, Edda, Hussein C.L., ZAMBERLAN, M.A.T.-Psicologia
do brinquedo, Aspectos teóricos e metodológicos, Nova
Stella EDUSP, São Paulo (1986)
- BRANNIGAM, Augustine-A base social das descobertas
científicas.-trad.L.S. Viveiro de Castro, Zahar Editores,
Rio Janeiro (1984)
- BRYAN, Magee-As idéias de Popper- trad. L. Hegenberg e O.S.
da Mota, Editora Cultrix, São Paulo (1973)
- CANIATO, Rodolfo - Projeto de Ciências Integrada: texto e
atividades -A Terra em que vivemos, Papirus, Campinas
(1984)
- CANIATO, Rodolfo - O Céu - Um projeto brasileiro para o
ensino de física-vol I-Livraria Nobel S.A-UNICAMP-
Campinas (1975)
- CANIATO, Rodolfo-Com ciência na educação, ideário e prática
de uma alternativa brasileira para o ensino de
ciências.Papirus, Campinas (1987)

- CARRAHER, David Willian et all-Caminhos e descaminhos no ensino de ciências ,Ciência e Cultura 37(6) 889-896 Jun. São Paulo (1985)
- CARVALHO, Anna Maria Pessoa- Física: Proposta para um ensino construtivista. Temas básicos de Educação e Ensino EPU, São Paulo (1989)
- CHAUÍ, Marilena - O ensino de filosofia - Ciências Sociais hoje-ASEB, Rio de Janeiro (1978)
- CHATEAU, Jean - O jogo e a criança - trad. Almeida G., Summus, São Paulo (1987)
- COHEN, Bernard I.-O nascimento de uma nova física- de Copérnico a Newton- EDART, São Paulo (1967)
- COURTNEY, Richard-Jogo, Teatro & Pensamento-As bases intelectuais do teatro na educação trad.Karem A. Muller e Silvana Garcia, Ed.Perspectiva ,São Paulo (1980)
- DAMINELLI, Augusto- Vida e Morte das Estrelas- Ciência Hoje, ano 1 n.2 57:70 (1984)
- DUHEM, Pierre-Salvar os fenômenos-Ensaio sobre a noção de teoria física de Platão a Galileo,Cadernos de história e filosofia da Ciência, suplemento 3 /1984, UNICAMP, São Paulo (1984)
- EINSTEIN, Albert e INFELD Leopold- A evolução da física 3a edição,trad.Rebuá Giasone, Zahar Editores Rio de Janeiro (1976)
- FARIA, Ana Lúcia G. de- Ideologia no livro didático- Cortez: Autores Associados, São Paulo (1984)

- FEINSTEIN, Alejandro- Astronomia Elemental - Kaplusz Buenos Aires (1969)
- FEYERABEND, P.-Contra o método. Trad. Octanny S. da Mota, Leônidas Hegenberg, 2a edição, Livraria Francisco Alves, Rio de Janeiro, (1977)
- FEYNNAM, LEIGHTON, SANDES-Física ,Addison -Wesley .ibero-americana México (1987)
- FILOCRE, J.S.-Teoria de Piaget como sistema de referência para compreensão da física intuitiva" mim. IFUSP,São Paulo (1986)
- FRACALANZA, Hilacio-O conceito de ciências veiculado por atuais livros didáticos de Biologia, dissertação de mestrado, Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas (1982)
- FREITAS, Helena C.L.-Alfabetização e Universo Cultural. Análise de cartilhas utilizadas nas escolas da cidade de Campinas, dissertação de mestrado, Faculdade de Educação, UNICAMP, Campinas (1979)
- FRENCH, A.P. -Newtonian Mechanics-The M.I.T. Introductory Physics series, Ww Norton & Company. INC, New York (1971)
- FROTA-PESSOA, O. GEVERTZ, R., SILVA, A.G.- Como Ensinar Ciências, Ed.Nacional e EDUSP, São Paulo (1970)
- FUNBECC-Simpósio sobre o livro didático (Memória),São Paulo (1983)

