

Uma Metodologia de Pesquisa em Ensino de Ciências

LUIZ FELIPPE PERRET SERPA

Faculdade de Educação', Universidade Federal da Bahia, Salvador BA

Recebido em 2 de Meio de 1972

A basic systematics for the development of research in the teaching of science is presented. A preliminary analysis of the efforts **made** toward the renewal of the teaching of science is offered. Some directions for the revision of these efforts are indicated.

Apresenta-se uma sistemática básica para um desenvolvimento de pesquisas em ensino de ciências. Faz-se uma ligeira análise, com base nesta sistemática, dos esforços realizados até agora para renovar o ensino de ciências e indicam-se alguns caminhos para uma revisão desses esforços.

1. Introdução

O processo de ensino de ciências necessita urgentemente de critérios mais objetivos e específicos para possibilitar uma real inovação. Assim, os professores de ciências devem se dedicar a pesquisas sobre ensino de ciências para a obtenção desses objetivos mais específicos, colocados em forma **operacional**. Por exemplo, a necessidade de melhorar o ensino da Física decorre da observação de que ao longo dos anos houve' uma pequena variação dos métodos de ensino nessa ciência, com a consequente falta de interesse pelos cursos de Física por parte dos estudantes e o afastamento das novas gerações das ciências físicas. Na verdade, raramente se apresenta a Física como um processo de adquirir conhecimentos e compreensão da natureza e, mesmo como um corpo de conhecimentos, esta é fragmentada a ponto de se tornar irreconhecível.

Da necessidade de um maior número de cientistas, resultaram alguns esforços para tornar os cursos de ciências mais ricos e mais interessantes.

†Endereço: Avenida Joam Angélica, 183, 40.000 - Salvador BA.

Assim, várias organizações internacionais ligadas com o ensino de ciências dedicaram-se a esse mister; no entanto, a nosso ver, as atividades programadas nesse sentido, apesar de necessárias, foram muito periféricas (envolvendo construção de laboratórios, planejamento de equipamento e novos textos didáticos) e não de natureza pedagógica e substancial.

Os problemas reais do ensino de ciências, os problemas pedagógicos, foram relegados a segundo plano. Deve-se fazer um esforço organizado para se obter o reconhecimento de que a pesquisa pedagógica na área de ciências, por professores de ciências, é necessária e tão respeitável como a pesquisa na própria ciência. Aqui, pode-se lembrar a opinião de J. R. Oppenheimer de que a pesquisa ocorreria mesmo que fosse desencorajada, tal como a ocorrência do casamento e da poesia. No entanto, a pesquisa no ensino das ciências é, no momento, tão frustradora e desencorajadora, que dificilmente, se não houver apoio para esse fim, conseguir-se-á a confirmação da opinião de tão ilustre pensador.

As atividades de pesquisa de um docente nas universidades são realizadas em seu próprio *campo*, o qual é definido de uma forma muito restrita; por exemplo, o *campo* de pesquisa de um professor de Biologia é Biologia e não o ensino de Biologia. Infelizmente, a atividade de pesquisa científica do professor vista dessa forma pela universidade, dificilmente irá torná-lo um melhor professor no nível de graduação, parcialmente porque a atividade de pesquisa toma uma grande parte de seu tempo e, parcialmente, porque a atividade não está correlacionada com o ensino. Mas, o fator mais importante é que os cientistas, especialmente se são jovens, consideram o ensino de graduação uma atividade separada, de baixo valor e que compete, em tempo, com as atividades de pesquisa. As razões principais para essa atitude negativa, por parte dos cientistas, com o ensino, são a má formação pedagógica, a falta de experiência e instrução de ensino e a associação a cursos de graduação que não os permitem usar seus novos conhecimentos, decorrentes da pesquisa.

Certamente, a pesquisa do ensino de ciências é o campo mais intimamente ligado com as atividades docentes do professor de ciências. O melhor ponto de partida é se aumentar a pesquisa do ensino de ciências, oferecendo-se condições aos professores de ciências. Eles tem obstáculos difíceis a transpor, porém seus esforços serão consideráveis. Eles aprenderão, se já não o sabem, que o ensino com propósitos de pesquisa é uma atividade altamente excitante e reforçadora. Assim, os professores poderão produzir melhores cientistas e contribuir para o progresso da ciência. São eles, e não os pesquisadores em ciências, que poderão engendrar um respeito

racional pela ciência. Serão capazes de passar seus conhecimentos de ensino de maneira metódica a posteridade.

