
CONSIDERAÇÕES SOBRE UM CURSO DE EXTENSÃO PARA PROFESSORES DE CIÊNCIAS¹

Silvania Sousa do Nascimento
Universidade Federal de Minas Gerais
Belo Horizonte -MG
Ernst Wolfgang Hamburger
Universidade de São Paulo
São Paulo – SP

Resumo

Apresentamos a elaboração e aplicação de um curso de atualização em física oferecido a professores de Ciências de primeiro grau, em sua maioria de quinta à oitava séries, da rede oficial do Estado de São Paulo. O tema, Gravitação, foi escolhido por abranger uma área do conhecimento ligada à Física e à Astronomia, que é conteúdo de primeiro grau e desperta grande interesse entre as crianças, representando fonte constante de perguntas em sala de aula. Para trabalhar com o conteúdo, desenvolvemos atividades e diferentes abordagens, envolvendo dramatizações, experimentos, atividades ao ar livre, observações, leituras e a utilização de filmes de vídeo. Essa metodologia pode ser adaptada por professores no atendimento de necessidades específicas de seus alunos.

I. Introdução

Neste artigo discutimos o desenvolvimento de um curso de extensão universitária sobre Gravitação, destinado a professores de Ciências de primeiro grau. O curso foi oferecido pelo Instituto de Física da Universidade de São Paulo (IFUSP) no quadro de convênio com a Secretaria da Educação do Estado (SE-SP). O convênio entre a Secretaria de Educação e a Universidade visava a atualização e o aperfeiçoamento de professores em áreas específicas de conteúdo e formação geral. O curso, como mostra o Quadro I, foi aplicado, com pequenas modificações e alterações no título, por cinco vezes a professores da rede oficial do Estado de São Paulo durante os anos de 1986-87.

Durante o ano de 1985, por sugestão da CENP -Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas da Secretaria de Educação do Estado – iniciamos² a elaboração de um curso sobre Gravitação, atendendo aos interesses dos professores de Ciências do primeiro grau (quinta a oitava série). A princípio analisamos tanto a finalidade do curso, o seu por quê, quanto o possível perfil dos participantes, para a partir destas reflexões estabelecermos tópicos que deveriam ser abordados. A fim de trabalhar com o conteúdo, planejamos atividades segundo diversas abordagens envolvendo dramatizações, experimentos, atividades ao ar livre, observações, leituras e filmes de vídeo. As atividades foram exploradas sob vários pontos de vista sempre visando suas aplicações com crianças de primeiro grau. 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 escala, magnitude das estrelas, brilho e cor das estrelas. A própria atividade de cortar e desenhar foi analisada como material auxiliar do desenvolvimento de operações mentais, além de manuais, das crianças. A dinâmica do curso promovia a discussão para propiciar aos participantes a adaptação de cada atividade às necessidades de sua prática escolar.

QUADRO I: APLICAÇÕES DO CURSO

| NOME DO CURSO | PERIODO DE APLICAÇÃO | CLIENTELA | Nº DE ALUNOS |
|---|----------------------------------|-----------|--------------|
| Gravitação turma A turma B | 27 a 30 de janeiro/86 | PII/PIII | 67 |
| A Física da Terra e dos Astros | 21 a 25 de julho/86 | PII/PIII | 12 |
| Fenômenos Físicos Ligados aos Movimentos da Terra e dos Astros turma A | 05 de agosto a 30 de setembro/86 | PI | 40 |
| turma B | 05 de agosto a 30 de setembro/86 | PII/PIII | 41 |
| Movimentos da Terra e dos Astros* | 05 a 08 de novembro/86 | PI | 26 |
| Movimentos da Terra e dos Astros | 20 a 24 de julho/87 | PII/PIII | 40 |

LEGENDA

*-Curso aplicado na cidade de REGISTRO, as demais foram em São Paulo, capital, no IFUSP

PROFESSOR EFETIVO NAS SÉRIES:
PI—QUATRO SÉRIES INICIAIS DO PRIMEIRO GRAU
PII—PRIMEIRO GRAU, COM LICENCIATURA CURTA
PIII—PRIMEIRO OU SEGUNDO GRAU, COM LICENCIATURA PLENA

II. Por que gravitação?

A Astronomia, pelo seu objeto de investigação, exerce sobre o homem um fascínio incomparável 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.

