

EDUCAR PELA PESQUISA: UMA EXPERIÊNCIA DE FORMAÇÃO CONTINUADA EM CIÊNCIAS FÍSICAS³⁴

Suzana Maria Coelho³⁵

Antônio Dias Nunes³⁶

Lílian Nalepinski Wiehe³⁷

Anderson Jackle Ferreira³⁸

RESUMO: Descreve-se uma experiência de formação continuada para professores do ensino fundamental e médio, enfatizando-se a importância do papel da pesquisa na formação de professores e, conseqüentemente, na qualificação do ensino das Ciências Físicas. A coleta de dados ocorreu num contexto de oficinas pedagógicas com uma metodologia baseada principalmente em construção e exploração didática de material instrucional de baixo custo para realização de experimentos em sala de aula e em pesquisa. O tipo de formação permanente proposta privilegiou uma reflexão do professor sobre suas próprias ações pedagógicas em relação ao ensino experimental e ao papel da experimentação no ensino de Ciências Físicas. Além disso, abriu-se uma possibilidade de participação do professor no próprio processo de pesquisa, levando-o a refletir sobre como este ensino intervém na aprendizagem de seus alunos.

³⁴ O trabalho original que serviu de referência para este artigo foi apresentado na Reunión Internacional sobre La Enseñanza de la Física y la Especialización de Profesores, Matanzas, Cuba, 2005. Trabalho desenvolvido em projeto de pesquisa financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio Grande do Sul – FAPERGS, na Faculdade de Física da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul – PUCRS.

³⁵ Doutora em Didática das Disciplinas Científicas, opção Física, Grupo de Pesquisa em Didática das Ciências Físicas – GPDCF, Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul PUCRS, Av. Ipiranga, 6681, CEP: 90619900, Porto Alegre, RS, Email: coelho@pucrs.br; / suzanacoelho@terra.com.br

³⁶ Especialista em Metodologia do Ensino Superior, Grupo de Pesquisa em Didática das Ciências Físicas – GPDCF, Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul PUCRS, Av Ipiranga, 6681, CEP: 90619900, Porto Alegre, RS, Email: adnunes@pucrs.br

³⁷ Licenciada em Física, Professora de Física no Ensino Médio, Grupo de Pesquisa em Didática das Ciências Físicas – GPDCF, Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul PUCRS, Av Ipiranga, 6681, CEP: 90619900, Porto Alegre, RS. Email: wiehe@cpovo.net

³⁸ MSc. em Gerontologia Biomédica, Grupo de Pesquisa em Didática das Ciências Físicas – GPDCF, Faculdade de Física, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul PUCRS, Av Ipiranga, 6681, CEP: 90619900, Porto Alegre, RS, Email: anderson.jackle@gmail.com

Palavras-chaves: educar pela pesquisa, formação continuada, ensino experimental de Física

ABSTRACT: An experience on elementary, middle, and high school teachers professional development is described. The emphasis is on the importance of research work on teacher's qualification and, as consequence, the improvement of physical science teaching. The process of collecting data took place during workshops with a methodology mainly based on the construction and didactical use of lowcost instruction material in classroom experiments and research. The kind of permanent qualification fosters a teacher's reflection on own pedagogical practices regarding experimental activities and on the role of experimenting in physical science teaching. Besides, an opportunity for the teacher to participate on the very research process is given, which leads him/her to reflect on how this teaching interferes in the students' learning.

Keywords: inquirybased teaching, continuous professional development, experimental physics teaching.

INTRODUÇÃO

Em relatos de professores, a falta de incentivo das escolas para o professor desenvolver a experimentação com seus alunos, manifesta-se pela falta de apoio material e pedagógico e por uma estrutura muitas vezes insuficiente que favorece abordagens puramente demonstrativas e não investigativas.

Laboratório não tem, porque (...) era uma comunidade parece que isolada do mundo, (...). E então eu tive dificuldade, principalmente nessa parte do terceiro ano, que trabalha a parte da eletricidade. Então não tem nada. Se eu quisesse começar, teria que ser por meios meus. Eu ainda cheguei, conversei com a supervisora, perguntei para ela se teria possibilidade da escola comprar material, se eu montasse um projeto, descobrisse empresas que vendiam equipamento, coisa assim... Ela assim: 'Olha, não. A escola não tem dinheiro'.

