

# NOVOS PARADIGMAS – UMA FILOSOFIA EDUCACIONAL PARA O PROFESSOR DE MATEMÁTICA COM HABILITAÇÃO EM FÍSICA

WASHINGTON A. G. PIZARRO

*Mestrado em Educação – UNINOVE;*

*Licenciatura em Matemática com Habilitação em Física – UNINOVE;*

*Professor nos cursos de Matemática, Química, Biologia, Fisioterapia e*

*Ciências Biomédicas – Universidade Ibirapuera.*

*wagpizarro@uol.com.br*

## Resumo

Neste artigo, baseado em pesquisa bibliográfica, propõe-se uma nova filosofia educacional para o professor licenciado em matemática. Essa pesquisa não proporcionou dados diretos em relação à importância da presença do professor de matemática na sala de aula e no laboratório de física; no entanto, a pesquisa de campo revela percentuais significativos da participação efetiva desse professor no ensino de física do nível médio. O trabalho afirma também a certeza de que a formação e a atividade desse docente, se orientadas pelas propostas educacionais de Piaget e Paulo Freire, e contando com os indispensáveis recursos estruturais, podem suscitar um novo perfil de professor nessas áreas e uma práxis renovada, objetivando melhorar seu desempenho em sala de aula e no laboratório. Cabe ao formando aceitar as mudanças durante e depois do período universitário, de forma a estar sempre preparado para assumir as responsabilidades inerentes ao seu campo de atuação.

**Palavras-chave:** *Contexto. Física. Matemática. Nova Filosofia Educacional. Práxis Renovada;*

## Abstract

This study proposes a new educational philosophy to Mathematics graduated teacher, transforming his presence at classroom and laboratory in something more representative to educational context. The bibliographical research does not provide direct data to teacher presence at classroom or at laboratory. However the research field reveals a meaningful result about teacher participation in the physics classroom teaching to high school. This article also confirms that teacher formation and activity, if oriented by Piaget's and Paulo Freire's educational proposals, beyond natural resources, are indispensable. The objective is to create a new teacher profile in some areas and a renewed praxis focusing a new performance at high school physics laboratory. In this case, during and after academic period, the student must be prepared to incorporate his responsibilities as a teacher.

**Key words:** *Context. Mathematics. New Educational Philosophy. Physics. Renewed Praxis.*

## 1. O Construtivismo como novo paradigma

Esse paradigma é assumido como base teórico-epistemológica fundamental para a formação do professor de matemática que exerce funções docentes em física, base essa que deveria permear todo o conteúdo curricular do formando. No paradigma construtivista, considera-se a realidade, a teoria, o docente, o discente e o meio em interação para favorecer a aprendizagem. Sujeito e objeto do conhecimento interagem num processo dinâmico, que leva à aquisição do conhecimento científico. Entende-se que o sujeito se relaciona ativamente com o mundo físico e com outros sujeitos e, dessa forma, estabelece uma construção conceitual da realidade, rechaçando que o ponto de partida da ciência seja a observação neutra de fatos que se impõem ao intelecto, por se apresentarem mais objetivos.

A esse respeito, Bross (1990, p. 13) registra que, já no século XVII, Comenius (1592-1671) ponderava:

Homens devem ser instruídos na sabedoria, tanto quanto possível, não nos livros, mas no céu, na terra, nos carvalhos e nas faias; isto é, eles devem aprender e investigar as coisas por si mesmos, e não apenas observar e testemunhar o que as outras pessoas pensam sobre essas coisas.

O cotidiano se apresenta como impulsionador do saber docente, e a experiência, a prática pedagógica e a formação profissional são elementos imprescindíveis para a construção desse saber.

Esses novos tipos de conceito estão presentes em professores que fazem pesquisas educacionais em ciências, ou que se preocupam em manter-se informados por meio de publicações, ou participam de simpósios entre

pesquisadores e professores. Nesse modelo, o professor possui uma grande responsabilidade, pois deve ser o guia para que as hipóteses propostas pelos alunos e os resultados obtidos sejam comparados entre si e também com as hipóteses construídas pela comunidade científica que tenha tratado do problema. É evidente que ele deve possuir uma profunda compreensão dos conteúdos da disciplina científica que ensina, assim como dos aspectos ontológicos e metodológicos, para compreender, em qualquer condição de relacionamento com o educando, o que está implícito e deve ser usado na construção do conhecimento. O testemunho de Rowell (apud DE CASTRO, 1989; CARVALHO, 1992, p. 225-226) sobre as idéias de Piaget ajuda-nos nessa discussão:

Do ponto de vista epistemológico, a teoria da equilíbrio piagetiana tem se mostrado extremamente útil enquanto estrutura capaz de nos orientar na busca do entendimento das evoluções e dos progressos nos sistemas explicitados elaborados pelos alunos: se todo indivíduo possui um sistema cognitivo, que funciona por um processo de adaptação, que é perturbado por conflitos ou lacunas e cuja reequilíbrio [resolução do conflito ou preenchimento da lacuna] implica em alguma aprendizagem ou construção do conhecimento, a perturbação é, pois, a mola propulsora no progresso do conhecimento. Ultrapassá-la é a fonte desse progresso.

