

REFLEXÕES SOBRE 30 ANOS DA PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA

Susana de Souza Barros [susana@if.ufrj.br]
Instituto de Física, Universidade Federal do Rio de Janeiro

*...todas as coisas já foram ditas, mas como
ninguém escuta, é preciso sempre recomeçar.*
Michel Seigneur de Montaigne (Essais, 1580).

PRÓLOGO

Me pediram para fazer uma reflexão sobre a Pesquisa em Ensino de Física no Brasil nos últimos 30 anos. É possível que pelo fato de vir participando da comunidade de Ensino de Física, sem solução de continuidade, desde o início da década dos 70, e contando com minha memória visual, auditiva e testemunhal, possa se pensar na possibilidade de que eu possa passar para vocês um pouco dos acontecidos nessa área. Lembro a vocês que a citação de Montaigne acima se aplica a mi tanto quanto ‘aos outros’. A minha palestra não pretende ser uma apresentação analítica, que tente enquadrar nossa pesquisa em ensino de física dentro das metodologias e referências ortodoxas da pesquisa teórica em ensino, dos métodos estatísticos de análise e validação de dados, das lógicas de inferência utilizadas. Essa análise merece um estudo específico, muito além do que uma palestra como esta possa desenvolver. Pensando objetivamente, temos que reconhecer, um dado objetivo: hoje estamos participando do VIII Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, ou seria ou IX EPEF?¹. É bom lembrar que até a metade da década dos 80, a pesquisa em ensino de física era comunicada nos Simpósios Nacionais de Ensino de Física e através da Revista de Física inicialmente e a partir de 1979 da Revista de Ensino de física, da SBF, que é um ‘divisor de águas’ entre as publicações de Física e aquelas que se intitulam de Ensino de Física. Os encontros de pesquisa surgiram numa reunião informal de um grupo de pesquisadores em ensino de física que consideraram a necessidade de ter um *forum* específico para a discussão da pesquisa *strictu sensu*, para ‘aumentar a compreensão de certos problemas estudados e abrir caminhos para suas soluções’. Dessa reunião informal participaram em torno de 15 pessoas, durante a realização da reunião anual conjunta SBF/SBPC, São Paulo, 1985. O Encontro 0 foi realizado em Curitiba, 1986, durante a XXX Reunião da SBPC teve 20 participantes e a partir de 1988, ano considerado como oficialmente como origem para a contagem dos encontros bienais que se sucederam, já identificados com a sigla EPEF, organizados pela Secretária de Ensino da SBF. O reconhecimento oficial da SBF só

¹ Há uma discrepância na contagem dos Encontros de Pesquisa em Ensino de Física, porque o 1º EPEF aconteceu em Curitiba, durante a 37ª Reunião da SBF/SBPC. Por alguma razão que me escapa o 2º Encontro foi realizado em São Paulo, 8-9 de julho, 1988. Nessa contagem o presente encontro deveria ser o nono da série.

veio a acontecer após muita discussão com a Diretoria da SBF. Assim, a partir do VII Encontro de Florianópolis em 2000 o EPEF ganhou *estatus* oficial, similar ao dos encontros tópicos de pesquisa, organizados pela Sociedade Brasileira de Física. Para citar algumas estatísticas, o EPEF de 1988 teve 54 participantes, e a partir daí, os números foram aumentando continuamente, refletindo a abertura das Pós-Graduações em Ensino de Ciências e de Física no país. Hoje chegamos a um patamar da ordem de 100 participantes ativos, que vem se mantendo aproximadamente constante nos últimos encontros.

A PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA NO BRASIL

O Brasil tem uma tradição de Pesquisa em Ensino de Física, com várias décadas de existência, realizações de peso, programas de Pós-Graduação bem estabelecidos e muitas publicações que atestam a fertilidade da produção dessa comunidade. Apesar da sua importância e continuidade, do número de teses acadêmicas apresentadas, e de contribuições incontestadas para a educação da física, surgem críticas subliminares à qualidade da pesquisa realizada, nos corredores da própria comunidade.

A realidade é que a Pesquisa em Ensino de Física, ora desenvolvida no Brasil possui metas próprias e se encontra atualmente num estágio de desenvolvimento sistemático, com um grau de integração direto e indireto em relação ao sistema de ensino, sendo este provavelmente um dos seus objetivos fim de maior relevância e prioridade.

Os países considerados desenvolvidos, como Inglaterra, Japão, USA, assim como aqueles que ocupam posição de destaque pela sua produção em tecnologias de ponta (sudeste asiático) têm se preocupado com a educação científica, considerando que esta é importante tanto para a formação do futuro profissional quanto para o cidadão que irá usufruir, com custos e benefícios, das aplicações da ciência e da tecnologia no seu cotidiano. No Brasil, teve início no final dos anos 60 essa preocupação com novos materiais curriculares para o 2º grau, e dessa época datam também as primeiras tentativas de pesquisa na área de ensino de física, associadas à Reforma Universitária, que exigiram mudanças curriculares e metodológicas no sistema de ensino universitário.