Encontramos nesse campo de conhecimento um exemplo notável de como a Ciência está vinculada ao desenvolvimento histórico e social de um povo, bem como a suas noções filosóficas, sociais e antropológicas³.

O ensino de conceitos básicos de Astronomia envolve a explicação de fenômenos como: o movimento aparente do Sol, sua influência sobre a duração dos dias e das noites durante as várias estações do ano; o movimento das estrelas no céu; as fases da Lua e as irregularidades no movimento aparente dos planetas. Esses fenômenos são, tradicionalmente, apresentados nas primeiras séries do primeiro grau. Um dos problemas do ensino desses conceitos básicos tem sido a utilização de um modelo para a interpretação de um fenômeno natural.

Fenômenos astronômicos fornecem farto material de observação que pode ser trabalhado e conduzido à elaboração de modelos científicos. Contudo, o desenvolvimento cognitivo de conceitos científicos em qualquer processo de aprendizagem, segundo Piaget⁴ ou mesmo Vygotsky⁵, não se restringe a uma absorção do conhecimento de uma maneira fechada, por um mero processo de compreensão passiva e assimilação. A formação de um conceito é algo mais do que a somatória de ligações 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 constrói de correntes inicialmente conflitantes. Ao tratarmos da Gravitação no primeiro grau de uma maneira interpretativa podemos levar os participantes à estruturação de um novo modelo do universo.

A compreensão de um fato ou fenômeno só é elaborada pelo aluno a partir de uma coleta empírica, no sentido de vivenciar as partes e o todo do objeto, ao domínio do conteúdo subjacente do objeto, possibilitando uma visão totalizadora de um modelo explicativo para o observável.

O ensino de ciências no primeiro grau poderá contribuir para a formação intelectual básica do aluno de modo a propiciar uma compreensão totalizadora dos fenômenos que o cercam.

Para que isso se tome possível o professor que o orientará necessita passar por uma “tomada de consciência” e refletir sobre o papel do ensino de ciências na escola.

III. 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. Para uma programação de 30 horas, dedicamos 15 horas a atividades práticas como experiências, simulações com modelos, dramatizações e observações. Nas 15 horas restantes foram apresentadas aulas expositivas, debates baseados em leituras e filmes sobre a história da Astronomia e de divulgação científica.

Para a definição do conteúdo específico do curso, procuramos estabelecer como a Gravitação é usualmente apresentada nas escolas. 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.

O nosso primeiro objetivo de trabalho foi discutir a metodologia aplicada pelo professor em sala de aula. A atual condição do magistério tende a levar os professores à apatia e ao desinteresse em investirem em sua própria formação. Suas condições de trabalho e salariais, muitas vezes, os afastam de qualquer forma de atualização e aperfeiçoamento. Cursos de extensão de pequena duração, por exigirem um menor tempo do professor, tornam-se uma grande oportunidade para professores discutirem assuntos que não conhecem, bem como outras formas de abordagem de conteúdo.

Se discutirmos os objetivos do curso do ponto de vista dos domínios definidos por Bloom⁶, podemos dizer que os domínios, cognitivo e psicomotor, foram desenvolvidos conjuntamente nas atividades práticas de construção e manipulação de experimentos, observações do céu, simulações e dramatizações. Realizamos uma escolha de conteúdo que incluísse conceitos importantes para a interpretação e explicação de fenômenos ligados à teoria gravitacional.

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 o da criatividade⁷ como elementos essenciais ao desenvolvimento infantil. Planejamos atividades com o objetivo de despertar no professor o interesse e necessidade de analisar suas estratégias didático-pedagógicas no sentido de verificar se estão atendendo a esse domínio com seus alunos.

Sendo o curso dirigido a professores, preocupamo-nos com o desenvolvimento da autonomia de pensamento entre os participantes. As interações propiciadas pelos grupos encorajaram cada participante a pensar por si mesmo. Os professores desenvolveram soluções “co-operativas” das situações-problemas, isto é, a interação entre os participantes foi elemento fundamental para o desenvolvimento das atividades.

Explicitando, trabalhamos três objetivos de domínio afetivo: autonomia, cooperação e afeição. O primeiro, a autonomia intelectual, é alcançada através da formação de um ambiente que minimiza a coerção, propiciando o desenvolvimento perceptivo dos participantes. Buscamos, com essa autonomia, conquistar o espaço extra-classe com liberdade de ação e movimento. O segundo objetivo é o cooperativismo entendido como “cooperação”. A interação entre os participantes contribui para o desenvolvimento de um raciocínio coerente e descentralizado. E o terceiro, o da afetividade, incentiva a curiosidade e o gosto pela Ciência. Alcançar esses objetivos só é possível quando se tem algum conhecimento do objeto a ser investigado.

