

A RELAÇÃO ENTRE CIÊNCIA E ENSINO DE CIÊNCIAS NA EPISTEMOLOGIA BACHELARDIANA

THE RELATION BETWEEN AND SCIENCE TEACHING IN A BACHELARD'S EPISTEMOLOGY

José Ernane Carneiro Carvalho Filho

FARRP (Faculdade Regional de Ribeira do Pombal), e-mail: ernanefilho@bol.com.br
Escola Normal de Serrinha, e-mail: ernanefilho5@yahoo.com.br

RESUMO

Ao estabelecer uma estreita relação entre a ciência e o ensino de ciências, Bachelard está afirmando que a ciência ensinada não deve estar desvinculada dos pressupostos que orientam o processo de construção da ciência. Na perspectiva bachelardiana, a educação científica, nas escolas, deve enfatizar os aspectos centrais da ciência atual: a complexidade, a relação teoria-prática, o caráter matemático e abstrato do conhecimento, a ruptura como o senso comum e a mutabilidade do saber. O âmago da questão não é lecionar com um alto grau de dificuldade os conteúdos de ciências, mas dar o mesmo tratamento epistemológico ao ensino de ciências. Esta maneira de tratar o processo de ensino-aprendizagem de ciências facilitará a inserção do estudante no mundo da ciência, e que este compreenderá como se dá a construção da ciência, suas limitações e possibilidades, impedindo que se torne um cidadão alienando das questões centrais da produção científica.

Palavras-chave: Ensino de ciências, retificação, senso comum, ciência contemporânea.

ABSTRACT

When Bachelard establishes a close relation between science and science teaching he affirms the science that should be taught should not be separated from the presuppositions that guide the process of construction of the science. In the Bachelard's perspective, scientific education in the schools must emphasize the main aspects of the current science: complexity, theory-practice relation, mathematical and abstract character of knowledge, rupture with common sense and knowledge mutability. The central aspect of this question is not teaching the scientific subjects with a high standard of difficulty, but treating science teaching epistemologically. This way of treating the science teaching-learning process will easy the insertion of students in the world of sciences and they will understand how science is made, its limitations and possibilities, avoiding him to become an alienated citizen in relation to the central aspects of the scientific production

Keywords: Science teaching; rectification, common sense; contemporary science.

A RELAÇÃO ENTRE CIÊNCIA E ENSINO DE CIÊNCIAS NA EPISTEMOLOGIA BACHELARDIANA

O ensino de ciências, na atualidade, assume uma gravidade enorme dado o grande avanço tecnológico oriundo das pesquisas científicas. É do conhecimento de todos que o progresso da ciência engendrou esse avanço tecnológico em que nós vivemos hoje e se faz necessário uma educação que seja capaz de levar os estudantes à compreensão do fenômeno científico, para que possam lidar com essa faceta da sociedade contemporânea. Para que haja um entendimento do fenômeno científico atual, é imprescindível que se estude e compreenda o que é a ciência e como se dá a sua construção. Sendo assim, o objetivo maior dos cursos de ciências, nas escolas, deveria ser de conduzir os estudantes à compreensão do fenômeno científico, e, conseqüentemente, à capacidade de se posicionarem criticamente sobre ele.

Partindo do pressuposto acima, iniciamos uma longa pesquisa nas obras de Gaston Bachelard para determinar a sua concepção de ensino de ciências que se encontra dispersa em sua extensa produção. Esta pesquisa não tem a pretensão de encontrar a solução para os problemas enfrentados por este ramo da educação, mas levantar contribuições deste importante epistemólogo da ciência. As conclusões a que chegamos não foram objeto de confronto com as diversas teorias da aprendizagem, já que este não era nosso objetivo. Dentre as conclusões a que chegamos foi a defesa de Bachelard de uma vinculação entre a ciência e o ensino de ciências ministrado nas escolas.

