

MATERIAIS E MÉTODOS

MICROFÍSICA, MACROFÍSICA E LIVROS-TEXTO

Ricardo Alfredo Scariabarozzi

Departamento de Física do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Federal da Paraíba - Campus II, Campina Grande

Queremos analisar até que ponto os livros-texto de introdução à física, adotados nas Universidades, interessam-se pelos problemas metodológicos e, em particular, se estes textos diferenciam os níveis fenomenológico e microfísico.

Examinamos, como exemplo, o caminho seguido em vários textos ao tentar introduzir o conceito de carga elétrica descrito macroscopicamente e de forma operacional, e o conceito microscópico de elétron.

Os livros-texto até 1940, aproximadamente, iniciam com o conceito de carga elétrica tratado de forma macroscópica e só posteriormente introduzem os conceitos microfísicos, para a explicação de fatos experimentais.

Nos livros mais recentes, os conceitos microfísicos são introduzidos logo no início, dogmaticamente sendo utilizados em substituição aos conceitos fenomenológicos para a explicação dos fatos macroscópicos.

Localizamos a passagem de uma abordagem a outra como sendo contemporânea ao surgimento da energia nuclear (1945); discutimos a relação desta transformação analisada, com outras localizadas no campo do ensino; e por fim, estendemos a análise a processos mais gerais registrados nas ciências naturais no século XX.

INTRODUÇÃO

Sem dúvida a física é uma das disciplinas universitárias que têm maior número de fregueses: centenas de milhares de estudantes brasileiros "apanham" cursos de física nas mais diversas áreas de formação. No entanto, os objetivos destes cursos frequentemente não estão explicitados e são seguramente desconhecidos por um elevado número de professores e estudantes. Esta nota não tem a intenção de aprofundar esta questão. Contentamo-nos com uma análise superficial, identificando duas categorias: a) Os estudantes de física, química e engenharia provavelmente farão, num momento ou outro de suas tarefas profissionais, um uso instrumental da física ou efetivamente irão usá-la como alicerce di-

reto para o estudo de certas técnicas. b) Os estudantes de medicina, agronomia, arquitetura, humanidades, etc., farão com menos frequência um uso instrumental da física. O objetivo da disciplina seria, então, o de contribuir para uma formação geral, para a aprendizagem concreta da metodologia de uma ciência básica; em outras palavras, para o desenvolvimento de uma "atitude científica" por parte dos estudantes. Estes propósitos são também compartilhados pela categoria anterior mas tem nesta última caráter exclusivo.

Nos dois casos é de se esperar que o ensino voltado à explicação de aspectos metodológicos, faça a distinção entre o enfoque macrofísico e o microfísico.

Analisamos, seguindo este ponto de vista, diversos textos de física, observando neles o tratamento dado ao conceito de carga elétrica. Não fizemos uma pesquisa global nem escolhemos uma amostra que respondesse a critérios estritos. Limitamo-nos, pois, a revisar alguns livros que tiveram ou têm difusão relativamente grande nas universidades latino-americanas. A tendência que se depreende é suficientemente clara para formularmos algumas hipóteses cuja solidez poderá vir a ser medida através de discussões e análises mais sistemáticas. Achamos igualmente que essas hipóteses esclarecem aspectos não formulados e presunções implicitas que condicionaram o ensino e a imagem da ciência após a II Guerra Mundial.

ALGUMAS CONSIDERAÇÕES

Os conceitos de "approach" fenomenológico e microfísico são de uso geral e relativamente precisos mas cremos não ser inútil lembrar algumas definições.

"Hipóteses fenomenológicas são aquelas que, mesmo contendo conceitos observacionais ou construções relativamente abstratas, isto é, epistemologicamente elevadas, não interferem com o trabalho interno do sistema e sim apenas com o comportamento exterior." (1)

"Geralmente denomina-se física macroscópica - ou macrofísica - àquelas pesquisas em que a presença do átomo não é discernível; por outro lado, denomina-se microfísica às pesquisas que penetram no detalhe atômico da matéria." (2)