Percebe-se também a carência de materiais instrucionais para aulas experimentais e de habilidades e competências para manuseio do equipamento, bem como dificuldades para criação de novas abordagens na exploração didática dos recursos disponíveis. Por outro lado, existe por parte dos professores, consciência do papel motivador da experimentação e de sua importância na aprendizagem de seus alunos, assim como um anseio de transformação dessa realidade.

Eu sempre fui fascinada por esta área de laboratório, porque eu acho importantíssimo o ensino. Porque, no meu ensino médio, eu não tive nunca uma aula de laboratório (...). E eu achei muitas das minhas dificuldades durante o ensino médio foi por eu não conseguir visualizar a explicação que o professor estava me dando (...). Eu sou muito visual, eu tenho que ver para conseguir me encaixar no raciocínio. (...) quando eu resolvi entrar

para a faculdade de Física, a minha pretensão era me especializar nesta parte, o dia que eu trabalhasse, trabalhar juntamente sala de aula e laboratório.

Professores também mencionam o papel da Universidade e expressam suas críticas em relação à formação experimental vivenciada em sua formação acadêmica.

Quando eu estava na Universidade eu perguntei para o professor se a gente conseguia se especializar na área de laboratório, porque eu notei que no curso a gente (...) fazia aulas experimentais, mas a gente não tinha noção de como a gente montava. A gente chegava lá e estava pronto. Era só a gente testar e comprovar.

Nesse sentido, propõe-se uma experiência de formação continuada para professores do ensino fundamental e médio em oficinas pedagógicas com estratégias que visam à superação dos obstáculos anteriormente mencionados, estimulando o desenvolvimento de competências para o professor fabricar e ampliar, de forma autônoma e criativa, material instrucional de baixo custo que lhe possibilite ensinar Ciências Físicas pela experimentação.

Nas oficinas, o professor encontrou espaço para a pesquisa e a reflexão, em relação aos conteúdos, métodos específicos da disciplina e no que se refere à transposição destes aspectos em sala de aula. Pretende-se, assim, que a formação pela pesquisa forneça ao professor a oportunidade para desenvolver métodos, instrumentos de análise e a possibilidade de reflexão e tomada de consciência sobre o que está acontecendo em sala de aula (GIORDAN, 1978; ASTOLFI, 1991). As oficinas possibilitaram ao professor a investigação e teste dos dispositivos experimentais construídos, em busca de respostas com relação aos fenômenos físicos observados e de seu aperfeiçoamento técnico e estimularam a reflexão dos docentes sobre sua prática pedagógica.

Determinados aspectos desta formação foram investigados, como a aprendizagem dos professores, a forma como pensam realizar a transposição de conteúdos e métodos em sua prática docente, assim como os papéis atribuídos à experimentação no ensino das Ciências Físicas.

2. PRINCÍPIOS NORTEADORES

Optou-se por uma abordagem construtivista (GIORDAN, 1978; GIORDAN, 1996, COELHO et al. 2000; MORAES, 2000; SCHEIN, 2004), no sentido de se considerar o conhecimento prévio do professor, através das tarefas propostas com questionamentos visando conhecer as idéias

prévias e considerá-las no planejamento das atividades, não se fornecer respostas prontas permitindo a investigação dos fenômenos e a formulação livre de questionamentos com elaboração de hipóteses e ampla discussão dos problemas, favorecer-se a interação social nos pequenos e grandes grupos e mediar as discussões, além de se manter uma flexibilidade no planejamento das atividades. Sob esse enfoque, os professores ou alunos são responsáveis pela construção de seu conhecimento, são atores de sua própria formação, têm autonomia, constroem os dispositivos experimentais, realizam experimentos, elaboram, testam e confrontam hipóteses, fazem previsões, explicam e comunicam suas idéias.