Essencialmente tínhamos por objetivos 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. Com relação ao conteúdo centrava-se em promover aos participantes o domínio de conceitos como 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 e outros; enunciar e compreender as leis de Kepler e de 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.

Nosso planejamento partiu da hipótese de que a construção do conhecimento humano se inicia pela exploração de si próprio e do mundo físico em que a pessoa se encontra e com o qual interage. O estabelecimento de um fator de ligação entre esses 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.

Freqüentemente aparecem, em livros de primeiro grau e nas escolas, temas como as estações do ano e suas causas. Há, na vivência do aluno, alguma correspondência com o ensinado? Muitos professores já ensinaram que, ao meio-dia, o Sol passa a pino, sendo esse o motivo de não observarmos a sombra de um objeto exposto ao Sol neste momento. Quantos observaram esse fato? Realmente acontece? Perguntas como essas são colocadas por Caniato⁸ que, para responder a elas, propõe uma nova maneira de se ensinar ciências. Como em sua proposta, escolhemos do conteúdo específico de Gravitação, elementos que, de melhor maneira, contribuíssem para a construção de uma visão mais completa da Física como Ciência e de um modelo explicativo mais consciente da natureza.

O primeiro trabalho dos professores-alunos no curso foi 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 dessas experiências se dá através da estruturação euclidiana do espaço. Passamos, então, a caracterização do planeta Terra possibilitando uma visão global ampliando a representação intuitiva de vizinhança. A localização de um ponto na superfície e a discussão de fenômenos em diferentes pontos de observação possibilitaram o desenvolvimento da noção de Terra como um planeta. Fizemos uma discussão geocêntrica dos fenômenos antes da heliocêntrica, para evidenciar a importância dos sistemas de referência para explicar os movimentos da Terra e dos Astros. Discutimos teorias explicativas destes movimentos e a visão de universo por elas incorporadas. A teoria Newtoniana da gravitação também foi discutida sob um aspecto qualitativo, evidenciando as estruturas de universo veiculadas por suas leis.

Caracterizamos o material como um instrumento mediador da aprendizagem. Assim, a escolha e desenvolvimento do material deve ser significativa em todos os aspectos. Barbante, cola e retalhos de papel colorido, no princípio, parecem “sucata”, mas podem representar o universo vivenciado por todos nós. Construímos com esse material, pequenos modelos físicos representativos de alguns fenômenos. Além disso, utilizamos o espaço interno e externo à sala de aula e os próprios participantes em dramatizações e experimentos.

As atividades propostas visavam a integração do conteúdo ao desenvolvimento sensório-motor da criança de primeiro grau. Apesar do curso ser destinado a professores, nossos textos e atividades foram planejados tendo em vista também a adaptação do material em diversas situações escolares de primeiro grau.

IV. As atividades

Muitas das atividades programadas envolvem ações motoras podendo ser exploradas sob diversos aspectos. Era solicitado aos participantes que desenhassem, realizassem medidas, mantendo as escalas de proporção, cortassem e montassem modelos. A construção do relógio de Sol, por exemplo, envolveu a parte operacional de construção e o conhecimento de elementos básicos de geometria, álgebra e de tópicos de geografia. Tais procedimentos incentivaram muito os participantes a se interessarem mais pelos cálculos que envolviam as construções de maquetes como o sistema Terra-Lua, Terra-Sol e outros.

Além dessas atividades, foram desenvolvidas dramatizações onde não importava o desempenho artístico dos participantes, mas a exploração 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 fluía livremente entre os participantes e o inatingível tomava-se próximo e concreto. As dramatizações transcorreram em ambiente aberto como o pátio da escola ou o campo de futebol. Objetivaram especificamente apresentar uma nova maneira de trabalhar com os modelos cosmológicos e explicitaram 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.. Essas dramatizações foram realizadas em locais que asseguram a escala de distância entre os planetas.

Como exemplo, descrevemos o modelo do epiciclo geocêntrico. Nessa demonstração, os próprios participantes representam os planetas. A atividade demonstrou não só que o modelo do epiciclo geocêntrico explica o movimento retrógrado dos planetas, mas também o efeito que a posição 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. Nessa 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. 1).