"Neste capítulo, temos dois objetivos, um é o de desen-

volver um tratamento de fenômenos em grande escala que envolvem a matéria magnetizada, nos quais a matéria em si é caracterizada por uns poucos parâmetros e pelas relações entre eles, determinadas experimentalmente... Algumas vezes nós denominamos (esse tratamento) de "teoria fenomenológica". Nosso segundo objetivo é tentar compreender, pelo menos de uma forma geral, a origem atômica dos vários efeitos magnéticos. Os efeitos magnéticos mais do que os fenômenos dielétricos, uma vez compreendidos, revelam os aspectos básicos da estrutura atômica."⁽³⁾

"O macroestado de equilíbrio de um sistema pode ser caracterizado por poucos parâmetros mecânicos."^(3b)

A primeira definição provém de um livro de filosofia da ciência, a segunda de um livro de divulgação e as duas restantes de textos elementares de bom nível. As quatro convergem. Além do mais, o enfoque que leva em conta poucas variáveis é chamado fenomenológico por Purcell e descrito macroestado por Reif. Para Bunge, uma hipótese fenomenológica leva em conta só o comportamento exterior e não interfere com o trabalho interno; para Jordan, a presença do átomo não é discernível na macrofísica. Concluímos, pois, que para nossas necessidades os adjetivos macrofísico e fenomenológico são sinônimos.

OS VELHOS TEXTOS

Analisemos o caminho seguido para a introdução dos conceitos de carga elétrica e de elétron.

Iniciemos com os livros anteriores à Segunda Guerra Mundial.

O primeiro é de autoria de W. Watson⁽⁴⁾ que, embora tendo morrido em 1919, teve seu livro re-editado e atualizado pelo menos até 1939.

No início do capítulo de eletrostática, o conceito de carga elétrica é introduzido de forma estritamente fenomenológica partindo de experiências com barras de vidro, panos de seda, eletrocópios, etc. (pág. 605). O conceito de elétron só é introduzido bem mais adiante.

Primeiramente, é apresentada uma cuidadosa explicação dos raios catódicos e afirma-se que "Crookes iniciou a teoria que considera (esses raios) como sendo formados por partículas carregadas negativamente, emitidas da proximidade do cátodo" (pág. 817).

Esta afirmação é então, fundamentada, passando-se em seguida para a descrição dos raios beta, da emissão termoiônica, das experiências de Perrin e Millikan e dos diversos caminhos para a determinação de e/m . Finalmente, após ser mencionado que os resultados obtidos nessas experiências coincidem, fala-se pela primeira vez do elétron (pág. 819).

Um enfoque semelhante pode ser encontrado em Perucca⁽⁵⁾, cuja primeira edição data de 1943. A seção de eletricidade começa com os elementos habituais - âmbar, ebonite, peles de gato, etc. (pág. 527); posteriormente, em seção diferente, são desenvolvidas as leis da eletrólise. É demonstrado experimentalmente o caráter corpuscular dos raios catódicos, a experiência de Millikan é lembrada e, finalmente, fazendo referência a todos estes fatos, introduz-se o conceito de elétron (pág. 1000).

Podemos encontrar exemplos semelhantes em G. Bruhat⁽⁶⁾, cuja primeira edição é de 1922, e em outros autores da mesma época.

Podemos verificar nestes textos que:

- 1) Os conceitos da física clássica recebem um tratamento fenomenológico, sem utilizar conceitos microfísicos.
- 2) Os conceitos microscópicos só são introduzidos bem mais adiante e sempre como hipóteses necessárias para explicar fenômenos experimentais.

Ao passarmos aos livros dos anos 40/50 observamos algumas diferenças.

Em Westphal⁽⁷⁾ achamos algumas inversões na ordem. O conceito de carga é introduzido como nos textos mencionados precedentemente. Os conceitos de átomo e elétron vem um pouco mais adiante (pág. 340) e, em sequência, os métodos de medida de carga são descritos de forma bastante completa: a experiência de Millikan, eletrólise, medida de cargas de partículas (pág. 361).

Margenau e outros⁽⁸⁾ (1ª edição: 1943) introduz o conceito de carga elétrica da mesma forma que nos textos citados até agora (pág. 339). Pouco depois, a palavra elétron subitamente aparece (pág. 340): "os elétrons contidos em todos os corpos, têm carga negativa"; porém, logo a seguir é feita uma exposição intuitiva, mas fundamentada, dos motivos que permitem postular a sua existência.

