

CONSTRUINDO MATERIAIS PARA APRENDER ÓPTICA*

(BUILDING MATERIALS TO LEARN OPTICS)

Lisiane Araujo Pinheiro¹
Sayonara Salvador Cabral da Costa²

¹Escola Estadual Coronel Afonso Emílio Massot / lisi.ap@terra.com.br

²PUCRS / Faculdade de Física / sayonara@puccrs.br

Resumo

Este artigo apresenta uma sugestão de implementação de um laboratório de Física nas escolas de Ensino Médio por meio da construção dos experimentos com o uso de materiais de baixo custo pelos alunos. O objetivo é melhorar a qualidade das aulas de Física e, com isso, provavelmente, facilitar a integração e a permanência do aluno na escola. O conteúdo abordado foi Óptica Geométrica por apresentar conceitos que geralmente são retratados exclusivamente por desenhos (figuras) no quadro-negro, com pouco significado para o aluno. Os alunos envolvidos neste projeto faziam parte do 2º ano do Ensino Médio de uma escola pública. A avaliação foi feita por meio de entrevistas e a apresentação de relatórios dos experimentos desenvolvidos. A análise destes materiais mostrou um crescente interesse dos alunos pelos assuntos abordados, e uma conseqüente melhora no rendimento escolar dos participantes.

Palavras-chave: Óptica Geométrica. Laboratório de Física de baixo custo. Ensino de Física.

Abstract

This paper presents a suggestion to implement a physics laboratory in high schools through building experiments using low cost materials. The objective is to enhance physics classes quality and probably promote the integration of the students with the school. The content to be discussed was geometrical optics because it has been studied just by pictures on the blackboard, with little meaning for the students. The individuals involved in this project was the second year's students of a public high school. The evaluation was done through interviews and the written reports of the experiments tasks. The analysis of the results shows an improvement on students' concern and achievement in this physics subject.

Keywords: Geometrical optics. Low cost physics laboratory. Physics education.

Introdução

É consenso entre os professores de Física que aulas de laboratório enriquecem o conteúdo abordado e estimulam a participação dos alunos. Ao realizar experimentos o professor oportuniza ao aluno a vivência da Física, visto que neste momento ele pode se deparar com situações inesperadas que exigem a busca de soluções, promovendo assim seu crescimento intelectual e atitudinal. Em uma aula de laboratório, os alunos têm a oportunidade de aprender muito mais do que o conteúdo abordado, pois aprendem também a interagir em grupos, cooperar

* Agradecemos ao Prof. Marco Antonio Moreira pelas observações e a revisão escrita desse trabalho.

¹ Mestranda do curso profissionalizante do Programa de Pós-graduação em Ensino de Física da UFRGS.

com os colegas para a realização das tarefas, dividindo o trabalho e também as conquistas; o que vem ao encontro da formação de um cidadão *cientificamente alfabetizado*, como preconiza os Parâmetros Curriculares Nacionais — os PCN's. (Kawamura e Hosoume, 2003).

Os PCN's (1999) incentivam este tipo de abordagem didática, exemplificando-a como representativa do “aprender a fazer”, ou motivadora de novas habilidades e aptidões necessárias para o desenvolvimento do aluno como cidadão.

Na maioria das escolas particulares, há investimentos para aulas práticas, mas muitas vezes possuem laboratórios sem o uso devido. No entanto, grande parte dos alunos em nosso país estão matriculados em escolas públicas que, em sua maioria, não têm os recursos necessários para a montagem e manutenção de um laboratório de Física. Mas se acreditamos que a aula de laboratório de Física deve fazer parte do cotidiano do ensino da Física, ao mesmo tempo que nos deparamos com esta realidade nas escolas públicas, então devemos buscar uma alternativa que viabilize um ensino de qualidade. A proposta deste trabalho é ensinar Física de modo que os alunos participem da construção do seu próprio material de trabalho para as aulas de laboratório de Física.

Este tipo de abordagem didática pode ser uma opção para escolas públicas, pois, além de facilitar a aprendizagem em Física, cria nos participantes deste grupo um comprometimento com seu aprendizado, pois eles são os responsáveis pela construção do seu conhecimento; acreditamos que o interesse e a motivação podem ser conseqüências desta abordagem didática, contribuindo para a valorização da escola: com os instrumentos construídos, estão ajudando a equipá-la e garantindo a manutenção do que construíram.