Este trabalho visa esboçar um método de pesquisa em ensino de ciências e relatar, dentro desta linha, o programa de pesquisas do Departamento de Metodologia de Ensino de Ciências da Faculdade de Educação da Universidade da Bahia.

2. Variáveis Educacionais

Vamos, inicialmente, estabelecer um formalismo que sirva de orientação para uma análise sobre a metodologia de Pesquisa no ensino de ciências. Alguns aspectos desse formalismo aplicar-se-ão igualmente ao ensino de outras áreas e outros serão específicos do ensino de ciências.

Consideraremos, para o ensino das ciências, o espaço formado pelos seguintes aspectos, que são subespaços do espaço considerado: aluno (X), professor (Y), escola (Z) e curso de ciências (W). As letras maiúsculas entre parênteses designam os aspectos respectivos. Denominaremos o conjunto de subespaços (X, Y, Z, W) de espaço instrucional E. Formalmente, o problema do ensino de ciências encontra-se em determinar os pontos que definem a hypersuperfície instrucional, de probabilidade máxima de aprendizagem. Os subespaços X, Y, Z, W são formados por dimensões definidas por variáveis x_i, y_i, z_i, w_i . A probabilidade de aprendizagem P é função de x_i, y_i, z_i e w_i , isto é, $P(x_i, y_i, z_i, w_i)$. Escolheremos para cada subespaço seis dimensões, que correspondem a seis variáveis.

Formalmente, trata-se de determinar os máximos de $P(x_i, y_i, z_i, w_i)$. Esta determinação só poderá ser feita experimentalmente através da aplicação de diversos cursos de ciências em várias situações. A probabilidade $P(x_i, y_i, z_i, w_i)$, dados x_i, y_i, z_i, w_i é definida pelo número de alunos que obtiveram sucesso, dividido pelo total de alunos determinado pelo valor das variáveis x_i , submetidos a experiência, dados y_i, z_i e w_i .

Em resumo, uma experiência educacional envolve, em nosso contexto, o controle de 24 variáveis e a determinação da função P para certos valores dessas variáveis.

Deve-se ainda ressaltar que toda experiência envolve um espaço instrucional E particular. Assim, necessita-se de muitas experiências para a determinação dos máximos de $P(x_i, y_i, z_i, w_i)$.

Escolhemos, como variáveis dos sub-espços considerados as seguintes:

1. *Subespaço X (Aluno)*

- a. Nível de *QI* - x_1 ;
- b. Condições sócio-econômicas - x_2 ;
- c. Condições psico-sociais - x_3 ;
- d. Nível anterior de conhecimentos em relação ao curso - x_4 ;
- e. Nível anterior de habilidades em relação ao curso - x_5 ;
- f. Faixa etária - x_6 ;

2. *Subespaço Y (Professor)*

- a. Nível de *QI* - y_1 ;
- b. Condições sócio-econômicas - y_2 ;
- c. Condições psico-sociais - y_3 ;
- d. Formação científica e pedagógica - y_4 ;
- e. Cultura geral - y_5 ;
- f. Habilidade de ensino - y_6 ;

3. *Subespaço Z (Escola)*

- a. Corpo docente - z_1 ;
- b. Estrutura curricular - z_2 ;
- c. Instalações - z_3 ;
- d. Corpo discente - z_4 ;
- e. Estrutura administrativa - z_5 ;
- f. Prestígio social da escola no meio - z_6 ;

4. *Subespaço W (Cursos de Ciências)*

- a. Currículo de Ciências - w_1 ;
- b. Equipamento e instalações para o curso - w_2 ;
- c. Pré-requisitos do curso - w_3 ;
- d. Programação do curso - w_4 ;
- e. Plano de atividade do curso - w_5 ;
- f. Finalidades do curso - w_6 .

A partir dessa escolha, poderemos traçar um critério de métodos de pesquisa para o ensino de Ciências. É claro que pode se escolher outras variáveis diferentes das indicadas aqui; no entanto, qualquer que seja a escolha, esta recairá fundamentalmente em uma abordagem análoga. O importante é que se se pretende realizar alguma pesquisa no sentido de melhorar o ensino de ciências, devemos, a *priori*, fazer uma classificação análoga, desde que a abordagem de qualquer variável educacional envolva, direta ou indiretamente, todas as outras.

