

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

**INSTITUTO DE FÍSICA
CAIXA POSTAL 20516
01498 - SÃO PAULO - SP
BRASIL**

PUBLICAÇÕES

IFUSP/P-536

TRABALHOS ENCAMINHADOS PARA O SIMPÓSIO DO IFUSP
EM COMEMORAÇÃO AO CINQUENTENÁRIO DA USP

Instituto de Física, Universidade de São Paulo

Julho/1985

ESTES TRABALHOS SERIAM APRESENTADOS NO SIMPÓSIO DO
IFUSP EM COMEMORAÇÃO AO CINQUENTENÁRIO DA USP. NO ENTANTO, O
SIMPÓSIO EM QUESTÃO ACABOU NÃO SE REALIZANDO. DE TODA MANEIRA,
DECIDIMOS PUBLICÁ-LOS, POIS PODERÃO SER MUITO ÚTEIS PRINCIPAL-
MENTE AOS ALUNOS DE PÓS-GRADUAÇÃO.

A COMISSÃO

INSTITUTO DE FÍSICA TEÓRICA
RUA PAMPLONA, 145 - CEP 01405
TELEFONE: 288-5643
END. TELEGR. "FISICATEÓRICA" - SÃO PAULO
SÃO PAULO - BRASIL

H O M E N A G E M À U S P

Paulo Leal Ferreira
Instituto de Física Teórica, São Paulo

1. Introdução

Ao ensejo do quinquagésimo aniversário de fundação da Universidade de São Paulo, o Instituto de Física Teórica vem, jubilosamente, associar-se às comemorações.

A criação da Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras em 1934, núcleo central da Universidade então fundada, é evento histórico de singular importância. Ela representou, em nosso meio, a vitória, ainda que tardia, da idéia de universidade concebida em sua tríplice função de criação, crítica e transmissão de ciência e de cultura.

Foi uma árdua caminhada de meio século de lutas mas também de grandes realizações que fizeram da Universidade de São Paulo a mais importante do país, responsável por grande parte de sua produção cultural e científica.

Como seu antigo aluno e docente, é-me grato recordar brevemente aqui os tempos pioneiros do Departamento de Física da F F C L, na sua antiga sede - que hoje não mais existe - da rua Brigadeiro Luiz Antônio, 784.

Foram tempos de convívio com mestres como Gleb Wataghin, Má

rio Schenberg, Marcelo Damy de Souza Santos, Abraão de Moraes, Paulus Aulus Pompéia, Oscar Sala, Walter de Camargo Schützer, César Lattes e com colegas como Roberto Aureliano Salmeron, Paulo Saraiva de Toledo, Paulo Sérgio de Magalhães Macedo, Ugo Camerini, Jean Meyer, André Wataghin, Georges Schwachheim e Shiguo Watanabe.

Eram então recentes os primeiros frutos do intenso labor que caracterizou os primeiros anos de existência do Departamento, dirigido pelo Professor Gleb Wataghin: a história descoberta dos "showers" penetrantes por Wataghin, Souza Santos e Pompéia (1940), as pesquisas teóricas de Mário Schenberg sobre o electron puntiforme (1945) e, posteriormente, as experiências de Cesar Lattes, então na Universidade de Bristol, que culminaram com a descoberta do pión na radiação cósmica por meio da exposição de emulsões nucleares nos Andes bolivianos (Lattes, Muirhead, Occhialini e Powell, 1947). Viviam-se, numa pequena comunidade de franco convívio entre alunos e professores, um ambiente científico extraordinário, graças ao entusiasmo e dedicação inesgotáveis do Professor Wataghin, a quem rende a física brasileira preito de gratidão.

O bacharelado na época era feito em apenas três anos. Coube à minha turma o privilégio de seguir alguns cursos notáveis como os de Física Teórica e Matemática, ministrados pelo Professor Wataghin e os de Mecânica Racional e Analítica, pelo Professor Schenberg. Terminados os três anos de bacharelado, seguindo a tradição européia prevalente, aqueles que pretendiam seguir a carreira científica eram incentivados a es

colher um tema de pesquisa, a ser desenvolvido sob a direção de professor do Departamento. Ademais, a nossa formação foi sendo completada por cursos extracurriculares de que participavam alunos e professores. Recordo-me do curso comentado sobre o famoso livro de P.A.M. Dirac "The Principles of Quantum Mechanics" dado por Schenberg; do curso baseado no livro "The Quantum Theory of Radiation", de W. Heitler, ministrado por Walter Schützer e dos seminários sobre Física Nuclear baseados nos famosos artigos de H. Bethe em "Reviews of Modern Physics", de 1936, feitos por Jayme Tiomno, que recém chegara do Rio de Janeiro. A mim coube expôr a conhecida obra de Édmond Bauer, "Introduction à la Théorie des Groupes et à ces applications en Physique Quantique" que me serviu de base para outras incursões, dentro de meus interesses científicos posteriores.

Hoje, em dia, é claro, a escala é muito outra sendo maior por cerca de duas ordens de grandeza. Com o crescimento do país, a USP agigantou-se e enfrenta problemas decorrentes, em boa margem, desse crescimento, os quais representam verdadeiro desafio a ser vencido pelas novas gerações.

2. O Instituto de Física Teórica

Que me seja permitido agora discorrer brevemente sobre o Instituto de Física Teórica que ora represento nesta solenidade.

Em 1952, fundou-se em São Paulo, por iniciativa do Engenheiro J.H. Leal Ferreira, uma fundação de direito privado denominada Instituto de Física Teórica, cujos objetivos es

tatuários básicos eram: promover a pesquisa básica no campo da Física; contribuir para a formação e aproveitamento de novos pesquisadores e promover a vinda ao país de físicos do exterior para aqui ministrarem cursos avançados e realizarem pesquisas.