O conteúdo abordado nesta experiência foi Óptica Geométrica, por ser um conteúdo que na maioria das aulas de Física é tratado apenas teoricamente, com desenhos pouco esclarecedores para os alunos. A intenção é que se abandone a “coisificação” imposta pela maioria dos livros didáticos e proporcionar aos alunos uma aprendizagem eficaz. Também busca-se promover a interação escola-aluno para que este se sinta integrante da escola, não apenas um mero usuário deste espaço, mas sim um participante e responsável por sua manutenção.

Este trabalho vem sendo desenvolvido desde 2002, na Escola Estadual Coronel Afonso Emílio Massot, em Porto Alegre, RS, com alunos de 2º ano do Ensino Médio. As primeiras turmas foram as responsáveis pela construção de um grande número de experimentos que são usados até hoje; as turmas seguintes se encarregaram de fazer a manutenção e aprimorar os experimentos já existentes e criar outros.

Estes experimentos foram confeccionados, em sua maioria, com materiais de baixo custo e com o uso de ferramentas domésticas, pois o material principal foi a criatividade e dedicação dos alunos que participaram deste projeto. A simplicidade dos experimentos e a sua clareza procuram propiciar aos alunos a compreensão dos fenômenos físicos, mostrando-lhes como a Física faz parte do nosso dia-a-dia e como é bom aprender Física.

Este trabalho foi desenvolvido durante a apresentação do conteúdo de Óptica Geométrica, onde cada tópico abordado foi trabalhado, no mínimo, em um experimento.

Revisão da Literatura

Nos últimos anos, como veremos a seguir, muitos trabalhos têm sido feitos, onde se ressalta a importância do uso do laboratório nas aulas de Física, e um número considerável destes foram realizados na área da Óptica.

A utilização do laboratório de Física, como complemento à aula expositiva, é reconhecido pelos professores como ferramenta fundamental para a construção do conhecimento.

Para Borges (2002), por exemplo, a aula de laboratório é considerada como motivadora para uma aprendizagem mais eficiente e como mobilizadora, transformando o aluno em um

participante efetivo destas e estimulando a criatividade e o espírito inventivo dos alunos, como forma de promover a ciência.

Salinas e Sandoval (2000) propuseram um conjunto de atividades experimentais em Óptica Geométrica que buscava uma aprendizagem mais significativa deste conteúdo. Para alcançar este objetivo as atividades propostas estimulavam a participação, autonomia e criatividade dos alunos. Os experimentos foram confeccionados com materiais de baixo custo, o que facilitou a introdução deste trabalho na escola pública. Todos estes fatores influenciaram no êxito desse trabalho.

Trabalhos como os de Guedes, Braun e Rizzatti (2000) ressaltam a importância de explicarmos os processos que fazem parte do nosso dia-a-dia com materiais de baixo custo e com montagem acessível aos alunos. Nesse sentido desenvolveram um simulador do cristalino ocular, com o objetivo de fortalecer conceitos de Óptica Geométrica.

O mesmo enfoque é dado por Cardoso e Mendes Filho (2002), em cujo artigo são apresentadas situações vivenciadas diariamente através de experimentos de construção simples, e com o uso de materiais de baixo custo; essa é uma forma de mostrar ao estudante como a Física faz parte do seu cotidiano. Entre os assuntos abordados, está a Óptica, representada pela fibra óptica no conceito de reflexão total e o astigmatismo como um defeito da visão.

Nesta mesma perspectiva de apresentar experimentos de baixo custo e que reproduzam fenômenos do dia-a-dia, o trabalho de Gircoreano e Pacca (2001) descreve atividades experimentais que têm como objetivo uma aprendizagem mais significativa da luz e da visão. Isso é feito confrontando as idéias dos alunos com situações práticas, representadas pelos experimentos. Como resultado, se esperava a construção dos conceitos científicos abordados nestas atividades.

Por outro lado, observa-se que nos livros paradidáticos e livros-texto de Física este tema também têm recebido bastante destaque. Os textos Física 2 do GREF (2005) e o de Alvarenga e Máximo (1998), por exemplo, sugerem como complementação aos seus capítulos a realização de experimentos para a promoção de uma aprendizagem mais significativa.