- GADOTTI, Moacyr - Educação e Poder. Introdução á Pedagogia do conflito, Coleção Educação Contemporânea, Cortez editora: Autores Associados, São Paulo, (1983)
- GADOTTI, Moacyr - Concepção dialética da educação, Um estudo introdutório, 2a edição, Cortez editora, São Paulo (1983)
- GALLINO, Roberto-Astromony in teaching physics in secondary high school: a proposal for Italy, Instituto di Fisica General dell'Universita di Torino, Torino (1986)
- GAMOW, George- Gravidade, Universidade de Brasília- São Paulo (1965)
- GATTI, Bernadete Angelina.coord. -Educação e desenvolvimento social-subprojeto 4- orientação curricular e atuação do professor: uma avaliação crítica- Fundação Carlos Chagas, São Paulo (1981)
- GOMIDE, Elza F. -Os cursos de licenciaturas e a formação de professores- A licenciatura de ciências naturais e exatas. Ciência e Cultura 35(9): 1254-1273 set (1983)
- GUIMARÃES, George, OLIVEIRA, J.B.A. e BOEMENY, H.M.B-A política do livro didático, Summus, Campinas : Ed.da UNICAMP, Campinas (1984)
- HALLIDAY, D. RESNICK, R.-Física- trad.MÁXIMO, Antônio R.da Luz et al., vol.2, 3a edição- Livro Técnico e Científico Editora S.A, Rio de Janeiro (1983)
- HAMBURGER, Amélia, I.cood.-As licenciaturas nas áreas de ciências naturais e exatas. Ciência Cultura 36(9): 1543-1568 set/1984

teste _____

2-Como você explica a sucessão de dia e da noite?

- 1- alternância periódica dos intervalos de claro e escuro
- 2- na face iluminada da Terra é Dia
- 3- na face não iluminada da Terra é Noite
- 4- a duração dos períodos de claro/escuro varia
- 5- a variação na duração dos períodos depende da posição do observador na Terra e da Terra com relação ao Sol
- 6- o sentido de rotação da Terra é de oeste para leste
- 7- consequência do movimento da Terra
- 8- consequência do movimento de rotação da Terra
- 9- o período de rotação é de aproximadamente 24 horas
- 10- o dia solar é definido pelo intervalo de tempo entre duas passagens sucessivas do Sol pelo meridiano superior local

total _____

teste _____

3-Como você explica as estações do ano?

1- variação do fluxo de calor por unidade de área incidente no local em um dia

2- variação no ângulo de incidência dos raios solares sobre a superfície da Terra

3- variação das temperaturas médias locais durante o ano

4- fluxo luminoso incidente por unidade de área é proporcional ao cosseno do ângulo compreendido entre os raios incidentes e a normal à superfície

5- variação das estações com a posição do observador com relação ao Sol

6- variação das estações com a latitude do observador terrestre

7- quanto menor o ângulo entre a normal à superfície e os raios incidentes mais indistinguíveis são as estações

8- nomeamos quatro estações

9- observamos constelações características à cada estação

10- consequência da inclinação do eixo terrestre relativo ao plano da eclíptica

total _____

- HAMBURGER, Ernst W.-O que é Física, Coleção Primeiros Passos, Brasiliense, São Paulo (1984)
- HAMBURGER, Ernst W.coord.-Projeto Para Ensino de Física PEF-Mecânica vol.1 e 2, MEC-FENAME, São Paulo (1973)
- HARLEN, Wynne-Recent developments in primary and lower secondary school science-Innovations in Science and Technology Education, vol I UNESCO (1986)
- HARVARD PROJECT PHYSICS- Projeto de Física -Unidade 2 Movimento nos céus-Textos e manual de experiências e atividades- Fundação Calouste Gulbenkian, Lisboa (1978)
- HEGENBERG, Leônidas-Etapas da investigação científica vol.1 e 2 EDUSP, São Paulo (1976)
- HICKS, K., STONES, W.-New cross curricular development in science and drama, The school science review, 68(243):322-324 (1986)
- KAMII, C. e DEVRIES R.-O conhecimento físico na educação pré-escolar: implicações da teoria de Piaget, trad.Goulart. M.C., Artes Médicas, Porto Alégre (1985)
- KITTEL, C. KNIGHT, W.D., RUDERMAN, M.A.-Curso de Física de Berkeley- Mecânica- trad. GOLDEMBERG, José e WAJNTAL W.- vol.1, Edgard Blucher, São Paulo (1970)
- KOESTLER, Arthur- Os Sonâmbulos, uma história sobre as concepções do homem sobre o universo, IBRASA, São Paulo(1954)