Reunindo inicialmente um pequeno número de pesquisadores, o IFT deu início às suas atividades científicas em 1952 contando nos anos iniciais, com a participação dos Professores C.F. von Weizsäcker, Wilhelm Macke, Reinhard Oehme, Gert Molière, Hans Joos e Werner Güttinger (1952-1957).

Posteriormente, o IFT executou um programa de colaboração com físicos japoneses na figura dos Professores Mituo Taketani, Yasuhisa Katayama, Tatuoki Miyazima, Daisuke Itô e Jun'ichi Osada (1958-1962) o qual deu lugar, posteriormente, a outros programas de colaboração envolvendo físicos japoneses e o IFUSP e também a colaboração Brasil-Japão no campo da radiação cósmica, envolvendo a UNICAMP e o CBPF.

As mencionadas colaborações internacionais consolidaram o IFT como centro de pesquisas científicas internacionalmente conhecido.

A partir de 1970, seguindo as diretrizes da política de implantação da pós-graduação no país, o IFT passou a oferecer cursos regulares de pós-graduação em Física.

Aqui vão alguns números. Até esta data matricularam-se 193 alunos, vindos de várias partes do país e do exterior, tendo sido defendidas e aprovadas no IFT, 53 teses de Mestrado e 13 teses de Doutorado.

No campo da pesquisa, o IFT publicou, em periódicos internacionais, trabalhos de pesquisa nas seguintes áreas:

- Física de Partículas e Campos(91),
- Física Matemática(51),
- Física Nuclear(30),
- Gravitação e Cosmologia (8),
- Mecânica Estatística(6)e
- Matéria Condensada(10),

perfazendo um total de 196 trabalhos publicados no exterior, até esta data. O número total de trabalhos em revistas nacionais foi de 64, num total geral de 260 publicações. Tal número é, sem dúvida diminuto em termos da produção do IF USP mas não deixa de ser bastante significativo dada a reduzida dimensão do quadro de pesquisadores do IFT.

Conta o IFT com uma biblioteca de 10.928 livros e 8.890 volumes de periódicos científicos que atende a pesquisadores de todo o país.

Cabe também mencionar que o IFT editou por sugestão do Professor Taketani um pioneiro boletim "Informações entre Físicos" (1958-1967). Tal iniciativa teve continuidade com os trabalhos de editoria da Revista Brasileira de Física, órgão da SBF, realizada no IFT no período de 1971 a 1978.

O esboço que estamos traçando ficaria incompleto se não mencionassemos, com o devido realce, as colaborações do IFT com outras instituições e sobretudo com o Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

Tal colaboração realizou-se de várias formas: participação em seminários, participação em bancas de concurso ou defe -

sas de teses, trabalhos científicos em colaboração e intercâmbio entre as respectivas bibliotecas .

É significativo mencionar aqui que o número de trabalhos feitos em colaboração entre o IFUSP e o IFT atinge o total de onze.

Finalmente, é-me grato ressaltar como fato de suma importância para o IFT, a participação de Professores da USP- e em particular do IFUSP -no Conselho Diretor da Fundação Instituto de Física Teórica.

Fazemos aqui sinceros votos de que, no futuro tal colaboração venha a crescer para mútuo benefício das duas instituições.

3. Perspectivas

O Professor Paul Bastide, um dos fundadores da USP, em recente palestra nesta Universidade, sob o título "O que o Brasil me ensinou", dentro das comemorações do quinquagésimo aniversário dizia "que qualquer comemoração deveria estar mais empenhada no futuro que no passado, cuja consistência histórica é muito precária, ameaçada de tornar-se mito e fabulação". Ajuntava também que "uma comemoração verdadeira não pode ser gratuita especialmente quando se trata de universidade, que traz no seu bôjo as idéias de universalidade, interdisciplinaridade e intercâmbio cultural".

A história da Universidade de São Paulo e também a do Instituto de Física Teórica, parecem mostrar com clareza excepcional a importância do intercâmbio internacional que, a nosso ver, deve ser incentivado e incrementado como uma de

nossas principais prioridades. Só assim estaremos em condições de aferir os nossos padrões de pesquisa com os da comunidade internacional e vencer isolamentos e acanhamentos prejudiciais à criação, à crítica e a própria transmissão de conhecimentos.

O progresso realizado pelo Brasil no campo da ciência desde os tempos da fundação da USP em 1934 até hoje foi extraordinário.

Tendo sido ao mesmo tempo espectador e participante desta transformação, sou por isso mesmo incuravelmente o otimista quanto ao destino da Universidade. Deposito enorme confiança no trabalho das novas gerações. A elas, desejo transmitir aqui a firme convicção de que, por certo, melhores dias virão e comêles, uma universidade com mais luzes, mais liberdade e mais dignidade, tornando-se cada vez mais apta a realizar suas magnas funções no seio da sociedade brasileira.

----- 0 -----

Por ressonância paramagnética determinamos os efeitos de irradiação em cristais de berilo, espodumênio, turmalina e topázio, em vidros aluminoboratos de bário, em silício amorfo hidrogenado, sulfeto de germânio, vidros de óxido de arsênio e cristais de mesma estequiometria, em complexos de melanina e melano-protéicos. Determinamos ainda como a cinética dos defeitos observados nesses materiais. Determinamos também os espectros de absorção óptica bem como a cinética de centros de cor produzidos por irradiação em cristais de berilo, espodumênio, turmalina e topázio.

Estamos montando o espectrógrafo de RQN (ressonância de quadrupolo nuclear) bem como equipamentos para a determinação de luminescência. Damos continuidade às pesquisas nos materiais acima citados, acrescentando novos materiais semicondutores como o sulfeto de antimônio e materiais cerâmicos usando técnicas de luminescência, NQR e condutividade iônica.