Diez (1996) apresenta a construção de experimentos adaptados à realidade escolar, com ênfase na análise qualitativa dos fenômenos. Este livro aborda vários temas de Física e sugere que o trabalho seja feito em pequenos grupos para estimular a troca de idéias.

Valadares (2000) estimula os estudantes a descobrir a Física e suas aplicações práticas através de um trabalho criativo, por meio de experimentos que podem ser construídos pelos próprios alunos. A maioria destes é feita com material de baixo custo, o que torna acessível a ciência a todos os alunos. Este livro associa a ciência ao prazer da descoberta, com ênfase nos fenômenos do nosso dia-a-dia. Nesse texto, também é incentivado o trabalho em grupo para que se promovam discussões sobre os temas trabalhados.

Portanto, o presente trabalho, de certa forma, dá continuidade aos demais citados acima, aplicando este modelo em uma escola pública de Porto Alegre. Porém, inclui temas não abordados nos trabalhos anteriores.

Referencial Teórico

O desenvolvimento do ser humano está diretamente ligado com seu meio social. Através desta perspectiva, Vygotsky (1988) enfatiza que o desenvolvimento cognitivo de um indivíduo não ocorre independente do seu meio social, histórico e cultural.

Para Vygotsky, a interação entre o indivíduo e seu contexto social é fundamental para a internalização de conhecimentos. Nesse contexto, apresenta-se a escola como um grande motivador para essa troca de conhecimentos. Na escola o indivíduo socializa.

As relações interpessoais também podem ser exploradas através da proposta de trabalhos em grupo com os alunos. Nesse contexto, segundo Vygotsky, os alunos poderão

partilhar seus conhecimentos, promovendo a aprendizagem, dentro da zona de desenvolvimento proximal.

Outro fator importante para a aprendizagem é a pré-disposição para aprender. Segundo Ausubel, este é um dos fatores fundamentais para a aprendizagem. Na sua teoria, ele também ressalta a importância dos conhecimentos prévios do indivíduo para a aprendizagem significativa (Moreira, 1999).

Assim, a teoria de Ausubel considera que a pré-disposição para aprender e os conhecimentos prévios do indivíduo são fatores importantes e correlacionados para a promoção da aprendizagem. Na verdade, são condições para a aprendizagem significativa, as quais podem ser implantadas, pelo menos em parte, através de experiências de laboratório voltadas para o cotidiano dos alunos.

Metodologia

A proposta foi desenvolvida em uma escola estadual de Porto Alegre, durante o 2º semestre do ano letivo de 2002. Nessa atividade foram envolvidos, aproximadamente, 150 alunos provenientes de cinco turmas de 2º ano do Ensino Médio que a escola manteve nesse ano. Para a realização dos experimentos eles foram separados em grupos de cinco alunos, que se mantiveram praticamente constantes durante a execução das tarefas.

Os experimentos foram realizados no laboratório de ciências da escola, que tem apenas a infra-estrutura física, ou seja, a sala. Os poucos materiais existentes já estão sucateados e/ou inutilizados.

Como já foi dito, a experiência didática foi realizada durante a abordagem do conteúdo de Óptica Geométrica. Os alunos assistiam a aula teórica e logo após a exposição realizavam o experimento proposto, o qual seguia uma determinada ordem: primeiramente os alunos faziam a seleção do material utilizado, o que era responsabilidade dos mesmos, pois eram avisados previamente sobre a realização de atividades experimentais no laboratório; depois faziam a montagem do experimento e, então, o grupo colocava suas conclusões e as debatia; este debate gerava o relatório do experimento que era entregue na aula seguinte.

Os relatórios eram escritos em horários extra-classe e os alunos tinham acesso à biblioteca da escola e às anotações feitas em sala de aula, de onde iniciavam a atividade que lhes era proposta. A *Internet* também foi instrumento de consulta de alguns, principalmente quando se tratava de assuntos mais difundidos na mídia, como a fibra óptica.

Enquanto os alunos trabalhavam no laboratório eram constantemente orientados pela professora. Além disso, tinham a sua disposição, projetada em uma tela, uma lâmina com o roteiro do experimento a ser realizado.