Esta atividade sugeriu outras que demonstravam mais facilmente os diversos modelos de fenômenos astronômicos. Em outra atividade, os participantes consultaram cartas celestes para confeccionarem representações das constelações do Zodíaco. 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.

Outros fenômenos foram dramatizados, como a explicação da face oculta da lua e suas diversas fases; o sistema solar e conceitos como conjunção, quadratura e oposição de planetas interiores e exteriores também foram representados pelos participantes. A questão das dimensões e proporção foi largamente discutida e trabalhada nos modelos.

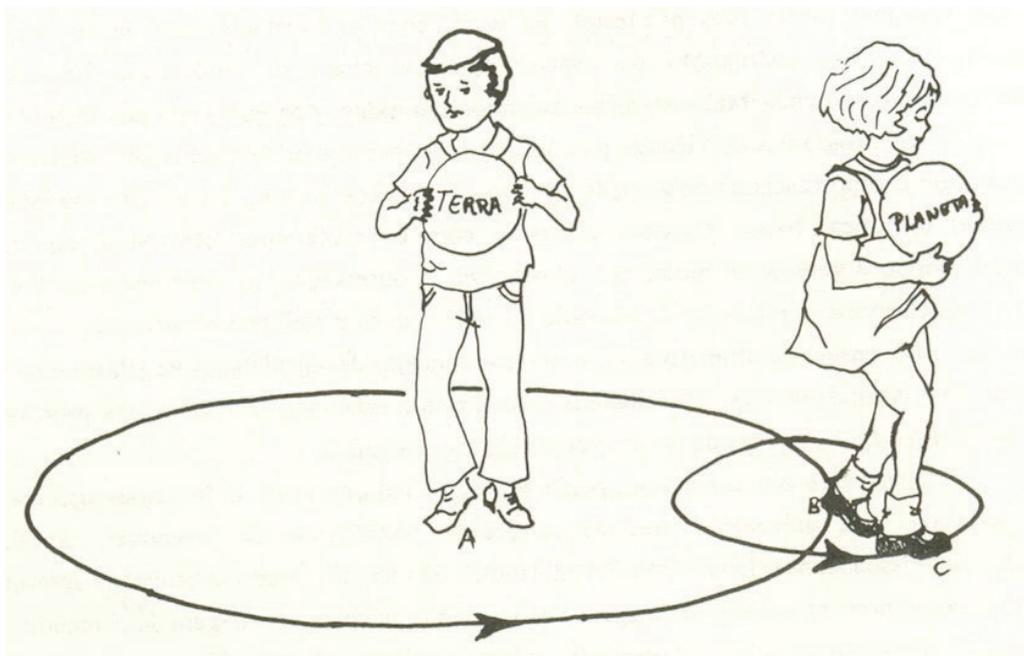


Fig. 1 -Modelo Geocêntrico

V. Considerações finais

A avaliação do curso se processou tanto no aspecto quantitativo quanto no qualitativo. Realizando esquemas de pré-teste e pós-teste⁹, verificamos um melhor desempenho nos participantes que obtiveram um baixo índice de acerto no pré-teste. As respostas apresentadas no pré-teste, muitas vezes, não representavam um conhecimento baseado na compreensão do conteúdo, mas sim, um reconhecimento de qual resposta deveria ser dada àquela determinada pergunta. Ao trabalharmos com o conteúdo, questionando as respostas, verificamos uma desestruturação do que era “sabido”. Outra forma de analisarmos as mudanças nas respostas foi através de uma análise de itens¹⁰ comparativa a uma resposta padrão. Verificamos que ocorreu uma significativa mudança no número de relações estabelecidas por cada um dos participantes, como, por exemplo, em relação às fases da Lua. Os participantes não conseguiam construir um modelo em que as fases da Lua se apresentassem como uma consequência das posições relativas de um observador terrestre, da Lua e do Sol. Em suas explicações, apareciam as fases da Lua como resultado do movimento da Lua que altera a recepção da luz solar, mudando, assim o aspecto observado. Entre o pré e o pós-teste 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.

Associando a análise qualitativa e a quantitativa, concluímos que as explicações dos fenômenos solicitados no pré-teste limitaram-se à descrição dos mesmos, identificando o movimento como sua principal causa. Nos pós-testes, as explicações apresentaram um ganho qualitativo, evidenciado na maior distribuição de relações que explicitam os fenômenos. Entretanto os professores-alunos não chegaram a respostas satisfatórias a todas as perguntas do pós-teste.