- KRASILCHIK, Myriam -Comentários a propósito do encontro nacional para reformulação dos cursos de preparação de recursos humanos para a educação, Revista Ensino de Física 5(2):71-75 dez (1983)
- KRASILCHIK, Myriam-O professor e o currículo das ciências. Temas Básicos, EPU,Ed. da Universidade de São Paulo, São Paulo (1987)
- KOYRÉ, Alexandre - Estudos de história do pensamento científico -trad. Ramalho, M. Forense-Universitária Ed. Universidade de Brasília, Brasília (1982)
- KUHN, Thomas S.-The Copernican Revolution Planetary Astronomy in the development of Western thought- Harvard University Press , Cambridge (1971)
- KUHN, Thomas S. - A estrutura das revoluções científicas - trad.BOEIRA, Beatriz e BOEIRA, Nelson Ed. Perspectiva 2a edição, São Paulo (1978)
- LEBET, G. - Piaget - Iniciação científica, vol 37 trad. Penteado, N. S. Companhia Editora Nacional, São Paulo (1976)
- LEWY, Ariel coord.-Avaliação de currículo. trad.Sandra M. Carvalho de Paoli, Leticia R. Baonto Ed. da Universidade de São Paulo EPU, São Paulo (1979)
- LIMA, Lauro de Oliveira-Mutações em educação segundo McLuhan- Ed. Vozes, 18a edição, Petrópoles (1985)
- MARRI, Vanessa G. -Licenciatura de Ciências e suas vinculações com a política educacional. Ciência e Cultura 29(4):429-443

- MOREIRA, M. A. e GOBARA, S. T. -Mapas conceituais no ensino de física- Ciência e Cultura 36(6):973-982 jun (1986)
- MOREIRA, MARCO ANTÔNIO- Mapas conceituais como instrumento para promover a diferenciação conceitual progressiva e a reconciliação interativa -Ciência e Cultura 32(4):474-479 abr (1986)
- MEC-CONSELHO FEDERAL DE EDUCAÇÃO -PARECER 853/71
- MEC/COLTED-O livro didático - sua utilização em classe Rio de Janeiro (1969)
- MOURA, Dácio G. -Reflexões sobre o currículo de física na escola secundária do Brasil, subsídios para planejamento de currículos, dissertação de mestrado FE/IFUSP, São Paulo (1985)
- MOURÃO, Ronaldo R.de F.- Anuário de Astronomia- Francisco Alves, Rio de Janeiro (1989 e 1985)
- NASSIF, L.A.L.-O conceito de Ciências veiculado por materiais didáticos, uma análise do curso de física do PSSC, dissertação de mestrado, PUC, São Paulo (1976)
- NEVES, Marcos C.D.-Astronomia de régua e compasso: de Kepler á Ptolomeu, Papirus, Campinas (1986)
- NOSELLA, Maria L. - As belas Mentiras : A ideologia subjacente aos livros didáticos, Cortez e Moraes, São Paulo (1978)
- NUSSBAUM, J.,NOVAK, J.D.- AN assessment of children's concepts of the Eart utilizing strutured interviews, Science Education, 60(4):535-550 (1976)

