

CONSTITUIÇÃO DA MATÉRIA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA ENTRE 1940 E 1960

CONSTITUTION OF MATTER IN SCHOOL PHYSICS TEXTBOOKS BETWEEN 1940 AND 1960

Bento F. Freitas

Instituto de Física - Universidade de São Paulo
bento16@usp.br

Anne L. Scarinci

Instituto de Física - Universidade de São Paulo
anne@if.usp.br

Resumo

Este trabalho faz uma análise de conteúdo nos livros didáticos de física entre 1940 e 1960, sobre a constituição da matéria, objetivando identificar se a física moderna, especificamente a Física de Partículas já aparecia nas obras didáticas da Escola Básica. Quanto à metodologia empregada para análise foram utilizadas as dimensões: procedimental, histórica, matemática e elementar. Como resultado, identificamos que a maioria das obras analisadas apresentou o tema com maior ou menor profundidade. Em todas que abordaram o conteúdo, fizeram-no através de um tópico específico denominado “Física Corpuscular”, apresentado sempre no final do último volume.

Palavras chave: constituição da matéria, livros didáticos, física de partículas, física moderna.

Abstract

This study is a content analysis on the constitution of matter in physics textbooks between 1940 and 1960, aiming to identify whether modern physics, specifically particle physics, has appeared in textbooks. The criteria used to analyze the content characteristics were: procedural, historical, mathematical and elementary. As a result, we find that most of the analyzed textbooks presented the topic with greater or lesser depth, and all of those who addressed the content, did it through a specific topic called "Corpuscular Physics", presented at the end of the last volume.

Key words: constitution of matter, physics textbooks, particle physics, modern physics.

Introdução

Discussões sobre a introdução dos avanços mais atuais da ciência nos Livros Didáticos – em especial, em Física, da Física Moderna e Contemporânea (FMC) – começaram na década de 90. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCN) e, em seguida, o Plano Nacional do Livro Didático (PNLD), incentivaram o aparecimento de tais conteúdos. Hoje, quase todos os manuais escolares de Física trazem alguma discussão dentro da FMC. No entanto, tais conteúdos costumam estar segregados nos capítulos finais do livro, e com um conteúdo já extenso e poucas aulas semanais, muitos professores não conseguem aborda-lo de fato.

A Física Moderna e Contemporânea, por se tratar de um assunto atual e fascinante tanto para alunos quanto professores, tornou-se mais frequente nas escolas públicas e particulares (Brockington, 2005).

Ente as décadas de 70 e 90, as escolas praticamente não abordavam essa temática, e havia também uma escassez de materiais que abordassem esse conteúdo com uma transposição didática adequada. Terrazan (1994), quando falava sobre a inserção de FMC no ensino de Física na escola do 2º grau (atual Ensino Médio), já levantava a seguinte questão: O que se pode esperar de uma Física escolar que esteja tão descompassada e defasada no tempo?

Essa discussão nos leva a um questionamento sobre quando os conteúdos de Física Moderna e Contemporânea começaram a aparecer nos Livros Didáticos (LD) e a impressão que se tem é que essa inserção só ocorreu recentemente; dessa forma, propusemo-nos neste trabalho a pesquisar os LD do início do século XX para estabelecer nesse período anterior aos projetos e ao tecnicismo, quando houve alguma menção sobre as menores partículas.

A escolha do início do século XX, mais especificamente a partir de 1930, para nossa investigação, se deu em razão deste conhecimento sobre a constituição da matéria ter ganhado profundidade com a detecção do pósitron e do nêutron em 1932, quando se iniciou a Física Nuclear (Tipler, 1981) abrindo caminho para a Física de Partículas.

A FMC nos livros didáticos segundo a literatura da área

A questão de quais conteúdos os livros didáticos devem conter é uma discussão que vem ganhando força nas últimas décadas com estudos mais aprofundados sobre o LD. Os Parâmetros Curriculares Nacionais (Brasil, 1999) e o Programa Nacional do Livro Didático (Brasil, 1996) apontam para a inserção dos novos avanços da ciência nos materiais didáticos.

Comparando o Programa Nacional do Livro Didático para o Ensino Médio - PNLEM (Brasil, 2009) e o Programa Nacional do Livro Didático - PNLD (Brasil, 2012) nota-se que houve uma evolução quanto a intencionalidade da inserção de FMC nos livros didáticos, sendo que, neste último, houve a consolidação dessa inserção (Maximiano, 2012).

Em uma pesquisa realizada por Dominguni (2010) podemos verificar que não houve consenso entre os autores dos livros didáticos do PNLEM de 2009 em relação à inserção de FMC em suas obras. Os que a defendiam, este seria um conteúdo imprescindível aos alunos; - já para aqueles que discordavam, não era um conteúdo a ser ministrado no ensino médio.