Bachelard, ao tratar do ensino de ciências nas escolas, argumenta que não é possível uma educação científica que esteja desvinculada dos parâmetros que norteiam o processo de constituição e de fazer ciência nos dias de hoje. Segundo ele, todo o processo de lecionar ciências deve estar conectado com a ciência em que se está trabalhando, não podendo existir nenhuma ruptura nos pressupostos epistemológicos da referida ciência e seu ensino, na escola. A perspectiva de tratar os conteúdos de ciências em consonância com a ciência ensinada não significa que iremos tratá-los no mesmo grau de dificuldade da pesquisa científica, mas que iremos abordá-los num mesmo princípio epistemológico, sem uma ruptura com os ditames do *modus operandi* da ciência.

Para alcançar esse objetivo, o professor deverá promover um curso que enfatize as características da ciência hodierna: a complexidade do saber, a organicidade da ciência, a mutabilidade e retificação do conhecimento, a ruptura com o senso comum, o caráter matemático e abstrato da produção científica, a relação teoria-prática. Assim, o ensino de ciências que não realçar essas características da ciência estará contribuindo para a má formação científica de nossos estudantes, por estar criando uma imagem de ciência que não existe na realidade. Por isso, o foco do processo educacional, em ciências, não deve estar na excessiva quantidade de conteúdos, mas no tratamento que lhes é dado.

Nesta perspectiva, o ensino de ciências não deve estar focado em conteúdo estáticos e que não demonstram a mutabilidade do conhecimento científico, já que no mundo da ciência não existem saberes certos e evidentes, como defendia Descartes. Na perspectiva de Bachelard, “só

existe um meio de fazer avançar a ciência; é o de atacar a ciência já constituída, ou seja, mudar a sua constituição”. (BACHELARD, 1972, p. 44).

Isto é, não é possível aceitar a idéia de que há um conhecimento definitivo sobre a natureza. A grande marca da ciência é a constante mudança do conhecimento produzido, não havendo uma certeza sobre aquilo que se diz acerca dos fenômenos estudados. Desta forma, não é admissível a existência de uma prática pedagógica, em classe, que admita a existência de um saber estanque e imutável, como se houvesse uma verdade única a ser conquistada. O professor deve estar atento a esta prática clássica, e admitir que os conteúdos que estão encerrados nos livros são verdades parciais que poderá se modificar a qualquer momento, já que o lidar com as ciências representa um momento, no amplo processo da tentativa humana de entender a realidade que o cerca.

A idéia de mutabilidade do conhecimento humano é tão evidente a longo da História das Ciências que Bachelard construiu o conceito de retificação, para explicar como se dá o constante aprimoramento da ciência. Segundo ele, a ciência está em

Sucessivas aproximações, pode-se afirmar que o conceito científico correspondente a um fenômeno particular é o agrupamento das aproximações sucessivas bem ordenadas. A conceitualização científica precisa de uma série de conceitos em via de aperfeiçoamento para chegar à dinâmica que pretendemos, para formar um eixo de pensamento inventivos. (BACHELARD, 2001, p. 76).

Para facilitar a noção da transitoriedade do conhecimento, o professor de ciências pode optar pela utilização da História das Ciências. A História das Ciências permite que o professor utilize exemplos concretos para demonstrar como o conhecimento evoluiu, a partir das retificações que sofreu.

Um exemplo clássico do avanço científico e suas conseqüentes retificações diz respeito à Teoria Heliocêntrica, proposta por Copérnico. Quando Copérnico propôs as suas idéias, elas negavam o principio Geocêntrico, ou seja, a idéia de que a Terra era o centro do universo. A Teoria de Copérnico defendia que o Sol era o centro do universo e a Terra e os demais planetas giravam em órbitas circulares. A idéia de órbitas circulares não correspondia com as observações realizadas por Tycho Brahe; por isso, Johannes Kepler propôs que as órbitas eram, na realidade, uma elipse.

