

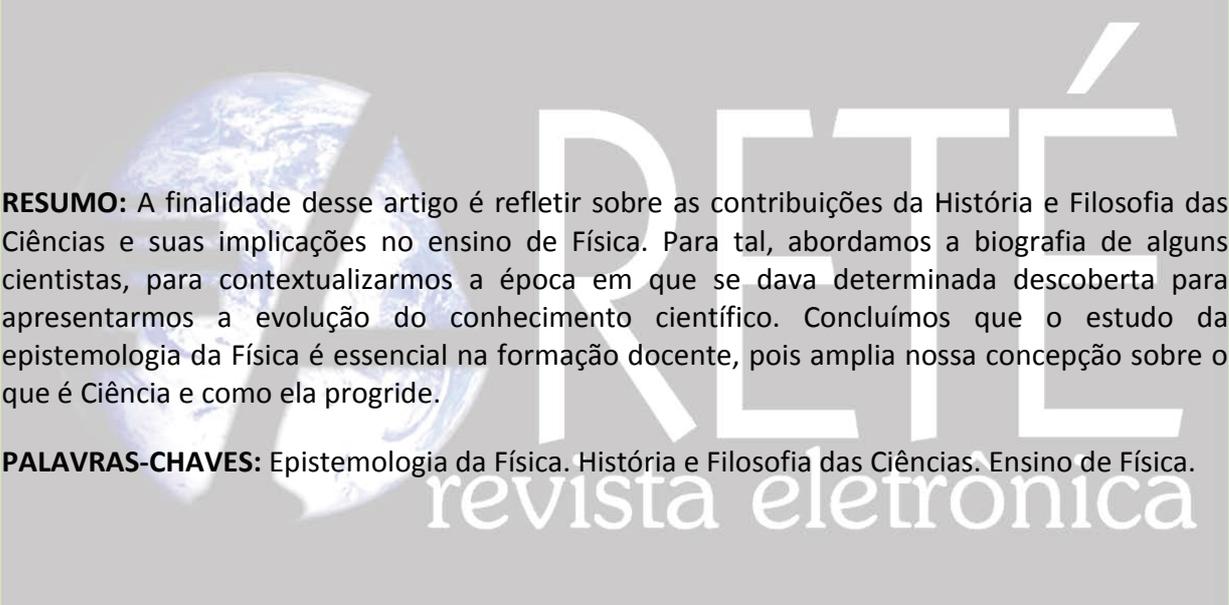
AS CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA DAS CIÊNCIAS E DA FILOSOFIA DAS CIÊNCIAS NO ENSINO DE FÍSICA

Ana Paula Sá Menezes³

Josefina Barrera Kalhil⁴

Evandro Ghedin⁵

Manuel do Carmo da Silva Campos⁶



RESUMO: A finalidade desse artigo é refletir sobre as contribuições da História e Filosofia das Ciências e suas implicações no ensino de Física. Para tal, abordamos a biografia de alguns cientistas, para contextualizarmos a época em que se dava determinada descoberta para apresentarmos a evolução do conhecimento científico. Concluimos que o estudo da epistemologia da Física é essencial na formação docente, pois amplia nossa concepção sobre o que é Ciência e como ela progride.

PALAVRAS-CHAVES: Epistemologia da Física. História e Filosofia das Ciências. Ensino de Física.

³ Aluna do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências na Amazônia na UEA. Licenciada em Ciências pela Faculdade de Filosofia, Ciências e Letras – UNICRUZ/RS. Especialista em Ensino de Matemática pela UFAM. E-mail: mas_bah_tche2@hotmail.com.

⁴ Doutora em Ciências Pedagógicas (Cuba). Professora e Vice-Coordenadora do Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências – UEA, Pesquisadora do Grupo de Pesquisa: Metodologias e Tecnologias em Ensino de Ciências – UEA. É membro do Comitê Editorial da Revista Eletrônica Latin American Journal of Physics Education de México e Editora da Revista Eletrônica Areté da UEA. E-mail: josefinabk@yahoo.com.

⁵ Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo - USP. Atualmente, coordena o Curso de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências na Amazônia da UEA, coordenador Pedagógico do Curso de Filosofia da FSDB - Faculdade Salesiana Dom Bosco -, membro de corpo editorial da Revista Ciências & Cognição, membro de corpo editorial da Ethos e Episteme e membro de corpo editorial do Educação e Pesquisa (USP). E-mail: ghedin@usp.br.

⁶ Doutor em Teologia Moral pela Pontifícia Faculdade de Teologia Nossa Senhora da Assunção. Atualmente, é professor titular da Escola Normal Superior/UEA, FSDB e Centro Universidade Nilton Lins/ UNINILTON LINS. E-mail: mcampos@uea.edu.br.

RESUMEN: El objetivo de este artículo es el de hacer una reflexión sobre las contribuciones de la Historia y la Filosofía de las Ciencias y sus implicaciones en la Educación en Física, así nos acercamos a la biografía de algunos científicos y concluimos que el estudio de la epistemología de la Física es esencial en la formación de los docentes, por lo tanto, se amplia nuestra concepción sobre lo que es la ciencia y como progresa.

PALABRAS LLAVES: Epistemología de la Física. Historia y la Filosofía de las Ciencias. Educación en Física.

INTRODUÇÃO

Por que se explica e a quem se explica? Sem dúvida, explica-se a quem precisa de explicação e a quem não sabe. Mas, se acaso, sabe-se pouco e se quer saber mais? E se o ignorante quer saber mais, estará disposto a saber de modo diferente? Estará pronto a receber progressivamente toda a problemática do tema estudado? (BACHELARD, 1983)

A Filosofia sempre se preocupou em refletir sobre a ciência. Logicamente, os parâmetros que norteiam essa reflexão se alteram ao passar dos anos devido à própria evolução da ciência. Para compreendermos estas mudanças, há de se considerar três questões que a filosofia tem posto à ciência nesta evolução: *a ciência seria ou não possível? Como a ciência se torna possível? O que é ciência?*

O vocábulo Física provém do grego *physiké*, que quer dizer natureza. Ela é uma ciência que nasceu com as primeiras indagações sobre a natureza e seus fenômenos. Essas indagações surgiram quase que mesmo com o próprio homem e o seu medo da morte. O homem primitivo começou a identificar-se com a planta e seu ciclo de vida: nascer, crescer, alimentar-se, reproduzir-se e morrer.

Mesmo os primeiros cientistas – observadores da Natureza – sempre se indagavam por que há alternância entre o dia e a noite, por que há mudanças no clima, por que o raio vem antes do trovão, a Terra é redonda ou plana? Eles dedicavam suas vidas a responder adequadamente essas questões e desmistificar o maior número possível de dúvidas que o homem antigo e medieval apresentava como ira de algum deus. No século XVIII, era moda nos grandes saraus apresentações de experimentos de Física – como a garrafa de Leyde –, a elite da sociedade se preocupava em manter conversas intelectuais em seus salões:

A história aí está para mostrar o entusiasmo em relação à eletricidade. Todo mundo se interessa, até o Rei. Numa *experiência de gala*, o *abbé* Nollet provocou um choque, na presença do Rei, em cento e oitenta guardas; e no convento dos cartuxos de Paris, toda a comunidade formou uma fila de 900 toesas, com um arame ligando uma pessoa à outra... e todo o grupo, quando a garrafa foi descarregada, estremeceu ao mesmo tempo, e todos sentiram o choque. (BACHELARD, 1996, p. 39)

O século XX se desvenda com a maravilhosa teoria da Relatividade de Einstein possibilitando entrever o futuro com a Física Quântica. A Física Quântica vem nos proporcionar algo mais que uma simples quebra de paradigmas. Ela não nos fala em previsões ou tendências, mas em probabilidades. Ela nos abre infinitas possibilidades de um Universo sem fronteiras. Ela nos sugere que precisamos voltar a ver a mesma paisagem com outros olhos, obrigando-nos a mudar nosso modo de pensar e ver o mundo que nos cerca. Faz-nos ver que tudo está conectado, que o Universo está vivo e não inerte, como foi nos ensinado nos últimos quatrocentos anos na Física Clássica Newtoniana. Talvez essa seja justamente a parte mais difícil em aceitá-la: como crer em algo que não nos dá certezas (ARNTZ e CHASSE, 2007)?