- OSADA, J. -Evolução das idéias da física Ed.Blucher/EDUSP,
São Paulo (1972)
- PARRA, Nélío-Por que modelos de ensino. Cadernos de
didática, modelos de ensino,II, FESP, São Paulo
(1985)
- PEREIRA, Vera W.-Semiologia: condição para o domínio da
tecnologia educacional. Tecnologia Educacional
16(77):27-39 Rio de Janeiro (1987)
- PERELMAN, J.-Aprenda física brincando - Hemus, São Paulo
(1970)
- PERELMAN, Ya I. -Problemas y experimentos recreativos,
Mir, Moscou (1975)
- PERNAMBUCO, Martha Maria C. A.-Ensino de ciências a partir
de problemas de comunidade, dissertação de mestrado,
FE\IFUSP, (1984)
- PRETTO, Nelson De Luca-Os livros de ciências da 1a à 4a
séries do 1o grau, dissertação de mestrado, Faculdade de
Educação, Salvador (1983)
- PRETTO, Nelson- Uma referência conceitual apresentada no 1o
grau- Revista de Ensino de Física, vol 8(1):67-75 jun
(1986)
- PIAGET, Jean - Seis estudos de psicologia , Forense -
Universitária , Rio de Janeiro (1973)
- PIAGET, Jean -Psicologia e Pedagogia, Ed.Forence
Universitária, Rio de Janeiro (1985)

- PIAGET, Jean -A linguagem e o pensamento da criança trad.
Campos, Manuel, Ed. Fund. da Cultura S.A., Rio de Janeiro
ro (1973)
- PHYSICAL SCIENCE STUDE COMMITTEE-Física, Parte 1, EDART São
Paulo (1973)
- POINCARÉ, H. -A ciência e a hipótese-trad.Maria Auxiliadora
Knepp-pensamento científico Ed. Universidade de Brasília
(1985)
- POPPER, K.R.-A lógica da pesquisa científica Cultrix/EDUSP,
São Paulo (1972)
- QUEIROZ G.R.P.C.et all- Uma atividade de ensino de ciências
de primeiro grau vinculada ao desenvolvimento cognitivo
mimiog.- comunicação, FEUSP, São Paulo (1984)
- RABIZÁ, F. El cosmo em tu casa, trad.V.I.Vasilenko, Mir,
Moscou (1985)
- REGGE, Tullio-An elementary course on general relativity-
CERN-European Organization for Nuclear Reserarch-Genova
(1983)
- ROBILOTTA, M.R.-Construção e realidade no ensino de física ,
IFUSP, São Paulo (1985)
- ROMANELLI, Otaíza de O. -História da educação no Brasil
1930 -1973 ,7a edição, Ed. Vozes, Petrópolis (1985)
- ROSAMILHA, Nelson-Psicologia do jogo e aprendizagem
infantil, Piomeira, São Paulo (1979)
- SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO-Guias
Curriculares para o ensino de Io grau, CERHUPE, São Paulo
(1975)

- SECRETARIA DA EDUCAÇÃO DO ESTADO DE SÃO PAULO- Proposta curricular para o ensino de ciências e programa de saúde na escola de 1o grau, 3a versão preliminar, São Paulo (1987)
- UNESCO-Manuel de l'unesco pour l'enseignement des sciences, Paris (1964)
- VLASTOS, Gregory-O universo de Platão, trad M. L. Monteiro Sales, Ed. Universidade de Brasília, Brasília (1987)
- VIENNOT, L.-Analysing students reasoning in sciences : a pragmatic view of teoretical problems- Europe Jounal Science Educations 7(2):151-162 (1985)
- VYGOTSKY, L.S.-Pensamento e Linguagem-trad.M. Resende ,42a edição, Ed. Antídoto, Lisboa (1979)
- VYGOTSKY,L.S.-Formação Social da Mente-o desenvolvimento dos processos psicológicos superiores,org.M.Cole et all, trad.J.Cipolla Neto ,Luis S.M.Barreto S.C.Afeche,Livraria Martins Fontes,São Paulo (1984)
- WATTS, D.M.-Gravity-don't take it for granted? Physics Education 17:116-121 (1982)