Bachelard afirma que

Os acontecimentos da ciência encadeiam-se numa verdade incessantemente aumentada. É evidente que, por vezes, no progresso da ciência, as verdades aparecem parciais, incompletas, mas porque são absorvidas por verdades maiores, mais claras, mais gerais. A ciência cresce: (...) O tempo da ciência está submetido à dinâmica de um essencial crescimento. (...) Os momentos da história geral não atingem normalmente a objetividade inegável dos momentos da história das ciências. (BACHELARD, 1990, p. 105-106).

Este fato da História das Ciências é bastante ilustrativo para se demonstrar para os estudantes como um conhecimento aceito por mais de dois mil anos, a Teoria Geocêntrica, é superada por outra, com maior grau de explicação, mas mesmo assim não possuía a descrição exata do fenômeno, sendo necessária uma correção por parte de outro cientista. Desta forma, o

professor pode utilizar a História das Ciências nos mais diversos momentos do ensino de ciências, para ilustrar o avanço do conhecimento científico.

A mutabilidade do conhecimento humano é uma característica básica da ciência e isto demonstra o esforço que deve ser empreendido por qualquer pessoa na tentativa de compreender o processo de construção do saber. Este esforço na busca pelo domínio do conhecimento exige, por parte do estudante, uma ruptura total com as experiências que ele traz do mundo em que vive. Isto porque “o mundo em que se pensa não é mundo em que se vive” (RIBEIRO FILHO & VASCONCELOS, 2002, p. 48), mas difere essencialmente. Esta idéia de que o mundo da ciência não corresponde ao mundo da vida cotidiana é de uma relevância sem precedentes para a compreensão dos fenômenos científicos atuais. Bachelard afirma que “se o real imediato é um simples pretexto do pensamento científico e não mais um objeto de conhecimento, será preciso passar do como da descrição ao comentário teórico”. (BACHELARD, 1968, p. 14).

Logo, o conhecimento científico não parte dos problemas levantados pela experiência imediata, mas da ruptura com esses saberes. Por isso que ele defende que

Diante de um real que não se vê, que não se toca, mas sobre o qual se fazem experiências que, do ponto de vista sensível, são manifestamente indiretas, não se poderia fechar a via das teorias racionais, sob pena de mutilar a própria existência. (BACHELARD, 1977a, p. 46).

Desta forma, fica claro que não é possível pensar uma ciência que parta do real para a compreensão dos fenômenos naturais, mas para que esta compreensão se dê faz-se necessário que o estudante rompa com o mundo que o cerca e adentre ao mundo científico. Sabemos que a ciência não se preocupa em estudar os fenômenos aparentes, mas em compreender-lhes a sua essência. Daí a necessidade que o estudante têm em romper com as idéias que trazem do senso comum, para que sejam capazes de compreenderem o fenômeno estudado pela ciência.

As estratégias que podem ser desenvolvidas pelo professor para alcançar o objetivo de fazer o estudante perceber que o saber que ele traz não corresponde ao saber científico podem ser realizadas a partir de experiências contra-indutivas, isto é, realizar experimentos que ponham em xeque o saber do aluno.

Um exemplo prático para alcançar esse objetivo seria o da temperatura. Pede-se ao estudante para verificar, através dos sentidos, a temperatura de uma porta de madeira e de uma maçaneta. Pergunta-se, posteriormente, qual deles possui uma temperatura maior. Certamente ele responderá que a porta está “mais quente” que a maçaneta. No entanto, o professor perguntará como isto pode ocorrer, se a temperatura ambiente está igual para os dois objetos. Esta experiência provocará uma crise no saber do estudante, fazendo-o perceber que há problemas com o conhecimento que ele traz.

É conveniente destacar que o choque promovido entre o conhecimento comum e o conhecimento científico não garante que o aluno aderirá ao último, mas poderá, certamente, funcionar como um mecanismo de reflexão para ele; e cabe ao professor procurar explicar de forma eficiente o fenômeno estudado.