Mas, o que acontece entre a Física que é estudada nos grandes laboratórios e nas comunidades científicas e o que acaba chegando às salas de aulas de nossas escolas de Educação Básica? Onde se perde essa paixão em dar respostas, em formular hipóteses sobre o que nos cerca, em prever acontecimentos do futuro, por exemplo, como será que um dia seremos engolidos por um buraco negro? Onde se perde a paixão de ensinar? Onde está a curiosidade, tão presente na infância e seus intermináveis *por quês*? Em que parte desse caminho da Educação Básica, que vai dos 6 aos 17 anos de nossos estudantes, anula-se o querer saber, o querer respostas para perguntas simples do nosso cotidiano?

A finalidade desse artigo é proporcionar uma visão crítica acerca do problema da origem e justificação do conhecimento científico através do estudo da História e da Filosofia da Física e buscar as implicações destas idéias para o Ensino de Física, pois segundo Ghedin (2008) “o problema da profissionalização está diretamente relacionado com a epistemologia que se constrói no campo do saber”.

Para respondermos a essa questão, esse artigo foi estruturado de acordo com os seguintes objetivos: conceituar Epistemologia; refletir sobre os principais períodos históricos de desenvolvimento da Física (Aristotelismo, Física Medieval, a Física de: Copérnico, Kepler, Galileu, Descartes, Newton e a Física do Século XX) e sobre os elementos epistemológicos e conceituais que determinam a prática docente nas aulas de Física; revisar a concepção que o docente tem sobre o que é Ciência e sua congruência com as novas posturas sobre o que representa o conhecimento científico em sua prática pedagógica; comentar a epistemologia empirista-indutivista nos livros de texto atuais e nas concepções de ensino-aprendizagem e as implicações da História e Epistemologia da Física para o processo ensino-aprendizagem.

1. CONCEITO DE EPISTEMOLOGIA

Se a história da ciência sem a filosofia da ciência é cega, a filosofia da ciência sem a história da ciência é vazia; e que o seu mútuo esclarecimento impõe uma particular atenção à centralidade da argumentação nas diligências quer dos historiadores da ciência quer dos filósofos da ciência. (HANSON *apud* CARRILHO e SÀÁGUA: 1991, p. XVII)

Segundo Carrilho e Sàágua (1991), o termo Epistemologia surgiu em 1901 na língua francesa como *epistémologie*; em 1954, na língua inglesa como *epistemology* em oposição à *ontology*⁷. Contudo, o termo Epistemologia teria significados diferentes no uso continental e no anglo-saxônico, pois o termo correspondente a *epistemology* é *théorie de la connaissance*⁸ (língua francesa) e *epistemologie* corresponde a *philosophy of science*⁹ (língua inglesa). Na língua portuguesa, há uma alternância entre os dois sentidos.

Japiassu (1975) apresenta diversas considerações sobre o termo Epistemologia construídas a partir da evolução do pensamento científico e da própria filosofia. Ao termo Epistemologia,

⁷ Parte da Filosofia que trata do ser enquanto ser, do ser concebido como tendo uma natureza comum que é inerente a todos e a cada um dos seus (nota dos autores).

⁸ Teoria do conhecimento (tradução dos autores).

⁹ Filosofia da Ciência (tradução dos autores).

pode-se afirmar que seria o estudo metódico e reflexivo do saber¹⁰ – organização, formação, desenvolvimento, funcionamento, produtos intelectuais –, produtora de métodos científicos que validam as teorias do conhecimento. Para Japiassu (1975), haveria três tipos de Epistemologia: *Global* (saber globalmente considerado), *Particular* (consideração de um campo particular do saber) e *Específica* (consideração de uma disciplina intelectualmente constituída em uma unidade específica do saber).

Para Ceberio e Watzlawick (1998), epistemologia é a maneira como concebemos o mundo que nos rodeia, o modelo que utilizamos para conhecer; é decidir o conjunto de padrões familiares, socioculturais, normas, crenças, escala de valores, que criam um conjunto de significados que impregnam a observação, apresentando um mapa da realidade e enchendo de subjetivismo as hipóteses que dela se constroem.

Para Aranha e Martins (2003), epistemologia é o estudo do conhecimento científico do ponto de vista crítico, isto é, do seu valor. Seria uma Teoria do Conhecimento.

A Teoria do Conhecimento só aparece de forma autônoma a partir de John Locke (1632-1704), e, podemos dizer que chega ao seu ápice com Immanuel Kant, com sua obra “Crítica da Razão Pura”. Mas, afinal o que é o Conhecimento?

“É um esforço psicológico pelo qual procuramos nos apropriar intelectualmente do objeto” (ARANHA e MARTINS: 2003, p.52), ou seja, é a relação dual entre o Sujeito cognoscente (sujeito que conhece) e o Objeto conhecido em si, e a imagem do Objeto que chega ao Sujeito.

Mas, a origem desse conhecimento e os critérios de validação desse conhecimento não data apenas de alguns séculos. Essa preocupação vem desde a época de Aristóteles. Segundo Ghedin (*apud* CAMPOS, 2006, p. 21), tais questionamentos vão dinamizar duas linhas de compreensão: o Racionalismo¹¹ e o Empirismo¹². O 1º é demarcado a partir da obra de Descartes (1596-1650)

¹⁰ Conjunto de conhecimentos metodicamente organizados a serem transmitidos por um processo pedagógico de ensino, podendo ser aplicado na aprendizagem de ordem prática como “saber fazer” (CAMPOS, E.R.G., 2007)

¹¹ Doutrina filosófica moderna (século XVII) que admite a razão como única fonte de conhecimento válido; superestima o poder da razão. Forma de raciocínio: Dedutivo. Principais representantes: Descartes e Leibniz. Opõe-se ao Empirismo. (nota dos autores)

¹² O conhecimento se encontra fora de nós, é exterior e deve ser buscado. Ao contrário do Racionalismo, enfatiza o papel da experiência sensível no processo do conhecimento. Forma de raciocínio: Indutivo. Principais representantes: Bacon, Locke, Hume. (nota dos autores)

O Discurso do Método, onde o autor sustentava que todo conhecimento era inato. O segundo, a partir da obra de John Locke (1632-1704) *Um Ensaio Sobre o Entendimento*, onde o autor sustentava que todo saber era adquirido pela experiência.

Kant (1724-1804) supera essa contradição: mesmo negando a teoria platônico-cartesiana das idéias inatas, mostrou que algumas coisas eram inatas como a noção de espaço e de tempo, que não existem como realidades fora da mente, mas apenas como formas para pensar as coisas apresentadas pelos sentidos. Por outro lado, sustentou que o conhecimento do mundo exterior provém de experiência sensível das coisas. É criador da Teoria do Interacionismo.

Aranha e Martins (2003) comparam Kant a Copérnico. Na revolução copernicana, a Terra deixa de ser o centro do Universo e passa a ser apenas mais um dos planetas a girar em torno do Sol. Também Kant afirma que o conhecimento não reflete o objeto exterior, mas é o próprio espírito que constrói o objeto do seu saber: é a revolução kantiana na teoria do conhecimento.

Ao perpassar por nossa sociedade, o *Realismo* impregnou todas as atividades relacionadas com a ciência, incluindo seu ensino, a investigação básica e sua divulgação. No âmbito escolar, esta forma de pensamento se traduz numa concepção específica de como se concebe o processo ensino-aprendizagem (que geralmente se reduz a que o estudante conheça ou identifique as Leis que regem os fenômenos que ocorrem ao nosso redor como manifestações do mundo real).