Não obstante a teoria piagetiana não possa servir propriamente de base para a elaboração desta proposta, pois se refere diretamente ao desenvolvimento pedagógico da criança e do adolescente, ela realça o conceito de atividade e criatividade que são

fundamentais tanto à formação de conceitos físicos quanto ao estabelecimento dos estágios do desenvolvimento cognitivo, bem como à valorização das interações sociais. Essas categorias têm relação direta com a proposta deste artigo.

O conceito de atividade fica explícito na afirmação de Piaget (apud GASPARG, 1982, p. 16):

O apelo à atividade, que constitui a reivindicação central da educação progressiva contemporânea, não se baseia unicamente, como muito freqüentemente se imagina, em razões extraídas da psicologia do interesse ou da motivação geral dos comportamentos, mas também do próprio mecanismo da inteligência: a assimilação dos conhecimentos, igualmente sob seu aspecto mais intelectual, supõe a atividade da criança e do adolescente, porque todo ato de inteligência implica um jogo de operações e estas operações não chegam a funcionar verdadeiramente [isto é, a produzir pensamento e não somente combinações verbais] senão na medida em que foram preparadas por ações propriamente ditas; as operações outra coisa não são, com efeito, senão o produto da interiorização e da coordenação das ações, de tal maneira que, sem atividade não poderia haver inteligência autêntica.

Assim como se apresenta na teoria piagetiana, o conceito de atividade está em estrita relação com a sua teoria do conhecimento, pois o próprio Piaget (apud GASPARG, 1982, p. 18) diz:

conhecer é modificar, transformar o objeto e, como consequência, compreender a maneira de como o objeto é construído. Uma operação, desta forma, é a essência do conhecimento, é uma ação interiorizada que modifica o objeto do conhecimento.

O Construtivismo, mediante o Interacionismo, que é um dos modos de entender o ser humano, incorpora os fatores ambientais e orgânicos no desenvolvimento do homem. Assim, os fatores subjetivos e objetivos são relevantes em educação:

Na relação do homem com a sociedade se aplica a Teoria da Interação: o homem resulta de forças sócio-históricas específicas, mas, ao mesmo tempo, é capaz de ação que o leva a transformar seu meio (BARROS, 1996, p. 11).

Estamos acostumados a relacionar o ensino como um processo de aprendizagem que se realiza no aprendiz de fora para dentro e que significa, propriamente, transmissão de saberes já existentes. Porém, na atualidade, passamos a compreender o caminho e o significado da construção do conhecimento, na medida em que consideramos o aspecto vivencial que o sujeito traz consigo. Com a leitura de Assmann (1996), é possível um confronto entre a epistemologia construtivista e a objetivista. Este autor afirma que o construtivismo piagetiano está em confronto com a epistemologia objetivista e expressa que Maturana<sup>1</sup> e Varela,<sup>2</sup> cientistas chilenos, contribuíram com idéias inovadoras para a dinâmica auto-organizativa da estrutura dos processos (morfogênese) do conhecimento.

<sup>1</sup>Humberto Maturana, Doutor em Biologia e ganhador do Prêmio Nacional de Ciências do Chile, em 1994.

<sup>2</sup>Francisco Varela, PhD em Biologia e Diretor de Pesquisas do Centre National de Recherche Scientific – CNRS.

Com as contribuições de Maturana e Varela e partindo das premissas do Construtivismo, Assmann (1996, p. 135) define uma concepção nova de aprendizagem que envolve alterações conceituais significativas, para as quais ainda não existe uma linguagem comum e generalizada que nos permita expressar as mudanças e as tendências de

comportamento. É necessário que procuremos encontrar na linguagem aproximações que nos mostrem as diferenças dos enfoques para evidenciar as mudanças. Advertindo que os esquemas de contraposição quase sempre se apresentam imperfeitos e correm o risco de possibilitar o dualismo, Assmann (1996, p. 135) apresenta o seguinte quadro confrontativo:

<b>EPISTEMOLOGIA OBJETIVISTA</b>	<b>EPISTEMOLOGIA CONSTRUTIVISTA</b>
Entrega e recepção de saberes	Construção interativa de conhecimentos
<b>O QUE É A REALIDADE?</b>	
Algo externo e independente de quem a conhece	Algo determinado por quem conhece
Mundo real, objetivo	Algo dependente da atividade mental humana
Estrutura de coisas, fatos, entidades, propriedades, relações	Produto da mente. Procedimentos simbólicos constroem a realidade
<b>O QUE É O CÉREBRO/MIENTE?</b>	
Processador de símbolos	Criador de símbolos
Espelho da natureza	Perceptor/intérprete da natureza e história
Máquina abstrata para manipular símbolos	Sistema conceitual para construir a realidade
<b>O QUE É CONHECER E PENSAR?</b>	
Algo não-físico (espiritual) independente da experiência corporal ( <i>disembodied</i> )	Algo que emerge dentro da corporeidade ( <i>embodied</i> )
Regido pela realidade externa	Fundado na percepção/construção
Refletindo a realidade externa	Emerge da experiência bioorgânica e social
Manipula símbolos abstratos	Como imaginativo possibilita a abstração
Representa (espelha) a realidade	É mais do que representação (espelhamento) da realidade
Pode ser decomposto (atomisticamente) em blocos de construção	Tem propriedades gestálticas (padrões, formas)
Algorítmico (passos seqüenciais de execução)	Apóia-se na estrutura biodinâmica do sistema conceitual
Classificação	Criação de modelos cognitivos
<b>O QUE É SIGNIFICADO/SENTIDO?</b>	
Corresponde a coisas e categorias que existem no mundo	Não se fia da correspondência com o mundo (supostamente objetivo)
Independente da compreensão por qualquer organismo	Depende da compreensão
Algo externo ao entendedor	Determinado pelo entendedor/observador
<b>O QUE SÃO SÍMBOLOS?</b>	
Representam a realidade	Instrumentos para construir a realidade
Representações internas da realidade exterior (blocos de construção)	Representações de uma realidade interior (construída interiormente)