Esta ruptura entre o saber imediato e o científico reflete a complexidade do conhecimento científico, pois a ciência não busca compreender o óbvio, mas procura entender o fenômeno científico em toda a sua riqueza de detalhes. Por isso, Bachelard afirma que “na realidade, não há fenômenos simples; o fenômeno é um tecido de relações. Não há natureza simples, nem substância simples; a substância é uma contextura de atributos”. (BACHELARD, 1968, p. 130).

Esta concepção reflete as teorias mais avançadas da ciência atual, principalmente no âmbito da Física, especialmente na Mecânica Quântica, quando se afirma que

As relações de indeterminação de Heisenberg implicam que não podemos conhecer simultaneamente, com a precisão desejada, determinados pares de grandezas, diferentemente do que postula a física clássica, onde cada grandeza pode ser conhecida independentemente da outra, a precisão sendo apenas uma questão dos aparelhos de medida. (FRANCO, 2002, p. 59).

As idéias propostas por Heisenberg demonstram a complexidade da ciência atual, ao propor que não é possível determinar a velocidade e a posição de uma partícula ao mesmo tempo, como afirmava a Física Clássica Newtoniana. Tal complexidade do conhecimento exige que os nossos alunos sejam capazes de compreender que a natureza não se expressa de uma forma simples e evidente. Eles precisam ter a percepção de que os processos de medidas utilizadas nas pesquisas científicas terminam interferindo no fenômeno em estudo, o que por sua vez dificulta ou impede uma real compreensão de sua realidade.

Esta complexidade da natureza também se reflete na concepção dual dos fenômenos microfísicos. As pesquisas realizadas no século XX demonstraram que os fenômenos naturais, como a luz e a própria matéria, possuem uma característica dual, isto é, podem se comportar como onda ou como partícula. O comportamento de um raio de luz, por exemplo, será de uma onda ou de uma partícula, a depender do experimento realizado pelo pesquisador.

Tudo isso comprova o quanto o ensino de ciências deve estar atento para promover uma eficiente educação científica. Não é possível um ensino baseado numa visão aristotélica de mundo, quando a ciência atual trabalha numa perspectiva relativista de espaço-tempo. Por isso, é obrigação da educação científica estar voltada para os aspectos intrínsecos da ciência em estudo, para dotar os alunos das ferramentas necessárias ao seu entendimento.

A faceta da complexidade da ciência aparece claramente quando se percebe que ela não representa a realidade como é, mas constrói uma estrutura explicativa que tenta dar conta da realidade em estudo. Isto significa que no processo de construção do conhecimento não ocorre uma reprodução do fenômeno, mas uma teoria que procura explicá-lo o mais fiel possível, sem, contudo, conseguir tal intento. Nesse sentido, podemos dizer que a ciência é uma construção abstrata e não algo concreto que pode ser encontrado na natureza.

Bachelard afirma que a ciência contemporânea constrói uma nova realidade a partir da elaboração de teorias que são testadas no mundo real. As teorias que explicam os fenômenos não se constituem na reconstrução da realidade em si.

Para exemplificar o raciocínio de Bachelard sobre a construção abstrata da ciência, ele cita o átomo.

Dizer que o átomo de carbono é uma pequena pirâmide, é fornecer uma ilustração em vez de uma realidade, é um excesso de filosofia realista. Quanto ao mais, esta falta de matriz é bem típica deste ensino pelos únicos resultados, ensino que nos priva da consciência dos problemas e do desenvolver histórico das suas difíceis soluções. Como nem ensino aberto – isto é, num verdadeiro ensino -, separar um resultado científico dos métodos que o originam dos problemas que dele partem? O coisismo quebra, em benefício de um empirismo incondicionado, o racionalismo ativo em toda a investigação que ultrapassa a simples descrição dos dados sensíveis. (BACHELARD, 1990, p. 141-142).