Y. Rocard⁽⁹⁾ (1ª edição: 1951) começa com a introdução fenomenológica. Depois, a partir das leis da eletrólise, introduz

a noção de carga elementar, sendo que, porém, a idéia do elétron-partícula é enunciada sem expor as razões de sua aparição.

Observemos as datas relativamente mais recentes destes livros e a existência de um certo afastamento das características expostas anteriormente. Estes dois fatos estão parcialmente relacionados como explicaremos mais adiante.

Com as particularidades apontadas nos últimos exemplos, os textos analisados apresentam as seguintes características:

- 1) Uma delimitação bem clara dos níveis macro e microfísico.
- 2) Um enfoque fenomenológico sem elementos microfísicos no que se refere à física clássica.

Outro aspecto marcante é o fato desses textos mostrarem com certa transparência os caminhos seguidos pela pesquisa de sua época e, frequentemente, apresentarem as hipóteses opostas levantadas para explicar um mesmo fenômeno (veja-se Watson, Bruhat). Chegavam, pois, a um bom compromisso entre as exposições heurísticas e as dedutivas; naturalmente, a física da época facilitava a tarefa.

OS MENOS VELHOS

Vejamos o que se passou depois de 1950.

Começemos com Sears⁽¹⁰⁾. Neste caso a mudança é radical. O volume sobre eletricidade começa com a seguinte frase:

"As partículas subatômicas que constituem os átomos são de três tipos: o elétron, o próton e o nêutron. Conhecemos ainda ou foram postulados outros tipos de partículas subatômicas; a existência desses tipos, porém, é transitória e não constitui uma parte da matéria comum. Em todos os átomos as partículas subatômicas estão dispostas, geralmente, de uma mesma maneira. Os prótons e nêutrons formam sempre um grupo compacto denominado núcleo" (pág. 1). Não existe, portanto, nenhuma exposição fenomenológica do conceito de carga.

Halliday e Resnick⁽¹¹⁾ definem fenomenologicamente o conceito de carga mas, em seguida, penetrando na microfísica com uma única referência experimental não explicitada, afirmam: "uma experiência razoavelmente sutil, conhecida como efeito Hall (ver seção 37-5) serve para mostrar que somente as cargas negativas são capazes de se moverem nos metais (...); os verdadeiros transportadores de carga (...) são os elétrons livres. Quando vários á-

tomos isolados reúnem-se para constituir um sólido metálico, os elétrons das órbitas externas de cada átomo não permanecem ligados aos respectivos átomos mas adquirem liberdade de se movimentarem através do volume do sólido" (pág. 708). Sem fundamento experimental nenhum, afirmam que a carga é quantizada (pág. 714). A experiência de Millikan é proposta apenas como um problema (pág. 751-2) e a experiência de Thompson aparece somente como aplicação do movimento das partículas num campo magnético (pág. 934).

P. Tipler⁽¹²⁾ introduz a explicação microfísica através de uma descrição histórica: "Em 1905, o físico norte-americano Robert Millikan descobriu que a carga elétrica sempre aparecia em múltiplos inteiros de uma unidade fundamental. O elétron tem carga -e e o próton +e. Elétron e próton são partículas muito diferentes; por exemplo, a massa do próton é cerca de 2.000 vezes a do elétron; os prótons exercem forças nucleares fortes sobre os nêutrons, méson pi, etc. enquanto que os elétrons não participam de interações nucleares fortes" (pág. 709). (Cabe lembrar aqui que a idéia da quantificação da carga é bastante anterior à experiência de Millikan). Logo após, ainda no mesmo texto e sem nenhuma fundamentação experimental ou fenomenológica, o autor passa a uma formulação matemática das interações eletrostáticas.

Este "avanço" da microfísica pode ser verificado também no curso de Berkeley. Porém, esta obra tem um rigor maior uma vez que assinala a necessidade de completar suas lacunas experimentais com outros textos e é mais explícita em seu método. Por esse motivo, trataremos deste texto mais adiante, através de algumas citações.