Fonte: Assmann, 1996, p. 135-136.

As pessoas, pela criação de modelos mentais, constroem perspectivas diferenciadas mediante as quais verão o mundo. A existência dessas perspectivas foi amplamente reconhecida e assumida pelo Construtivismo. Dessa maneira, quando novos modelos mentais aparecem e são postos em confronto com os já existentes, têm mais possibilidade de ser construídos. Assmann (1996, p. 137) justifica, por esses motivos, o modelo confrontativo e afirma:

Objetivismo: o conhecimento e a verdade existem fora da mente do indivíduo e são, por isso, objetivos. Aos estudantes se lhes fala acerca do mundo e espera-se que eles repliquem em sua mente o conteúdo e a estrutura desse mundo. Já que se acredita que o conhecimento é algo fixo, a aprendizagem é vista como uma réplica/, um replicar da base de conhecimentos dos entendidos (expertos). Os professores transmitem conhecimentos e os estudantes têm que aprendê-los tal como é ensinado, de modo que os aprendentes (*learners*: alunos) consigam a mesma compreensão dos que ensinam.

Construtivismo: os construtivistas acham que o conhecimento e a verdade são construídos pela gente. Não há conhecimento objetivo ou verdade objetiva a serem ensinados. Todos nós concebemos a realidade exterior com alguma diferença, com base em nosso repertório único de experiências acerca do mundo e nossas crenças a respeito delas. Contudo, os que estão aprendendo podem perfeitamente discutir com outros acerca de suas maneiras de compreender e desenvolver, desse

modo, entendimentos compartilhados. Embora diferentes aprendentes possam chegar a diferentes respostas, não se trata de sustentar que qualquer coisa vale. Os aprendentes têm que ser capazes de justificar a sua posição e mostrar sua viabilidade.

Mediante leitura interpretada de Palhano (1995, p. 61-62), concordando com Assmann, entende-se que o conhecimento não é exterior ao homem; o saber é produto de uma ação histórico-coletiva, e há grande variação de abordagens sobre a natureza do conhecimento científico. Aquelas que direcionam a atividade científica centrada na descrição e generalização, sem considerá-la uma atividade sócio-histórica, são objetos de crítica. Rejeita-se, pois, a perspectiva conceitual do positivismo, pela qual os homens deixam de ser os produtores de seus saberes, já que estes se apresentam como prontos e acabados, constituindo, portanto, conhecimentos exteriores ao próprio homem.

Em depoimento videográfico, de 1999, Furlanetto<sup>3</sup> afirma que, para assentar as bases do Construtivismo, não podemos pensar somente a sala de aula como um espaço construtivista. A escola foi considerada, durante muito tempo, o espaço exclusivo das práticas educacionais, numa perspectiva externa a ela. O governo, representado pelos seus gabinetes administrativos relacionados à educação, configura um poder externo, sem envolvimento direto com as mudanças educacionais; por isso, a dificuldade de a instituição conquistar identidade e metas próprias, de os professores não sentirem compromisso com as mudanças e desconfiarem tanto da própria escola quanto das proposições feitas por pessoas externas a ela, o que leva a manter as coisas como estão.

<sup>3</sup>FURLANETTO, E. *Construtivismo na escola*. Fita de videocassete, outubro de 1999. In: Ficha de documentação, p. 6.

Ocorre que a escola como um todo deverá integrar-se ao processo de mudanças, para comprometer todos aqueles que, de algum modo, estejam relacionados com a educação. Ultimamente, vêm ocorrendo transformações na escola, em especial por intermédio dos professores que, preocupados por não terem respostas às questões que a prática escolar lhes apresenta, buscam teorias que permitam respondê-las e freqüentam cursos em que discutem propostas exequíveis para a sala de aula, iniciando, dessa forma, as transformações. Porém, a sala de aula faz parte da escola e, como tal, é regida por normas aplicadas por diretores e coordenadores. Assim, evidencia-se a necessidade de estender as idéias de mudança e propor a criação de espaços para que os conhecimentos passem a circular em toda a escola, com a participação de diretores e coordenadores nesse processo construtivista. Esses profissionais devem modificar suas formas de agir; não podem mais ditar regras, apresentar ‘pacotes prontos’ ou agir como donos absolutos da verdade, impondo-a a alunos e professores. Deverão, sim, promover encontros, estabelecer um diálogo freqüente, num clima de parceria, para que a escola como um todo possa refletir sobre o caminho a seguir, os projetos pedagógicos e sua prática, criando, assim, um espaço construtivista. Nas palavras de Furlanetto (RIBEIRO, 1999, p. 4):

esse diretor, esse coordenador deverão transformar seu olhar, sua fala, e transformar sua escuta. O olhar de um coordenador, de um diretor dentro desse novo espaço pedagógico é aquele que pode perceber os sinais surgindo dessa escola, que pode perceber qual caminho que essa escola está querendo percorrer e facilitar este caminho.