A pesquisa em cristais naturais se insere no esforço de determinar a estrutura e as propriedades físicas dos centros de cor induzidos por irradiação e dar suporte à tecnologia de valorização das gemas brasileiras. A pesquisa em semicondutores se insere no esforço nacional de dar suporte à tecnologia envolvida na implementação de dispositivos eletrônicos. A pesquisa de complexos de melanina e melano-protéicos visa estudar os mecanismos de proteção à radiação em sistemas biológicos.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA

CIDADE UNIVERSITÁRIA - CAIXA POSTAL 20516
END. TELEG. "FISUSPE" - SÃO PAULO - BRASIL

RESUMO PARA O SIMPÓSIO DO CINQUENTENÁRIO

GRUPO DE RESSONÂNCIA MAGNÉTICA

Walter Sano, José Alberto Ochi e José Carlos Sartorelli

Estudamos complexos de metais de transição pela técnica de EPR. As amostras utilizadas, sob forma de cristais, são do tipo MX_2Y , onde $M = Ni, Mn, Zn, Cd$; $X = NO_3, BF_4, ClO_4, SiF_6, Cl$; $Y = 6NH_3, 6H_2O, 2H_2O$. Quando se trata de compostos de Zn e Cd, por não serem magnéticos, os elementos Ni e Mn são diluídos nos mesmos a taxas controladas.

Os objetivos básicos são: 1) determinar as interações dos íons magnéticos com o campo elétrico interno e com os seus vizinhos de mesma espécie ou espécies diferentes; 2) estudar as propriedades de transições de fase que estes compostos apresentam. O estudo das interações magnéticas é realizado principalmente através da diluição magnética em cristais isomorfos. A taxa de diluição é medida por absorção óptica. O estudo das transições de fase requer, além do EPR, o uso de técnicas de calor específico, dilatométrica e condutividade elétrica.

Para o crescimento de cristais e nas técnicas experimentais acima referidas, boa parte da instrumentação científica necessária foi ou está sendo desenvolvida por nós.

São Paulo, 28 de setembro de 1984

Prof. Walter Sano

ÁREA: ENSINO DE FÍSICA

SUBÁREA: TECNOLOGIA DA EDUCAÇÃO E SUA APLICAÇÃO À APRENDIZAGEM DE FÍSICA

RELATOR: C.Z.DIB

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA

CIDADE UNIVERSITÁRIA - CAIXA POSTAL 20516
END. TELEG. "FISUSPE" - SÃO PAULO - BRASIL

ÁREA: ENSINO DE FÍSICA
SUBÁREA: TECNOLOGIA DA EDUCAÇÃO E SUA APLICAÇÃO À APRENDIZAGEM DE FÍSICA

RELATOR: C.Z.DIB

INTRODUÇÃO

O desenvolvimento de pesquisas sistemáticas em ensino/aprendizagem de Física inicia-se, no IFUSP, com a realização do "Projeto Piloto da UNESCO para o Ensino de Física" que, auspiciado pela UNESCO e com a colaboração de diversas instituições como o CLAF - Centro Latino-Americano de Física, FUNBEC - Fundação Brasileira para o Ensino de Ciências e Instituto de Física da Universidade de São Paulo, teve lugar nesse Instituto, de agosto de 1963 a julho de 1964.

O Projeto Piloto, que apresentava como um dos seus principais objetivos verificar a possibilidade de utilizar-se fundamentos de Tecnologia da Educação ao processo ensino/aprendizagem de física, levou ao desenvolvimento de um currículo avançado para o nível secundário, compreendendo materiais instrucionais e metodologias inovadoras - textos auto-instrutivos, redigidos na forma de instrução programada, acompanhados de material experimental de uso individualizado, filmes cinematográficos, uma coleção de "loops" (filmes cinematográficos de 8 mm, mudos, para a apresentação de conceitos em Física) e programas de televisão. Durante a realização do projeto, os participantes, compreendendo físicos, professores de física e psicólogos, de diversos países latino-americanos, realizaram pesquisas básicas sobre aprendizagem de física, a partir das quais foi possível desenvolver um novo currículo em bases seguras. Assim, entre outras, novas técnicas de análise comportamental de processos conceituais em física, envolvendo conceitos, leis e princípios, e determinados aspectos de aprendizagem de física através da experimentação foram objeto de estudos e pesquisas, sendo que os resultados alcançados constituíram contribuições significativas à melhor compreensão do processo ensino/aprendizagem de física. Os trabalhos de pesquisa desenvolvidos no Projeto Piloto corresponderam, na maioria dos casos, a trabalhos pioneiros no ensino de física, e constituíram um dos fatores primordiais para a posterior criação de grupos de pesquisas em diversos países latino-americanos.

O Projeto Piloto da UNESCO foi, assim, o elemento gerador de uma nova e promissora direção de pesquisa em Educação em Física, na América Latina.

Com o término do projeto, procurou-se dar continuidade às idéias geradas durante a sua realização. Assim, o relator deste, participou, na qualidade de executor, de um amplo programa de difusão do novo currículo através de uma série de programas desenvolvidos a nível latino-americano. Simultaneamente, criou um programa de especialização em Educação em Física, a nível de pós-graduação, junto ao Instituto de Física da USP, o qual oferecia um variado elenco de matérias, de natureza interdisciplinar. O referido programa teve excepcional acolhida, levando ao surgimento nessa instituição do primeiro grupo de pesquisadores em Educação em Física. A posterior criação, pelo relator, do curso "Tecnologia de Ensino de Física", oferecido a nível de graduação nessa

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA

CIDADE UNIVERSITÁRIA - CAIXA POSTAL 20516
END. TELEG. "FISUSPE" - SÃO PAULO - BRASIL

.2.

mesma instituição, constituindo o primeiro curso sobre Tecnologia da Educação oferecido na USP, veio a colaborar para a preparação de pessoal para a realização de pesquisas e a consolidação da nova área de investigação. Cursos similares ao acima referido foram criados no México, Argentina, Equador e Venezuela, favorecendo nesses países o surgimento de grupos de pesquisa sobre a aplicação da Tecnologia da Educação ao processo ensino/aprendizagem de física.