3. Categorização das variáveis

Após a escolha das variáveis dos subespaços, tornam-se necessários métodos, no sentido de obter critérios para categorizar cada variável, isto é obter meios para, por exemplo, dizer quando um aluno (X) tem um certo valor da variável QI (x_1). Para alguns tipos de variáveis existem métodos padronizados para obter os valores das respectivas variáveis. Vejamos cada uma:

y_1, x_1 – para o nível QI existem meios padronizados de classificação (Psicologia).

y_2, x_2 – para as condições sócio-econômicas existem meios padronizados de classificação (Sociologia).

y_3, x_3 – para as condições psico-sociais existem alguns meios de classificação, tirados da psico-sociologia.

x_4, x_5 – nível anterior de conhecimentos e habilidades pode ser testado pelo próprio professor do curso, antes de começá-lo.

x_6 – uma variável de classificação óbvia (Psicologia).

y_4 – pode ser obtida uma classificação de formação científica e pedagógica dos professores através de critérios de avaliação de seus currículos.

y_5 – pode ser obtida uma classificação de cultura geral através de testes de conhecimentos gerais e entrevistas com os professores, sob critérios de avaliação preparados antecipadamente.

y_6 – as habilidades de ensino, através de uma classificação de habilidades e observações, com avaliação respectiva do desempenho dos professores na sala de aula, poderão ser categorizadas, apesar de que nesse ponto talvez seja necessária uma intensa atividade com a técnica de microensino¹.

Nesse ponto, queremos enfatizar que para uma categorização das variáveis z_i ($i = 1, \dots, 6$), como para y_i , devemos ainda desenvolver pesquisas de um lado no campo da estrutura escolar e do outro no campo de habilidades de ensino².

Da mesma forma, critérios para categorização das variáveis w_i ($i = 1, \dots, 6$) exigem intenso campo de pesquisa de objetivos, avaliação e métodos e técnicas no ensino de Ciências² correlacionados com os aspectos X, Y, Z .

Assim, desejamos ressaltar que para se desenvolver pesquisas de ensino de ciências, **estamos** ainda no ponto de desenvolver pesquisas para categorização de cerca de 13 das 24 variáveis dos diversos subespaços, a fim de obtermos uma metodologia de pesquisa. Felizmente, a procura dessa categorização de variáveis traz conseqüentemente, junto com o desenvolvimento de uma metodologia de pesquisa no ensino de Ciências, o próprio progresso do ensino de Ciências.

Queremos ainda enfatizar, após a introdução de variáveis educacionais e sua possível categorização, a importância dos trabalhos realizados por professores de Ciências para a obtenção de uma metodologia de pesquisa em ensino de Ciências, desde que a categorização das variáveis dos subespaços Z e W , junto com estudos das variáveis dos subespaços X e Y , só serão possíveis se esses trabalhos forem realizados pelos referidos professores, porque somente estes tem a possibilidade, em seu trabalho diário, de lidar com todas as variáveis dos subespaços considerados.

4. A Metodologia de Pesquisa no Ensino de Ciências: um Exemplo

É claro que do exposto anteriormente, existe uma rica variedade de pesquisas em ensino para os professores de Ciências. De um lado, dentro do desenvolvimento da própria metodologia de pesquisa, através de trabalhos para categorização de variáveis como, por exemplo, y_6 . Por outro lado, na pesquisa propriamente dita, que seria definida pela obtenção do valor da função de probabilidade $P(x_i, y_i, z_i, w_i)$ para determinados valores de x_i, y_i, z_i, w_i .

Como exemplo, suponhamos que se deseja obter informações sobre relações entre nível de QI do aluno (x_1), habilidades de ensino do professor (y_6) e plano de atividades do curso (w_i). Nesse caso, o background, definido pela fixação do subespaço definido por todas as outras variáveis, é constituído pelo subespaço Z , e as variáveis $x_i (i \neq 1)$, $y_i (i \neq 6)$ e $w_i (i \neq 5)$. Como se vê somente com a fixação de um subespaço (Z) e de mais 15 variáveis é que se torna possível tal pesquisa.

Em uma mesma escola ou em escolas de mesma categorização, teríamos classes de alunos com planos de atividades diferentes e com o professor desenvolvendo as mesmas habilidades e também classes de alunos com o mesmo plano de atividades, desenvolvidas com habilidades de ensino diferentes. Evidentemente, a amostragem dos alunos dessas classes satisfaria o background. Por exemplo, dentro das classes, só se comparariam

estudantes de mesmas condições sócio-econômicas, psico-sociais, mesmo nível anterior de conhecimentos e habilidades e na mesma faixa etária. Esses estudantes seriam agrupados, não explicitamente, mas para efeito de pesquisa, em grupos de QI idênticos.