Vale a pena trazer a tona alguns antecedentes históricos. Já em 1963 foi realizada no Rio de Janeiro a Primeira Conferência Interamericana sobre Ensino de Física,² na qual Richard Feynman apresentou a palestra inaugural. Feynman tinha idéias próprias sobre ensino e aparentemente estava muito pessimista em relação a situação da educação ‘em qualquer lugar’, como ele mesmo colocou. Pela sua atualidade achei interessante transcrever algumas parágrafos, cujas idéias faço minhas falando da necessidade implícita de se fazer ‘novas descobertas’ para resolver o problema de ‘ensinar física’, e sobre o qual, já, nos idos

² Esta foi também a primeira Conferência Internacional de Ensino de Física da União Internacional de Física Pura e Aplicada, ICPE, IUPAP), da qual participaram cientistas e educadores de renome, como por exemplo, Eric Rogers (U. Princeton), J. Tiomno (CBPF), S. Brown (MIT), P. Pompeia (ITA, SP), J. Zacharias (MIT), dentre muitos outros, representando países europeus, norte-americanos e sul-americanos.

anos de 1963³, um físico ‘duro’ do calibre de Feynman teve profunda percepção que expressou assim:

“...O problema de ensinar física na América Latina é apenas parte de um problema maior, que é o de ensinar física em qualquer lugar que, aliás, está incluído num problema mais amplo, que é o de ensinar qualquer coisa e em qualquer lugar e para o qual não é conhecida uma solução satisfatória’

...o fato é que ninguém sabe bem como dizer aos outros como ensinar.

*... Por tanto quando tentamos pensar como ensinar física devemos ser bastante modestos, porque realmente ninguém sabe como fazê-lo. Este é ao mesmo tempo um problema sério e uma oportunidade para novas descobertas’.*⁴

A pesquisa em ensino de física é relativamente nova como área de estudos específicos, e vem sendo desenvolvida como tal, no Brasil e no mundo desde a década dos 60 do século passado. E 40 anos de vida é pouco quando se trata de estabelecer as bases de conhecimento de um campo tão vasto qual seja aquele que relaciona a ciência com a educação. Não se pode dizer o mesmo das disciplinas ‘mãe’: as ciências físicas e a educação, ambas com tradição de séculos, assim como as outras áreas⁵ que hoje dão embasamento e *emprestam* suas metodologias às pesquisas em ensino de física, que fica assim configurada como uma nova disciplina, com características próprias classificada como campo interdisciplinar. Este aspecto tem sido, provavelmente, de difícil aceitação na esfera acadêmica dos físicos acadêmicos, que até muito recentemente só conseguiam ‘enxergar’ a pesquisa em ensino de física como uma área de estudos das ciências sociais. Nos últimos 4 a 5 anos, com uma comunidade internacional estabelecida e engajada na Pesquisa em Ensino de Física⁶, da qual o Brasil faz parte, surgiu a necessidade de se pensar sobre o fenômeno educativo sob prismas diferentes e com direitos adquiridos.

Assim, somente nos últimos anos os estudos realizados pela Pesquisa em Ensino de física chegaram a um estágio de problematização por parte da comunidade que desenvolve as ‘ciências físicas’. Cito, como exemplo ilustrativo, o que vem acontecendo no Estados Unidos nos últimos anos⁷. Devido à preocupação em relação à perda de estudantes que se formam nos Departamentos de Física, à falta de professores com formação em física para a escola secundária, e mais especificamente devido às dificuldades do ensino de física em nível de graduação, que ficaram em evidência a Associação Americana de Professores de Física (AAPT) conjuntamente com a Fundação Nacional para as Ciências (NSF) decidiram formar uma ‘força tarefa’ para, levantar informações, tentar soluções e comunicar os resultados para os departamentos de física universitários (Howes, 2001). Surpreendentemente (ou não?) chegaram a conclusões que apontavam para o próprio ensino

³ Devemos lembrar que as *Feynman lectures* estavam sendo publicadas nessa época.

⁴ Os grifos são da autora.

⁵ Dentre outras, para citar apenas as principais, fora das diversas vertentes da educação mencionamos a psicologia, a história, a sociologia, a antropologia, a filosofia, a epistemologia.

⁶ Semanticamente o nome do campo é pouco significativo, devido ao uso em português da Educação Física, para a área de Ciências da saúde corporal e desportos. Nas outras ciências utiliza-se Educação e não Ensino para qualificar o campo, por exemplo, Educação Matemática. Em inglês, *Research in Physics Education*.

⁷ Considero que exemplos relevantes na área de educação possam ter ‘qualquer’ origem, de modo que peço não me interpretem mal, porque não está implícito que o ‘que é bom para *elas* é bom para a gente’.

de física como um dos vilões da história. E assim prepararam um material bibliográfico, a solicitação do Conselho Nacional de Pesquisas dos USA, com o sugestivo nome: *Science teaching reconsidered* (1997), com o objetivo de oferecer um ‘manual prático’ desenhado especialmente para os professores universitários que desejem explorar novas formas de melhorar o processo de aprendizagem dos estudantes. Esse material foi preparado por professores e cientistas que possuem experiência e interesse pelo ensino de ciências, e, tem suporte nos princípios básicos da educação e a pesquisa em ensino e nos resultados já estabelecidos pelas pesquisas educacionais em ciências. A moral da história ainda não está escrita, mas, já há algumas evidências da reversão dos dados negativos que levaram à tomada de consciência pelas autoridades que dirigem as políticas educacionais e a implementação de ações por parte dos especialistas em educação.

Desde os anos de 1950 debateram-se reformas de base da educação no Brasil, sendo que o advento do regime militar de 1964, aceitou compromissos assumidos quando da proposta do Plano Decenal de Educação da Aliança para o Progresso, mais especificamente aqueles relacionados com os acordos MEC USAID (Política Educacional). A reforma educacional foi assim vinculada ao desenvolvimento econômico do país, sendo a educação o fulcro para a formação de capital humano. O decreto lei 5540/68 fixou as normas e funcionamento do ensino superior e a lei 5692/7, as diretrizes e bases para o ensino de 1º e 2º graus. Ambas definiram as diretrizes básicas da educação nacional e sua implementação produziu mudança radical na educação brasileira, determinando uma expansão da oferta nas universidades públicas, a extinção da cátedra, o regime de tempo integral de dedicação exclusiva para os professores com a exigência da indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão, criou a estrutura departamental e dividiu o curso de graduação em dois ciclos, Básico e Profissional. A lei 5692/71, dentre outras mudanças importantes, ampliou a obrigatoriedade escolar para oito anos, dos 7 aos 14 anos, fundindo os cursos até então vigentes do primário e ginásio. Ambas as leis privilegiaram o aumento da oferta, porém não houve concomitância de ações que assegurasse a qualidade do ensino, reorganização escolar, formação de professores, já que a causa das dificuldades, para a implementação de uma nova escola de qualidade, não era apenas a dificuldade de equacionar o fator de escala, que por si só traria problemas ao sistema vigente.