ATIVIDADES DESENVOLVIDAS

Serão a seguir relacionadas as principais atividades desenvolvidas pelo relator relativas à aplicação, ao processo ensino/aprendizagem de física, de uma abordagem derivada da Tecnologia da Educação. Serão abrangidas atividades de pesquisa, desenvolvimento, difusão e assessoramento.

Difusão da Tecnologia da Educação e sua aplicação à aprendizagem de Física

- desenvolvimento de programas, a nível latino-americano, visando dotar professores de física, de níveis médio e superior, e professores formadores de professores de física, de conhecimentos e habilidades relativos a (a) significado e importância da Tecnologia da Educação para uma melhor compreensão do processo ensino/aprendizagem de física, (b) aprimoramento do ensino/aprendizagem em sala de aula e (c) planejamento e elaboração de materiais e metodologias instrucionais para o ensino de física
- criação e orientação de grupos de pesquisa em Educação em Física, em países latino-americanos
- capacitação de professores universitários de Física, visando a torná-los elementos multiplicadores, em seus próprios países, do processo de difusão de Tecnologia da Educação aplicada à aprendizagem de Física
- desenvolvimento de programas visando a difusão do Projeto Piloto da UNESCO, compreendendo fundamentos, materiais e metodologias instrucionais, no país e na América Latina

Pesquisas sobre fundamentos do processo ensino/aprendizagem de Física

- aprendizagem de processos conceituais em física: conceitos simples, leis e princípios
- processos indutivos/dedutivos na aprendizagem de física, particularmente o processo de indução experimental
- aprendizagem de encadeamentos em física
- criação de modelo para a classificação e análise comportamental de conceitos em física

Pesquisas sobre Transferência de Tecnologia da Educação na área científica

A transferência de Tecnologia da Educação, a nível de processos e produtos, tem experimentado "rejeições" em diferentes graus de intensidade,

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA

CIDADE UNIVERSITÁRIA - CAIXA POSTAL 20516
END. TELEG. "FISUSPE" - SÃO PAULO - BRASIL

.3.

na área de Física, na América Latina. A despeito do volume de investimentos realizados, os resultados alcançados não estimulam o prosseguimento desses esforços. Esses fatos se devem primordialmente ao baixo grau de compatibilização entre os parâmetros considerados na criação de processos e produtos e os correspondentes parâmetros encontrados na sua transferência, acrescidos do reduzido nível observado na fundamentação científica relativa aos processos e/ou produtos transferidos.

Nesta pesquisa são analisados os conceitos de Tecnologia da Educação e Transferência de Tecnologia da Educação, compreendendo a transferência a nível de fundamentação científica, a nível de processo e a nível de produto. São igualmente analisadas as razões de ocorrência de rejeições na área da Física, na América Latina, e proposta uma abordagem fundamentada na Tecnologia da Educação, ao processo de transferência a nível de fundamentação científica. São apresentados resultados de experiência em curso, na América Latina, visando a transferência nesse nível e assinalados os benefícios decorrentes desse enfoque, particularmente a maior liberdade dada à busca de soluções locais em consonância com variáveis econômicas, sociais e culturais locais.

Pesquisas sobre a utilização do livro didático em sala de aula, pelo estudante, segundo enfoque derivado da Tecnologia da Educação (*)

Como uma alternativa metodológica para o processo ensino/aprendizagem de física, em sala de aula, a níveis médio e superior, o modelo proposto estabelece, a partir de fundamentos da Tecnologia Educativa, esquemas para o planejamento, execução e avaliação do ensino que têm como atividade básica o uso individualizado do livro pelo aluno, em situação de sala de aula, sendo esta atividade complementada com outras previamente estabelecidas. O referido modelo vem sendo utilizado, há alguns anos, em países latino-americanos - México, Argentina, Equador, Venezuela e, particularmente no Brasil, no ensino de física em níveis médio e superior.

Pesquisas sobre a Tecnologia da Educação e sua aplicação à aprendizagem de física

Na ocasião em que a pesquisa acima referida foi desenvolvida, eram limitados e dispersos os conhecimentos disponíveis sobre Tecnologia da Educação em termos conceituais e operacionais. Eram igualmente reduzidos, na literatura existente, dados relativos à sua aplicação ao processo ensino/aprendizagem de física.

A partir de fundamentos de psicologia, teoria de sistemas e teoria da comunicação, são estabelecidos princípios que alicerçam a Tecnologia Educativa, a partir dos quais são propostos modelos para o desenvolvimento e utilização de sistemas de aprendizagem de física. As diversas fases relativas ao planejamento de um sistema de aprendizagem de física, fundamentado em Tecnologia da Educação, são apresentadas de forma detalhada, e é feita a sua aplicação prática a um tópico de física.

A referida pesquisa levou à elaboração de trabalho pioneiro relativo ao tema, sendo a obra - "Tecnologia da Educação e sua aplicação à Aprendizagem de Física" - editada no Brasil e no México e adotada como texto básico em diversas universidades latino-americanas.

(*) Em colaboração com H.U.Gama e S.Magrini, posgraduandas do IFUSP

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA

CIDADE UNIVERSITÁRIA - CAIXA POSTAL 20516
END. TELEG. "FISUSPE" - SÃO PAULO - BRASIL

.4.