Na concepção **realista** são apresentados numerosos problemas aos docentes em sala de aula. Inconscientemente, temos a intenção que nosso estudante aprenda o que consideramos como *obviamente verdadeiro e fácil*, esquecendo-nos de que alguns elementos de aprendizagem podem limitar a atenção, a capacidade de retenção, memória, análise e síntese, sem se importar com outros fatores que estão associados ao processo ensino-aprendizagem.

Essa forma de conhecer o mundo surge e se consolida entre as chamadas ciências naturais, como a Física, e como esta está imbricada no cotidiano, logo o Realismo penetra nas escolas e marca uma nova forma de conceber o mundo. Por causa do Realismo não duvidamos da existência das coisas, mesmo desconhecendo-as, e cremos que ainda há muito a ser descoberto, leis e regularidades, e isso só é possível através da ciência e da tecnologia.

Sem dúvida, o desenvolvimento da ciência e da tecnologia dos últimos anos, juntamente com o investimento de empresas internacionais, a polarização da riqueza, o desenvolvimento da *Internet* e o avanço da globalização, entre outros, modificou rapidamente o cenário mundial. Desencadeou-se a sociedade da informação, onde se gerou uma necessidade permanente de conhecimento e, como conseqüência, as principais instituições sociais encarregadas de reproduzir e transmitir a cultura, como a igreja, a família e a escola, cederam seu papel aos meios de comunicação, o que provocou a perda do controle da sociedade sobre seus integrantes. Apesar disso, há um engajamento de uma parte da população que se preocupa em manter laços de solidariedade, respeito, cooperação e, sobretudo, empenho em ultrapassar o individualismo, onde cada sujeito luta para sobreviver, muitas vezes às custas dos demais.

Essa crise de valores ante as características da nova sociedade que está a surgir, faz necessário que rompamos com algumas estruturas mentais deterministas e reducionistas a que estamos acostumados e partir para a premissa aberta pela Física Quântica de que nós podemos influenciar a realidade. Por isso, é necessário reconhecermos que podemos influenciar o mundo em que vivemos e desvelar uma nova epistemologia como sociedade e tomar consciência de nossas atitudes.

Ao longo do tempo, esforços constantes nos animam a compreender, a desejar pôr ordem no caos, porque só assim, poderemos nos situar no mundo e sermos capazes de agir sobre ele. Mas, como relacionar os diversos conceitos de Epistemologia ao cotidiano da sala de aula? Como relacionar observações e teorias no desenvolvimento do conhecimento científico? Antes de respondermos, precisamos refletir sobre a natureza do conhecimento científico, sobre como nos posicionamos diante de diferentes idéias, de diferentes respostas. Analisamos o conhecimento científico de forma fragmentada ou em contextos? Qual a melhor maneira de analisarmos as idéias sobre a natureza do conhecimento científico?

Segundo Borges (1996), não se pode analisar separadamente as visões e concepções das Ciências a partir da Era Moderna, tornando-se necessário analisar essas idéias em conjunto. A autora sugere, então, que, para fazer essa análise, é importante fundamentar a abordagem epistemológica do desenvolvimento das ciências, o chamado Internalismo. Os internalistas abordam as questões epistemológicas analisando como se constrói o conhecimento no interior

da comunidade científica, daí a designação Internalistas. Para esta autora, o Internalismo ainda pode ser dividido em três grandes categorias: Idealismo¹³, Empirismo e Construtivismo¹⁴. Não usaremos nesse texto a abordagem de Dancy sobre Internalismo e Externalismo, onde o autor engendra pelo Cepticismo e traz uma visão diferenciada da abordada por Borges, a qual optamos por ser mais específica com a temática de nossa pesquisa que é voltada para o Ensino de Física.

2. CONTRIBUIÇÕES DA HISTÓRIA E DA FILOSOFIA NO ENSINO DE FÍSICA

A história, filosofia, e sociologia da ciência podem humanizar as ciências e aproximá-las mais dos interesses pessoais, éticos, culturais e políticos; podem fazer as aulas mais estimulantes e reflexivas, incrementando assim as capacidades do pensamento crítico; podem contribuir para uma compreensão maior dos conteúdos científicos; podem contribuir um pouco para superar o “mar de sem-sentido” em que se transformaram as aulas de ciências, onde se recitam fórmulas e equações, porém onde poucos conhecem seu significado; podem melhorar a formação do professorado contribuindo para o desenvolvimento de uma epistemologia da ciência mais rica e mais autêntica, isto é, um conhecimento melhor da estrutura da ciência e seu lugar no marco intelectual das coisas. (MATTHEWS *apud* GEBARA, 2001)

Muitos foram os pensadores que se ocuparam com os grandes temas hoje tão popularmente conhecidos e estudados nas aulas de Física. Muitos, em busca da verdade, deram grandes saltos na ciência e na tecnologia, e continuarão a dá-los! A partir do século XVIII, a Física progrediu consideravelmente; esse progresso foi tão rápido, que podemos afirmar que entramos no século XX a cavalo e saímos dele a bordo de naves espaciais! E esse desenvolvimento será cada vez maior e mais rápido devido ao desenvolvimento da eletrônica e da computação, principalmente agora, com a nanotecnologia.

Mas, o que é a Física e onde ela se encontra? Talvez no lançamento de satélites artificiais ou sondas espaciais? Nos grandes inventos como o *laser*, o computador, a televisão? Numa

¹³ O conhecimento se encontra armazenado em nós, necessitando apenas ser descoberto através da introspecção. (BORGES, 1996)

¹⁴ O conhecimento não se encontra nem em nós, nem fora de nós, mas é construído, progressivamente, pelas interações que estabelecemos. Nessa perspectiva, a ciência é vista como um processo dinâmico e sujeito a mudanças. (BORGES, 1996)

explosão termonuclear? Quem pode estudar Física? Grandes físicos teóricos como Einstein e Hawking, junto a quadros negros com complexas equações matemáticas? A Física pode se confundir com a Química? Qual a diferença entre essas duas ciências? Qual o objeto de estudo da Física?

Vamos propor uma situação hipotética: um estudante entediado, num determinado momento de uma aula, atira pela janela do 3º andar de sua escola uma pedra que ele encontrara no pátio. O que pode surgir desse fato tão curioso? Que fenômenos poderiam ser analisados? Bem, vamos por partes. Vamos analisar esse fato à luz do ensino fragmentado que temos em nosso país. Se nosso interesse estiver na composição molecular da pedra, encontraríamos respostas na Química. Se quisermos saber quais os músculos usados por esse estudante ao jogar a pedra, a resposta estaria na Biologia. Se, por um infeliz azar, a pedra tivesse atingido a pessoa de uma Embaixada Americana que estivesse tranquilamente a passear pela calçada nesse ínterim, e quiséssemos saber as implicações e conseqüências desse incidente sobre o futuro das relações diplomáticas entre os dois países, tal questão poderá ser respondida em Geografia ou História. Mas, se estivermos interessados nas forças que atuaram sobre a pedra, na trajetória descrita por esse corpo, ou com que velocidade ela atingiu o solo, estaríamos tratando de questões estudadas em Física.

A Física, como ciência da natureza, é um sistema de pensamento lógico em pleno desenvolvimento. *Lógico* por ser um pensamento necessariamente dedutivo, baseado em conceitos hipotéticos e axiomas. Sendo alicerçada nesses últimos, como confirmá-la? Estando ainda em desenvolvimento, não se pode dizê-la pronta e acabada. Apesar de poder ser obtida através da *livre invenção*, segundo Einstein (2006), sua legitimidade reside na confirmação, pela experiência sensível¹⁵, das afirmações deduzidas.