Foi a partir destes fatos básicos que grupos de professores universitários das universidades públicas, com direito ao regime de tempo integral e com a exigência de desenvolver pesquisa, se voltaram para os problemas didáticos inerentes à estruturação dos novos cursos universitários de grandes números, organização do ensino, avaliação da aprendizagem, assim como preocupar-se pela preparação dos professores para a escola média cuja demanda quantitativa estaria também afetada a curto prazo. Não se tratava apenas de ampliar o espaço físico para a realização desses cursos, e sim, ampliar os recursos humanos e condições de trabalho, para dar eficiência ao sistema, adequar os conteúdos ensinados aos avanços da ciência, e repensar o processo de ensino/aprendizagem à luz das concepções de ensino, sem ainda pensar-se na heterogeneidade do universo de estudantes, que requereria novos modelos de comunicação escolar. Em soma, a tentativa de revisão curricular foi iniciada de forma sistemática nos trabalhos dos anos 70. Preocupavam também os aspectos de aprendizagem decorrentes da tentativa da *adaptação* das antigas estruturas, que atendendo uma pequena *elite* deveriam, como por um toque de mágica, atender uma clientela heterogênea e multiplicada por um fator 10.

Na escola secundária, a influência externa, através dos acordos MEC-USAID, levou a atender as exigências de mudanças qualitativas e quantitativas da época pós-Sputnik, quando os grandes projetos para o ensino secundário foram implementados nos USA e na Europa, assim como em muitos outros países, e chegaram no Brasil⁸ para revolucionar e modernizar o ensino da física escolar, de novo sem que se verificasse se a escola brasileira estava em condições de adaptação dos cursos alienígenas⁹. Nessa época vários Projetos Nacionais de porte foram desenvolvidos, testados e utilizados, como por exemplo o PEF (IF/USP) e o FAI (IF/USP).

É nessa época que podemos situar o surgimento da Pesquisa em Ensino de Física no Brasil, devido ao envolvimento de professores de algumas universidades públicas, que, cientes da necessidade premente de conhecer e melhor contribuir para o sistema educacional que estava sendo reformulado. Houve assim um ‘despertar’ coletivo nas Universidades de São Paulo e na UFRGS, que não por coincidência, também estabeleceram os primeiros programas de mestrado em Ensino de Física no país, liderados pelos professores E. Hamburger (IFUSP) e A. M. P. de Carvalho (FEUSP) e M. A. Moreira IF/UFRGS), que até hoje participam ativamente da comunidade de pesquisadores no país. Essa necessidade foi também motivação para que outras universidades públicas, UFMG, UFRJ, UnB, UFB e várias mais, que, na tentativa de melhor fundamentar o ensino de física do Ciclo Básico, escolheram acompanhar e controlar os aspectos didáticos, estruturação de modelos de ensino, preparação de materiais didáticos adequados, etc., utilizados na implementação dos cursos.

Respondendo às necessidades dos físicos como comunidade profissional, a Sociedade Brasileira de Física¹⁰ tinha sido fundada poucos anos antes. Essa era uma época de luta social e que solicitava da comunidade universitária novos posicionamentos e respostas frente a situação política enfrentada no país. Foi então, que mesmo de forma contraditória, o regime político então vigente abriu as portas às pós graduações, com financiamentos generosos, que dariam sustento à pesquisa, na expectativa de formar uma massa crítica, nas diversas áreas de conhecimento, o que deveria levar a implementar a tecnologia necessária ao desenvolvimento do país.

É interessante saber que o primeiro encontro nacional da SBF, *Simpósio Nacional sobre o Ensino de Física*, foi realizado em 1970, em Salvador, Bahia, coordenado pelo então secretário geral da SBF, Professor Ernesto Hamburger. Na pauta, o ensino de física, no Curso Médio, na Licenciatura, as tecnologias educacionais, o ensino básico universitário, o bacharelado e a Pósgraduação e Pesquisa, foi discutido. Presentes, participantes de

⁸ O PSSC, (Physical Science Study Committee), projeto pioneiro publicado e implementado em 1956, foi traduzido o Brasil pela FUNBEC em 1965.

⁹ De fato, e pese a qualidade dos materiais didáticos dos Projetos PSSC, Nuffield, Harvard Física, e outros, que envolveram cabeças de primeira grandeza, e contaram com financiamentos fabulosos, estes materiais didáticos só quando as aplicações foram piloto.

¹⁰ A SBF foi fundada durante a XVIII Reunião Anual da SBPC acontecida em Blumenau, Santa Catarina, 1966. Sua primeira contribuição para o país, deveria ser a realização de um estudo sobre a situação e as necessidades da física no Brasil a fim de apresentar às autoridades competentes.

universidades brasileiras, físicos pesquisadores de renome contando ainda com alguns visitantes estrangeiros.