Os relatórios, inicialmente, foram orientados por uma lista de questões que deveriam estar respondidas nos mesmos. Assim que os alunos se acostumaram a pesquisar e escrever, essas questões não foram mais requisitadas, por serem julgadas desnecessárias.

Foram realizados dez experimentos, sendo que alguns tratavam do mesmo assunto; contudo, foram aplicados em turmas diferentes.

Os experimentos, relacionados a seguir, foram sugeridos pelo livro *Física mais que divertida* (Valadares, 2000): *O milagre das imagens*, *Caleidoscópios*, *Simulação de uma fibra óptica*, *Luz no fim do túnel*, *Disco de Newton*.

O livro *Curso de Física, volume 2* (Alvarenga e Máximo, 2000), foi utilizado para orientação no experimento da *Câmara escura*. O experimento *Vamos entrar em uma sala de espelhos* foi sugerido em *Experiências de Física para o 1º Grau* (Berlitz et al., 1996); a autora deste trabalho alterou o título original do experimento.

Os experimentos *Vamos comprovar a 2ª lei da reflexão da luz* e o *Periscópio*, foram realizados em uma oficina promovida pela Faculdade de Física da PUCRS no ano de 1998. A montagem das maquetes dos *Eclipses solar e lunar* foi idealizada pela autora.

Análise dos Resultados

Este trabalho obteve uma grande aceitação dos alunos, o que foi evidenciado através dos relatórios apresentados. Da primeira até a última atividade, o interesse dos alunos foi crescente.

O primeiro experimento foi a montagem de maquetes dos *Eclipses solar e lunar*, o qual, além de fixar a idéia de objetos luminosos e iluminados, foi feito com o intuito de integrá-los nos seus grupos e como exercício para a pesquisa bibliográfica. Também foram desenvolvidas algumas questões importantes para a compreensão do Sistema Solar, tais como: discussão sobre a relação entre os tamanhos dos astros envolvidos, e as distâncias entre eles; a ocorrência de eclipses em outros planetas; e a relação entre velocidades e distâncias entre os planetas do Sistema Solar. Também foram discutidas as conseqüências dos movimentos terrestre de rotação e translação, e suas relações com a Lua e o Sol.

Para a construção das maquetes a maioria dos grupos optou por esferas de isopor de diâmetros diferentes para representarem os astros envolvidos. As maquetes, montadas e expostas no laboratório de ciências, foram construídas com riqueza de detalhes e as alternativas usadas para fazer o Sol brilhar foram muito criativas; um dos grupos, por exemplo, usou uma vela.

Os relatórios foram muito interessantes e bem escritos, e os alunos perceberam através da pesquisa necessária para sua elaboração a importância das diversas áreas do conhecimento para a compreensão dos fenômenos estudados. A seguir a transcrição da opinião de um dos grupos:

“Este trabalho nos possibilitou aprofundar nossos conhecimentos com relação aos eclipses; os tipos, as causas e conseqüências, aprendemos tanto na Geografia como na Física, já que para entendermos este fenômeno tivemos que pesquisar em ambas as matérias.”

O segundo experimento realizado foi a construção da *Câmara escura*, quando estávamos tratando do Princípio de Propagação Retilínea da Luz. Para sua confecção os alunos usaram caixas de papelão e papel vegetal como anteparo. Alguns alunos tiveram dificuldade em explicar a imagem formada no anteparo. Por outro lado, alguns conseguiram estabelecer uma relação entre a formação da imagem na câmara escura e no olho humano.

Os relatórios apresentados neste experimento tiveram um rendimento inferior aos anteriores, provavelmente pela dificuldade que alguns tiveram em explicar a formação da imagem.

O terceiro experimento foi *Vamos comprovar a 2ª lei da reflexão da luz*; por este experimento ser apenas uma comprovação de conceitos já estudados em aula os alunos mostraram menor interesse por este tema. Este experimento foi executado com o uso de canetas laser, cedidas pela professora, espelhos planos e transferidores.

Os próximos quatro experimentos, *O milagre das imagens*, *Vamos entrar em uma sala de espelhos?*, *Caleidoscópios* e *Periscópios* tiveram o mesmo objetivo, trabalhar a formação de imagens em espelhos planos e as reflexões múltiplas, e foram aplicados em quatro turmas diferentes.