E, por fim, demonstra como o conceito de átomo está ligado à construção racional da ciência:

Deve saber-se qual é a forma de um átomo, ou antes, saber como é que este átomo se insere numa pluralidade de sínteses cada vez mais complicadas, como, por exemplo, numa segunda aproximação, a síntese suscita a forma, como a síntese, progressivamente mais complicada, deforma ligeiramente a forma que explicava a síntese antecedente, de maneira que, finalmente, seja sempre a construção que explica a estrutura? (BACHELARD, 1990, p. 142).

Esta perspectiva de construção do conhecimento encontra ressonância nas idéias de alguns pesquisadores da área do ensino de ciências. Marco Moreira, por exemplo, afirma que não é possível perceber o mundo diretamente: as pessoas criam representações daquilo com que entram em contato. Para ele

Representações internas, ou representações mentais, são maneiras de ‘re-presentar’ internamente o mundo externo. As pessoas não captam o mundo exterior diretamente, elas constroem representações mentais (quer dizer, internas) dele. (MOREIRA, 1996, p. 1).

Isto é, o ser humano não tem acesso direto e definitivo ao mundo, mas acessa-o de forma indireta, ao construir modelos mentais que procuram explicar esse mundo.

A partir desta interpretação, que trata o processo de aquisição de conhecimento sobre o mundo por meio de modelos mentais, o processo de ensino aprendizagem se constituiria num mecanismo de compreensão de modelos conceituais para explicar sistemas físicos, levando os estudantes a construir modelos mentais sobre esses sistemas. Assim,

Os modelos conceituais são delineados, projetados, por pessoas que usam modelos mentais, para facilitar a compreensão de sistemas físicos por parte de outras pessoas que também utilizam modelos mentais. No ensino, o professor ensina modelos conceituais e espera que o aprendiz construa modelos mentais consistentes com esses modelos conceituais que, por sua vez, devem ser consistentes com os sistemas físicos modelados. Os modelos conceituais são, portanto, instrumentais, meios não fins. O objetivo do ensino é, através de modelos conceituais, levar o aprendiz a formar modelos mentais adequados (i.e., consistentes com os próprios modelos conceituais) de sistemas físicos. Quer dizer, a mente humana opera só com modelos mentais, mas modelos conceituais podem ajudar na construção de modelos mentais que explicam e predizem consistentemente com o conhecimento aceito em uma certa área. (MOREIRA, 1996, p. 8).

Baseado nesta perspectiva, o processo de ensino-aprendizagem exige que o estudante mude de conceito, ou, pelo menos, construa um modelo mental o mais adequado possível com o modelo conceitual existente.

Essa concepção de que a ciência não descreve fielmente o mundo real precisa ser evidenciada para os estudantes, em classe. O mestre pode elaborar atividades que destaquem essa faceta da realidade científica. Um bom exemplo, para demonstrar que as teorias não correspondem à realidade, é a superação de uma teoria por outra ao se explicar determinado fenômeno físico. O advento da Teoria da Relatividade de Einstein demonstra que a teoria newtoniana não conseguia explicar todos os enigmas do universo, mesmo sendo uma teoria com ampla gama de explicações. O professor necessita mostrar para o estudante que pode, inclusive, haver mais de uma teoria para explicar um mesmo fenômeno.

A complexidade da ciência também se expressa no seu caráter orgânico. A organicidade da ciência está presente quando há uma interação teoria-prática, isto é, quando as experiências no contexto científico estão encaixadas em teorias que lhes dêem suporte. Não é possível pensar o fenômeno científico fora das teorias que lhes expliquem. A faceta orgânica da ciência deve estar presente nos livros utilizados nas escolas. Nesses livros, os assuntos de ciências deverão estar encadeados com as teorias científicas, porque não há uma ciência natural, o que existe é uma ciência de laboratório que foi construída a partir das teorias que orientam todo o processo de pesquisa. Esta concepção impede que os estudantes vejam os fenômenos científicos como meros fatos sem uma ligação entre eles. Bachelard menciona, como exemplo, os livros escolares do século XVIII que

Transformaram, imediatamente, a lição do oxigênio num modelo de empirismo simples: basta aquecer numa retorta certos óxidos, por exemplo o óxido do magnésio, para obter o gás maravilhoso que reacende um fósforo não tendo mais 'que um ponto de ignição', para empregar a expressão consagrada que resume, muitas vezes – infelizmente! – o que resta na 'cultura geral' das propriedades do oxigênio. Esta simplicidade de ensino oculta a fina estrutura epistemológica de uma experiência primitivamente empenhada numa problemática multiforme. (BACHELARD, 1990, p. 93).