Considerou-se importante adotar uma metodologia que permitisse ao professor, por um lado, investigar os fenômenos e funcionamento dos dispositivos experimentais do ponto de vista físico e técnico e, por outro lado, participar ativamente do processo de coleta de dados da pesquisa e refletir sobre sua própria ação pedagógica, relatando e discutindo as idéias de seus colegas sobre a forma de utilizar os conhecimentos adquiridos em suas aulas, por acreditar-se, como outros autores (GIORDAN, 78; DEMO, 2000), na formação pela pesquisa. Através de palestras, viabilizou-se o conhecimento de resultados de pesquisas recentes na área de Didática da Física. Supõe-se, então, que a apreensão destes resultados possa favorecer ao professor uma reflexão e tomadas de decisão mais adequadas à aprendizagem de seus alunos.

Ainda no sentido acima mencionado, considerando aspectos cognitivos, de atitudes e métodos, considera-se que quando o aprendiz, aluno ou professor, confecciona os dispositivos experimentais e investiga procedimentos para que os mesmos funcionem, a experimentação assume características que refletem de alguma maneira a atividade científica.

Esta aproximação tem como prática social de referência³⁹ a atividade científica e é compartilhada por muitos autores (GIORDAN, 1978; PEREZ, 1983, 1986; PEREZ, 1988; COELHO et al, 2000; SÉRÉ et al, 2003) que consideram importante criar no ambiente escolar situações que reflitam, de alguma forma, o modo de se fazer ciência e que esta similitude possa favorecer a aprendizagem, o gosto pelas ciências e uma imagem mais positiva das ciências. Atribui-se, assim, à

³⁹ O conceito de prática social de referência foi criado por JeanLouis Martinand (apud COELHO, 1991), segundo o qual as práticas sociais de referência seriam atividades sociais que serviriam de referência às atividades escolares.

experimentação o importante papel de propiciar a aquisição de conhecimento não apenas teórico, mas também em termos de atitudes e métodos próprios da atividade científica.

O trabalho experimental desenvolvido traz implicitamente no seu planejamento mensagens de como o professor concebe o funcionamento e a natureza da ciência. Entretanto, considerou-se importante deixar explícito pontos de vista filosóficos que permitissem uma reflexão sobre esta natureza como, por exemplo, a dependência teórica das observações (CHALMERS, 1997; DUHEM, 1982) e a complexidade das relações entre experimento e teoria (DUHEM, 1982). A discussão e pesquisa de temas envolvendo história da ciência, como a história da eletricidade estática (CARVALHO, 1973) e a evolução das máquinas eletrostáticas, integraram o planejamento por admitir-se que uma reflexão neste sentido facilitaria uma compreensão da natureza da prática científica. A utilização de leituras e discussões de artigos em Didática das Ciências abordando aspectos relacionados à experimentação, como Séré et al (2000), Borges (2002) e Perez (1983, 1986 e 1988), levaram também a uma reflexão neste sentido.

Concepções filosóficas mais modernas convergem no sentido de conferirem à teoria um papel primordial na atividade científica (KUHN, 1977; KOYRÉ, 1973; POPPER, 1973; DUHEM, 1982; CHALMERS, 1997) precedendo a observação e sendo imprescindível no próprio processo de coleta e interpretação de resultados experimentais. Duhem (apud MASSAIN, 1982) considera que uma experiência de Física não é simplesmente a observação de um fenômeno, mas a interpretação teórica deste fenômeno. Koyré (1973) afirma que não somente as experiências válidas são fundamentadas em uma teoria, mas os próprios meios que permitem sua realização são a própria encarnação da teoria.

Do ponto de vista didático, a postura do professor frente à experimentação e suas escolhas relacionam-se com suas próprias concepções de ciência, seja ela demonstrativa, indutivista-empirista ou dedutivista racionalista, ou outra. De qualquer forma, a relação teoria-experimento é complexa e dinâmica. O status conferido aos dados provenientes da experiência ou à teoria pode variar com a situação e o que nos parece importante é que o professor tome consciência da complexidade e imbricação destes dois aspectos do trabalho científico.

Halbwachs (1975) ressalta que, ao apresentar aos alunos uma experiência purificada, o trabalho intelectual de definição e distinção dos fatores pertinentes no estudo de um fenômeno, fundamental para o desenvolvimento de sua atividade operatória, é prejudicado.