COMPONENTES QUE CARACTERIZAM O CAMPO: PESQUISADORES, CURSOS DE FORMAÇÃO, VIAS DE COMUNICAÇÃO (REVISTAS, ENCONTROS, CONFERÊNCIAS, ATAS, RESUMOS)

Quem são os pesquisadores em ensino de física/ instituições formadoras

Todos os pesquisadores em ensino de física, com raras exceções, são oriundos dos cursos de graduação em física (licenciatura ou bacharelado). Sua pós-graduação tem nichos diferentes, assim como os locais onde desenvolvem sua vida profissional. Por diversas razões este grupo teve melhor recepção nas Faculdades de Educação, tendo sido poucos os Institutos de Física que abriram as portas para grupos interessados na pesquisa em ensino de física (podemos citar 3 ou 4) como UFRGS, UFES, UFF (na década dos 80's), permitindo que linhas de pesquisa em ensino de física fossem implantadas com a consequente possibilidade de mestrados em ensino de física, desenvolvidos interiramente dentro dos Institutos. O primeiro Mestrado da área foi estabelecido por físicos da USP, que, em convênio com a Faculdade de Educação estabeleceram um programa conjunto. Somente no ano 2000 a CAPES reconheceu a área específica de Pesquisa em Ensino de Ciências, dando início a uma pós-graduação profissionalizante, para uma formação que privilegia a prática docente, onde certamente estarão envolvidos, na sua maioria, os pesquisadores em ensino de física. Ainda têm poucos cursos nesta nova modalidade credenciados, mas parece ser que os Institutos de Física de várias universidades estão considerando este como o tipo de pós-graduação mais apropriado que daria continuidade à formação dos seus licenciados.

Há ainda outros programas que formam Pesquisadores, como por exemplo o da COPPE/ UFRJ, que oferece mestrado/doutorado de 'História e Filosofia das Ciências e suas Tecnologias', e que tem tido nestes últimos anos uma demanda crescente por parte de professores de física que desejam complementar sua formação¹¹.

Pela sua origem e formação, podemos agrupar, os pesquisadores em ensino de física:

1. Aqueles que tiveram toda sua formação acadêmica completa nos Institutos de Física, profissionalmente associados a esses institutos e por interesses e motivação se envolveram com a área de ensino, dentro dos próprios institutos.
2. Aqueles que tendo realizado estudos de graduação em física deram continuidade nos cursos de Mestrado e Doutorado em Ensino de Física e desenvolvem suas atividades nas Faculdades de Educação ou nas Escolas Secundárias.
3. Aqueles que, através de bolsas CNPq e CAPES, cursaram seus estudos em universidades estrangeiras, nos programas ofertados pelos Institutos de Educação em

¹¹ Na atualidade o Estado de Rio de Janeiro não tem um único programa strictu sensu de Pós-Graduação em Ensino de Física. Existem grupos engajados em Pesquisa em Ensino de Física dentro dos Institutos de Física das várias universidades públicas, e programas Latu Sensu, que oferecem Cursos de Educação Permanente para professores em serviço. No CCS/UFRJ, há também um Núcleo de Tecnologias Educacionais para as ciências da Saúde onde se desenvolvem pesquisas em ensino de física/ciências, dentro do programa de Educação para as Ciências.

Ciências das Faculdades de Educação. Nesse sentido, foram os programas do SPEC/CAPES/ PADCT e do PIDCT que maior incentivo deram para a formação dos atuais quadros de pesquisadores no período de 1988-1995.

4. Ainda temos a considerar que alguns quadros estão sendo formados por programas conveniados entre universidades brasileiras e estrangeiras, como o desenvolvido pelo programa do IF/UFRGS e a Universidade de Burgos, Espanha.

Também nas últimas duas décadas do século passado várias universidades brasileiras criaram departamentos dedicados a didática das ciências e matemática no seio das suas Faculdades de Educação. Como exemplos podemos mencionar: FEUSP (pioneira), Unicamp, UFSC, UNESP (Bauru, SP), UFSM, UFMG, PUC/RJ, SP, MG, UFRN.

1. Programas de pós-graduação strictu sensu. Mestrados em Ensino de Física como modalidade específica, sendo os pioneiros a IF/USP e IF/UFRGS. No IF/a UFF, teve duração muito curta, mais recentemente UFEs foram aprovadas linhas de pesquisa em Ensino de Física, que possibilitavam desenvolver estudos nesta área. Os mestrados e doutorados em Ensino de Ciências da Faculdades de Educação (USP, Campinas, UFMG, UNESP (Bauru), UFF, UFSC, UFSM, UFRN, PUC's {RJ/SP, Campinas, MG} dentre muitos outros.

2. Programas de Pós-Graduação latu sensu: desenvolvidos a partir do Programa SPEC/PADCT/CAPES surgiram cursos de Aperfeiçoamento e Especialização para a formação continuada de professores em serviço.

Na década de 70 alguns Institutos de Física houve criação de Programas de Extensão, através dos financiamentos SPEC/CAPES/PADCT, inicialmente, cuja continuidade foi assegurada através do Programa Pro-Ciência. Estes projetos foram organizados inicialmente com uma certa informalidade por professores das instituições que se reuniram em torno de interesses diretamente associados às Licenciaturas e a Educação Continuada de Professores de física em serviço.

Comunicação da Pesquisa em veículos nacionais e estrangeiros, Atas de Simpósios, Conferências, etc.