A percepção de que o livro didático deve apresentar os conteúdos inseridos numa perspectiva é muito relevante para que o estudante entenda que a compreensão do fenômeno científico só é possível a partir de arcabouço teórico que lhe dê sustentação. Um livro didático que atenda a essa proposta permitirá que o estudante perceba o caráter orgânico da ciência, sem a necessidade do professor enfocá-lo teoricamente, porque estará implícito no próprio desenvolvimento do processo de ensino-aprendizagem.

Esses livros deverão apresentar outro aspecto da ciência, que é a relação teoria-prática. Bachelard afirma que a pretensão de um conhecimento fruto da experiência ou da razão, separados, é mera utopia. Segundo ele, a produção da ciência só é possível numa interação interminável entre teoria e experiência, porque a ciência se “afirma na experiência assim como no raciocínio, ao mesmo tempo num contato com a realidade e numa referência à razão”. (BACHELARD, 1968, p. 12).

Esta maneira de entender o processo de construção do conhecimento é muito relevante, porque não é possível pensar que o empirismo sem uma teoria que lhe dessem sustentação pudesse gerar explicações, já que seriam saberes num conjunto de explicações que dessem sentido ao que foi pesquisado. Como também acreditar que o racionalismo, sem o contato com a

realidade, pudesse ser relevante, pois estaria falando de conceitos que não teriam a sua realização no mundo comprovado. Por isso, Bachelard afirma que

Pensar cientificamente é colocar-se no campo epistemológico intermediário entre teoria e prática, entre matemática e experiência. Conhecer cientificamente uma lei natural, é conhecê-la simultaneamente como fenômeno e como númeno. (BACHELARD, 1972, p.12).

Este modo de entender o processo de elaboração e construção científica são relevantes para o professor, porque permite um tratamento diferenciado aos conteúdos de ciências. Os conteúdos serão estudados de uma forma que permita ao estudante compreender que há uma constante interação entre a teoria e a experiência. Permitirá entender que é a teoria que orienta o processo de pesquisa, e não é possível realizar nenhuma experiência de valor sem uma teoria que oriente todo o processo. Esta forma de entender as experiências em sala de aula é muito relevante, porque o professor evitará que elas sejam vistas como algo para entreter, e sim como um instante no processo de compreensão de uma teoria científica. O principal não é a experiência em si mesma, mas os processos matemáticos que estão envolvidos nela. Bachelard menciona que nas aulas de Química é muito comum o espanto e o encanto dos estudantes com as experiências em classe:

Para ilustrar a teoria dos radicais [íons] em química mineral, o professor obteve iodeto de amônio, passando várias vezes amoníaco sobre um filtro coberto com palhetas de iodo. O papel filtro; secado com cuidado, explode a partir daí ao mínimo contato, enquanto os alunos arregalam os olhos. Um professor de química perspicaz poderá então perceber qual o tipo de interesse dos alunos pela explosão, sobretudo quando a matéria explosiva é obtida com tanta facilidade. Parece que toda explosão desperta no adolescente a vaga intenção de prejudicar, de assustar, de destruir. Interroguei muitas pessoas sobre suas recordações escolares. Pelos menos a metade lembrava-se da explosão em aula de química. Quase sempre as causas objetivas estavam esquecidas, mas todos se lembravam da 'cara' do professor, do susto de um colega tímido; o narrador nunca falava do próprio medo. O tom jovial com que eram evocadas essas lembranças mostrava a vontade de poder reprimidas, as tendências anárquicas e satânicas, a necessidade de dominar as causas para oprimir as pessoas. Quanto à fórmula do iodeto de amônio e à tão importante teoria dos radicais ilustrada por esse explosivo, não fazem elas partes da bagagem do homem culto – nem mesmo levado em conta o interesse tão especial provocado pela explosão. (BACHELARD, 2001, p. 49)