Assim, considera-se que ao propor a compreensão do funcionamento de dispositivos técnicos e, ao mesmo tempo, levando em conta a estrutura cognoscitiva do aluno, evitam-se falsos problemas, impostos pela linearidade dos programas, e se favorece uma aprendizagem que relaciona efetivamente a teoria com a prática ao nível e interesse do aluno. Acredita-se, portanto, que uma metodologia baseada na construção do material experimental favoreça a investigação em nível fenomenológico e técnico dos dispositivos e que as ações de fazer e testar o material incitem o aluno a questionar e investigar os princípios e conceitos envolvidos no experimento e a construir um significado pessoal a esses conceitos.

Na aprendizagem pela ação (WEILBARAIS, 1993), a ação, ao ser reforçada por um fato, faria a pessoa aprender o que é preciso saber para sua ação dar certo, a ação sendo, então, fonte de conhecimento. Nesse sentido, Piaget opõe os processos de abstração simples e abstração reflexivante, mostrando a importância das atividades manipulatórias na passagem dos aprendizes para níveis de abstração mais elevados na construção do seu conhecimento.

O experimento teria, assim, um papel decisivo no estabelecimento de elos entre o mundo real, transformado pelos procedimentos e pelas técnicas – referencial empírico –, o dos conceitos, leis e teorias e o das linguagens e simbolismos utilizados em física (SÉRÉ, COELHO, NUNES; 2003).

Graças às atividades experimentais, o aluno é incitado a não permanecer no mundo dos conceitos e no mundo das 'linguagens', tendo a oportunidade de relacionar esses dois mundos com o mundo empírico. Compreendese, então, como as atividades experimentais são enriquecedoras para o aluno, uma vez que elas dão um verdadeiro sentido ao mundo abstrato e formal das linguagens (p.39).

3. METODOLOGIA DA PESQUISA

3.1. Coleta de Dados

3.1.1. Fase Exploratória

Foram realizados, inicialmente, dois encontros de quatro horas com professores de Física e Ciências do ensino fundamental e médio interessados em participar de oficinas para aprender a construir e explorar didaticamente material instrucional de baixo custo, envolvendo fenômenos de eletromagnetismo. Nessa fase da pesquisa, foi realizada uma sondagem com relatos orais e questionário para se conhecer a realidade dos professores, suas necessidades e anseios.

3.1.2. Oficinas

Após a fase exploratória, foram organizadas oficinas, desenvolvidas em quatorze encontros de quatro horas cada um, para treze professores que trabalharam em equipes de três a cinco componentes, com livre interação entre os grupos sob a mediação de dois docentes ministrantes.

3.1.2.1. Metodologia e Atividades

A metodologia adotada possibilitou uma gama variada de atividades, como confecção de material didático de baixo custo, leitura de artigos e textos, discussões em grande grupo, discussões com os colegas, discussões com os professores ministrantes, possibilidade de testar os equipamentos construídos, possibilidade de questionar e pesquisar, consultas bibliográficas, estudo e discussão de textos históricos e filosóficos, relatos orais e relatórios escritos das atividades desenvolvidas em sala de aula, tarefas envolvendo questões escritas sobre os fenômenos a serem observados ou observados nos experimentos, projeção de vídeos, participação em palestras sobre resultados de pesquisas recentes relacionadas com o ensino de Física com enfoque no ensino experimental e reflexões com planejamento de atividades didáticas para o ensino com base no conhecimento adquirido nas oficinas.

Os professores dispuseram de ferramentas e materiais indispensáveis à construção dos dispositivos experimentais e gozaram de autonomia, com livre movimentação no ambiente para a utilização do equipamento disponível. Protótipos construídos, testados e analisados no estudo dos fenômenos eletrostáticos, como eletroscópios, eletróforo de Volta, máquinas eletrostáticas, garrafa de Leyden e balança analítica, foram doados para utilização em suas escolas.