No tocante à dinâmica do Construtivismo, Macedo (RIBEIRO, 1999, p. 2) apresenta o momento em que esta aparece pela primeira vez, quando se percebe que é preciso repensá-la em outra perspectiva, pois as bases anteriores não mais se põem como solução, retomando o que Freud (ibidem, 1999, p. 3) dizia no começo do século passado: “ao lado do conhecimento objetivo, racional, governado pelo consciente, há aspectos sobre os quais nós não temos controle, há uma dinâmica dentro de nós, de nosso inconsciente, que determina o nosso conhecimento, a possibilidade de conhecer.”

Com o aparecimento do Construtivismo a romper com as questões tidas como naturais, certas e válidas, vislumbra-se uma tomada de consciência, emergindo uma nova perspectiva em oposição à maneira de ver os problemas somente em nível objetivo. Esse momento construtivista deve ser enfatizado, pois ele vai confrontar-se com um passado que carece de reformulação para dar início a um futuro melhor, que responda às novas exigências do mundo atual. É ainda Macedo (RIBEIRO, 1999, p. 2) que esclarece que

ser construtivista não é passar do oposto para o outro, não é passar de uma dependência para uma independência total, é passar de um plano para outro, com o compromisso de coordenar estes diferentes pontos de vista, não podendo deixar de lado tudo aquilo que a escola tradicional tinha resolvido de uma forma ou outra, em maior ou menor grau. Isto deve ser resumido sob a nova perspectiva, que se apresenta, e com as críticas que foram feitas a respeito de suas soluções. Devemos criticar, substituir, porém, nunca esquecer das condições antigas pois, parcialmente, elas serão a base para nossas mudanças, embora

também deveremos abandonar aquilo que não serve mais. Construtivismo não pode ser considerado como o ponto de partida, senão como o ponto de chegada, onde as respostas, que antes eram insatisfatórias, agora devem-se apresentar melhor para nossos alunos, para nossos professores, e para nossa escola. Para isso, não podemos esquecer que nossa coordenação é o ponto principal para a caminhada entre o antigo e o novo, entre aquilo que não dá mais conta, porém que não podemos abandonar completamente, e aquilo que pensamos de melhor para nosso futuro educacional.

## 2. Um paralelismo com a teoria educacional de Paulo Freire

Nesse contexto, apresenta-se a teoria de Paulo Freire (1988, p. 62-75) que reforça e completa a escolha do Construtivismo como modelo para a prática educacional, ao estabelecer o confronto entre a educação bancária e a problematizadora. A educação bancária está em oposição ao modelo construtivista aplicado em sala de aula por pedagogos, há quase uma década; já o modelo construtivista apresenta propostas inovadoras baseadas nas teorias cognitivas elaboradas por Piaget, a partir de seus estudos relativos aos processos da inteligência. A educação tradicional possui muitos pontos em comum com a educação bancária, opostos ao modelo construtivista:

- a) o educador é o que educa; os educandos, os que são educados;
- b) o educador é o que sabe; os educandos, os que não sabem;
- c) o educador é o que pensa; os educandos, os pensados;
- d) o educador é o que diz a palavra; os educandos, os que escutam docilmente;
- e) o educador é o que disciplina; os educandos, os disciplinados;
- f) o educador é o que opta e prescreve sua opção; os educandos, os que seguem a prescrição;
- g) o educador é o que atua; os educandos, os que têm a ilusão de que atuam na atuação do educador;
- h) o educador escolhe o conteúdo programático; os educandos jamais ouvidos nesta escolha se acomodam a ele;
- i) o educador identifica a autoridade do saber com sua autoridade funcional, que opõe à liberdade dos educandos; estes devem adaptar-se às determinações daquele;
- j) o educador, finalmente, é o sujeito do processo; os educandos, meros objetos. (FREIRE, 1988, p. 59).

Já a educação problematizadora, embora seus conceitos não se apresentem idênticos aos do construtivismo, tem significados muito parecidos e reflete os mesmos objetivos. Nela, afirma-se a dialogicidade com o aluno, que deixa de ser o depositário dos conhecimentos dos educadores (FREIRE, 1988, p. 68), pondo-se educador e educando ante a exigência de superação e contradição, características definidoras da relação dialógica entre dois sujeitos que pretendem, conjuntamente, conhecer o mesmo objeto. Na educação problematizadora, não existe mais o educador do educando nem o educando do educador – ambos se transformam em educador-educando e educando-educador. No relacionamento dialógico, o educador também aprende com o educando, tornando-se ambos sujeitos do processo. Com isso, deixam de prevalecer, prioritariamente, os argumentos de autoridade do educador; o conhecimento não é mais sua propriedade exclusiva, passando a constituir motivo de sua própria reflexão, assim como da dos seus educandos, e criando condições para a

superação do conhecimento tido como definitivo, ambos no exercício consciente de um pensamento crítico.