A Pesquisa em Ensino de Física brasileira teve como primeiro e principal veículo a Revista de Física da SBF, que, entre os anos de 71 a 78 manteve uma seção de Ensino de Física, como um dos seus editores especializado em ensino de física. Pela sua relevância é importante comentar que as dificuldades de publicar artigos de pesquisa em ensino de física 'strictu sensu', que não conseguia acompanhar era considerada pelos editores da revista levou a decisão de se publicar uma revista especializada em ensino de física, Revista Brasileira de Ensino de Física (RBEF). No Simpósio de 1979 foi lançada a Revista de Ensino de Física, (editor J.Zanetic, 1979-1986). As tendências da RBEF mudaram de acordo com seus editores. Até 1995 os editores foram pesquisadores da área de ensino de física. A partir dessa data, por decisão tomada pela diretoria da SBF sem qualquer comunicação à comunidade, foram indicados físicos das áreas 'duras'. A RBEF transformou-se assim numa publicação trimestral que publica artigos de física fundamental com enfoque didático. A Editoria atual, (1999 -) está tentando desenvolver uma interação

positiva com a comunidade de ensino, na intenção de encontrar um equilíbrio entre as publicações de pesquisa em ensino de física e os artigos didáticos de tópicos de física (Studart, 2001), a semelhança da prestigiada revista, *American Journal of Physics (AJP)*, publicada, pela *Associação de Professores de Física Americana (AAPT)*. Há assim uma preocupação sincera por parte dos atuais editores de incrementar a publicação de artigos específicos da pesquisa em ensino de física, assim como está-se abrindo o debate para a discussão das ‘diferenças’, através da publicação de editoriais convidados/ofertados na RBEF. Acredito que esta seja uma prática salutar que levará a uma melhor definição da identidade do campo de Ensino de Física (Barros, 1999), que precisa de todos os profissionais da Física para a solução dos muitos problemas ainda a ser enfrentados.

Publicações brasileiras/internacionais, Atas e Resumos de Congressos, Bancos de Teses Várias publicações brasileiras, em número crescente nos últimos anos, são utilizadas como veículo da comunicação entre pesquisadores. Da listagem (incompleta) abaixo, constam revistas especializadas e as novas revistas relacionadas com o Ensino de Ciências e Educação que publicam os trabalhos de ensino de física., abrindo o leque de possibilidades:

Revista Brasileira de Ensino de Física, RBEF (SBF, lançada em 1979-)
 Física na escola (encarte da RBEF, SBF, lançada em 2001-)
 Caderno Catarinense de Ensino de Física (1985-)
 Ensaio (CECIMIG, 2000-)
 Revista Brasileira de Pesquisa em Educação Ensino em Ciências (UFRGS, 2001-)
 Ciência e Cultura (SBPC, 1935-).
 Ciência e Educação (Grupo de Estudos e Pesquisa em ensino de Ciência, FE/Unicamp, 1997-).
 Boletins publicados localmente, (como por exemplo “Folhetim, Galera da Física, Niterói, 1997-).

Temos ainda um acervo considerável publicado nos Resumos e Atas de Simpósios, Conferências e Encontros de Ensino de Física, nacionais e regionais, que realizados com frequência estável a partir dos anos 80.

PERSPECTIVAS DOS ENFOQUES DA PESQUISA EM ENSINO DE FÍSICA¹²

Estabelecer critérios absolutos para julgar os trabalhos nesta área é obviamente impossível. Usar o rigor dos métodos das ciências física não é solução, por se tratar de ‘produtos diferentes’, e julgá-los pelos méritos internos que levem em consideração o caráter interdisciplinar desta área, é ainda tarefa complexa e que nem todos os ‘analistas’ utilizam da mesma forma. É interessante registrar que várias das revistas internacionais de pesquisa em ensino de ciências tem levantado esses problemas (Gilbert, 1994, Sanmartí e Azcaráte, 1997, McDermott, 1999). Para a nossa comunidade o problema existe quando se deseja

¹² É importante colocar que do ponto de vista da Pesquisa em Ensino, falamos de pesquisa em física, mas estamos de fato nos referindo à Pesquisa em Ciências.

publicar em revistas especializadas e veio a tona quando da aceitação dos trabalhos para o VII EPEF, para aceitação dos trabalhos submetidos realizada através da análise por comitês de pares.

Existe uma tradição dominante na pesquisa em educação, ao nível mundial, da qual os trabalhos da pesquisa realizada no Brasil não escapa, que utiliza alguns *microcritérios* de eficiência e dos processos de ensino correlacionados que:

- i. nem sempre reconhece a impossibilidade de capturar o conjunto de eventos educacionais nas pesquisas, devido à existência de infinitos mundos superpostos que constituem a sala de aula, ensino e aprendizagem, (Shulman, 19986);
- ii. a complexidade das interações que ocorrem em sala de aula não permite fazer previsões generalizáveis, de modo que os modelos teóricos geralmente desenvolvidos são válidos somente para cada contexto considerado;
- iii. os princípios que funcionam num dado nível não podem ser extrapolados e esse é um critério frequentemente utilizado na implementação das políticas educacionais derivadas dos resultados da pesquisa.
- iv. a continuidade entre a origem do objeto de estudo na sala de aula no seio de teorias.
- v. o rigor teórico metodológico, que estejam embasados em referências teóricas definidas, através de argumentos coerentes que os relacionem com a pesquisa desenvolvida.
- vi. estudos estatísticos, não cumulativos, de sistemas diferentes não podem ser comparados.
- vii. estudos referenciados sobre alguns aspectos identificados pelo sistema educacional, que possuam significância para a o desenvolvimento das políticas educacionais nacionais.
- viii. a importância de explicitar os destinatários dos resultados da pesquisa : pesquisadores? professores de sala de aula?, educadores envolvidos com a definição de políticas educacionais.
- ix. os resultados da pesquisa devem explicar os dados levantados, os raciocínios e as propostas feitas e abrir espaço para a reflexão e para a prática objetiva.
- x. considera a importância dos trabalhos interpretativos, na medida que aqueles que descrevem as idéias dos alunos e/ou dos professores devem ter bases de dados suficientes.
- xi. estudos quantitativos/qualitativos que explorem problemas a partir de diferentes perspectivas, tanto do ponto metodológico como na análise dos dados, são considerados de interesse assim como a distinção entre modelo de aprendizagem, modelo científico e modelo científico.