5. Uma Crítica à Renovação do Ensino de Ciências

Os esforços dispendidos para se renovar o ensino de ciências foram, infelizmente, unilaterais. O enfoque principal foi no curso de Ciências (sub-espaço definido pelas variáveis w_i) e certas variáveis de outros subespaços, como, por exemplo, y , x_6 e z . No entanto, esse foi colocado a priori, via reformulação do curso. Em consequência, por falta de controle do background, controle esse que daria a orientação adequada para a renovação do ensino de Ciências, os diversos currículos e programas renovadores estruturados em projetos, se multiplicaram e não conseguiram afetar, com intensidade proporcional aos gastos e esforços dispendidos nos projetos, o ensino de ciências. Por exemplo, no caso particular da Bahia, a introdução de Projetos, tais como o BSCS, CHEM's e IPS, não conseguiu melhorar fundamentalmente o ensino de ciências, a não ser sob aspectos superficiais, tais como instalação de laboratório e textos. Tal afirmativa tem por base os resultados desastrosos dos exames de ingresso à Universidade, exames esse baseados nos referidos programas, apesar do grande número de professores treinados nesses projetos. Em Salvador, cerca de 90% dos professores de Biologia foram treinados, 60% dos de Física e cerca de 30% em Química e Ciências³.

A nosso ver, a ausência de uma metodologia de pesquisa no ensino de Ciências e a falta de participação efetiva de professores de ciências nessas pesquisas, dentro dos colégios, contribuem para os resultados **desanimados** obtidos até agora e, possivelmente, junto com outros aspectos, traduzem o problema mais complexo das questões econômicas, sociais e políticas. Além disso, mesmo nos concentrando somente nos programas, somos levados a concluir que antecipamos, sem um maior estudo, o uso de tais currículos, haja visto, por exemplo, as críticas ao BSCS⁴, críticas que se ajustam muito bem a diversos outros programas.

6. Conclusão

Queremos, para concluir, enfatizar os seguintes pontos:

1.º) revisão por parte de todos os grupos que trabalham em ensino de

ciências, sob o ponto de vista crítico do que foi feito até agora, tendo-se em vista a importância dos aspectos globais em qualquer renovação de ensino;

2.º) desenvolvimento de pesquisas no ensino de ciências, visando-se, principalmente, uma metodologia de pesquisa e a participação, em grande escala, de professores de ciência nessas pesquisas.

3.º) desenvolvimento em grande escala, como técnica de pesquisa, de clínicas de microensino, por todos os grupos que trabalham em ensino de ciências.

Pretendemos, na Faculdade de Educação da Universidade Federal da Bahia, desenvolver pesquisas que visem principalmente:

- a) a técnica de microensino;
- b) o método de ensino personalizado⁵;
- c) uma metodologia de pesquisa em ensino de ciências;
- d) o envolvimento dos professores de ciências na pesquisa.

A pergunta-base que norteia nossas pesquisas é a seguinte: Qual a relação entre objetivos, avaliação, métodos e técnicas de um curso de ciências com o aluno, o professor e a escola? Como exemplo, podemos indicar uma pergunta mais específica, que se insere na nossa pergunta anterior: Com que objetivos, qual a forma de avaliação, quais os métodos e as técnicas mais adequados para se ensinar ciências aos alunos atrasados! E a alunos superdotados'?

Bibliografia

1. O. Ryan, K. Allen, *Microteaching* – Addison Wesley Pub. Co. Inc., 1969.
2. L. F. Perret Serpa, *Um projeto de pesquisa em ensino de ciências*. Papel Mimeografado. Fac. Educação da UFBA (1971).
3. L. F. Perret Serpa, *O ensino de ciências experimentais em Salvador e a reforma de ensino* (a ser publicado).
4. D. P. Ausubel, *An evaluation of the BSCS approach to high school biology*, New Trends in Biology Teaching, Vol. 1 (Unesco, 1966).
5. L. F. Perret Serpa, O método de instrução personalizada na Universidade de Brasília – Papel mimeografado, Universidade de Brasília; Menção Honrosa, Prêmio União dos Bancos Brasileiros (1971).