Pesquisas sobre a Tecnologia da Educação como um instrumento para a inovação no ensino/aprendizagem de física

A partir da premissa de que a educação não pode ser considerada independentemente de um contexto sócio-econômico-cultural, são analisados os fatores facilitadores e obstaculizadores à inovação em Educação, particularmente em Educação em Física. Assinala-se que a absorção, por uma determinada comunidade, de processos e produtos educativos engendrados em outros contextos, ainda que estimulada por fatores associados ao consumismo, tem reduzida probabilidade de êxito, como tem demonstrado, de maneira inequívoca, os casos ocorridos na área do ensino/aprendizagem de física, na América Latina, nas últimas décadas. Apresenta-se, como proposta de ação, a utilização de fundamentos científicos da Tecnologia da Educação na planificação e elaboração de sistemas educativos na área da física, de maneira compatível com os parâmetros sociais, econômicos e culturais relativos a cada situação considerada.

Pesquisas sobre modelo para a capacitação de professores de física, fundamentado em Tecnologia da Educação

O trabalho refere-se ao desenvolvimento de um programa destinado à capacitação de professores de física, de níveis médio e superior, elaborado a partir de fundamentos de Tecnologia Educativa, e que tem como objetivo básico possibilitar aos participantes um maior domínio de conhecimentos e habilidades relativas à aprendizagem de física, permitindo-lhes planejar e implantar sistemas de aprendizagem de forma ajustada às suas necessidades. O referido programa vem sendo desenvolvido junto a diversos países latino-americanos e tem contado com a colaboração de professores de física, de nível superior, de países como México, Argentina, Equador e Venezuela.

Pesquisas sobre o desenvolvimento de materiais instrucionais para o ensino de física (*)

A convite da Divisão de Ensino de Ciências e Tecnologia da UNESCO, Paris, e do CLAF - Centro Latino-Americano de Física, foram realizadas atividades de planejamento e desenvolvimento, sob o ponto de vista da Tecnologia Educativa, de um sistema instrucional, baseado no uso do livro didático pelo aluno, em situação de sala de aula, compreendendo textos para o aluno e para o professor, e versando sobre o ensino dos conceitos de energia, entropia e irreversibilidade.

Pesquisas sobre a formação de pesquisadores em Educação em Física

A partir da premissa de que a formação de investigadores em Educação em Física tem como objetivo capacitar o indivíduo a tornar-se (a) um elemento crítico do processo educacional, em geral, e do processo de educação em física, em particular, (b) um elemento investigador na área de Educação em Física, e (c) um elemento inovador, em termos de estratégias, currículo, materiais e metodologias educativas, foi proposto um programa detalhado para a sua formação e desenvolvimento profissional.

(*) Em colaboração com H.U.Gama, posgraduanda do IFUSP.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA

CIDADE UNIVERSITÁRIA - CAIXA POSTAL 20516
END. TELEG. "FISUSPE" - SÃO PAULO - BRASIL

.5.

Atividades de assessoramento de grupos de pesquisa em Educação em Física, na América Latina

Os programas desenvolvidos, a nível latino-americano, compreendendo reuniões, seminários e cursos, levaram à criação de diversos grupos de pesquisas, alguns dos quais passaram a ser assessorados em suas atividades de pesquisas e desenvolvimento - México, Argentina, Equador, Venezuela e Chile -, possibilitando uma frutífera atividade de intercâmbio e colaboração científica.

ATIVIDADES EM DESENVOLVIMENTO

Pesquisas relativas ao estabelecimento de objetivos da área afetiva na aprendizagem de física

É analisado o papel que devem desempenhar objetivos da área afetiva na aprendizagem de física, particularmente os relativos a atitudes e valores mais relevantes para a vida acadêmica e profissional do indivíduo, em função de sua importância e maior grau de permanência. Aspectos relativos à eficácia e eficiência de determinados meios instrucionais - materiais e metodologias - para o alcance de objetivos afetivos na área da física são objeto de estudo e pesquisa, face à reduzida literatura existente a respeito, apesar de sua elevada importância e atualidade.

Pesquisas relativas à aplicação de fundamentos rogerianos ao processo ensino/aprendizagem de física a nível universitário

Dada a sua relativa complexidade, a aplicação da teoria rogeriana à aprendizagem, de modo geral, e particularmente à aprendizagem de física, não tem merecido a devida atenção de pesquisadores, apesar das amplas possibilidades oferecidas por essa teoria na busca de alternativas de solução para os problemas educativos apresentados no ensino de física, em níveis médio e superior. São analisadas as implicações dessa fundamentação à melhor compreensão do papel do professor em situações de ensino/aprendizagem em sala de aula, e à necessidade de uma nova postura no relacionamento professor/aluno com vistas ao aprimoramento do processo educativo. São analisadas, igualmente, as implicações dessa fundamentação ao desenvolvimento de novos currículos em física, em termos de materiais e metodologias.

Pesquisas sobre a construção de uma Tecnologia da Educação fundamentada em diferentes linhas psicológicas.

A partir da conceituação de Tecnologia da Educação, como a aplicação sistemática de fundamentos científicos à solução de problemas educativos, são desenvolvidas pesquisas visando a construção de uma Tecnologia Educativa fundamentada simultaneamente em diferentes linhas psicológicas - Rogers, Skinner, Piaget e Ausubel, em função da natureza dos objetivos visados e das características da população-alvo, de modo a possibilitar o planejamento e elaboração de sistemas ensino/aprendizagem mais eficazes e eficientes.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA

CIDADE UNIVERSITÁRIA - CAIXA POSTAL 20516
END. TELEG. "FISUSPE" - SÃO PAULO - BRASIL

.6.

Atividades de pesquisa e desenvolvimento no planejamento de programa de pós-graduação a distância, a nível de mestrado, em Educação em Física

São desenvolvidos estudos, junto ao Ministério de Educação da Venezuela, visando o planejamento de um programa de pós-graduação a distância, a nível de mestrado, em Educação em Física, que visa a possibilitar o oferecimento desse programa, segundo moldes não-formais, a indivíduos que, de outra forma, não dispõem de condições para a realização do mesmo, seja por problemas de ordem pessoal, seja devido à inexistência de programas formais.