Quais são as práticas da comunidade de pesquisadores e qual sua contribuição para a qualidade da educação de física ? Quais são as características específicas da pesquisa em ensino de física como atividade disciplinar e como prática dos pesquisadores e suas implicações para a melhoria do processo ensino/aprendizagem da física. Certamente, na sociedade da informação em que estamos envolvidos o conhecimento científico e o uso da informação científica é e será cada vez mais importante. Nesse sentido é importante entender que os professores, cientistas naturais, pedagogos, políticos da educação e psicólogos estão também envolvidos na tarefa *da educação científica para todos* e que a

missão inerente dos pesquisadores em ensino de física é procurar fazer as interfaces com os outros grupos.

Numa primeira aproximação os enfoques da pesquisa em ensino de física podem ser classificados em dois grupos grandes grupos, como:

1. Pesquisa – Produto, com características quantitativas que procuram resultados de desempenho, expressam resultados em termos prescritivos, análises objetivas, em consequência descontextualizados; estas pesquisas tentam reduzir os dados à procura de relações mais gerais, utilizam testes objetivos e não se preocupam com a implementação de resultados, quais as condições culturais, etc.

2. ‘Ecologia da sala de aula’. São estudos fundamentados nos enfoques da pesquisa interpretativa, cujos métodos são oriundos das pesquisas etnográficas, antropológicas, sociológicas, linguísticas; são essencialmente caracterizadas por métodos qualitativos, valorizando a mediação social, valorizando objetivos afetivos, motivação, autoestima e autoconhecimento.

Podemos também pensar nas pesquisas desenvolvidas, de acordo com o objetivo fim, como por exemplo:

1.Prático: são enfoques que requerem conhecimento disciplinar e padrões desenvolvidos através da prática para guiar os professores e não de teorias formais de educação. Por exemplo, no caso do trabalho de laboratório é possível estabelecer padrões definidos pela semelhança dos resultados assim como pela estabilidade de comportamentos gerados. Seus resultados estão relacionados com as possíveis soluções dos problemas da interação na sala de aula.

2.Científico: pesquisas em educação relacionadas com pensamento analítico, tentam explicar a compreensão dos estudantes. O seu objetivo é uma conhecimento mais geral dos fenômenos da educação da ciência fundamentados no contexto das ciências físicas. Procuram fazer generalizações dos conhecimento tácitos e as práticas estabelecidas da comunidade. A consistência interna e coerência estão associadas a essa modalidade de pesquisa. Seus resultados são geralmente dirigidos primariamente à comunidade de pesquisadores. Por tanto não se espera que os resultados deste tipo de pesquisa resolvam os problemas e as necessidades imediatas da sala de aula.

3.Tecnológico: é o caso do desenvolvimento de produtos por solicitação institucional/política como é o caso de desenvolvimento de currículo, guias de estudo, diretrizes para o ensino de ciência. Trata-se de pesquisas aplicadas, que utilizam fontes de dados já conhecidos, a experiência do pesquisador e seu engajamento em tarefas científicas relacionadas com as pesquisas em pauta. As dificuldades deste tipo de pesquisa são geradas pela necessidade de se produzir resultados a curto prazo e atender às necessidades imediatas (?) da educação em ciência.

MODELOS DE PESQUISA NO BRASIL

As modalidades da Pesquisa em Ensino de Física no Brasil têm características que podem ser melhor definidas por modelos híbridos, misturando os aspectos científicos e práticos.

Essa forma de desenvolver pesquisa parece ser característica deste tipo de investigação. Também é provavelmente devido ao seu caráter intrinsecamente interdisciplinar, a Pesquisa em Ensino de Física, utiliza um espectro de enfoques que leva à dispersão das linhas de pesquisa, como se observa nos trabalhos desenvolvidos, pelos mesmos pesquisadores. São poucos aqueles que se mantêm coerentes, dentro de um Programa de Pesquisas, pré definido por linhas temáticas/metodológicas. Assim vemos pesquisas que se sustentam dentro de referências oriundas da Psicologia, da Epistemologia, da Antropologia/sociologia como também nas pesquisas das ciências experimentais, que delimitam os conteúdos dos estudos realizados. Por essas razões, Pietrocola (1994) comenta que “...*parece que a utilização desses referenciais importados não tem propiciado a elaboração de estruturas teóricas próprias para a área, mas servido de referencial ocasional, destinado a abordagem de problemas específicos localizados*”. Assim sendo poderíamos pensar que esta prática seja normal, sendo que também é observável nas pesquisas realizadas no exterior. Moreira (apud Pietrocola, 1994) fez um levantamento na revista *Enseñanza de las ciencias*, que revelou a ausência de referencial teórico identificável num grande número dos artigos de pesquisa publicados nessa revista nos dez anos anteriores. Será então que devemos aceitar que essa característica explique o uso preferencial de referenciais híbridos e, as vezes pouco consistentes?

Provavelmente se fazem necessários estudos específicos para a análise desses aspectos, estudos que ‘digam’ ao pesquisador (incipiente ou não) quais as opções e caminhos metodológicos, epistemológicos a serem percorridos. Nesse sentido trazemos como exemplo um trabalho apresentado num EPEF anterior, no qual Colinvaux (1994) reflete reflexões sobre a elaboração de um arcabouço teórico-conceitual, partindo de uma abordagem que privilegia a análise cognitiva dos fenômenos de ensino-aprendizagem de física e dos processos de formação de conhecimento, e que parece ser um caminho para a análise dos campos específicos que relacionam a evolução histórica dos conceitos e teorias da física, a aprendizagem (aluno) dos conteúdos de física e o ensino (professor) de física na interação da sala de aula.