Para a confecção destes experimentos foram utilizados espelhos planos, e materiais específicos para cada um deles, tais como: um cano de PVC para a montagem do periscópio, lantejoulas para a montagem do caleidoscópio.

No experimento *O milagre das imagens* o desempenho dos alunos no relatório se consolidou. A partir deste momento os alunos apresentaram uma redação de maior qualidade, com explicações eficientes sobre os fenômenos abordados.

A construção dos *Caleidoscópios* e *Periscópios* foram os experimentos que os alunos mais gostaram. O ato de construir atrai o adolescente, o faz sentir-se responsável pelo seu conhecimento.

No experimento *Simulação de uma fibra óptica*, realizado quando trabalhamos a reflexão total da luz, sua montagem apresentou alguns problemas, o que incentivou os alunos a aperfeiçoarem o experimento, propondo algumas variações na montagem. A montagem inicialmente proposta foi: fazermos um furo na parte inferior de uma caixa de leite, e neste colocarmos um pedaço de canudo de refrigerante. Contudo o canudo de refrigerante não foi muito eficiente e neste momento os alunos sugeriram que tirássemos o canudo e o experimento funcionou muito bem. Esta atitude os envolveu muito no momento da montagem e posteriormente na elaboração do relatório, que apresentaram um ótimo nível de pesquisa, pois foram abordados assuntos como a fabricação das fibras óticas, os tipos de fibra ótica e sua utilização.

Este envolvimento foi observado também nos experimentos posteriores, *Luz no fim do túnel* e *Disco de Newton*. Nestes experimentos os alunos puderam verificar o comportamento das cores quanto à absorção, reflexão e constituição da luz.

Os experimentos em que os próprios alunos construíram ou montaram o seu material de trabalho foram os que apresentaram relatórios mais precisos e completos, o que reitera a importância da construção do conhecimento pelo aluno gerando comprometimento com o seu aprendizado.

Esse resultado depende de vários fatores, entre eles a interação nos grupos de trabalho. Ela possibilitou trocas de significados entre os alunos, enriquecendo os relatórios dos grupos.

Além disso, os alunos foram motivados pela aula de laboratório; essa motivação é fundamental para o sucesso da aprendizagem. Pois quando o aluno encontra-se disposto e motivado o processo de aprendizagem é facilitado.

A união entre a pré-disposição para aprender e a troca de conhecimentos entre os sujeitos, com o objetivo de compartilhar significados para diversos conceitos abordados, gerou bons relatórios que demonstraram a aprendizagem dos conteúdos trabalhados.

Esse trabalho também ajudou a mudar a imagem da Física para estes alunos; eles imaginavam que estudar Física era “fazer cálculos”, com esse trabalho ensinamos conceitos usando atividades práticas, em que eles construíam os recursos necessários, e, assim, perceberam a importância destes conceitos para sua elaboração. A seguir a transcrição da opinião de alguns grupos no final do trabalho:

“Achamos que as aulas práticas foram bastante válidas, para o conhecimento e aprendizado do conteúdo. Através das aulas práticas tivemos maior entendimento da matéria, do que se fossem aulas teóricas, pois podemos usar vários instrumentos. Nas aulas teóricas seria mais difícil entender a matéria.”

“O nosso grupo achou interessante as aulas no laboratório. Foi importante por possuir mais recursos, como o caleidoscópio e o periscópio. Assim podemos entender mais a matéria.”

“Bom, gostamos muito das aulas no laboratório, porque assim o grupo pode ter uma noção melhor do que estava sendo estudado, porque tínhamos os objetos para transformar teoria em prática, ficando assim muito bem entendido.

Se tivéssemos visto a matéria apenas pelo polígrafo, não teríamos entendido direito por não ter os materiais necessários para as experiências.”

Este trabalho também procurou mostrar que não é necessário um laboratório sofisticado para ensinar Física.

Conclusão

Os resultados deste trabalho incentivam a prática desta metodologia nas aulas de Física. A construção, montagem do seu próprio material didático, e a pesquisa necessária para elaboração dos relatórios, motivam o aluno a participar do processo efetivo de construção do conhecimento, além de integrá-lo à escola e ao grupo com que interage. Esta atitude motiva a prática da cidadania no ambiente escolar, essencial para a formação do ser humano.