Enquanto ciência, os conhecimentos físicos precisam ser transmitidos de alguma forma. A forma mais utilizada para possibilitar essa transmissão de conhecimentos de conceitos físicos é feita ainda hoje através de modelos. Por exemplo, ao iniciarmos o conteúdo de Leis de Newton, explicamos aos nossos estudantes que a Terra é um sistema referencial inercial, quando

¹⁵ Experiência Sensível é um tipo especial de experiência mental existente e reconhecível (EINSTEIN, 2006)

sabemos que isso é hipotético – só é utilizado na resolução de problemas da Física –, pois sabemos que a Terra realiza vários movimentos, dentre eles o Movimento de Rotação em torno de seu eixo e o de Translação em volta do Sol. Para elaborar a Lei da Gravitação Universal, Newton se utilizou de modelos criados por Kepler (conhecido como Legislador dos Céus), por Galileu e este, por sua vez, baseou-se no modelo de Sistema de Copérnico (Sistema Heliocêntrico – dispunha o Sol como centro do Universo, em oposição ao Geocentrismo de Ptolomeu). O uso de modelos é importante ainda hoje e grande auxiliar no processo ensino-aprendizagem de Física, pois

A importância dos modelos científicos é bem aceita e documentada mesmo para os cientistas mais tradicionais. Assim, o entendimento da natureza dos modelos físicos e do processo construção das leis e teorias é um componente fundamental na tentativa de superação de dificuldades de aprendizagem da física, tanto na Universidade quanto no Ensino Fundamental e Médio. Além disso, está de acordo com a psicologia construtivista de que o conhecimento é uma construção humana, na qual a criatividade e a imaginação desempenham importante papel, em que a visão empirista-indutivista se mostra superada, e aonde, contrariamente à visão positivista, não há regras infalíveis que garantam o descobrimento de novos fatos e a invenção de novas teorias. Nem tampouco o conhecimento científico é definitivo ou absolutamente verdadeiro, mas sim de natureza conjectural, tentativa, verificável e conseqüentemente falível e não cresce em um vazio cultural. (MOREIRA, MASSONI e OSTERMANN, 2007).

Outra grande preocupação do homem, através dos tempos, é a noção de movimento. Desde a Antigüidade, filósofos tentavam estabelecer diferenças entre o estado de repouso e o de movimento. Para alguns filósofos dessa época, algo só poderia existir se suas propriedades fossem permanentes. Como corpos¹⁶ em movimento não têm permanência de posição, concluíram que não existiam corpos em movimento, este seria explicado como uma ilusão (SANTOS, 1987). Mais tarde, passaram a aceitar o movimento como real, mas acreditavam que deveria existir uma substância que movimentasse os corpos ou mesmo anjos (HAWKING, 2005). Essas interpretações da Natureza continuaram durante muitos anos, até que se sedimentaram

¹⁶ Corpo, em Física, é algo (objeto) cujas dimensões podem ser desprezadas quando comparadas com as distâncias envolvidas no fenômeno. Por exemplo, um carro numa Rodovia Federal, uma formiga ao percorrer o tronco de uma árvore. (nota dos autores)

as bases da Mecânica Clássica. Foram vários os cientistas que dedicaram suas vidas a pesquisas a fim de lançarem essas bases, vejamos alguns dados históricos sobre os principais deles:

Aristóteles (384-322 aC)

Filósofo e sábio grego, elaborou uma teoria filosófica para explicar o movimento dos corpos. Essa teoria dominou o pensamento medieval e foi aceita até a Renascença. O principal ponto de discussão era o motivo pelo qual os corpos caem em direção à Terra, ao invés de subirem para o céu, como uma chama (SANTOS, 1987).

Sua teoria apela para a crença, corrente na época, na existência de uma esfera ardente de fogo, *lugar natural* ao qual pertence, da mesma forma que a pedra cai porque procura o seu. Assim sendo, o movimento realizado pelos corpos é um *movimento natural*. Mas os corpos também podem realizar movimentos que não são naturais, como o de uma pedra lançada para cima. Nesse caso, é preciso que haja um *agente externo*, que foi chamado de *força*. Do mesmo modo, para que um corpo se mantivesse em movimento ou parasse seria necessária a interferência de tal agente.

Para ele, a Terra ocupava o centro do Universo e era imóvel. Suas teorias foram mantidas por quase dois mil anos, até serem refutadas e corrigidas.

Nicolau Copérnico (1473-1543)

Nascido na Polônia, matemático, médico e doutor em Direito Canônico. Era apaixonado por Astronomia. Abandonou o Geocentrismo e afirmou que a Terra é um planeta, como Vênus ou Marte, e que todos os planetas giravam ao redor do Sol. Seu modelo, chamado **Heliocêntrico**, foi duramente combatido, pois contrariava os dogmas da época, segundo os quais o homem e a Terra eram considerados como centro do Universo, as primazias de todas as criações de Deus (SANTOS, 1987).

Galileu Galilei (1564-1642)

De origem italiana, Galileu foi matemático, físico e astrônomo. Idealizador do Método Científico, que consiste na verificação das leis da natureza por meio de experiências. Estudou a queda dos corpos e esboçou o conceito de Inércia antes de Newton, introduzindo o conceito de Aceleração. Opôs-se à Mecânica de Aristóteles e defendeu o Sistema de Copérnico. Devido a isso foi perseguido pelo Santo Ofício e obrigado a abjurar de suas teorias para não ser queimado vivo nas fogueiras da Santa Inquisição. O paradigma galileano ainda é divisor de águas, um símbolo da Física – ultrapassada! – nos constructos pessoais de muitos professores dessa disciplina em escolas de Educação Básica e nas próprias instituições de Ensino Superior brasileiras.

Johanes Kepler (1571-1630)

Astrônomo alemão, muito interessado no movimento dos planetas. Baseando-se nas observações do astrônomo dinamarquês Tycho Brahe, fez um estudo cuidadoso do movimento de Marte em torno do Sol. Inicialmente, tentou ajustar as diferentes posições registradas do planeta a órbitas circulares, não obtendo resultados aceitáveis. Somente quando supôs que as órbitas fossem elípticas, com o Sol num dos focos, obteve resultados dentro dos limites permitidos para erros de observação. Entrou para a história como o “legislador dos céus”. Essa alcunha deveu-se ao fato de ter sido ele, a partir do modelo Heliocêntrico proposto por Copérnico, o primeiro a estabelecer as leis que descrevem o movimento dos planetas em torno do Sol. Suas três leis vieram concretizar a fundação de um cálculo astronômico inteiramente novo, abrindo caminho para que, 50 anos mais tarde, Newton pudesse estabelecer sua lei da Gravitação Universal.

Isaac Newton¹⁷ (1642-1727)

Um dos maiores gênios da Ciência, considerado *Pai da Física Moderna*, inventou o Cálculo Infinitesimal, formulou a Teoria da Gravitação Universal e as Leis do Movimento e explicou a natureza corpuscular da Luz. Lançou os fundamentos da Ótica Moderna, com um estudo sobre a

¹⁷ Arantes, 1988.

luz e as cores. Foi um dos maiores cientistas de todos os tempos. Sua teoria da Mecânica Clássica só foi superada mais de duzentos anos depois com as Teorias da Relatividade e a Quântica.

De Kepler, Newton herdou uma decisiva revisão do sistema concebido pelo polonês Copérnico; de Galileu, recebeu uma nova formulação da ciência da Mecânica, baseada no princípio da inércia; de Descartes, a concepção mecanicista do mundo — a visão da natureza como uma grande máquina, que funcionaria para sempre com base apenas no movimento de suas partes — e a Geometria Analítica, novo ramo da Matemática que permitia resolver problemas, até então insolúveis, pelos métodos algébricos. Nos ombros desses três gigantes, o jovem Newton pôde fazer uma crítica da ciência grega que ainda era ensinada na universidade. Anotou em latim num de seus cadernos: *“Amicus Plato, amicus Aristoteles, magis amica veritas”* (Platão é amigo, Aristóteles é amigo, mas amiga maior é a verdade).