Ao problematizar a realidade, o educando percebe a necessidade de responder aos desafios que esta lhe apresenta. A realidade é captada como problema somente quando existe a relação plena com os outros e a compreensão adquirida tende a crescer desalienada e criticamente. Os educandos já não sentem que sua relação é estática; vêem-na como uma realidade em transformação, e o que antes existia como objetividade, sem maiores significados, adquire destaque, transformando-se em desafio, estimulando a reflexão e a ação do sujeito sobre a realidade. Isso leva a procurar transformações criadoras próprias da vocação de seres humanos conscientes. O sujeito percebe-se como um ser inacabado, inconcluso, realidade histórica a ser construída, e a educação constitui uma ocupação permanente no constante acontecer da realidade. Mediante essa percepção, cria-se o movimento transformador, e uma realidade que antes parecia tão rígida, definida e duradoura pode ser agora objetivada e apropriada como algo histórico a ser modificado.

### **3. O paradigma Freire-Piaget e a formação e o perfil do professor de Matemática para o ensino de Física**

O paradigma adotado traz preciosas indicações para a formação do professor de matemática que atua em física. Sem dúvida, ele obtém melhor rendimento como educador com o domínio dos conhecimentos específicos de sua área, mas é de vital importância compreender como o aluno aprende, para poder orientá-lo na formação de um senso crítico que lhe permita perceber as realidades envolvidas nos temas de física e intervir nas mudanças.

Sem a pretensão de oferecer receitas definitivas e conclusivas, o modelo Freire-Piaget constitui uma nova filosofia

educacional para o professor de Matemática. As idéias propostas, embora permaneçam como sugestões, foram amadurecidas no decorrer da pesquisa. Indo um pouco mais além, ousa-se dizer que elas faziam falta à nossa formação.

Sobre um dos aspectos do perfil do professor, Edina C. de Oliveira (FREIRE, 1998, p. 11) diz:

a competência técnico-científica e o rigor de que o professor não deve abrir mão no desenvolvimento do seu trabalho, não são incompatíveis com a amorosidade necessária às relações educativas. Essa postura ajuda a construir o ambiente favorável à produção de conhecimentos onde o medo do professor e o mito que se cria em torno de sua pessoa vão sendo desvelados. *É preciso aprender a ser coerente. De nada adianta o discurso competente se a ação pedagógica é impermeável à mudança.* (grifo nosso).

A esse respeito, Freire (1998, p. 161) acrescenta que

é preciso, sublinho, que, permanecendo e amorosamente cumprindo o seu dever, não deixe de lutar politicamente por seus direitos e pelo respeito à dignidade de sua tarefa, assim como pelo zelo devido ao espaço pedagógico em que atua com seus alunos.

Como seria então o perfil do licenciado em matemática, que desponta desta pesquisa, em consonância com as características inerentes ao processo Freire-Piaget a ser adotado na sua formação, não somente em relação ao ensino de física, mas também ao ensino em geral?

### 3.1 Novo perfil do professor de Matemática

Segundo Otero et al. (1992, p. 167-168), o professor<sup>4</sup> de Física deve possuir, em sua formação, ademais dos conhecimentos específicos, conhecimentos que avalizem seu bom desempenho no campo das ciências da educação. Nesse campo, precisa conhecer

história e filosofia das ciências; a epistemologia da ciência (a forma que os cientistas abordam os problemas e as características mais relevantes da sua atividade); as interações entre as ciências, a técnica e a sociedade; as diferentes teorias da aprendizagem; e saber colocar em uso as técnicas didáticas; ser capaz de conjugar os dois saberes anteriores no planejamento adequado das atividades de aprendizagem

À luz do modelo Freire-Piaget, essas mesmas exigências integrariam a formação de nosso professor de matemática. As indicações acima enfatizam a necessidade de formar um perfil de professor que, além de aprofundar-se na epistemologia da Matemática e da Física, possua conhecimento interativo que, abrangendo a compreensão da realidade social inclusiva e das teorias de aprendizagem e conjugando seus saberes com os conhecimentos anteriores, possa constituí-lo como eficiente aplicador das técnicas didáticas.

Como Otero, Ayala (1992, p. 156-57) é outro autor preocupado com a formação do professor de física:

surge, então, a pergunta sobre o tipo de formação que o professor de física deve ter para orientar os processos de

recontextualização do campo do conhecimento. É importante evidenciar que esta problemática implica a consideração de muitos aspectos dada a complexidade na execução. Nos limitaremos neste documento a examinar qual deve ser o conhecimento da física que deve ter um docente de física para orientar estes processos

Posta a questão, a autora inicia a discussão estabelecendo a diferença entre a formação do físico<sup>5</sup> e a do professor de Física:

em primeiro lugar [...] requer uma sólida formação nesta disciplina, porém, decididamente, diferente daquela de um Físico; e não por ser de menor qualidade, senão porque há de ser formado para executar um trabalho de intervenção cultural. Esta diferença de interesse e sentido que há entre a formação de um Físico e de um professor de física, assim como suas implicações, já começaram a ser reconhecidas, por J. S. RIDGEN, por exemplo, no editorial da *American Journal of Physics*, de agosto de 1986.