3.2. Análise de Dados

Além dos documentos que constituem o instrumento de sondagem, formam parte do corpus os registros escritos obtidos das tarefas realizadas durante as oficinas, as transcrições dos relatos orais e os relatórios finais escritos dos professores. A análise dos resultados foi feita por meio da técnica de análise de conteúdo aplicada sobre as transcrições e documentos escritos e também por observações e fotos realizadas durante as oficinas.

4. RESULTADOS

4.1. Obstáculos e formas de aprendizagem dos professores

4.1.1. Aprendizagem pela ação: uma tomada de consciência

Observa-se que ações mal sucedidas durante a confecção e teste dos dispositivos experimentais favoreceram uma conscientização e reflexão, por parte dos professores, da falha por não considerarem corretamente, na situação, alguns conceitos físicos e uma aprendizagem do que é preciso saber para sua ação dar certo. A ação constituiu-se, assim, em uma importante fonte de conhecimento.

Enumeram-se, a seguir, algumas ações mal sucedidas que levaram os professores a uma tomada de consciência do seu erro, envolvendo o conceito de isolantes e condutores:

- 1) tentar eletrizar dois canudos de plástico (pêndulo duplo) encostando nos mesmos um canudo eletrizado;
- 2) tentar encostar várias vezes à lâmpada de néon no eletróforo eletrizado;
- 3) atritar consecutivamente o canudo de plástico com dois materiais de natureza diferente, por exemplo, papel e pano.(eletrização por atrito);
- 4) encostar a mão no eletróforo durante o encostar a mão no eletróforo durante o experimento (condutor e terra);
- 5) tocar o canudo de plástico no eletroscópio de cartão ao invés de deslocá-lo sobre o mesmo.

Nessas ações, as diferenças entre o comportamento de materiais isolantes e condutores, assim como os processos de eletrização relacionados a estes, não foram consideradas inicialmente pelos professores, somente após a realização dos ensaios de tentativa e erro.

4.1.2 Aprendizagem a partir do conhecimento prévio

4.1.2.1 Fenômeno da Blindagem Eletrostática

Foram formuladas inicialmente várias questões, por escrito, sobre o fenômeno da blindagem eletrostática, por exemplo: Uma gaiola de Faraday pode ser construída com material isolante? Comente sua resposta

Algumas respostas evidenciaram o desconhecimento do fenômeno da blindagem, acreditando, os professores, na possibilidade da gaiola ser de material isolante: “Acho que sim, pois os materiais isolantes não são condutores”.

A análise das respostas à questão Um corpo encontrase eletrizado no interior de uma gaiola de Faraday. Um corpo fora da gaiola sofre a ação do corpo que está dentro? Explique, mostra que alguns professores pensam que só haverá influência do corpo que está dentro da gaiola sobre o que está fora se a gaiola ficar eletrizada pelo corpo que está dentro: “Se as cargas do corpo eletrizado passarem para a gaiola, a gaiola ficará eletrizada então o corpo de fora sofrerá a ação do campo da gaiola”.

Algumas respostas poderiam ser consideradas corretas, se as explicações fizessem menção ao aterramento da gaiola, o que não aconteceu: “Não, porque não haverá campo externo por indução”. “Diretamente não, porém cria um campo elétrico na superfície da gaiola e interfere no corpo externo”.

Os professores foram orientados a construir uma gaiola conforme modelo fornecido, a realizar experimentos, observar fenômenos e explicá-los a partir de questões formuladas para compreensão dos fenômenos da blindagem externa e interna.

Após discussões nos pequenos grupos, seguiu-se um debate para confrontar seus pontos de vista, expor hipóteses até o estabelecimento de um consenso, sob a mediação dos professores ministrantes.

4.1.2.2 Conceito de Raios e de Relâmpagos

Percebe-se uma ambigüidade no significado atribuído às palavras raios e relâmpagos por autores de livros e de artigos didáticos, assim como por pesquisadores em eletricidade atmosférica. Há também diferenças no significado atribuído a esses termos pelos diferentes autores.

De forma similar, com os professores das oficinas observou-se uma confusão semântica em relação a estes termos. Estas confusões conceituais, presentes na literatura, provavelmente vêm respaldar as próprias concepções dos professores.