As conquistas da Mecânica Newtoniana — também chamada de Mecânica Clássica — foram tão importantes que na primeira metade do século XVIII se difundiu uma visão mecanicista do mundo, que assegurava que a inteligência humana podia reduzir todos os fenômenos e problemas a uma interpretação mecânica (o Universo como um grande relógio). Essa abordagem mecanicista foi aplicada a todas as ciências. Atualmente, apesar de sua ampla margem de uso, por causa de várias falhas em sua aplicação — principalmente nos fenômenos eletromagnéticos —, essa Mecânica é válida na forma estabelecida apenas numa faixa bem delimitada da ciência, não conseguindo explicar nem prever o mundo microscópico.

Mecânica Relativista e a Teoria Quântica

A Teoria da Relatividade desenvolvida por **Albert Einstein**¹⁸ (1879-1955) veio subverter a concepção newtoniana do Universo, sobretudo devido a descobertas tais como a curvatura da luz das estrelas. Segundo Bachelard (1983, p.31), a novidade nessa teoria é que ela não é de

¹⁸ Físico alemão radicado nos EUA. Ganhou o Prêmio Nobel da Física de 1921 pela correta explicação do Efeito Fotoelétrico. O seu trabalho teórico possibilitou o desenvolvimento da energia atômica, apesar de não prever tal possibilidade. Nos seus últimos anos, a sua fama excedeu a de qualquer outro cientista na cultura popular, tornando-o sinônimo de gênio. Foi eleito pela Revista *Time* como a "Pessoa do Século" e o seu rosto é um dos mais conhecidos em todo o mundo. (RAMALHO et al, 2007)

essência estática, ela é mais que uma nova maneira de pensar o fenômeno físico, é um método de descoberta progressivo. A relatividade proposta por Galileu e Newton na Física Clássica é reinterpretada pelos postulados de Einstein. Desses Postulados decorrem novas equações e novos conceitos de comprimento, tempo, massa e energia, muitos deles, até então tido como definitivos, passam a ser mais discutidos, questionados e muitas vezes parecem fugir de nosso senso comum. Para Einstein, a Física ocupa-se diretamente apenas com as experiências sensíveis e com a compreensão das relações entre elas, e essa compreensão só seria possível através da ordenação de regras.

Apesar de sabermos atualmente que a Mecânica Clássica falhou como base reinante de toda a Física, Einstein acreditava que ela ainda se encontra no centro do pensar físico, por ainda não ser possível chegar a uma nova base na qual se possa estar seguro que a partir dela toda a multiplicidade de fenômenos pesquisados possa ser logicamente deduzida. Einstein nos convida a aceitarmos que o espaço é curvo, que a menor distância entre dois pontos não é uma linha reta, que o Universo é finito (mas ilimitado), que o tempo é relativo e não pode ser medido exatamente do mesmo modo e por toda parte, que as medidas de tamanho variam com a velocidade, que o Universo tem forma cilíndrica e não esférica, que um corpo em movimento diminui de volume (mas aumenta de massa), que uma 4ª dimensão é acrescentada às já conhecidas (comprimento, largura e espessura): o tempo.

Na história da Física, há vários exemplos de conceitos que precisaram ser revistos (a Terra era plana, o sistema geocêntrico, por exemplo) ou até mesmo substituídos por outros. Entretanto, no caso do comportamento da Luz, houve a necessidade de aceitar duas teorias completamente opostas, mas que se complementavam: a Luz tem o comportamento dual partícula-onda¹⁹, em certos fenômenos ora ela se comporta como partícula ora se comporta como onda! O resultado disso foi o desenvolvimento da Mecânica Quântica, o que altera profundamente a nossa maneira de enxergar a Natureza: ela não funciona como a máquina perfeita com mecanismos cujos movimentos são certos e previsíveis (lógica cartesiana). Hoje, a Física pensa em termos de

¹⁹ Em 1924, De Broglie lançou a hipótese de que, se a luz apresenta natureza dual, uma partícula pode comportar-se de modo semelhante, apresentando também propriedades ondulatórias, diferentemente de Newton (que apresentava a onda como uma perturbação propagando-se e como partícula, isto é, um objeto material localizável). (RAMALHO *et al*, 2007)

probabilidades e não mais em termos de certeza, é mais *holística*: “pinta o universo como um todo unificado cujas partes são interconectadas e se influenciam mutuamente” (ARNTZ et al, 2007, p. 56).

Na Física Clássica Newtoniana, determinando-se o sistema de forças que age no ponto material, podia-se determinar a posição s de uma partícula conhecendo-se sua velocidade v e indicando-se o instante t . Entretanto, em 1927, Heisenberg propôs a indeterminação²⁰ associada à posição e à velocidade do elétron no interior do átomo. Muitos físicos não aceitaram esse conceito de aleatoriedade, inclusive Einstein que chegou a afirmar que Deus não joga dados com o Universo (numa alusão à probabilidade), o que levou Bohr²¹(1885-1962) a responder-lhe que parasse de dizer a Deus o que Ele podia fazer. Também é de Bohr a frase “quem não se sentiu abalado quando teve contato pela primeira vez com a teoria quântica não pode tê-la entendido” (apud ARNTZ et al, p. 55).

A partir do exposto acima, podemos observar muitas transformações na ciência. Hoje, falam-se em ciências híbridas, com cientistas de vários campos interagindo entre si em novas descobertas, diminuindo mais e mais suas fronteiras, tornando-as quase que interdisciplinares. Mas, ainda muito caras e quase inacessíveis à maioria dos habitantes desse planeta.

A Física está em nosso cotidiano, faz parte de nossa vida e da realidade que nos cerca. É um conhecimento que permite elaborar modelos de evolução cósmica, investigar os mistérios do mundo submicroscópico, das partículas que compõem a matéria, e que, paralelamente, permite o desenvolvimento de novas fontes de energia e a criação de novos materiais, produtos e tecnologias.

Física e Tecnologia²² caminham juntas e crescem uma dependendo mais e mais do desenvolvimento da outra. A Física também deve ser percebida enquanto construção histórica e

²⁰ Princípio da Incerteza de Heisenberg: quanto maior a precisão na determinação da posição do elétron, menor é a precisão na determinação de sua velocidade ou de sua quantidade de movimento e vice-versa (RAMALHO et al, 2007).

²¹ Trabalhou com J.J. Thomson, no laboratório de Cavendish, em Cambridge, e com Einstein, em Princeton. Descobriu propriedades importantes do urânio-235 e participou de pesquisas que resultaram na fabricação da bomba atômica pelos EUA. Por seus trabalhos sobre estrutura atômica, recebeu o Prêmio Nobel de Física de 1922. (RAMALHO et al, 2007)

²² A *Tecnologia* pode ser compreendida como o conhecimento que nos permite controlar e modificar o mundo e que está associada à ciência. (SANTOS e MORTIMER, 2002)

social a partir da sucessão das diversas teorias através dos séculos, apresentadas nesse artigo, constituindo numa promoção *sine qua non* de uma responsabilidade social e ética. Ao se incorporar à cultura e ao se integrar à Tecnologia como instrumento tecnológico, o ensino de Física torna-se indispensável à formação da cidadania contemporânea.

3. INTERNALISMO

3.1. Empirismo

Nessa concepção, uma das tarefas mais importantes da Ciência era a formulação de Leis que regessem os fenômenos da Natureza. O método utilizado para conhecer e explicar esses fenômenos é o método experimental (de Galileu) que consiste em:

- ✓ Observar um fenômeno;
- ✓ Medir as principais grandezas envolvidas;
- ✓ Buscar as relações entre essas grandezas com o objetivo de descobrir as leis que regem os fenômenos que estão sendo pesquisados.

Esse processo, a Indução, permite-nos chegar a conclusões gerais partindo de casos particulares, possibilitando-nos atingir um conhecimento seguro, estático, baseado na evidência observacional e experimental. É um recurso muito utilizado na Matemática, mas que, segundo Einstein, não deveria ser usado em Física, pois é meramente analítica (ROHDEN, 2007). É a visão mais tradicional da Ciência:

- ✓ Método científico: empirista-indutivo (parte da observação à formulação de teorias);
- ✓ Conhecimento Científico: seguro (baseado em evidências observacionais e experimentais, que podem ser repetidas);
- ✓ Defensores: Francis Bacon (1561-1626) e Positivismo Lógico.