Em concordância com os Parâmetros Curriculares Nacionais e o PNLD-2012, a Proposta Curricular do Estado de São Paulo – Ensino de Física (São Paulo, 2008) traz em seu material a Física de Partículas no último caderno do 3º Ano do Ensino Médio. São abordados os seguintes tópicos: Evolução no tempo dos modelos explicativos da matéria: do átomo grego aos quarks; Existência e diversidade de partículas subatômicas; Processos de

identificação e detecção de partículas subatômicas; Natureza das interações e a dimensão da energia envolvida nas transformações de partículas subatômicas (relação massa-energia).

Metodologia

Foi realizado um levantamento prévio dos Livros Didáticos de Física, com a finalidade de identificar em que período histórico surgiram as primeiras noções sobre a constituição da matéria, quais eram os conceitos enfatizados sobre o tema e de que forma eram abordados.

Neste estudo, caracterizamos a pesquisa como bibliográfica (Dominguini, 2010), sendo o procedimento metodológico para análise de conteúdo o proposto por Bardim (1977).

Tal metodologia consiste em tratar a informação a partir de um roteiro específico, iniciando com:

(a) pré-análise na qual se escolhem os documentos a serem analisados. No nosso caso, iniciou-se com os livros didáticos de Física entre 1900 e 1960 que estavam disponíveis na biblioteca da Universidade de São Paulo e que fizeram menção sobre a constituição da matéria de uma forma mais aprofundada.

(b) Exploração do material: Nesta etapa, levantamos algumas hipóteses de como esse tema se apresenta nos livros didáticos do período analisado, tais como; - trarão uma apresentação mais teórica? tecnológica? Uma formulação matemática menos frequente e pouca indicação de exercícios de fixação (tal como observado em outras pesquisas com manuais mais recentes)?

(c) Tratamento dos resultados e interpretações: Com base nas hipóteses lançadas, encontramos elementos em comum nos livros analisados e, a partir disso, construímos nossas categorias de análise onde chegamos às seguintes dimensões:

- **Procedimental:** Relacionou algum experimento, imagem, construção, para justificar a descoberta de alguma partícula elementar.
- **Histórica:** Fez algum relato histórico sobre a descoberta/evolução de algum conceito sobre alguma partícula;
- **Matemática:** Apresentou algum formalismo matemático para explicitar alguma partícula;
- **Elementar:** Traz a noção de uma partícula da matéria que não apresenta mais divisões, e que seria o “tijolo fundamental” para a composição da matéria em maiores escalas.

Percebemos que os Livros Didáticos analisados entre o período de 1900 a 1930 não apresentavam nenhuma menção sobre Física de Partículas, portanto concentramos nossa análise no período de 1940 a 1960. No período analisado foram encontradas dez obras, das quais duas delas foram descartadas por não conter nada a respeito da Física de Partículas.

Análise das obras

Para facilitar o estudo dividimos a análise em dois períodos: 1940 a 1949 e 1950 a 1960, sendo que em cada período foram analisadas quatro obras que trazem, os elementos necessários para explicação da constituição da matéria.

Cada obra recebeu o nome de seu autor ou autores conforme descrição a seguir.

Livros de 1940 a 1949

Francisco Alcântara Gomes Filho

Possui uma coleção, com três volumes, publicada em 1947; no final do volume 3, temos um capítulo intitulado “*A Física Corpuscular*” que trata da Física de Partículas. Porém, o assunto não abrange todas as páginas que compõem esse capítulo. A Constituição da matéria é tratada somente no último subitem desse capítulo.

No início do capítulo, encontramos a dimensão procedimental e histórica, uma vez que ele faz uma introdução sobre a descoberta dos raios X, da radioatividade, dos raios α , β e γ , a descoberta do elétron e do próton.

No final do capítulo, em “*Corpúsculos elementares e constituição da matéria*”, ele traz a dimensão elementar onde são apresentados os prótons, nêutrons e elétrons como constituição básica da matéria.

Urbano Pereira

A Física de Partículas - “Constituição da matéria” - ou como o autor descreve é abordada no final do livro, discutindo que “o átomo não é uma partícula homogênea e indivisível, mas sim uma estrutura complexa constituída por corpúsculos elementares: 1) Próton; 2) Nêutron; 3) elétron; 4) pósitron; 5) neutrino” apontando assim a dimensão elementar.

Podemos notar o aparecimento do pósitron e do neutrino como partículas elementares, sendo a matéria constituinte dessas quatro partículas assim descrito:

“Dos estudos da rádio-atividade concluiu-se que os últimos corpúsculos elementares que constituem a matéria são o próton, o nêutron e os elétrons satélites, como secundários o pósitron e o neutrino.” (Pereira, 1944, p. 265)

Anibal Freitas

O autor apresenta no último capítulo de seu livro intitulado “*A Física Corpuscular*” a dimensão procedimental, histórica e elementar quando aborda: raios catódicos, radiação corpuscular e, por fim, os corpúsculos elementares e a constituição da matéria como partículas elementares constituintes de toda matéria: elétron, próton, pósitron e o nêutron.