SOCIEDADE BRASILEIRA DE FÍSICA

1. DIRETORIA (1971-1973)

Presidente - Alceu G. de Pinho Filho (PUC-GB)
Vice-presidente - Ernst Wolfgang Hamburger (USP)
Secretário Geral - Giorgio Moscati (USP)
Secretário - Carlos A. Dias (UFBA)
Tesoureiro - Olácio Dietzsch (USP)
Secr. p/Assuntos de Ensino - Beatriz Alvarenga (UFMG)
Secr. Adjunto p/Ass. de Ensino - Marco Antonio Moreira (UFRGS)

2. SECRETÁRIOS ESTADUAIS (1970-1972)

Rio Grande do Sul - Victoria E. Herscovitz (UFRGS)
São Paulo - Nelson Jesus Parada (UEC)
Minas Gerais - Francisco Cesar de Sá Barreto (UFMG)
Bahia - Sergio Cavalcanti Guerreiro (UFBA)
Pernambuco - Ivon Palmeira Fittipaldi (UFPe)
Ceará - Homero Lenz Cesar (UFCE)

3. CONSELHO

Jayme Tiomno (Princeton, EUA)
Ross Alan Douglas (USP)
Ramayana Gazzinelli (IPR)
José Leite Lopes (Strasbourg, França)
José Goldemberg (USP)
Shiguelo Watanabe (USP)
Erasmu Madureira Ferreira (PUC-GB)
Jorge André Swieca (PUC-GB)
Cesare M. Lattes (UEC)
Francisco A. Germano (UFCE)

Suplentes

Luiz Carlos Gomes (UNB)
Hennque Fleming (USP)
Fernando de Souza Barros (UFRJ)
Rogério C. Cerqueira Leite (UEC)
Nelson Jesus Parada (UEC)

Endereços

PUC Instituto de Física
Pontifícia Universidade Católica
Rua Marquês de São Vicente, 209
20000 - Rio de Janeiro GB

USP Instituto de Física
Universidade de São Paulo
Caixa Postal 20516
01000 - São Paulo SP

- UFBa Instituto de Física
Universidade Federal da Bahia
Federação
40000 - Salvador BA
- UFMG Instituto de Ciências Exatas
Universidade Federal de Minas Gerais
30000 - Belo Horizonte MG
- UFRGS Instituto de Física
Universidade Federal do Rio Grande do Sul
Av. Luiz Englert s/n
90000 - Porto Alegre RS
- UEC Instituto de Física
Universidade Estadual de Campinas
Cidade Universitária
13100 - Campinas SP
- UFCe Instituto de Física
Universidade Federal do Ceará
Caixa Postal 1262
60000 - Fortaleza CE
- IPR Instituto de Pesquisas Radioativas
Universidade Federal de Minas Gerais
Caixa Postal 1941
30000 - Belo Horizonte MG
- UNB Departamento de Física
Universidade Nacional de Brasília
70000 - Brasília DF
- UFRJ Instituto de Física
Universidade Federal do Rio de Janeiro
Ilha do Fundão
20000 - Rio de Janeiro GB
- UFPe Instituto de Física
Universidade Federal de Pernambuco
50000 - Recife PE

Índice Geral do Volume 2

Número 1

International Symposium on Nuclear Structure (São Paulo, 1971) **Simpósio Internacional sobre Estrutura Nuclear**

J. GOLDEMBERG — Welcoming Address	9
O. SALA — Nuclear Physics in São Paulo	11
D. A. BROMLEY — Concerning Raymond George Herb on the Occasion of the Dedication of the First Herb Pelletron Tandem Accelerator	13
R. G. HERB — Electrostatic Accelerator Development at Wisconsin	17
E. K. WARBURTON — The Light Nuclei	37
P. E. HODGSON — Direct and Compound Processes in Nuclear Reactions	61
P. E. HODGSON and D. J. MILLENER — Single Particle States in Nuclei	87
A. E. LITHERLAND — The Electrofission of Magnesium	101
D. A. BROMLEY — Structure in the Continuum — A New Field in Heavy Ion Physics	119
W. HAEBERLI — Spin Dependence in the Deuteron Optical Model	187
H. T. RICHARDS — Isospin Mixing in ^{18}F	213
H. T. RICHARDS — Isospin Mixing in ^{14}N and the Reaction Mechanism	241
D. R. BÈS — The Pairing Deformation in Isospace and Gauge Space	255
List of Participants	269
Sociedade Brasileira de Física	272