Do exame de textos posteriores a 1950 deduzimos as seguintes características:

- 1) Nestes textos os níveis macrofísico e microfísico se misturam e se confundem; as explicações fenomenológicas se deterioram e até mesmo desaparecem sendo substituídas por explicações microfísicas (fim das peles de gato).
- 2) Os modelos microfísicos são enunciados sem a tentativa de ligá-los com as experiências que procuram explicar; estas experiências perdem o lugar central que tinham nos velhos livros, ficando reduzidas a meros problemas ou exemplos perfeitamente prescindíveis.

AS CONFISSÕES

Pelo que sabemos, estas transformações não foram explicitadas nem teorizadas, mas foi possível encontrar, nos prólogos dos textos analisados, algumas indicações que nos dão a chave das intenções dos autores ao introduzir as referidas mudanças. Vejamos algumas:

Purcell⁽³⁾, no curso de Berkeley, enuncia explicitamente a vontade de usar "livremente" a microfísica: "Nosso tratamento dos fenômenos elétricos e magnéticos da matéria é fundamentalmente microscópico, ressaltando a natureza dos dipolos atômicos e moleculares, tanto elétricos como magnéticos. A condução elétrica é também descrita microscopicamente em termos do modelo de Drude-Lorentz... Mas falaremos de modo natural sobre átomos e moléculas como estruturas elétricas dotadas de tamanho, forma e rigidez, bem como sobre órbita e spins do elétron" (pág. VII).

Nas citações seguintes os objetivos aparecem melhor explicitados:

Modernidade:- Ao resumir as críticas mais habituais aos livros-texto, Halliday e Resnick⁽¹¹⁾ afirmam: "O conteúdo é insuicientemente moderno e as aplicações são mais ilustrações de técnicas obsoletas de Engenharia do que Física Contemporânea".

Conexão entre teoria e prática:- Na mesma citação acima mencionada, Halliday e Resnick afirmam ainda: "O desenvolvimento é altamente dedutivo e não acentua suficientemente a conexão entre teoria e prática". Parecem insinuar, portanto que há uma aproximação à prática quando se passa das técnicas obsoletas de engenharia para a física contemporânea.

Essa idéia se torna ainda mais clara no curso de Berkeley: "A intenção dos autores é apresentar a física elementar tanto quanto possível na forma em que é usada por Físicos que trabalham na vanguarda de seus campos" (pág. V). Lembremos, porém, que os usuários destes textos são na sua imensa maioria estudantes de engenharia.

Cotidianidade:- Mesmo que possa resultar paradoxal, o ato de recorrer a conceitos microfísicos coloca-nos aparentemente mais perto da vida diária do que recorrendo a observações experimentais. Linus Pauling⁽¹³⁾ (1ª edição: 1947) afirma: "qualquer menino sabe da existência de átomos e os aceita como parte de seu mundo; eles são desintegrados na bomba atômica, nas histórias

em quadrinhos e frequentemente podem até mesmo ser vistos em anúncios" (pág. VIII). Seguramente a ficção científica, a TV e a divulgação científica fazem de um nêutron algo mais ligado à vida diária do que uma pele de gato. Mais cotidiano, porém não mais científico, nem mais real. Efetivamente, não chegam nem ao nível das noções realistas ingênuas, estando mais perto do "conhecimento" que um homem da idade média podia ter dos anjos ou do "conhecimento" que temos hoje dos discos voadores, um objeto cuja "realidade" decorre fundamentalmente da lembrança cotidiana crítica e não de uma prática científica.

Simplicidade: - Mesmo sem termos encontrado referências para nos apoiarmos, acreditamos que uma das razões básicas para a adoção de modelos microfísicos é a sua simplicidade e seu caráter intuitivo. No século XIX, físicos ingleses como Olivier Lodge⁽¹⁴⁾ imaginaram e até construíram modelos mecânicos dos fenômenos elétricos. Na época, a realidade de tais modelos mecânicos não era mais contestável que a daqueles que perduraram até hoje, como por exemplo a hipótese atômica. Mas hoje é estabelecida uma diferenciação. São as hipóteses atômicas e subatômicas persistentes mesmo que perdendo suas formas mecânicas. Os textos didáticos, entretanto continuam aferrando-se a estas formas sem seguir o bom exemplo de explicitá-las como no livro de Purcell ("tamanho, forma e rigidez dos átomos").