Atividades de planejamento, organização e execução de programas de Educação em Física na América Latina

Em colaboração com o CLAF - Centro Latino Americano de Física e instituições latino-americanas, vem sendo desenvolvido, há cerca de 20 anos, um extenso programa compreendendo o planejamento, organização e realização de cursos, seminários, congressos e atividades de intercâmbio científico com diversas instituições educativas, na área da física, na América Latina.

IMPORTÂNCIA DOS TRABALHOS

A larga variedade de atividades citadas, que vêm sendo desenvolvidas há cerca de 20 anos no Instituto de Física da USP, e junto a diversas instituições universitárias latino-americanas, visam fundamentalmente levar a uma ampla reformulação de estratégias e procedimentos no processo ensino/aprendizagem de física, a partir de uma melhor compreensão desse processo e dos fatores intervenientes no mesmo. Para isso, são utilizados, de maneira extensa e profunda, elementos derivados de Tecnologia Educativa, visando elevar o grau de confiabilidade nos esquemas propostos e proporcionar o planejamento e elaboração de programas educativos mais eficazes e eficientes na área da física.

Esta proposta de trabalho tem despertado excepcional interesse junto a indivíduos, instituições e países que buscam o urgente aprimoramento no processo educacional, em geral, e no processo ensino/aprendizagem de física, em particular, em consonância com suas necessidades e características sócio-econômico-culturais.

Dessa forma, vários dos trabalhos e pesquisas realizados vêm sendo utilizados em diversos países latino-americanos, como por exemplo o "Modelo do uso do livro didático em sala de aula, pelo estudante, segundo enfoque derivado da Tecnologia da Educação", que tem sido utilizado no México, Equador, Venezuela e Argentina, em ensino de física, em níveis médio e superior. O mesmo modelo, apresentado a professores de escolas de Engenharia Química, em curso realizado em Bogotá, Colombia, despertou grande interesse ao oferecer uma alternativa metodológica para o ensino de engenharia.

Por outro lado, a disciplina "Tecnologia de Ensino de Física", criada e desenvolvida no Instituto de Física da USP serviu de inspiração para a criação de diversos cursos similares, a nível de graduação em física, oferecidos regularmente em universidades latino-americanas.

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
INSTITUTO DE FÍSICA

CIDADE UNIVERSITÁRIA - CAIXA POSTAL 20516
END. TELEG. "FISUSPE" - SÃO PAULO - BRASIL

.7.

E, por último, o modelo de curso de capacitação de professores de física, fundamentado em Tecnologia Educativa, vem sendo igualmente utilizado em diversos países da América Latina, visando a reciclagem de pessoal docente, de níveis médio e superior.

Dessa forma, as atividades de pesquisa, desenvolvimento e difusão, iniciadas, há cerca de 20 anos, com o Projeto Piloto de Física da UNESCO, possibilitaram a algumas centenas de professores de física, de níveis médio e superior, da América Latina, adquirir conhecimentos e habilidades que lhes permitiram (a) aprimorar o processo ensino/aprendizagem em sala de aula, (b) iniciar trabalhos de pesquisa em Educação em Física, e (c) participar ativamente no processo de difusão de idéias e conhecimentos relativos à Tecnologia da Educação e sua aplicação ao processo ensino/aprendizagem de física.

FÍSICA MÉDICA: MEDICINA NUCLEAR

O grupo de pesquisa em Física Médica do Departamento de Física Experimental é composto, no momento, por: Cecil Chow Robilotta (profa. do IF em RDIDP) e tres estudantes - Rosa M.V.Piva (bolsista de Mestrado da FAPESP), Marina F. de Sá Rebelo e Marco Antonio de Oliveira, estagiários. Este é um grupo relativamente novo, cuja formação, iniciada em 1980, está se processando gradualmente.

A Física Médica é uma área de pesquisa interdisciplinar, implicando, portanto, em uma interação intensa entre físicos, médicos e engenheiros. Estamos desenvolvendo o trabalho em Medicina Nuclear, em colaboração com os Serviços de Radioisótopos e de Informática Médica do Instituto do Coração do Hospital das Clínicas bem como o Centro de Medicina Nuclear da Faculdade de Medicina da USP.

O trabalho consiste, basicamente, de dois aspectos: pesquisa em instrumentação e processamento de dados, e assistência ao corpo médico e aos técnicos.

I) Pesquisa em instrumentação e processamento:

- a) Desenvolvimento de um sistema de sonda nuclear externa, acoplado a um microcomputador nacional que permita a aquisição e a análise de curvas de atividade radioisotópica proveniente de órgãos específicos. Este projeto visa ampliar a utilização de sondas já existentes em centros de Medicina Nuclear, tornando possível a quantificação dos dados obtidos, de modo que os diagnósticos médicos possam ser mais específicos. Este trabalho também permi

tirá o desenvolvimento de uma tecnologia que utiliza micro-computadores nacionais, adequada à realidade brasileira.

- b) Processamento de imagens radioisotópicas. A pesquisa em processamento de imagens tem, por finalidade, a melhoria da qualidade de imagens médicas de modo a fornecer informações anátomo-fisiológicas mais objetivas e confiáveis, assim como possibilitar a extração de parâmetros numéricos.

Com a recente instalação de uma câmara da cintilação rotatória, serão iniciados os processamentos para a reconstrução de imagens tomográficas, que tornarão acessíveis informações tri-dimensionais das distribuições radioisotópicas no corpo humano.

II) Assistência ao corpo clínico e aos técnicos:

Esta parte do trabalho consiste em prestar assistência ao corpo clínico no desenvolvimento de programas para análises de rotina, na organização de seminários sobre tópicos específicos de física e na formação de técnicos.