Ayala (1992, p. 157) evidencia também a necessidade de trabalhar conteúdos da História e Filosofia da Ciência:

conhecer a física, para um professor de física, é conhecer os problemas que possibilitaram a construção dos fenômenos, a formação e o desenvolvimento dos conceitos e sua sistematização nas teorias; as condições em que tais problemas

<sup>4</sup>Neste artigo, o professor de Física é aquele que desenvolve trabalho docente no campo da física, independentemente de sua licenciatura. Em geral, é considerado como licenciado em Matemática, salvo alguma indicação específica a respeito.

<sup>5</sup>Define-se como físico o licenciado que não vai dedicar-se à docência.

foram apresentados e, em especial, sua pertinência no momento histórico em que foram formulados.

A autora enfatiza o entendimento de princípios científicos como meio para lidar com os problemas, mediante a aplicação da compreensão e controle dos fenômenos. Devemos frisar que no ensino de ciências, os processos são mais importantes do que os fins. Nos termos de Ayala (1992, p. 157):

em segundo lugar, estar capacitado para caracterizar os processos de diferenciação conceitual que se desenvolvem na construção de novos fenômenos, na redefinição, e reconceptualização de uma problemática e na constituição de novos objetos disciplinares, e métodos e técnicas para sua abordagem. Significa também estar capacitado para caracterizar as diversas explicações que envolvem estes processos.

Com ênfase na estrutura da ciência, evidencia-se a importância de estabelecer um conjunto de mensagens relativas ao seu funcionamento, mediante a repetição de discussões pertinentes do crescimento e desenvolvimento intelectual, adequação de modelos para explicação de fenômenos e evolução do conhecimento científico.

em terceiro lugar, vivenciar processos de construção de fenômenos, de conceitos e de explicações. Tal experiência de conhecimento resulta vital para o professor de física; é condição necessária para que possa encaminhar os processos que levam ao estudante a descobrir explicações concordantes com os desenvolvimentos científicos. (op. cit., p. 156-57).

Importa ainda caracterizar a importância dos problemas não só científicos, mas também sociais e práticos, pois estes envolvem aspectos políticos que limitam as soluções e criam as dificuldades que são enfrentadas pela ciência. Assim, conclui Ayala (1992, p. 157):

por último, conhecer a física é conhecer os processos mediante os quais se difundem e legitimam as idéias e ações da comunidade dos físicos nos contextos históricos particulares, condição necessária para que a sociedade proporcione os recursos necessários para o desenvolvimento desta disciplina.

O professor, além de preparado para repensar continuamente seu método de ensino, precisa possuir capacidade de assimilação suficiente para integrar sua função docente às mudanças produzidas pela investigação em educação. Embora não tenha necessidade de ser um pesquisador contínuo em suas tarefas, pelo menos deve reunir características e conhecimentos atualizados que lhe permitam colaborar para as pesquisas daqueles que ininterruptamente se dedicam à investigação.

#### **4. História e Filosofia da Ciência integrando o currículo**

Os fatos científicos não ocorrem ao acaso. A partir do conhecimento da História e da Filosofia da Ciência, os professores poderão referir-se, durante as aulas, ou quando precisarem, à veracidade das posições atuais em sua matéria, referenciando as descobertas anteriores nas investigações científicas, sejam as realizadas em laboratório, sejam aquelas que se dão no âmbito natural das coisas. Assim, poderão demarcar historicamente as descobertas da ciência, compreendendo quando e por que aconteceram, do que resulta uma posição mais abrangente e esclarecida do universo científico, já que este não

mais se apresentará como conhecimento adquirido com base em roteiros inalterados e há muito estabelecidos como verdadeiros, sem dar lugar a dúvidas. Ao negar-se a historicidade, a construção do conhecimento se vê muito dificultada, já que na realidade existe mais de uma explicação para um mesmo fenômeno.

A evolução da ciência sempre se dá num processo histórico lento e com a contribuição de muitas pessoas. Seus conteúdos, quando abordados historicamente, suscitam a reflexão e a discussão a seu respeito, podendo-se observar que as teorias científicas, apesar de se apresentarem cercadas de uma metodologia própria e rigorosa, não constituem soluções ou verdades absolutas. No entanto, permitem entender a relação entre ciência e tecnologia e de que forma os avanços de uma propiciam a evolução da outra.

A História e a Filosofia da Ciência podem contribuir para que o professor de certa disciplina científica domine o conteúdo que vai lecionar e apresente uma boa didática. Como ensina Castro (1992, p. 75), a História e a Filosofia da Ciência podem ser usadas para mais esclarecimentos e para relacionar, dialogicamente, o processo de construção iniciado pelos alunos com o de construção da ciência pelos cientistas, o que permite observar as dificuldades que enfrentaram e as soluções que propuseram. Essas dificuldades às vezes se assemelham às que os alunos enfrentam.