Número 2

Pesquisa-Research

J. G. RAMOS and A. A. GOMES — Application of the Statistical Perturbation Method to the Heisenberg Ferromagnet	3
ABEL ROSATO and JOSEPH L. BIRMAN — Optical Properties of a Four Layer Polytype of ZnS by the Empirical Pseudopotential Method	15
	391

J. A. DE FREITAS PACHECO — On the Heating of the Interstellar Gas	29
MARGARETE KRAMMER — Quark Model Relations for the Electroproduction of Pseudoscalar Mesons	33
RAMAYANA GAZZINELLI, JOSÉ GOMES MARRA and GERALDO MATIAS RIBEIRO — A Superheterodyne Spectrometer for EPR and ENDOR	39
V. PORTO — Some $^{14}\text{N}(d, p)^{15}\text{N}$ Reactions in the Deuteron Energy Range from 1 to 3 MeV	47
F. C. ZAWISLAK and D. D. COOK — Hyperfine Magnetic Fields Acting on ^{221}Bi in Ni, Co and Fe Lattices	51
W. G. L. Poppel and E. R. Vieira — Search for Neutral Hydrogen in the Galactic Cluster NGC 2287	59
C. A. FERREIRA LIMA, D. E. LABORNE E VALLE, M. L. DE SIQUEIRA and N. P. SILVA — Calculation of the Optical Transition for PbS, PbSe, PbTe, SnTe and GeTe Using a 3-Parameter Model Potential	67
L. C. M. MIRANDA and D. ter HAAR — Plasma Effects in Sound Amplification in Piezo-electric Semiconductors	77
J. BELLANDI FILHO — Deep Inelastic Electron Scattering in a Non-Relativistic Bound State Model	87
J. OSADA, J. R. M. BONILHA, A. C. FERREIRA and H. V. CAPELATO — Effect of Electron-Electron Collisions on the Thermal Conductivity of a Dense Plasma	95

Resenha-Reviews

J. GOLDEMBERG — Problemas Atuais no Estudo da Fissão Nuclear	103
--	-----

Ensino-Teaching

E. W. HAMBURGER — Organização de um Curso Básico de Física para 1500 Alunos	141
Sociedade Brasileira de Física	153

Número 3

Pesquisa-Research

T, BORELLO, E. FROTA-PESSOA, C. Q. ORSINI, O. DIETZSCH	392
--	-----

and E. W. HAMBURGER — Energy Levels of ^{111}Sn , ^{113}Sn and ^{123}Sn	157
F. G. BIANCHINI — Nuclear Elastic and Inelastic Scattering of Iron Capture Gamma-Rays from Lead and Nickel	191
H. A. BROWN — On a Ferromagnetic with the Schrodinger Spin-Exchange Operator	201
G. F. LEAL FERREIRA and B. GROSS — Dissipation of Charge Layers in Dielectrics	205
F. M. SMOLKA and A. G. PINHO — Levels in the $N = 82$ Nucleus ^{142}Nd	215
E. FERRARI — A Study on a New Tabulation of Forward Pion-Nucleon Scattering Amplitudes	225
LEWIS M. FRAAS and JAMES E. MOORE — Raman Selection Rule Violation for a Spinel Crystal	299
D. R. DE OLIVEIRA and S. S. MIZRAHI — A Tamm-Dancoff Calculation of Excited States of Ne^{20}	311
L. C. BIEDENHARN and A. GAMBA — The Splitting of a Degenerate Level Under the Action of a Symmetry-Breaking.. Hamiltonian	319

Resenha-Reviews

FABIO G. REIS and R. LUZZI — Surface Inelastic Scattering of Light	337
R. E. MEDRANO — Force Distance Relations in Dislocation Forest Cutting Processes	357

Ensino-Teaching

LUIZ FELIPPE PERRET SERPA — Instrução Personalizada: uma Experiência de Ensino de Ciências	367
LUIZ FELIPPE PERRET SERPA — Uma Metodologia de Pesquisa em Ensino de Ciências	388
Sociedade Brasileira de Física	389
Índice Geral do Volume 2	391

ESTA OBRA FOI COMPOSTA EM TIMES ROMAN
PELO SISTEMA DE FOTO COMPOSIÇÃO (*Mo-*
nophoto) E IMPRESSA EM *Off-Set* PELA
DISTRIBUIDORA PAULISTA DE JORNAIS
REVISTAS, LIVROS E IMPRESSOS LTDA.
RODOVIA PRESIDENTE DUTRA, KM 396
GUARULHOS — ESTAD. DE SÃO PAULO