Alguns atribuem ao termo raio os seguintes significados: luz, descarga elétrica, barulho, enquanto que ao termo relâmpago são atribuídos os significados de som, luz e descarga elétrica.

Segundo Alvarenga (2000), o raio é a descarga e o relâmpago é a luz ou centelha elétrica: “Esta descarga vem acompanhada de uma centelha (emissão de luz) e de um pequeno ruído (um estalo) causado pela expansão do ar que se aquece com a descarga elétrica” (p. 73). Sousa (2005) inicialmente estabelece uma distinção entre raios e relâmpagos: raios são considerados como “cargas elétricas em movimento ordenado” e relâmpagos “a iluminação produzida pelos raios”. A utilização dos termos raios e relâmpagos como sinônimos é inclusive criticada pelo autor.

Hoje se sabe que os relâmpagos estão relacionados à eletricidade na atmosfera. Eles iniciam com os raios, que nada mais são do que cargas elétricas em movimento ordenado, ou seja, uma corrente elétrica na atmosfera produzindo dois efeitos: a iluminação de uma região específica do espaço onde elas se movimentam, que é o relâmpago propriamente dito e o brusco aquecimento do ar nessa região, causando uma onda sonora denominada trovão. É muito comum aplicar-se os termos raios e relâmpagos como sendo sinônimos, apesar de eles serem diferentes e o segundo ser consequência do primeiro (SOUSA, 2005).

Entretanto, no decorrer do texto percebe-se a utilização do termo relâmpago com o significado atribuído inicialmente a raio em expressões como “queda do relâmpago”, “atingir as pessoas”, “atrair relâmpagos”, “relâmpagos do tipo solo-nuvem”. O significado dado inicialmente a raio (descarga) parece também significar relâmpago pela utilização do verbo ‘refletir’ (quem sofre reflexão é a luz!).

A maioria das mortes e tragédias ocorrem pelos efeitos indiretos, que acontecem nas proximidades do local de queda de um relâmpago. (...) Por isso, é muito perigoso ficar próximo ao local de queda de um relâmpago. O relâmpago pode cair no mar? Espelhos não atraem relâmpagos, tampouco irão ‘refletir’ a descarga em cima de alguém.

Relâmpagos do tipo solo-nuvem podem ser reproduzidos através de pequenos foguetes conectados a longos fios de cobre lançados na direção das tempestades (SOUSA, 2005).

Pesquisadores como Pinto (2000) utilizam indistintamente os termos raios e relâmpagos, significando ambos descargas atmosféricas:

Os relâmpagos constituem-se de descargas elétricas transientes de alta intensidade de corrente (maior que 10.000 ampères) na atmosfera (PINTO, 2005).

(...) relâmpagos são descargas elétricas que ocorrem devido ao acúmulo de cargas elétricas em regiões localizadas da atmosfera... (PINTO, p.9, 2000).

Existem diversos tipos de relâmpagos (...) relâmpagos nuvensolo, (...) relâmpago solonuvem (...), relâmpagos intranuvem (...) e entre nuvens... Relâmpagos que envolvem o solo são normalmente denominados raios... (PINTO, p.12, 2000).

O mesmo autor, em artigos didáticos de divulgação científica (p.238, 2002) utiliza a mesma nomenclatura mencionada nas citações anteriores, havendo, entretanto, uma certa ambigüidade entre o que foi dito anteriormente no que se refere ao significado de raio (quando o autor diz que relâmpagos que envolvem o solo são “normalmente” chamados de raios) e o que diz no texto atual quando utiliza agora o termo “também”, ao invés de “normalmente”: “Os relâmpagos que envolvem o solo são também denominados raios” (p. 27). Um mesmo termo pode assumir diferentes significados, da mesma forma que para um determinado significado pode haver diferentes significantes.

Para trabalhar os fenômenos do raio, relâmpago e trovão utilizou-se o mesmo procedimento descrito para a blindagem, propondo-se a construção de uma garrafa de Leyden e a produção de faíscas, eletrizando-se a garrafa com um canudo eletrizado e com a máquina eletrostática de Nairne. Esta atividade modelizante foi realizada após uma sondagem inicial com vários questionamentos envolvendo o fenômeno das descargas atmosféricas e proteção contra as mesmas, estimulando-se consulta de materiais bibliográficos, como artigos, referências de livros e sites para busca de respostas aos questionamentos surgidos. Além disso, os professores assistiram a um vídeo, gerando-se um amplo debate sobre o tema.