A leitura de Martins (1990, p. 4-5) complementa a idéia de aplicabilidade da História e Filosofia da Ciência. Didaticamente, para compensar os aspectos puramente técnicos, essas disciplinas podem ser trabalhadas com o estudo de aspectos sociais, humanos e culturais que permitam construir novas idéias referentes à vida dos cientistas, à forma de evolução das instituições, ao ambiente cultural da época e suas concepções alternativas e às dificuldades de aceitação das novas idéias – uma nova visão da ciência pode contribuir significativamente para motivar o estudo.

A apresentação da evolução de uma descoberta científica facilita a compreensão final e o real significado do tema, possibilitando o conhecimento de idéias, problemas, argumentos, exemplos e aparelhos hoje esquecidos, mas ainda extremamente úteis à prática de ensino. Martins (1990, p. 4) avalia que, “no próprio campo das aulas práticas, o estudo histórico é uma maravilhosa fonte de aparelhos e experimentos simples, instrutivos e de fácil improvisação”. Mais à frente, o mesmo autor, agora sob o olhar da História relacionada com a competência científica, informa:

a própria compreensão dos resultados científicos mais complexos é virtualmente impossível, sem um conhecimento histórico. Pensem, por exemplo, nas nossas concepções sobre estrutura atômica, núcleo, elétrons, orbitais etc. Sem saber como de fato se estabeleceu o tamanho dos átomos, dos núcleos, o número de elétrons de cada elemento etc., esses conhecimentos não podem ser compreendidos, podem apenas ser memorizados e repetidos. Sem a História, não se pode também conhecer e ensinar a base, a fundamentação da Ciência, que é constituída por certos fatos e argumentos efetivamente observados, propostos e discutidos em certas épocas. Ensinar um resultado sem sua fundamentação é simplesmente doutrinar e não ensinar ciência (id. ib.).

Na 5ª Reunião Latino-Americana sobre Educação em Física (ZYLBERSZTAJN, 1992, p. 184-196), o Grupo A – História e Filosofia da Ciência na Formação do Professor de Física – destaca, com relação ao professor do Ensino Médio, a importância dessa disciplina ao favorecer maior compreensão da natureza do conhecimento científico, melhor entendimento

de conceitos e teorias de física, compreensão das construções e possíveis dificuldades enfrentadas pelos alunos na apropriação do conhecimento produzido pela física, concepção da ciência como empreendimento coletivo e histórico e entendimento de suas relações com a tecnologia, a cultura e a sociedade. Eis algumas das recomendações:

Quanto à inserção da História e Filosofia da Ciência nos currículos, ela pode acontecer na forma de disciplinas específicas, como também permeando as disciplinas de física ao longo do curso. Estas formas não são excludentes entre si, e nem em relação a outras atividades complementares, tais como seminários, grupos de estudo etc. Recomendamos que iniciativas relativas ao ensino destas disciplinas sejam divulgadas em encontros e revistas.

Reconhecendo a carência de profissionais que podem atuar nestas áreas, recomendamos fortemente que os Institutos e Departamentos de Física fomentem e apoiem a formação, em nível de pós-graduação, de docentes que se dediquem ao ensino e à pesquisa da História e Filosofia da Física e da sua relação com o ensino [...] tendo em vista a escassez de material bibliográfico nas nossas instituições de ensino superior, recomendamos investimentos dirigidos à ampliação do acervo de publicações nestas áreas.

Essas idéias e argumentações levam a propor a História e a Filosofia da Ciência como parte da formação integral do professor. Além delas, vale lembrar o alerta de Martins, em entrevista a Hugo Pagano (1998, p. 3): “o ensino dos conceitos científicos torna-se impositivo quando feito sem nenhuma noção do que se acreditou no passado. Há uma passagem abrupta do pensamento

intuitivo para o pensamento científico, que cria enorme barreira para o aprendizado”.

Isso leva a pensar que o professor, apesar de não possuir conhecimentos acabados de História da Ciência, deve procurar realizar essa transição da forma mais suave possível, buscando argumentos que propiciem estabelecer concordância entre o pensamento espontâneo e a intuição do estudante com o conceito científico. Na seqüência, Martins (1992, p. 157) assevera: “os alunos e muitos professores têm a idéia de que a ciência é a verdade. Que os cientistas fizeram experimentos e provaram, de forma definitiva, alguma coisa. Essa visão ingênua é alimentada, inclusive, pelos meios de comunicação.”

O professor deve preocupar-se constantemente com as dificuldades que foram e são enfrentadas para construir o conhecimento; precisa entender os processos do ‘fazer científico’, eliminando totalmente outras explicações para o mesmo fenômeno.

Em relação à última recomendação da 5ª RELAEF referente à falta de livros didáticos para o ensino de História e Filosofia de Ciências, Martins (1992, p. 157) observa:

normalmente o que existe de História da Ciência nos livros escolares é uma tragédia. Resume-se a nomes de cientistas, algumas datas e alguns títulos de descobrimentos. [...] A visão que os textos passam é que existem grandes cientistas que, de repente, descobrem alguma coisa.