Os programas de Ciências para escola de primeiro grau da década de sessenta e, ainda hoje, destacam 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 modifica o observável. A observação do movimento do Sol ou da Lua não é conclusiva de um modelo heliocêntrico. Como trabalhar com este observável?

No ensino de primeiro grau, o desenvolvimento das habilidades de leitura e de escrita é um dos pontos fundamentais. Trabalhamos com textos procurando incentivar nos professores o hábito de leitura crítica de obras de ficção e de divulgação científica.

A procura por cursos de aperfeiçoamentos em ensino de Ciências se justifica, entre outros motivos, pela dificuldade presente na prática pedagógica, de promover modificações cognitivas em nossos alunos. Nosso trabalho utilizou-se de recursos pouco sofisticados apresentados e avaliados como processos de aprendizagem e não unicamente como abordagem de conteúdo.

Os professores de primeiro grau, em seu cotidiano, não costumam analisar os recursos didáticos que utilizam em sala de aula para reorientar seus trabalhos através de outras metodologias. Cursos de pequena duração podem 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 apoio e de assessoramento ao professor em sua prática escolar. Esse acompanhamento poderá fornecer ao professor elementos para uma formulação individual de modelos explicativos das diversas teorias com as quais trabalha e recursos didáticos que poderão facilitar o processo de aprendizagem.

É interessante observar que realizamos em 1992 uma entrevista com os professores-alunos que participaram da aplicação do curso durante o segundo semestre de 1986¹¹. Foi possível um contato com 37% dos participantes. Todos os entrevistados se lembravam do curso como uma experiência rica, que tem sido adaptada as suas condições de trabalho em sala de aula.

Considerando o número de professores da rede pública, só em São Paulo cerca de 250.000, é pouco provável que em curto prazo consigamos organizar cursos de maior duração para atender toda esta demanda. Assim o aperfeiçoamento em serviço dos professores passa, necessariamente, pela elaboração de cursos de pequena duração, mas efetivos! Acreditamos que o curso descrito é um exemplo de como se pode fazer isso: um curso ativo, com atividades acessíveis ao professor e que facilmente podem ser aplicadas em situações de sala de aula.

VI. Notas e referências

1. Trabalho apresentado no IX SNEF, São Carlos, 1991 baseado em NASCIMENTO, Sylvania S.. Um curso de gravitação para professores de primeiro grau, dissertação de mestrado em Ensino de Ciências, Instituto de Física, Faculdade de Educação, USP, São Paulo, 1990.
2. Sylvania S. Nascimento, Rosana Maria Caram, sob a coordenação de Ernst W. Hamburger.
3. KOYRÉ, A. **Estudos da história do pensamento científico**, trad. M. Ramalho, Brasília: Forense Universitária, 1982.

4. PIAGET, J. **A linguagem e o pensamento da criança**, trad. M. Campos, Rio de Janeiro: Fundação da Cultura, 1973.
5. VYGOTSKY, L. S. **Pensamento e Linguagem**. trad. M. Resende, Lisboa: Antídoto, 1979.
6. BLOOM, B. S. et al. **Taxionomia de objetivos educacionais**, trad. F. M. Sant'Anna, v. 1 e 2, Porto Alegre: Editora Globo, 1979.
7. MOURA, D. G. **A dimensão lúdica no ensino de Ciências**: atividades práticas como elemento de realização lúdica, tese de Doutorado, Faculdade de Educação, USP, 1993.
8. CANIATO, Rodolfo. **Com ciência na educação, ideário e prática de uma alternativa brasileira para o ensino de Ciências**. Campinas: Papirus, 1987.
9. HENDRIX, L.; CARTER, M. W.; HINTZE, J. L. A comparison of five methods for analyzing pretest-posttest designs, *Journal of Experimental Educations*, p. 96-102, Winter 1978-79.
10. BARDIN, L. *Análise de conteúdo*, trad. Luís Antero Reto e A. Pinheiro, Lisboa: Edições 70, 1988.
11. RODRIGUES, I. G.; HAMBURGER, E. W.; NASCIMENTO, S. S. Contribuição de um curso de atualização para professores à melhoria do ensino de 1º grau, publicações IFUSP/P-903, USP, Fevereiro, 1991.