CONCLUSÃO

Pretende-se que o trabalho, descrito e analisado neste artigo, tenha conseqüências importantes na formação do professor por ter criado um espaço de reflexão e pesquisa sobre sua prática pedagógica. Ao vivenciar uma aprendizagem em oficinas com uma abordagem construtivista, na

qual a prática social de referência é a atividade científica e a natureza da ciência e sua história são contempladas e, ao mesmo tempo, ao participar do processo de pesquisa relatando e discutindo suas ações pedagógicas com os alunos, além de tomar conhecimento de resultados de pesquisas em Didática das Ciências Físicas, o professor adquire um olhar crítico e uma nova visão das atividades experimentais para tomar decisões mais acertadas e que favoreçam a aprendizagem de seus alunos.

A Universidade assume, assim, um papel relevante na formação de professores de Ciências Físicas com atuação no ensino fundamental e médio, ao criar um espaço para pesquisa e reflexão, situação que, muitas vezes, a estrutura escolar, na qual o professor está inserido, não propicia.

REFERENCIAS BIBLIOGRAFICAS

ALMEIDA, M.A.T.; BASTOS, A.M.F. Blindagem eletrostática. In: VII Conferência Internacional sobre Educação em Física. Canela, 2000.

ASTOLFI, J.P.; DEVELAY, M. A Didática das Ciências. Traduzido por Magda Sento Sé Fonseca. 7.ed. São Paulo: Papirus, 2002.

BORGES, A.T. Novos rumos para o laboratório escolar de Ciências. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.19, n.3, 2002.

CARVALHO, R. História da eletricidade estática. 2.ed. Coimbra: Atlântida, 1973.

CHALMERS, A.F. O que é Ciência Afinal? 2.ed. São Paulo: Brasiliense, 1997.

COELHO, S.M. et al. Conceitos, Atitudes de Investigação e Metodologia Experimental como Subsídio ao Planejamento de Objetivos e Estratégias de Ensino. Caderno Catarinense de Ensino de Física, v.17, n.2, p.122-49, 2000.

_____. (coord). Roteiros, Protótipos e Experimentos do Projeto Instrumentação para Ensino – IPE. Porto Alegre: PUCRS / Faculdade de Física. 1996/2005.

_____. Contribution à l'étude didactique du mesurage en Physique dans l'enseignement secondaire. Description et analyse de l'activité intellectuelle et pratique des élèves et des enseignants. França: Paris 7. Tese (Doutorado em Didática das Disciplinas), Paris 7, 1993.

_____. DI BERNARDO, S.; KOHL, E. Formação de professores do ensino médio pela instrumentação e pesquisa em ciências. In: III Taller International de Didáctica sobre la Física Universitaria. Matanzas, 2002.

_____; SÉRÉ, M.G. Pupils' Reasoning and Practice during Handson Activities in the Measurement Phase. *Research in Science & Technological Education*, v.16, n1, 7995, 1998.

DEMO, P. *Educar pela Pesquisa*. 4.ed. Campinas: Associados, 2000.

DUHEM, P. *L'expiance de Physique*. In: MASSAIN, R. *Physique et physiciens*. 5.ed. Paris: Magnard, 1982. p.3426.

FERREIRA, N.C. (coord). *Roteiros, Protótipos e Experimentos do Projeto Rede de Instrumentação para Ensino projeto – RIPE -*. São Paulo: USP / Instituto de Física. 19962005.

GIORDAN, A. *Une pédagogie pour les sciences expérimentales*. Paris: Centurion, 1978.

_____; VECCHI, G. *Les origines du savoir*. Paris: Delachaux & Niestlé, 1987. HALBWACHS, F. *La physique du maître entre la physique de l'élève et la physique du physicien* *Revue Française de Pédagogie*, v.33, 19-29, 1975.

KOYRÉ, A. *Études d'histoire de la pensée scientifique*. Paris: Gallimard, 1973.