ENSINO DE FÍSICA: ENSINO COM ABORDAGEM INTERDISCIPLINAR

A pesquisa em ensino com abordagem interdisciplinar começou com o trabalho de reformulação do curso de física básica para os estudantes do Instituto de Biociências, com os professores Emico Okuno, Cecil Chow Robilotta e Iberê Luiz Caldas e a colaboração imprescindível de Maria Regina Dubeux Kawa-

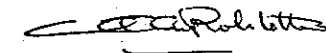
mura. Da reorganização do curso resultou no livro texto "Física para Ciências Biológicas e Biomédicas", editado por Harbra em 1982.

A pesquisa consequente preocupa-se basicamente em desenvolver um ensino de física partindo de problemas específicos da área das ciências da vida. Isso significa que a abordagem é necessariamente interdisciplinar, havendo uma preocupação constante em evidenciar a física "escondida" nos fenômenos do mundo vivo. Deste modo, o desenvolvimento da teoria física se torna mais concreto e relevante para os estudantes de ciências biológicas, assim como para os professores de 1º e 2º graus.

Este trabalho possibilitou a organização de tres cursos de extensão universitária para professores de 1º e 2º graus no IF, assim como tres cursos de divulgação, ministrados em duas reuniões anuais da SBPC e na PUC-SP.

Atualmente, o grupo é composto pelas professoras e colaboradora, mencionadas acima, e a professora Eliane B. Moraes da Fundação Universidade Rio Grande, que está desenvolvendo sua dissertação de mestrado na área de Ensino de Ciências - modalidade Física.

São Paulo, 23 de outubro de 1984.



Cecil Chow Robilotta

- Histórico

O estudo da termoluminescência e sua aplicação em dosimetria da radiação foram introduzidos no País, pela primeira vez, em 1968, por um dos integrantes do grupo. Na época, esses trabalhos foram iniciados em colaboração com a Divisão de Proteção Radiológica do então Instituto de Energia Atômica, o atual Instituto de Pesquisas Energéticas e Nucleares (IPEN). Além da dosimetria da radiação baseada na termoluminescência (TL), diversas pesquisas relativas às propriedades TL de fluorita de Criciúma, Santa Catarina, de LiF dopado com Mg e Ti, de $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn}$, de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ foram desenvolvidas.

Em 1977, a direção do Instituto de Física da USP, sentindo a necessidade de melhor organizar o sistema de monitoração de pessoal e de área nos laboratórios que envolvem radiação, em parte para atender às exigências legais, mas principalmente para proteção radiológica dos que trabalham em locais afetados por radiação, sugeriu a criação de um laboratório de dosimetria termoluminescente, do qual este grupo se tornou responsável.

- Pesquisas e Serviços

As atividades de pesquisa e serviço, atualmente em curso no laboratório, podem ser subdivididas em:

1. TL, ITC, EPR e absorção ótica de cristais iônicos;
2. dosimetria da radiação e suas aplicações em Medicina, Arqueologia e Geologia;
3. instrumentação;
4. ultra-som;
5. prestação de serviço à comunidade.

1.a - Termoluminescência

O mecanismo microscópico do fenômeno, o efeito do tratamento térmico antes e depois da irradiação, resposta-TL em função da dose da radiação, o efeito da pulverização dos cristais antes e depois da irradiação, resposta TL quando os cristais são expostos a dois campos de radiação com diferentes energias efetivas e usando cristais de LiF:Mg,Ti, LiF:Mg,Cu,P, CaF_2 :natural, quartzo, KCl puro e dopado, berilo e outros silicatos estão sendo investigados.

1.b - ITC, EPR e Absorção Ótica

O estudo do efeito de tratamentos térmicos e de exposições à radiação ionizante e ultravioleta em halogenetos alcalinos e em cristais naturais brasileiros é feito utilizando as técnicas de absorção ótica, ressonância paramagnética eletrônica e corrente iônica termicamente estimulada. Essas técnicas permitem a investigação de diferentes tipos de defeitos na rede cristalina, tais como: centros de cor, centros paramagnéticos e defeitos com características dipolares. Em particular, permitem correlacionar as propriedades de termoluminescência, quando for o caso.

Tanto os tratamentos térmicos quanto as irradiações podem introduzir ou alterar defeitos estruturais da rede.

Estão sendo estudados cristais de KCl, NaCl, LiF e CaSO_4 dopados com diferentes impurezas. Além desses, cristais naturais brasileiros como a fluorita, berilo, quartzo e calcita são estudados.

2.a - Dosimetria da Radiação

No passado, o grupo conseguiu crescer os cristais de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ e $\text{Li}_2\text{B}_4\text{O}_7:\text{Mn}$ para fins dosimétricos, o primeiro sen

do o material mais sensível existente e o segundo, aquele que apresenta menor dependência com a energia do fóton. Ambos, porém, são pulverizados para a dosimetria, mantendo grãos da ordem de 100 a 180µm, pois os outros apresentam menor sensibilidade. Por outro lado, cristais em forma de pó são inconvenientes para serem usados na prática; assim, foram desenvolvidos dosímetros compactados a frio, misturando pós de $\text{CaSO}_4:\text{Dy}$ ou CaF_2 :natural e NaCl na proporção de 60:40. Os dosímetros de CaF_2 :natural - NaCl , ora em uso, são suficientemente sensíveis para sua utilização em rotina.

Está, no momento, sendo desenvolvido um trabalho de incorporação de pó termoluminescente em teflon. Os resultados preliminares indicaram a viabilidade de produzir dosímetros sensíveis, resistentes mecânica e higroscopicamente. Caso esse trabalho tenha sucesso, o Brasil não necessitará mais importar dosímetros TL do exterior para dosimetria ou rotina.

2.b - Aplicações Médicas

Devido ao tamanho diminuto dos dosímetros TL e, também, por causa da sua sensibilidade e reprodutibilidade, são utilizados, com vantagens, na dosimetria da radioterapia, de medicina nuclear e da radioterapia diagnóstica. Alguns trabalhos, nesse sentido, estão sendo desenvolvidos, efetuando medidas "in vitro" e "in vivo".