Estes resultados foram evidenciados por meio dos relatórios e relatos feitos ao longo do processo. Os experimentos em que os alunos tiveram mais motivação foram os que necessitavam a construção do material didático. Esses experimentos também apresentaram os melhores relatórios, sugerindo que o aproveitamento da capacidade de cada indivíduo de construir o seu próprio conhecimento está diretamente relacionada com atividades intencionalmente planejadas que o professor lhe propõe; o professor deve ter a sensibilidade de gerar propostas que integrem o aluno no processo de aprendizagem.

Ao professor em geral, tanto de escola pública como de escola particular, esta é uma possível solução para o problema da falta de materiais de laboratório, pois com materiais de fácil acesso e baixo custo, pode-se implementar aulas práticas de Física.

Apesar de o trabalho ter sido desenvolvido apenas em uma área da Física, a Óptica Geométrica, é possível estendê-lo para outras áreas, como, por exemplo, a Mecânica e o Eletromagnetismo.

Talvez mudando a perspectiva de que o professor ensina e o aluno aprende para a de que o professor “facilita”, gerando situações para o aluno aprender, possamos juntos com eles aprender a construir significados relacionados com a Física e com o ato de aprender.

Para finalizar, o trabalho contribuiu para mostrar aos estudantes que a Física não é só feita de fórmulas e problemas para serem resolvidos no caderno; a Física está presente no nosso dia-a-dia, e os avanços tecnológicos estão embasados por conceitos e teorias que podem ser tratados e entendidos desde que sejam utilizadas metodologias de ensino e de aprendizagem adequadas. Esta visão da Física, integrada com uma metodologia com a participação efetiva dos alunos também contribuiu para uma maior integração dos alunos na escola.

Referências

- [1] ALVARENGA, B., e MÁXIMO, A. *Curso de Física* (Volume 2). São Paulo: Scipione, 1998.
- [2] ALVARENGA, B., e MÁXIMO, A. *Física*. São Paulo: Scipione, 1998.
- [3] BERLITZ, A.J., ÁVILA, A.P., HEINEMANN, C., von WACKERRITT, H., BECKER, R., GRINGS, R.M. e DESSCH, R.J. *Experiências de Física para o 1º Grau*. São Leopoldo: UNISINOS, 1996.
- [4] BORGES, A.T. Novos rumos para o laboratório escolar de ciências. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 19(3): 291-313, dez, 2002.
- [5] CARDOSO, H. B., e MENDES FILHO, J. Improvisando dentro da sala de aula. *Física na Escola*, 3(2): 5-6, out, 2002.
- [6] DIEZ, S. *Experiências de Física na escola*. Passo Fundo: Editora da Universidade de Passo Fundo, 1996.

- [7] GIRCOREANO, J.P., e PACCA, J.L.A. O ensino de Óptica na perspectiva de compreender a luz e a visão. *Caderno Brasileiro de Ensino de Física*, 18(1): 26-49, abr, 2001.
- [8] GRUPO DE REELABORAÇÃO DO ENSINO DE FÍSICA. *Física 2: Física Térmica/Óptica/GREF*. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2005.
- [9] GUEDES, A., BRAUN, L., e RIZZATTI, M. Simulador didático do cristalino ocular. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 22(1): 137-139, mar, 2000.
- [10] KAWAMURA, M. R. D. e HOSOUME, Y. A contribuição da Física para um Novo Ensino Médio. *Física na Escola*, 4(2): 22-27, out, 2003.
- [11] Ministério da Educação. Parâmetros Curriculares Nacionais. Disponível em:<<http://portal.mec.gov.br/seb/index.php?option=content&task=view&id=391&Itemid=375>> Acesso em: 24/10/07.
- [12] MOREIRA, M. A. *Teorias de aprendizagem*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária, 1999.
- [13] SALINAS, J., e SANDOVAL, J. Enseñanza experimental de la Óptica Geométrica: Campos de visión de lentes y espejos. *Revista Brasileira de Ensino de Física*, 22(2): 259-265, jun, 2000.
- [14] VALADARES, E. C. *Física mais que divertida*. Belo Horizonte: Editora da Universidade Federal de Minas Gerais, 2000.
- [15] VYGOTSKY, L. *A formação social da mente*. 2ª ed. brasileira. São Paulo: Martins Fontes, 1988.