Assim, é importante que o professor esteja muito atento para destacar da experiência realizada os aspectos matemáticos dos fenômenos e não permitir que os alunos fiquem fascinados com o aspecto pitoresco daqueles, que não é o mais relevante.

Este estilo de tratar o ensino de ciências e a sua relação com o conhecimento científico permite que o estudante tenha uma melhor compreensão do fenômeno científico contemporâneo. Esta perspectiva de entender a educação científica favorece à superação da crença antiga de que o fundamental era a aquisição do maior número de conteúdos. Mas, na linha da epistemologia bachelardiana, o importante é que o estudante compreenda os processos da ciência, suas consequências, seus mecanismos. Isto, porque, o conhecimento científico atual é extremamente mutável, não havendo uma verdade a ser conquistada, mas um saber que é construído e reconstruído a todo o momento. Assim, a meta do professor de ciências será dotar os estudantes das ferramentas que os façam lidar com facilidade com a ciência.

REFERÊNCIAS

- ASTOLFI, Jean-Pierre & DEVELAY, Michel. *A didática das ciências*. 6. ed. Campinas: Papirus, 2001.
- BACHELARD, Gaston. *O novo espírito científico*. Rio de Janeiro: Edições Tempo Brasileiro Ltda, 1968.
- _____. *Filosofia do novo espírito científico*. Lisboa: Editora Presença, 1972.
- _____. *O racionalismo aplicado*. Rio de Janeiro: Editora Zahar Editores, 1977a.
- _____. *A epistemologia*. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1977b.
- _____. *O materialismo racional*. Lisboa: Edições 70, 1990.
- _____. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. 3. ed. Rio de Janeiro: Contraponto, 2001.
- _____. *Ensaio para o conhecimento aproximado*. Rio de Janeiro: Contraponto, 2004.
- _____. O idealismo discursivo. In BARBOSA, Elyana & BULCÃO, Marly. *Bachelard: pedagogia da razão, pedagogia da imaginação*. Petrópolis: Vozes, 2004.
- BARBOSA, Elyana. *Gaston Bachelard: o arauto da pós-modernidade*. 2. ed. Salvador: Editora da Universidade Federal da Bahia, 1996.
- _____. G. Bachelard e a perspectiva epistemológica. In: Rev. *Ideação* - número dedicado a Gaston Bachelard (Núcleo Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Filosofia), n. 9, p. 17-22, jan. 2002.
- BARBOSA, Elyana & BULCÃO, Marly. *Bachelard: pedagogia da razão, pedagogia da imaginação*. Petrópolis: Vozes, 2004.
- BARRETO, Maria da C. Pedagogia da ruptura: o conhecimento como processo descontínuo. In: Rev. *Ideação* - número dedicado a Gaston Bachelard (Núcleo Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Filosofia), n. 9, p. 125-142, jan. 2002.
- BASTOS, Cristiana M. de Almeida. A física, a sociologia e a unidade entre invenção racional e experiência refletida. In: Rev. *Ideação* - número dedicado a Gaston Bachelard (Núcleo Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Filosofia), n. 9, p. 83-94, jan. 2002.
- BRASIL. Ministério da Educação. Secretaria de Educação Média e Tecnológica. *Parâmetros curriculares nacionais: ensino médio*. Brasília: Ministério da Educação, 1999.
- CARVALHO FILHO, J Ernane Carneiro. A contribuição do pensamento bachelardiano para o ensino de ciências. In: Rev. *Ideação* (Núcleo Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Filosofia), n. 12, p. 45-57, jul. 2003.
- CENTRE GASTON BACHELARD. Apresenta pesquisas sobre Bachelard. Disponível em: <<http://www2.u-bourgogne.fr/CENTRE-BACHELARD/rb.htm#n9>>. Acesso em: 13/03/2005.
- CHALMERS, Alan. *O que é ciência afinal?*. 1. ed. São Paulo: Brasiliense, 1993.
- _____. *A fabricação da ciência*. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1994.
- DESCARTES, René. Discurso do método. In: *Os pensadores*. São Paulo: Nova Cultural, 1996, p. 61-127.
- FABRE, Michel. *Bachelard éducateur*. 1 ed. Paris: PUF, 1995
- FRANCO, Antônio C. Teixeira. Bachelard, Heisenberg, o ser e o tempo. In: Rev. *Ideação* - número dedicado a Gaston Bachelard (Núcleo Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Filosofia), n. 9, p. 57-81, jan. 2002.
- FREIRE JÚNIOR, Olival e CARVALHO NETO, Rodolfo A. de. *O universo dos quanta: uma breve história da física moderna*. São Paulo: FTD, 1997. – (Col. história, ciência, técnica,