Um outro estudo muito importante é o desenvolvimento de novas técnicas para tratamento de certos tumores superficiais. Na eletroterapia da micose fungóide e sarcoma de Kaposi, é extremamente crítica a distribuição homogênea e uniforme da dose. Foi desenvolvida, no laboratório, uma técnica nova para esse fim.

Num exame radiológico, ao se submeter à irradiação, cuja dose embora não seja grande, o paciente absorve certa quantidade de dose cada vez. Frequentemente, o aparecimento de raios X apresenta-se descalibrado depois de algum uso. A

falta de controle regular de funcionamento do aparelho, muitas vezes, traz como consequência, aplicação de doses mais altas do que o necessário para obtenção de uma chapa radiológica. Existem outros problemas relacionados à prática da radiologia, que podem causar danos à saúde dos pacientes e, em alguns casos, do técnico de raios X e da enfermeira. Um levantamento de situação em alguns centros de radiologia em São Paulo e algumas cidades do interior será efetuado a partir dos próximos meses. Preparação e medidas preliminares estão em progresso.

Uma técnica de diagnóstico usada em medicina nuclear consiste em administrar ao paciente radioisótopos que, captados pelo órgão em exame, emitem de lá raios γ , que são detectados pela gama-câmara, cuja parte principal é uma série de detectores de NaI. A gama-câmara tem um custo muito elevado; por isso, há no Brasil menos de 15 desses aparelhos, enquanto que nos Estados Unidos há mais de 2000 e no Japão, mais de 1000. Isto significa que uma fração muito grande da população brasileira não tem acesso a esse tipo de diagnóstico. Está em andamento um projeto de pesquisa cujo objetivo é o de verificar se a dosimetria TL pode ser usada na detecção de raios γ emitidos pelos radionuclídeos captados pelo órgão em exame. Os estudos preliminares indicam a viabilidade da técnica. Caso haja sucesso, além de produzir um sistema de diagnóstico, cerca de cem vezes mais barato, ele permite o envio da matriz de dosímetro TL ao paciente, via aérea, não exigindo o deslocamento de um paciente do norte-nordeste a centros como São Paulo e Rio de Janeiro, onde se concentram os aparelhos de gama-câmara.

Está sendo, também, desenvolvido um método para a determinação do volume corpuscular médio e da dispersão média no tamanho médio das hemácias, baseado na análise da figura de difração do laser pelos glóbulos vermelhos. Este método é complementar ao da hematologia tradicional.

As pesquisas nesta área são feitas com a colaboração de alguns hospitais.

2.c - Aplicações em Arqueologia e em Geologia

A datação de cerâmicas arqueológicas pode ser feita usando o método de termoluminescência. - O primeiro trabalho nesse sentido foi realizado em 1971 e continua a pesquisa, tendo em vista o comportamento peculiar do quartzo em relação ao fenômeno de TL, que é a base deste método de datação.

Recentemente, iniciou-se o estudo da datação geológica usando a propriedade TL da calcita, tendo sido obtida a idade de um milhão de anos de nódulos desse cristal encontrados na Formação Adamantina, na região de Presidente Prudente. Está sendo, no momento, datado o fóssil de Araripe, Ceará, cujo resultado preliminar indica uma idade mínima de cerca de dez milhões de anos. As correções que estão sendo examinadas podem levar a idades de cinquenta a cem milhões de anos.

Outros minerais geológicos são passíveis de datação pelo método TL.

3. - Instrumentação

Foram produzidos no laboratório: (1) dois aparelhos leitores de TL baseados na resistência elétrica para aquecimento e um baseado na lâmpada de projetor, de halogênio, como fonte de aquecimento; (2) controladores e programadores lineares de temperatura; (3) um criostato para medidas de absorção ótica desde a temperatura ambiente até a de nitrogênio líquido.

Foram ainda construídas 2 câmaras porta-amostras para medidas de corrente termoiônicas, que operam na faixa de temperatura de -173°C a -300°C .

Uma das câmaras possui janelas de quartzo, possibilitando irradiação a baixas temperaturas em atmosfera controlada.

4. - Ultra-som

Como parte desse projeto foram construídos diversos tipos de transdutores ultra-sônicos, partindo de cerâmicas piezoelétricas. Esses transdutores foram caracterizados, fazendo-se medidas de seu campo de radiação e de sua impedância. Foi montando, especialmente para esses transdutores, o sistema Schlieren de visualização do campo acústico.

Foram feitas medidas para a determinação da velocidade de propagação do ultra-som em ascite do tumor de Ehrlich em função da temperatura.

Estudos de atenuação do ultra-som em soluções de proteínas, tais como albumina bovina, clara de ovo e gelatina comercial indicaram uma variação linear do coeficiente de atenuação do ultra-som em função da concentração.

O espalhamento do ultra-som por tecidos é estudado, partindo da distribuição aleatória de partículas, que talvez simule melhor os mesmos. Esse estudo visa fornecer algum parâmetro para a caracterização de tecidos através do ultra-som.

Após o término desses trabalhos, o setor de ultra-som será descontinuado.

5. - Prestação de Serviço à Comunidade

5.a - A grande maioria das pessoas que trabalham com radiação ionizante no campus da Cidade Universitária da USP, bem como usuários pertencentes à comunidade em geral é monitorada pelo laboratório de Dosimetria do IFUSP. São também prestados assessoramento e consulta na área de proteção radiológica.

5.b - Com o apoio da FAPESP, tem sido dado atendimento ao Museu Paulista, Instituto de Pré-História, ambos da USP e ao Museu Goeldi de Belém, Pará, na datação de peças arqueológicas encontradas por pesquisadores daquelas instituições.