Tradicionalmente, esse método ainda persiste nas aulas, nos livros didáticos e nos cursos de Física no Brasil, resultando em práticas docentes inadequadas. Isso é visível na metodologia utilizada nessas aulas, onde há um enfoque no qual o conhecimento advém da generalização indutiva a partir da observação, sem qualquer influência teórica ou subjetiva, numa visão já

superada até mesmo pela Física atual. Ao se fazer uma análise na maioria dos livros didáticos de Física adotados nas escolas amazonenses, sempre é solicitado ao estudante observar o que está sendo realizado no experimento, formular as suas hipóteses, medir as grandezas (e transformá-las, se necessário) e concluir se suas hipóteses estavam ou não corretas, se faziam ou não sentido com o propósito (objetivo) da experiência. Em nenhum momento, levam-se em conta as variáveis e que o erro também faz parte do processo ensino-aprendizagem.

3.2. Racionalismo Crítico ou Hipotético-Dedutivismo de Popper

Karl Popper (1902 — 1994) é considerado por muitos como o filósofo mais influente do século XX a tematizar a ciência. Rejeita a indução e se aproxima do empirismo, pois acredita ser possível refutar, experimentalmente, teorias científicas, utilizando critérios lógicos e imparciais, ou seja, sem influência das idéias do pesquisador. Ficou conhecido pelo enunciado do *Critério da Falsificabilidade* (demarcação entre ciência e não-ciência): argumentou que a teoria científica será sempre conjectural e provisória. Essa teoria traça o paralelo entre a testabilidade científica e a discutibilidade filosófica, gerando um programa metafísico de um conjunto de idéias heurísticamente interessantes e cientificamente fecundas, ainda que não fosse possível testar-se (CARRILHO e SÀÁGUA: 1991, p. XIX).

É a visão falseacionista da Ciência:

- ✓ Método Científico: Hipotético-dedutivo;
- ✓ Conhecimento Científico: nunca se pode provar que é verdadeiro, mas, às vezes, pode-se provar que não é verdadeiro. Usa-se o critério da Falsificabilidade das teorias para distinguir ciência de não-ciência. A ciência evolui através de refutações.
- ✓ Defensores: Popper e seus seguidores.

3.3. Contextualismo de Kuhn

Thomas Samuel Kuhn (1922 - 1996) foi um físico americano cujo trabalho incidiu sobre história e filosofia da ciência, tornando-se um marco importante no estudo do processo que leva ao

desenvolvimento científico. A polêmica sobre sua obra gira em torno da noção de paradigma científico e da "incomensurabilidade" entre os paradigmas. Para ele, a ciência depende do contexto em que se desenvolve, conforme o paradigma²³ adotado pela comunidade científica. Esta é conservadora quanto a teorias, métodos e possíveis soluções, desenvolvendo um conhecimento progressivo e cumulativo em períodos de ciência normal (BORGES, 1996, p. 18). Nos períodos de crise das revoluções científicas, esse conhecimento sofre rupturas e o antigo paradigma já não corresponde aos anseios, não serve mais. Paralelamente, surgem novas teorias emergentes competindo entre si procurando substituir o paradigma em conflito.

É a visão contextualista da Ciência, pela qual a comunidade científica é conservadora e resiste a mudanças, sendo considerado ciência apenas o que os cientistas aceitam por consenso. Nessa visão, o cientista luta com os seus instrumentos e suas equações até obter os resultados que comprovem que sua teoria está certa e irrefutável aos olhos de seus pares na comunidade científica (BORGES, 1996).

Entretanto, no que se refere à apreensão da História das Ciências pelos estudantes, Khun sugere que a mesma exerceria uma má influência sobre os estudantes, abalando sua confiança no dogma científico. Para evitar que isso ocorresse, ele sugere até mesmo uma "distorção" da História, apresentando os cientistas do passado trabalhando nos mesmos problemas que os cientistas modernos, para que o jovem estudante possa sentir-se parte dessa tradição de "busca da verdade" (GEBARA, 2001).

3.4. Racionalismo Aplicado ou Racionalismo Dialético de Bachelard

Essa Epistemologia prioriza os métodos histórico-críticos para explicar a atividade científica, partindo de uma análise da história das ciências e da revolução do conhecimento.

Gaston Bachelard (1884-1962) nasceu em Champagne (França). Vindo de uma família humilde, Bachelard sempre trabalhou enquanto estudava. Sonhava em ser engenheiro até que a I Guerra

²³ Conjunto de teorias, métodos, problemas considerados como relevantes e soluções consensualmente aceitáveis. (KUHN *apud* BORGES, 1996, p. 17)

Mundial eclodiu e impossibilitando-lhe a conclusão deste projeto, obrigando-o a lecionar no curso secundário as matérias de Física e Química. Após sua vivência como professor dessas duas disciplinas, por mais de 15 anos, passou a lecionar Filosofia.

A proposta de Bachelard (1996) é mostrar a supremacia do conhecimento abstrato e científico sobre o conhecimento primeiro e intuitivo no pensamento científico, ou seja, seguir a via psicológica normal do pensamento científico:



Em sua formação individual, o espírito científico passa necessariamente, segundo Bachelard (1996), pelos três estados abaixo:

1º - **O Estado Concreto**: o espírito se entretém com as primeiras imagens do fenômeno e se apóia numa literatura que exalta a Natureza, a unidade harmônica do mundo e sua rica diversidade.

2º - **O Estado Concreto-abstrato**: o espírito acrescenta esquemas geométricos à sua experiência física, apoiando-se numa filosofia de simplicidade.

3º - **O Estado Abstrato**: o espírito adota informações voluntariamente subtraídas à intuição do espaço real, voluntariamente desligadas da experiência imediata e até em polêmica declarada com a realidade primeira, sempre impura, sempre informe (BACHELARD: 1996, p. 11).

Bachelard (1996) também nos apresenta a noção de *obstáculos epistemológicos* que são as causas de estagnação e inércia no processo ensino-aprendizagem e na apropriação do conhecimento científico. Ele nos aponta alguns desses obstáculos epistemológicos:

- ✓ O 1º Obstáculo: a Experiência Primeira;
- ✓ O Conhecimento Geral como Obstáculo ao Conhecimento Científico;
- ✓ O Obstáculo Verbal: Extensão Abusiva de Imagens Usuais;
- ✓ O Conhecimento Unitário e Pragmático como Obstáculo ao Conhecimento Científico;
- ✓ O Obstáculo Substancialista;
- ✓ O Obstáculo Animista e
- ✓ Os Obstáculos do Conhecimento Quantitativo (Matemática).

A condição essencial para a superação dos obstáculos epistemológicos, dentre eles o obstáculo da realidade (crítica ao empirismo) e o do senso comum, é a consciência por parte dos cientistas de que eles existem e que podem comprometer o fundamento e o resultado de uma pesquisa científica. Era favorável a uma cultura científica especializada como fator determinante e comprometido às pesquisas. Acreditava que as ciências, em suas diversas especializações, ensina-nos não só o progresso, mas também que apenas devemos insistir nos erros do passado se for para expulsá-los da história. Para ele, o epistemólogo deve se ater aos fatos históricos como idéias, inserindo-as num sistema de pensamentos e estabelecer uma escala que demonstre onde um conceito se ligou a outro.

A idéia central de Bachelard era unir dialeticamente o racionalismo aplicado e o materialismo instruído. Faz-se necessário uma maturidade tal que possa se atingir um racionalismo concreto, solidário com experiências sempre especiais e rigorosas, e que esse racionalismo seja aberto para adquirir da experiência determinações novas.