Vêm-nos a memória as explicações mecânicas das enfermidades mentais tais como eram utilizadas pelos psiquiatras no século XVII (por exemplo, a esquizofrenia como sendo gerada pelo atrito do sangue demasiadamente viscoso, etc.). Michel Foucault⁽¹⁵⁾ considera essas explicações como funcionais, na medida em que permitem uma linguagem comum a médicos e doentes. Também o professor (ou o autor do texto) pode achar útil procurar uma linguagem comum com seu público, mas esta analogia entre professores e psiquiatras, estudantes e loucos torna-se incômoda...

Lembremos finalmente que, com algumas exceções, como no caso dos cursos de Berkeley e de Pauling, os livros não são em sua maioria explícitos (são conscientes?) em seus métodos e objetivos.

TENDÊNCIAS PARALELAS NO ENSINO

Em análise semelhante às já desenvolvidas pudemos locali

zar tendências no ensino que seguramente conectam-se com as anteriormente assinaladas:

- 1) Por exemplo, se medíssemos o número de páginas dedicadas nos textos à descrição de experiências, perceberíamos que este número sofre uma redução constante; portanto, não é difícil concluir que o desinteresse pelo enfoque fenomenológico dá origem a um desinteresse paralelo pelas experiências - reais ou imaginárias - que introduzem definições, e também pelos métodos de medidas, etc..
- 2) Um outro aspecto desta evolução pode ser detectado nos textos de Física Moderna: livros como os de M. Born⁽¹⁶⁾, Blackwood et al.⁽¹⁷⁾, Kaplan⁽¹⁸⁾ e as velhas edições de Semat⁽¹⁹⁾ procuravam especialmente introduzir as bases experimentais das teorias desenvolvidas no século XX, como a mecânica quântica. Interessavam-se principalmente por fatos experimentais, quase sempre organizados de forma cronológica, e utilizavam um aparelho matemático limitado. Ao contrário, obras posteriores como as de Alonso e Finn⁽²⁰⁾, Leighton⁽²¹⁾ e as últimas edições de Semat⁽¹⁹⁾ passam rapidamente sobre as experiências e se concentram, de fato, em introduções à mecânica quântica.
- 3) Na introdução falamos da relação entre considerações metodológicas e diferenciação dos enfoques micro e macrofísico. Não é surpresa pois, que o desinteresse pelo segundo tenha correlação com o primeiro. Atualmente, as considerações metodológicas preocupam fundamentalmente apenas aos cientistas sociais e aos especialistas em Filosofia da Ciência, não aparecendo no ensino da ciência básica; essas considerações ficam confinadas apenas à disciplina de "metodologia da pesquisa", bastante abstrata e de utilidade duvidosa em sua forma atual.

TENDÊNCIAS MAIS GERAIS

No ítem anterior revimos algumas tendências presumivelmente ligadas ao fenômeno que estamos analisando. É possível, ainda, relacioná-lo com certos fatos mais gerais observados no campo das ciências naturais:

- 1) A análise dos textos mostrou-nos que o abandono das formulações fenomenológicas começou a manifestar-se somente depois da explosão da bomba atômica em 1945. Os modelos de átomo porém

já existiam há mais de trinta anos, embora ainda não fizessem parte, como disse Pauling, do mundo do menino. Parece evidente que a simples aparição ou confirmação de um conhecimento não confere à este status didático. É necessário pois, que ele se ja processado socialmente e convertido, senão em uma força produtiva, ao menos numa força destrutiva. E é preciso ainda que os meios de comunicação de massas o manipulem até convertê-lo em fato cotidiano, nem por isso destituído de mistério.

- 2) O enfoque dos livros anteriores a 1945 tem origem, sem dúvida alguma, na orientação fenomenológica difundida entre os físicos do final do século passado. Este enfoque, defendido por G. Kirchoff, W. Ostwald, P. Duhem, E. Mach entre outros, rejeitava a hipótese atômica e afirmava que uma boa teoria física se expressa por um sistema de equações diferenciais ⁽¹⁾ (pág. 422, 493). Poincaré afirmou o desejo de desenvolver uma termodinâmica com muitas integrais e nenhum átomo. No século XX o avanço da física destruiu este ponto de vista, ao menos, no plano heurístico.