- invenções e profissões).
- FREIRE JÚNIOR, Olival. Novo tempo, novo espaço, novo espaço-tempo: breve história da relatividade. In: ROCHA, José Fernando (Org). *Origens e evolução das idéias da física*. Salvador: EDUFBA, 2002. p. 282-297.
- GLEISER, Marcelo. *A dança do universo: dos mitos de criação ao Big-Bang*. São Paulo: Companhia das Letras, 1997.
- GONÇALVES, Ângelo M. Macedo. Ciência e filosofia em Gaston Bachelard. In: Rev. *Ideação* - número dedicado a Gaston Bachelard (Núcleo Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Filosofia), n. 9, p. 23-36, jan. 2002.
- KUHN, Thomas S. *A estrutura das revoluções científicas*. 8. ed. São Paulo: Perspectiva, 2003.
- LÔBO, Soraia F. Crise no ensino de ciências: um olhar a partir da epistemologia bachelardiana. In: Rev. *Ideação* - número dedicado a Gaston Bachelard (Núcleo Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Filosofia), n. 9, p. 143-157, jan. 2002.
- MATTHEWS, M. R. História, filosofia e ensino de ciências: a tendência atual de reaproximação. *Cadernos Catarinense de Ensino de Física*, V 12, n.3: p. 164-214, dez. 1995.
- MOREIRA, M. A. *Modelos Mentais, Investigações em Ensino de Ciências*, 1(3), 1996. Edição eletrônica em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>.
- _____. *Teorias da aprendizagem*. São Paulo: Editora Pedagógica e Universitária Ltda, 1999.
- _____. *Aprendizagem significativa*. Brasília: Editora UnB, 1999.
- MORTIMER, E. F. *Construtivismo, mudança conceitual e ensino de ciências: para onde vamos? Investigações em Ensino de Ciências*, 1(1), 1996. Edição eletrônica em <http://www.if.ufrgs.br/public/ensino/revista.htm>
- RIBEIRO FILHO, Aurino. Os quanta e a física moderna. In: ROCHA, José Fernando (Org). *Origens e evolução das idéias da física*. Salvador: EDUFBA, 2002. p. 298-359.
- RIBEIRO FILHO, Aurino & VASCONCELOS, Dionicarlos S. de. Noções fundamentais de mecânica quântica e o livro “philosophie du non” de Gaston Bachelard. In: Rev. *Ideação* - número dedicado a Gaston Bachelard (Núcleo Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Filosofia), n. 9, p. 37-56, jan. 2002.
- SILVA, J. L. de Paula Barros. O valor pedagógico da história das ciências. In: Rev. *Ideação* - número dedicado a Gaston Bachelard (Núcleo Interdisciplinar de Estudos e Pesquisas em Filosofia), n. 9, p. 109-124, jan. 2002.