É a visão dialética da Ciência:

- ✓ Método Científico: Dialético, onde a experimentação depende de uma elaboração teórica anterior (a necessidade da experiência é identificada pela teoria antes de ser descoberta pela observação);
- ✓ Conhecimento Científico: O pensamento científico é ao mesmo tempo racionalista e realista, pois a prova científica se afirma tanto no raciocínio como na experiência. O conhecimento se estabelece a partir de uma ruptura com o senso comum e com conhecimentos anteriores. (BORGES, 1996);
- ✓ Defensores: Bachelard (1934), Kuhn (1962) e Feyerabend (1969). (BORGES, 1996, p. 16).

3.5. Anarquismo Epistemológico de Feyerabend

Paul Karl Feyerabend (1924 — 1994) foi um filósofo da ciência que se tornou famoso pela sua suposta visão anarquista da ciência e por sua rejeição da existência de regras metodológicas universais. É uma figura influente na filosofia da ciência, e também na sociologia do conhecimento científico. Defendia que o conhecimento científico é viável a partir dos métodos mais diversificados, havendo pluralismo na

comunidade científica. É mais radical na crítica aos métodos, considerando que as emoções, a teimosia e a irracionalidade influem no desenvolvimento das ciências (*Anarquismo Epistemológico*). Criticou também o que chamou de *falsificacionismo* (de Popper). Ele argumenta que nenhuma teoria interessante é completamente consistente com *todos* os fatos relevantes. Isso equivaleria a se deixar levar por uma ingênua regra *falsificacionista* que afirma que teorias científicas devam ser rejeitadas se elas não estão de acordo com os fatos conhecidos. Ele acredita que as emoções, a teimosia e a irracionalidade influem no desenvolvimento das ciências (BORGES, 1996).

É a visão anarquista da metodologia científica:

- ✓ Método Científico: sem regras rígidas, diversidade de métodos (não existe regra de pesquisa que não tenha sido violada alguma vez, e as mesmas são necessárias ao progresso da ciência)²⁴
- ✓ Conhecimento Científico: Semelhante à crítica de Bachelard, acredita que procedimentos dogmáticos quanto a teorias e métodos podem transformar a ciência em ideologia, não trazendo benefícios à humanidade.
- ✓ Defensor: Feyerabend.

3.6. Construtivismo

Caracteriza o conhecimento como construções funcionais da experiência humana e as teorias científicas como construções do ser humano e não como teorias da natureza. O Construtivismo aborda o conhecer desde uma perspectiva diferente ao do pensamento tradicional, mostrando que temos assimilado, numa concepção onde se considera a existência de um mundo real, objetivo, único, causal e independente ao sujeito que conhece e com a possibilidade de conhecê-lo tal qual ele é.

Segundo Kalhil (2002), no entanto, as contribuições da psicologia cognitiva nos últimos trinta anos, coincidem no que os processos de aprendizagem (em particular o escolar), têm um caráter eminentemente construtivo, onde toda a construção em aula está permeada pelo

²⁴ Borges, 1996, p.14.

conhecimento prévio dos estudantes, a biologia do que aprende e pelos núcleos sociais que conformam sua zona de desenvolvimento.

Refletir e discutir os pontos centrais do Construtivismo são, em nosso ponto de vista, condições necessárias para que o docente transcenda sua prática, para que possa modificá-la e aproveitar todas as ferramentas didáticas que estão ao seu redor.

3.7. Externalismo: o Paradigma Social

O capital controla e influencia o domínio do pensar, do conhecimento e do agir por meio da imposição de seus valores, sua cultura e sua educação [...] É a situação nevrálgica de fomento do poder. (CEZÁRIO e MOREIRA, 2006)

Ao contrário do Internalismo, o Externalismo destaca influências externas, considera que fatores sócio-políticos e econômicos direcionam as investigações científicas (BORGES, 1996). Antes da Revolução Industrial, a Igreja é quem impunha os limites à Ciência. Depois da Revolução Industrial, a Ciência passa a se submeter aos interesses da Burguesia, cujas necessidades técnicas e econômicas determinaram o desenvolvimento posterior das teorias científicas. E no século XXI, qual o papel dessas influências externas sobre o desenvolvimento das ciências? Isso pode ser facilmente constatado, verificando-se em quais pesquisas as agências financiadoras investem seus recursos.

Numa sociedade multimídia e globalizada, onde a informática assume o papel de controle e expansão do capital, faz-se necessário um mercado mais competitivo, com uma mão-de-obra mais qualificada e uma maior modernização do setor produtivo. São necessários sujeitos individualizados, com um currículo voltado, é óbvio, para a lógica do mercado capitalista. Para que isso aconteça, precisa-se de professores qualificados (mas não críticos) que preparem alunos que atendam à essa lógica capitalista e que possam carregar o sonho e ilusão que, algum dia, também serão detentores dos meios de produção. Mas, se por um lado, o sistema busca mão-de-obra qualificada, isso não quer dizer que esses sujeitos possam ter acesso a uma universidade pública, daí a falta de base dos nossos alunos da escola pública. A prática pedagógica também é influenciada, pois é reduzida a um mero tafetismo e tendo que carregar

em seus ombros a culpa pelo Fracasso Escolar. O reflexo disso está na formação dos professores, na fragmentação do sistema educacional e no processo do conhecimento científico. Uma formação abstrata, polivalente e flexível... E pior, totalmente sem criticidade.

CONSIDERAÇÕES

Por que não deixar o filosofar para os filósofos? Porque o Físico não pode relegar à Filosofia a análise crítica dos fundamentos da Física. Ao contrário, ele precisa ser esclarecido sobre a necessidade e legitimidade dos conceitos por ele usados. (EINSTEIN, 2006)

Nos últimos anos tem sido crescente a produção científica na área que relaciona História e Educação em Ciências, investigando os possíveis usos didáticos da História das Ciências. Os próprios veículos oficiais como os PCN's (Parâmetros Curriculares Nacionais) apontam para o uso da história como forma importante de organizar o ensino da Física. Encontramos concepções diversas nas propostas que de algum modo procuram relacionar história e ensino. Essas concepções estão presentes nos fundamentos das propostas didáticas com base na epistemologia da Física.

No processo de formação docente, ensinam-nos teorias e leis tidas como verdades absolutas e inquestionáveis. No decorrer de nossa formação, aprendemos que, apesar dessas leis serem baseadas em experiências e observações da natureza, o cientista, como qualquer ser humano, tem suas convicções, seus preconceitos, suas ideologias, sua imaginação. E isso é reconfortante, pois leva-nos a refletir que a Física é muito mais desafiadora e interessante e que ainda falta muito o que se pensar, criar e responder. A partir de Einstein, aprendemos que todos nós, seres formados por átomos, apesar de sermos autônomos, estamos intrinsecamente ligados como numa autocracia: "Einstein, [...], cosmificou e imanentizou o monarca solar e galáctico que, na teoria de Newton, ainda ocupava um determinado trono local" (RHODEN, 2007, p. 73). Para ele, a educação deveria ser vista na forma de um pensamento livre e não numa obrigação penosa como vemos nos dias de hoje, por isso, defendia uma educação que desenvolvesse o espírito crítico na inteligência do jovem (RHODEN, 2007, p. 164).

Precisamos ter referências pelas quais concebemos o mundo que nos rodeia, servindo-nos de modelo para conhecermos e decidirmos, no conjunto de padrões familiares, socioculturais, normas, crenças, escala de valores, aqueles que devemos seguir para termos uma cidadania realmente consciente. Precisamos saber que não podemos mais tratar nosso planeta como se vem fazendo em nome de um discurso falacioso de progresso. Apesar de muitas vezes acharmos que temos esses valores imbricados em nós, muitas vezes nossas incertezas faz-nos distanciarmos dos mesmos, por isso, precisamos ter bem claro os critérios que nos orientam a vida e que validam nossos atos.