Finalmente, entre os anos 60 e 70 transformações na orientação da história da ciência, expressas por T.S. Kuhn ⁽²³⁾ e P. Feyerabend ⁽²⁴⁾ ⁽²⁵⁾, entre outros, enfatizam o impulso dado às ciências pelos modelos teóricos frente à tradição empirista.

Os movimentos citados são sem dúvida convergentes e parecem apontar contra o ponto de vista fenomenológico. As coisas não são porém tão lineares. Michel Blay considera P. Duhem (partidário das posições fenomenológicas do começo do século) como um precursor de Popper, Lakatos e ainda de Feyerabend ⁽²⁶⁾.

Mas a concepção implícita nos textos posteriores a 1945 não tem nada em comum com a comentada nos últimos parágrafos; não compartilha de jeito nenhum com o cheiro idealista dessas. Ao contrário, estão mais perto de um pseudo-realismo ingênuo, aquele que um velho texto - de filosofia ⁽²²⁾ - chamava de realismo das idéias. Um empirismo que coloca no mesmo nível os elétrons e as peles de gato.

Quanto a esta questão, lembremos que Engels ⁽²⁷⁾ relacionou com o empirismo radical a inclinação de importantes cientistas do século XIX pelo espiritismo. Não há pois, razão para estranharmos que, após várias décadas de empirismo sumário na ciência de massa - isto é, nos livros-texto de introdução às

ciências básicas - tenha aparecido outra literatura de massa e de aparência científica, dedicada a diversas formas de esoterismo e de ocultismo (Yuri Geller, Von Danniken, Pauwels, efeito Kirlian), e que recebe periodicamente as bênçãos de algum cardeal do establishment científico. Uma análise mais detalhada mostraria até onde o mercado de ambas literaturas coincidem.

- 3) O objetivo que se atribui à ciência, fornece-nos um panorama mais geral. Desde Lord Bacon, até hoje, o "establishment" espera da ciência bem mais do que um simples método para conhecer uma parcela da realidade ou mesmo a realidade toda; espera que, de uma forma ou de outra contribua para a felicidade do gênero humano, não só gerando técnicas que tornem o trabalho menos pesado, mas também que combata as doenças, que produza lazeres mais prazenteiros. Confia que transforme o homem e que a ciência seja capaz de unir onde a filosofia, a política e a religião dividem.

É à luz desses objetivos que devem ser definidas as metas do ensino de ciências básicas; não apenas deve formar cientistas especializados ou técnicos, mas sobretudo deve desenvolver uma atitude científica da qual se espera importantes consequências. Mário Bunge⁽¹⁾ (pág. 33, vol. 1) disse a este respeito: "Importantes transformações de visão e conduta, tanto individual como coletiva podem ser esperadas da ampla difusão de uma atitude científica - não da popularização de alguns resultados da pesquisa científica. A adoção universal de uma atitude científica pode tornar-nos mais sábios, mais cuidadosos ao receber informações, ao aceitar crenças ou fazer prognósticos; tornar-nos mais severos ao testar nossas opiniões e mais tolerantes com as opiniões dos outros, mais empolgados em procurar novas possibilidades e prontos a rejeitar mitos consagrados;... estimular-nos a procurar normas de conduta baseadas em conhecimentos disponíveis, em lugar das que são baseadas no hábito ou autoridade, etc."

Se inserirmos neste quadro a realidade de um "establishment" que pede aos cientistas ou técnicos para que construam bombas de nêutrons, detectem e liquidem todo homem que se mexer na floresta, aumentem o ritmo de trabalho, ou dêem base ideológica a uma tecnocracia erigida sobre as ruínas de um regime democrático, a definição de "atitude científica" de M. Bunge parecerá ingênua ou utópica. O "realismo" parece reforçar um ensino desinteressado

dos problemas de método, que transmita informações e dê uma formação operacional, que permita resolver problemas técnicos e científicos concretos. Mas o realismo, a rejeição da utopia, não são uma forma de reação ou ao menos de convivência com o "status quo"?