KUHN, T.S. *A tensão essencial*.

Traduzido por Rui Pacheco. Lisboa: Ed70, 1977. LUZ, A.M.R. ALVARENGA, B. *Curso de física*. 5.ed. São Paulo: Scipione, 20002001. 3 v. MASSAIN, R. *Physique et Physiciens*. Paris: Éditions Magnard, 1982.

MORAES, R. *É Possível Ser Construtivista no Ensino de Ciências?* In: MORAES, R. (org). *Construtivismo e Ensino de Ciências*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000. p.10330.

PEREZ, D.G. *La Metodologia Científica y la Enseñanza de las Ciencias: unas relaciones controvertidas*. *Enseñanza de las Ciencias*, v.4, n.2, p.11121, 1986.

_____. *Três Paradigmas Básicos en la Enseñanza de las Ciencias*. *Enseñanza de las Ciencias*, v.1, n.1, p.2633, 1983.

_____; PAYA, J. *Los trabajos practicos de física y química y la metodologia científica*. *Enseñanza de la Física*, v. 2, n. 2, p. 7379, 1988.

PINTO JR, O. *Eletricidade atmosférica*. Disponível em: <<http://www.dge.inpe.br/wotan>> Acesso em : 30 set. 2005.

_____; PINTO, I.R.C.A. *Tempestades e relâmpagos no Brasil*. SP, São José dos Campos: INPE, 2000.

_____; _____. *Relâmpagos: A natureza em alta voltagem*. In: *Ciência hoje na escola*, v12. *Eletricidade*. São Paulo: Global Editora, 2002.

POPPER, K.R. *La logique de la découverte scientifique*. Paris: Payot, 1973

SCHEIN, Z.P. Estudo didático de um experimento centrado em atividades de produção e aplicação de um objeto técnico: a balança analítica. Porto Alegre: PUCRS, 2004. Dissertação (Mestrado em Educação em Ciências e Matemática), Faculdade de Química, Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, 2004.

SÉRÉ, M.G.; COELHO, S.M.; NUNES, A.D. O Papel da Experimentação no Ensino da Física. Caderno Brasileiro de Ensino de Física, v.20, n.1, p.3042, 2003.

SOUSA, R. Raios, relâmpagos e trovões. Disponível em: <<http://www.ufpa.br/ccen/fisica/aplicada/classif.htm>> Acesso em: 30 set. 2005

WEILBARAIS, A. et al. L' Homme Cognitif. Paris: Presses Universitaires de France, 1993

A INTRODUÇÃO DO MÉTODO DIDÁTICO DA MODELAGEM GRÁFICA, CRIATIVA PARA A FORMAÇÃO DE CONCEITOS CIENTÍFICOS EM ESTUDANTES DO ENSINO FUNDAMENTAL

Yuri Expósito Nicot⁴⁰

Luis Roberto Jardinot Mustelier⁴¹

RESUMO: O artigo apresenta os resultados de uma investigação doutoral sobre a formação de conceitos nas séries inicial do ensino fundamental pelo método e procedimentos de desenho, que facilitam a assimilação criativa do conhecimento científico para os estudantes e sua transferência correspondendo na solução de tarefas diversas.

Palavras-chaves: Modelagem, criatividade, formação de conceitos, didática das ciências, aprendizagem criativa.

RESUMEN: El artículo presenta los resultados de una investigación doctoral sobre la formación de conceptos en estudiantes de las series iniciales de la enseñanza fundamental, a través del método de modelación, que facilita la creatividad en la asimilación de conocimientos científicos por los estudiantes y su correspondencia en la solución de diferentes tareas.

⁴⁰ Doutor em Ciências Pedagógicas, professor auxiliar do Departamento de Física Aplicada da Universidade do Oriente, Cuba. Professor convidado da Universidade do Estado do Amazonas (UEA), Escola Normal Superior (ENS), Brasil.

⁴¹ Doutor em Ciências Pedagógicas, especialista em Didática das Ciências Naturais, professor auxiliar do Departamento de Ciências Naturais da Universidade Pedagógica Frank País García, Cuba.