Precisamos também vencer a visão cartesiana e inaugurar uma visão holística, no Ensino de Ciências em nossas escolas, em especial da Física. Faz-se necessário que se vença o paradigma mecanicista apoiado na Física Clássica Newtoniana que ainda reina em nossas escolas de Ensino Médio e propor uma educação em Ciências que trate de vencer e banir o analfabetismo científico, pois não é possível que, num mundo dominado por novas tecnologias de 3ª geração, muitos ainda não saibam o princípio de funcionamento de uma garrafa térmica, por exemplo. Precisamos urgentemente inaugurar uma visão transdisciplinar capaz de vencer a lógica predominante da exclusão, da certeza, da verdade absoluta e estabelecer uma lógica do que é comum a todos, de inclusão e aceitação do imprevisível das várias possibilidades da Mecânica Quântica, do imponderável, da dúvida e do mistério de todas as coisas no mundo.

Muitas dessas referências podem ou não ser ensinadas na escola. Mas, não é novidade que nossas escolas são pobres de recursos, que nossa comunidade escolar é desestimulada, que nossos professores estão desatualizados e que não valorizam ou incentivam a curiosidade de seus estudantes. Nesse quadro lamentável, então por que ainda se ensina Ciência na escola, especialmente a Física? Apenas para direcionar jovens para a área de Ciência e Tecnologia?

Por isso acreditamos que o estudo da epistemologia da ciência é essencial na formação docente, pois amplia nossa concepção sobre o que é ciência, como ela progride e quais suas características, ajudando-nos, inclusive, a romper com a visão ingênua da ciência - que esta veio para dar todas as respostas que não sabemos. A partir dessa concepção, podemos oferecer uma explicação, entre tantas, de que precisamos continuar a ensinar Física em nossas escolas porque o homem precisa entender como ele construiu sobre o mundo material (e seu entorno), seus

riscos e fatores, sua maneira de olhar o mundo. Isso precisa ser desenvolvido na escola e não conceitos factuais que serão apenas cobrados em provas, numa aprendizagem mecânica e descontínua. O docente que conhece o saber epistemológico por detrás de sua disciplina (mesmo quando ensinada de forma fragmentada, como ocorre na maioria de nossas escolas) deve ser apto a exercer uma ação didática fundamentada em conhecimentos históricos, filosóficos, sociológicos, psicológicos, pedagógicos, etc., e não em mero conhecimento empírico ou de senso comum.

As vantagens de se dominar o objeto de estudo de uma ciência, de conhecer sua epistemologia, em especial a Física, são muitas: aproximar a imagem da Física ao contexto histórico-social que ela faz parte, mostrá-la como fruto do trabalho exaustivo e **coletivo** de homens e mulheres, apresentar a existência das crises ou mudanças conceituais nas idéias aceitas pela comunidade científica – que se traduzem na quebra de paradigmas – , considerá-la como construção de conhecimento e não como uma mera idéia de descobrimentos, etc.

Enfim, precisamos de uma educação científica inovadora e sintonizada com as necessidades maiores de nossa sociedade, onde possamos nos utilizar da história e filosofia das ciências e de sua epistemologia para compreendermos a sociedade humana e os mecanismos de produção e reprodução social e individual dos conhecimentos.

REFERÊNCIAS

ARANHA, Maria L. de A. e MARTINS, Maria H. P. **Filosofando: introdução à filosofia**. São Paulo: Moderna, 2003.

ARANTES, J.T. **Newton: gênio difícil**. Revista Superinteressante, n.05, p.58-63, fev. 1988.

ARNTZ, W. , CHASSE, B. , Vicente, M. (Trad. De Doralice Lima) **Quem somos nós? – A descoberta das infinitas possibilidades de alterar a realidade diária**. Rio de Janeiro: Prestígio Editorial, 2007.

BACHELARD, G. Tradução de Estela dos S. Abreu. **A Formação do Conhecimento Científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento**. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996. 316 p.

_____. **Epistemologia**. 2. ed. Rio de Janeiro: Zahar Editores S.A., 1983. 196 p.

BORGES, R.M.R. **Em debate**: cientificidade e educação em ciências. Porto Alegre: SE/ CECIRS, 1996. 75p.

BRASIL. Ministério da Educação (MEC), Secretaria da Educação Média e Tecnológica (Semtec). **PCN Ensino Médio**: orientações educacionais complementares aos Parâmetros Curriculares Nacionais – Ciências da Natureza, Matemática e suas Tecnologias. Brasília: MEC/SEMTEC, 2002.

CAMPOS, E.R.G. de, **Contribuições dos Estudos Epistemológicos**. Disponível em: <<http://www.geocities.com/grupospeduc/arquivos/edna.pdf>> Acesso em 12/09/07 às 21h45min.

CAMPOS, M. do C.S. **Teoria do Conhecimento**. In: GHEDIN, E.; GONZAGA, A.M. (orgs). **Epistemologia da Pesquisa em Educação**. Manaus: UEA/ BK Editora, 2006, pp. 19 a 32)

CARRILHO, M.M. e SÀÁGUA, J. **Epistemologia: Posições e Críticas**. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1991.

CEBERIO, M.; WATZLAWICK, P. **La Construcción del universo**. Espanha: Herder, 1998.

CEZÁRIO, A.L. e MOREIRA, E.V. **O Fazer Pedagógico, o Método e a Metodologia no Contexto da Sociedade Globalitarizada e Neoliberalizada**. In: SILVA, J.G.da, MOREIRA, E.V. e LIMA, O.G. de (Orgs.). **O Fazer Pedagógico: entre o método e a metodologia**. Manaus: Editora Nilton Lins, 2006, pp. 13 a 76.

DANCY, Jonathan. (Trad. Teresa L. Pérez). **Epistemologia Contemporânea**. Lisboa: Edições 70 LDA, 1985.

EINSTEIN, A. Física e Realidade . Tradução de Sílvio Dahmen. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 28, n. 1, p. 9-22, 2006.

Disponível em <<http://www.sbfisica.org.br/>> . Acesso em 21/11/07 às 21h06min.

GEBARA, Maria José Fontana. **O Ensino e a Aprendizagem de Física**: contribuições da história da Ciência e do movimento das concepções alternativas – um estudo de caso. Campinas: UNICAMP, 2001. Dissertação (Mestrado em Educação), Faculdade de Educação, Universidade Estadual de Campinas, 2001.

GHEDIN, E. **As Dimensões da Prática Profissional do Professor/Educador**. In: BRITO, C.L. (Org.). **Ética e Formação de Professores**. Manaus: UEA Edições, 2008, pp. 33 a 51.

HAWKING, S. (Trad. de Marco Moriconi). **Os Gênios da Ciência**: sobre os ombros de gigantes. Rio de Janeiro: Elsevier, 2005. 253 p.

JAPIASSU, H. **Introdução ao Pensamento Epistemológico**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1975.

KALHIL, J.B. **La concepcion de ciencia del docente y sus implicaciones en el aprendizaje**. In: Congresso de Didática da Física Universitária - DIDACFISU, 2002, La Habana, Cuba. **Anais**. La Habana, 2002.

MOREIRA, M.A. , MASSONI, N.T. e OSTERMANN, F. "História E Epistemologia Da Física" Na Licenciatura Em Física: Uma Disciplina Que Busca Mudar Concepções Dos Alunos Sobre A Natureza Da Ciência. **Revista Brasileira de Ensino de Física**, v. 29, n. 1, 2007. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0102-47442007000100019&lng=&nrm=iso&tlng=> Acesso em 21/11/07 às 20h13min.

RAMALHO JUNIOR, F.; FERRARO, N.G.; SOARES, P.A. de T. **Os Fundamentos da Física**. V. 3. 9. ed. rev. e ampl. São Paulo: Moderna, 2007. 508 p.

RODHEN, Huberto. **Einstein: o enigma do Universo**. São Paulo: Editora Martin Claret, 2007.

SANTOS, Ivan. **Conceitos de Física**. V.1. São Paulo: Ática, 1987. 224 p.

SANTOS, W.L.P. dos; MORTIMER, E.F. Uma análise de pressupostos teóricos da abordagem CTS no contexto da educação brasileira. Ensaio. **Revista em Educação em Ciências**, v.02, n.2, dezembro, 2002.