## Conclusões

Este trabalho visualizou algumas características que o educador em ciências, em especial o professor de matemática em laboratório de física, deve possuir para um bom desenvolvimento de sua função docente. Sem a pretensão de apresentar uma teoria de aprendizagem, acredita-se que a conjunção do

construtivismo de Piaget com a teoria educacional de Paulo Freire, aplicada à formação e à prática, pode conduzir a um novo perfil docente, superando problemas e lacunas.

O paradigma Freire-Piaget indica uma aprendizagem a partir da prática a ser construída tanto pelo educador quanto pelo educando, permeada por ações, tomadas de consciência e reflexões. Ensina que a ação orientada pela prática de liberdade é o caminho para conseguir uma aprendizagem em que o sujeito conheça o objeto e interaja com ele, construindo seu conhecimento de acordo com suas características e visões, sem a obrigação de se valer de modelos objetivistas e preestabelecidos.

## Referências

- ASSMANN, H. *Metáforas Novas para Reencantar a Educação: Epistemologia e Didática*, ed. 2, p. 261. Piracicaba: Unicamp, 1996.
- AYALA, M. M. M. O Ensino da Física para a Formação de Professores de Física. In: *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 14, n. 3, p. 153-57. São Paulo, 1992.
- BARROS, C. S. G. *Psicologia e Construtivismo*. São Paulo: Ática, 1996.
- BROSS, A. M. M. *Recuperação da Memória do Ensino Experimental de Física na Escola Secundária Brasileira – Produção, Utilização, Evolução e Preservação dos Equipamentos*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: IFUSP/FEUSP, 1990.
- CASTRO, R. S.; DE CARVALHO, A. M. P. História da Ciência: Investigando como Usá-la num Curso de Segundo Grau. *Cad. Cat. Ens. Fis.*, v. 9, n. 3, p. 75 e 225-237. Florianópolis: dez. 1992
- FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*, ed. 18. São Paulo: Paz e Terra, 1988.
- \_\_\_\_\_. *Pedagogia da Autonomia: Saberes Necessários à Prática Educativa*, ed. 7. São Paulo: Paz e Terra, 1998.
- FURLANETO, E. Construtivismo na Escola. In: Fita de videocassete. In: *Fichas de Documentação*, p. 6. Centro de Estudos Pedagógicos Galileu Galilei – CEPEGG. Dir.
- Prof. João Ribeiro. Pedagoga. Doutora em Orientação e Currículo pela PUC-SP. São Paulo, 1999.
- GASPAR, A. *Uma Nova Proposta Curricular de Física para o Ensino de 2º Grau*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: FEUSP/IFUSP, 1982.
- MACEDO, L. de. Construtivismo na Escola. In: Fita de videocassete. In: *Fichas de Documentação*, p. 5. Centro de Estudos Pedagógicos Galileu Galilei – CEPEGG. Dir. Prof. João Ribeiro. Pedagogo. Doutor de Psicologia do Desenvolvimento pela USP. Especialista em Piaget. Professor de Psicologia da USP. São Paulo, 1999.
- MARTINS, R. de A. Sobre o Papel da História da Ciência no Ensino. In: *Boletim da Sociedade Brasileira de História da Ciência – SBHC*, ISSN 0103-1899, v. 9, p. 4-5, ago. 1990.
- OTERO, R. et al. Lineamentos para un Cambio de Plan de Estudios. In: *Revista Brasileira de Estudos de Física*, v. 14, n. 3, p. 166-69. São Paulo: 1992.
- PAGANO, Hugo. A Ciência Tem História. *Revista Educação*, set. 1998.
- PALHANO, E. G. de S. *O Saber Docente; Apontamento para uma Discussão*. Dissertação de Mestrado. São Paulo: PUC, 1995.
- PIAGET, J. Desenvolvimento e Aprendizagem. In: *Studying Teacher*. (Local) Prentice Hall, ed. 2, 1971. Tradução mimeografada. In: GASPAR, A. *Uma Proposta Curricular de Física para o Ensino de 2º Grau*. Dissertação de mestrado. São Paulo: FEUSP/IFUSP, 1982.
- ROWELL, J. A. Piagetian Epistemology: Equilibration and the Teaching of Science. *Synthese*, n. 80, p. 141-162, 1989. In: CASTRO R. S.; DE CARVALHO A. M. P. História da Ciência – Investigando como Usá-la num Curso de 2º Grau, v. 9, n. 3, p. 225-237. In: *Cadastro Catarinense de Ensino de Física*. Florianópolis: dez. 1992.
- ZYLBERSZTAJN, A. (Coord.). Grupo A – História e Filosofia da Ciência na Formação do Professor de Física, v. H, p. 185 In: MOREIRA, M. A.; GUIMARÃES, Recomendações para a Formação de Professores de Física na América Latina. Atas da 5ª RELAEF. Porto Alegre: 1992. In: *Revista Brasileira de Ensino de Física*, v. 14, n. 3, p. 184-196. São Paulo: 1992.