CONCLUSÕES

O que segue não são estritamente conclusões, senão duas advertências contra possíveis interpretações errôneas.

- 1) Analisamos uma questão relativamente menor da orientação dos textos de física básica e no último ítem as suas ligações com grandes linhas de evolução das ciências contemporâneas. Não se trata naturalmente de supor alguma relação de causa e efeito. Nem Yuri Geller é popular, nem Gell-Mann trabalhou na repressão dos vietnamitas só porque as peles de gato desapareceram dos textos de física elementar. O que detectamos são só correlações.
- 2) Consideramos a orientação dos textos em circulação como sendo errada em alguns pontos, porém não foi do nosso intento propor correções, substituições ou qualquer tipo de solução. Além do mais, esta não deve ser de forma alguma um retorno à orientação dos velhos textos. Como já assinalamos, se estes escaparam a algumas contradições existentes nos atuais, era porque a ciência da época assim o permitia. Nossa intenção foi somente a de levantar alguns problemas esquecidos.

REFERÊNCIAS

- (1) Mário Bunge, "Scientific Research", ed. Springer Verlag, Berlin, 1967. Vol. I, pág. 248.
- (2) P. Jordan, "La Física del Siglo XX", ed. Fondo Cultural Económica, México, 1953.
- (3) Curso de Física de Berkeley, ed. Edgard Blucher. Vol. II.
- (4) W. Watson, "Curso de Física", ed. Labor Madrid, 1950.
- (5) E. Perucca, "Física General y Experimental", ed. Labor Madrid, 1953.
- (6) G. Bruhat, "Cours de Physique General, Electricité", ed. Masson, Paris, 1947.
- (7) W. Westphal, "Tratado de Física", ed. Labor, Barcelona, 1946.

- (8) Margenau Watson Montgomery, "Physics Principles and Applications", ed. McGraw-Hill, Tokyo, 1953.
- (9) Y. Rocard, "Electricité", ed. Masson, Paris, 1951.
- (10) Sears, "Física. Vol. II: Eletricidade", ed. Ao Livro Técnico, Rio de Janeiro, 1956.
- (11) F. Halliday y R. Resnick, "Física", ed. Ao Livro Técnico, Rio de Janeiro, 1971. Vol. II.
- (12) P. Tipler, "Física", ed. Guanabara Dois, Rio de Janeiro, 1978. Vol. II.
- (13) Linus Pauling, "Química Geral", ed. Ao Livro Técnico, Rio de Janeiro, 1963.
- (14) Olivier Lodge, "Les Theories Modernes de L'électricité, Essai d'une Theorie Nouvelle", ed. Gauthier Villars, 1981.
- (15) Michel Foucault, "Histoire de la Folie à L'age Classique", ed. Plon, Paris, 1966.
- (16) M. Born, "Física Atômica", ed. Espasa Calpe, Madrid, 1963.
- (17) Blackwood et al., "Física Moderna", ed. Eudeba, Buenos Aires, 1963.
- (18) J. Kaplan, "Nuclear Physics", ed. Adison Wesley, New York, 1963.
- (19) K. Semat, "Física Atômica y Nuclear", ed. Aguilar, Madrid, 1962.
- (20) Alonso Finn, "University Physics", ed. Adison-Wesley, New York, 1968. Tomo III.
- (21) B. Leighton, "Modern Physics", ed. McGraw-Hill, New York, 1969.
- (22) M. Garcia Morente, "Lecciones Preliminares de Filosofia", ed. Losada, Buenos Aires, 1958.
- (23) T. Kuhn, "La Estructura de las Revoluciones Científicas", ed. F. Cultura Económica, México, 1975.
- (24) P. Feyerabend, "Problemas de Microfísica" em Filosofia da Ciência, ed. EDUSP-Cultrix, São Paulo, 1975.
- (25) P. Feyerabend, "Contra o Método", ed. Francisco Alves, São Paulo, 1975.
- (26) M. Blay, "Pierre Duhem et la Theorie Physique", La Recherche, Janeiro de 1981.
- (27) F. Engels, "La Naturaleza en el Mundo de los Espíritus" em "Dialectica de la Naturaleza", ed. Grijalbo, México, 1961.