Pietrocola(1994) ainda levanta que “...*a falta de referenciais teóricos provoca uma série de conseqüências ...entre elas a troca constante de abordagens, a superficialidade no estudo dos problemas, a mistura de concepções antagônicas que acabam sendo agrupadas sob um mesmo rótulo, etc.*”

PESQUISAS EM ENSINO DE FÍSICA DESENVOLVIDAS: UM LEVANTAMENTO INCOMPLETO DOS ÚLTIMOS 30 ANOS

As listas abaixo compiladas são incompletas mas refletem os interesses temáticos ao longo das décadas. Os assuntos não estão ordenados de acordo com a frequência dos trabalhos revistos, para o qual utilizei Atas, Resumos e revistas e ainda contei com o auxílio valioso do Banco de Dados Referências de Ensino de Física, (Kawamura e Salem,1996). Pode ser observado que os temas pesquisados correspondem às solicitações geradas pelas necessidades da educação e da sociedade.

Na década dos anos 70 : desenvolvimento curricular; adaptação/intervenção no sistema de situações de sala de aula; produção/adequação de materiais didáticos; prioritariamente voltado para o ensino universitário e 2º grau. Paradigmas quantitativos.

Reestruturação do ensino do ciclo básico universitário: solução dos problemas de ensino de massa

Ensino experimental

Avaliação qualitativa

Dificuldades de aprendizagem: introdução dos paradigmas cognitivistas

Enfoques curriculares: ensino e história

Modelos pedagógicos na universidade: presencial e tutorial (personalizado, Método Keller, uso de auto-tutoriais no computador)

Produção de materiais didáticos para o 2º grau: Projeto de física (PEF), livros texto

Máximo e Alvarenga, e outros

Ensino Programado FAI

Formação dos professores: modelos de licenciaturas (curta e completa)

Disciplinas específicas da licenciatura: *Instrumentação para o Ensino de Física e Evolução das idéias da física*,

Estágios e práticas de Ensino

Ensino integrado

Análise dos vestibulares e diagnósticos

Década dos anos 80: teorias de aprendizagem e pesquisa em sala de aula 2º grau, pesquisa qualitativa, participativa, modelos científicos derivados das ciências sociais

Psicodidática cognitivista: Piaget, Ausubel, Bruner, Vygotsky, etc

Formação de conceitos (enfoques epistemológico, psicológico, científico, histórico, social)

Estratégias psicodidáticas para a sala de aula

Estudo das dificuldades na aprendizagem dos alunos universitários:

Formação do professor de física em serviço

Formação do professor do primeiro grau: ensino de física na escola primária

A licenciatura

Velhas e novas tecnologia na sala de aula:

o laboratório

o vídeo

o computador

produção de material didático

Estudos sobre evasão universitária, eficiência da formação de físicos e licenciados na graduação

Década dos anos 90: Alfabetização científica e a contribuição do ensino informal: mídia, Museus, Centros de ciências, Enfoques histórico, epistemológico e CTS, a situação da sala de aula.

Física e cidadania

Crítica ao modelo da licenciatura: novos currículos

Currículo Nacional para o Ensino Fundamental e Médio: parâmetros curriculares

MEC/Semtec

Processos de ensino-aprendizagem:

linguagem e representações

conceito de modelo

o papel do laboratório revisto

Velhas e novas tecnologia na sala de aula:

o laboratório

o vídeo

software

 produção de material didático para ensino a distância

 material para uso virtual

Novos modelos de acesso universitário

Modelos didáticos eficiência do processo de ensino –aprendizagem na sala de aula

universitária

Produção de material didático:

laboratório

material audiovisual

software

Novo Milênio: Alfabetização científica e o papel do ensino informal: mídia, Museus, Centros de ciências, Enfoques histórico, epistemológico e CTS, a situação da sala de aula.

modelos e modelagem

avaliação de desempenho em provas nacionais

aplicações das tecnologias educacionais

uso da Internet para ensino e materiais didáticos

ênfases nos modelos interdisciplinares, ensino por projetos,

implementação curricular dos PCN/s

concepções dos professores

CONCLUSÕES

A Pesquisa em Ensino e Aprendizagem de Física é um campo relativamente novo. Com 30 anos de vida, e formada por uma comunidade eclética de físicos que utilizam metodologias oriundas da educação, psicologia, ciências sociais, história e epistemologia, psicanálise, tecnologias da comunicação, etc, é óbvio que o campo é complexo e aberto a muita crítica por parte dos pesquisadores ortodoxos das áreas específicas. Cada um destes grupos tem visões diferente e metodologias diferenciadas. Os conteúdos e o contexto devem estar diretamente relacionados com a física, mas os objetivos das pesquisas estarão provavelmente associados a uma teoria instrucional ou estratégias não específicas das ciências experimentais.

Está claro que as dificuldades de se fazer pesquisa com metodologias e referencias definidos é um problema a ser resolvido a mais longo prazo. Veja-se o caso do enfoque construtivista, que embassa as pesquisas em ensino de ciências em nível mundial há pelo menos 20 anos. Se é bem verdade que os trabalhos feitos com referenciais *piagetianos*, *ausubelianos*, *skinnerianos*, tem identidade reconhecida, não podemos dizer o mesmo dos

trabalhos que apelam ao construtivismo, como referencial. Não há teoria construtivista, porém enfoques construtivistas do mais largo espectro. Trata-se de levantamentos empíricos, descritivos de situações mais específicas, que não configuram uma teoria conexa. É provavelmente um dos exemplos mais concretos do hibridismo que caracteriza o campo, e que, do ponto de vista prático, tem condições a curto e meio prazo de beneficiar o sistema educacional que no momento está tão machucado e precisa do suporte que a nossa comunidade deve oferecer.

Para não perder o hábito de ‘dar conselhos’, aqui vai uma lista que incluiria ‘os temas que gostaria de ver desenvolvidos a curto prazo, pela possível contribuição que esses estudos poderiam dar ao sistema educacional brasileiro.

Teorias baseadas em enfoque epistemológico construtivista :estratégias e materiais didáticos

Como o conhecimento científico é adquirido?

Conhecimento do cotidiano é a partir das experiências/vivências dos indivíduos? Bons exemplos substanciados.

Como o conhecimento prévio interfere com essa construção.

Avaliação de situações de aprendizagem significativa e das habilidades de interpretar e utilizar conhecimento construído em situações novas

Formação de professores dos três níveis de ensino.

Estudos sobre o professor e sua percepção sobre a situação da sala de aula(ensino, aprendizagem, o aluno, o currículo, a ciência e seus objetivos nos programas que desenvolve, etc., etc....

Pesquisas longitudinais brasileiras desenvolvidas de forma abrangente sobre temas de interesse atual para o ensino de física:

implementação dos Parâmetros Curriculares Nacionais

método de desenvolvimento de projetos

estratégias para o ensino fenomenológico

Trabalhos completos desenvolvidos a partir de referências utilizados nas pesquisas e que sustentem, através de dados empíricos validados sua eficiência como recurso para a aprendizagem de física.

Trabalhos relacionados com o ensino universitário

Formação metodológica dos professores:

reestruturação da sala de aula

utilização das tecnologias da comunicação e da informação de forma efetiva

modelos de ensino/aprendizagem que considerem a teorias de comunicação, preparação de materiais didáticos e estratégias de implementação

Estudos dos sistemas de ensino:

presencial versus virtual

ensino personalizado/programado
 ensino aberto
 ensino a distância
 modelos híbridos

Melhor conhecimento de estratégias efetivas baseadas em objetivos afetivos

Papel e contribuição da retórica na comunicação no ensino da física:

pergunta e a explicação: correlações com a conceituação científica

raciocínio analógico e metafórico

problemas de contextualização confrontados com os aspectos da universalidade da física

levantamento da expressão oral e escrita de física dos alunos e dos professores

Para finalizar, deixo algumas perguntas para as quais não encontro resposta fácil, e que estão diretamente relacionadas com as Pesquisas em Ensino de Física.

1. Quais os critérios a ser obedecidos para considerar uma pesquisa relevante para julgamento dos trabalhos submetidos às revistas especializadas, conferências, encontros, etc.?
2. Qualitativo? Quantitativo?
3. Quanta e qual é a dose de subjetividade para fazer julgamentos de ‘valor’ sobre as pesquisas em ensino de física?
4. Trabalhos puramente metodológicos, que não mostrem a relação com a física de forma explícita e coerente, devem/podem ser considerados para a apresentação em Encontros de Pesquisa em Ensino de Física?
5. Temos possibilidades de desenvolver pesquisas longitudinais sobre diversos aspectos relevantes que mostrem as comunicações e as diferenças relacionadas dos problemas básicos enfrentados pelos professores na situação da sala de aula? (ou o que serve para você deve servir para mi...).

Sintam-se a vontade para comentar/criticar a exposição acima, assim como as perguntas finais, e, por favor apresentem aqueles pontos importantes omitidos, que as minhas deficiências não conseguiram captar.

Obrigada!

REFERÊNCIAS CONSULTADAS

São listadas apenas aquelas referências explicitadas no texto, tendo sido algumas destas mencionadas em notas de pé de página, e outras omitidas, porque apenas foram consultadas ‘na diagonal’, e, devido ao fato de serem muito numerosas, teria dificuldades para dar créditos completos.

Atas Primeira Conferencia Interamericana de Ensino de Física, 1963. Rio de Janeiro, União PANAMERICANA, OEA, Washington. D.C.

Barros S. de S., Zylverztajn, A. Ure, C. D., Menezes, L. C. e Axt, R., 1990. *Ensino de Física*. In A Física no Brasil na próxima década, São Paulo, SBF.

Barros, S. de S., 1999. *Ensino de física: à procura de sua identidade*. Atas do XIII Simpósio Nacional de Ensino de Física, SBF, Brasília.

Colinvaux, D. 1994. *Uma abordagem cognitiva para a pesquisa em ensino-aprendizagem de física: contribuições e limites*, Resumos, 4º Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, UFSC.

Committee on Undergraduate Science Education. 1997. *Science teaching reconsidered*, National Academy Press, Washington, DC.

Gilbert, J.K., 1994. *On the significance of journals in science education: the case of IJSE*. Int. J. Sci. Educ., No 4, 375-384.

Howes, R., 2001. *Desenvolvimento de uma Força Tarefa Nacional sobre Educação em Física na Graduação*, RBEF, Vol.22, Nº 4, SBF, 2001.

Kawamura, R. e Salem, S., 1996. ENFIS, Banco de dados Referências de Ensino de Física, IF/USP.

McDermott, L. C. 1991. *Millikan Lectures 1990: What we teach and what is learned-Closing the gap*, Am.J. Phys, 59(4).

_____ - e Redish, E. F. 1999. *Resource Letter PER-1: Physics education research* Am. J. Phys, 67(9).

Shiroma, E. O. de Mora, M.C. e Evangelista, O., 2000. *Política Educacional*, RJ, DP& A.

Pietrocola, M., 1994. *Fundamentos da Pesquisa em Ensino de Física*, Resumos, 4º Encontro de Pesquisa em Ensino de Física, UFSC.

Sanmartí, N. e Azcaráte, C., 1997. *Reflexiones en torno de la línea editorial da la revista Enseñanza de las ciencias*, Enseñanza de la ciência, 15(1).

Stuart, N., 2001, *Editorial : Pesquisa em Ensino de Física na Prática Docente*, RBEF, Vol.23, Nº4, SBF.