Observa-se em seu livro que o fóton não é uma partícula elementar uma vez que era formado por outras partículas. Outro ponto que chama a atenção no livro é o tratamento relativístico para o elétron:

“Os elétrons não possuem massa material, mas apresentam, quando experimentam uma mudança de velocidade uma inércia electromagnética, variável com a velocidade”. (Freitas, 1946, p.128)

Irmão Mario Marciano

No início do capítulo o autor deixa claro que a constituição granular da matéria (“esse assunto é tratado mais pormenorizadamente em Química na 3ª série”), porém o autor deixa claro que os corpúsculos elementares são: Negatão, Positão, Neutrão, Protão e Fotão, onde ele explicita a composição dessas partículas sendo formadas por outras ou não, trazendo a dimensão elementar e procedimental.

Segundo Marciano, toda as partículas mencionadas podem ser encontradas no núcleo do átomo, menos o elétron e o positão que se encontram nas órbitas ao redor do núcleo.

Fazendo um quadro resumo dos Livros Didáticos de Física, da década de 40 do século XX, podemos descrever da seguinte maneira:

Livro	Francisco Alcântara (1947)	Urbano Pereira (1944)	Anibal Freitas (1946)	Irmão Mario Marciano (1947)
Volume	03 volumes	03 volumes	03 volumes	03 volumes
Forma de apresentação	Capítulo específico	Capítulo específico	Capítulo específico	Capítulo específico
Descrição do Tópico	A Física Corpuscular	Constituição da Matéria	A Física Corpuscular	A Física Corpuscular
Localização	Último Capítulo	Último Capítulo	Último Capítulo	Último Capítulo
Ano escolar	Terceira Série do Curso Colegial	Terceira Série do Curso Colegial	Terceiro Ciclo Colegial	Terceira Série do Curso Científico
Proposto como	Conteúdo	Conteúdo	Conteúdo	Conteúdo
Tópicos	Raios Catódicos. Raio X Radiação. Corpuscular. Os corpúsculos elementares.	Constituição da Matéria. Radio-atividade. Isotopia.	Raios Catódicos. Raio X Radiação. Corpuscular. Os corpúsculos elementares.	Raios Catódicos. Raio X Radiação. Corpuscular. Os corpúsculos elementares.
Categorização	Procedimental. Histórico. Elementar.	Histórico. Elementar.	Procedimental. Histórico. Elementar.	Procedimental. Histórico. Elementar.

Tabela 1 – Física de partículas nos livros didáticos entre 1940 a 1949

Livros de 1950 a 1960

Neste período, foram analisados quatro autores que apresentaram elementos a respeito da constituição da matéria conforme descrição abaixo.

Hermann Urbano

O livro de Urbano de 1950, Coleção Didática do Brasil, terceira série do curso científico, traz um capítulo intitulado “A Física Corpuscular” e na unidade VIII deste capítulo aborda: Descargas Elétricas, Raios Catódicos, Raio X, Radiações Corpusculares, Corpúsculos Elementares e a Constituição da Matéria, novamente trazendo as dimensões procedimentais e elementares.

Segundo o autor as partículas elementares que compõem toda matéria são os: Prótons, nêutrons, elétrons e o pósitrons.

Roberto A. Salmeron

Dos livros analisados, este é o que apresenta o maior número de páginas para descrever as partículas elementares, bem como experimentos dos quais foram obtidas estas partículas. Traz também um formalismo matemático para demonstrar alguns conceitos e apresenta a definição de algumas partículas não explicitadas por outros autores.

Preocupado que seu livro incluísse problemas do dia a dia, ele relata:

Sempre que possível, apresentaremos problemas reais (...) Procedemos assim, porque estamos convencidos de que a falha maior no ensino de Física no Brasil é o fato de essa ciência ser apresentada de maneira inteiramente abstrata, sem mostrar-se a ligação entre o que está sendo escrito no quadro negro e os fenômenos que a cada instante ocorrem diante de nossos olhos.” (Salmeron, 1954, p.5)

Sobre os conceitos enfatizados em sua obra, o autor ressalta:

“Chama-se partículas fundamentais às partículas constituintes do átomo, antigamente eram chamadas de partículas elementares, depois se descobriu que várias delas podem se desdobrar em duas ou mais partículas, isto é, não são elementares. Atualmente conhecemos onze partículas fundamentais...” (Salmeron, 1954, p.257)

As onze partículas citadas são: Elétron, Próton, Nêutron, Pósitron, Neutrino, méson leve positivo, méson leve negativo, méson pesado positivo, méson pesado negativo, méson pesado neutro e fóton.

Podemos notar que Salmeron não usa a denominação de partículas elementares e sim de fundamentais uma vez que, segundo ele, essas partículas tidas como elementares não são tão fundamentais assim pois podem ser divididas em outras. Desta maneira encontramos em sua obra todas as dimensões aqui estabelecidas.

Rômulo Ribeiro Pieroni

Publicado em 1956, seu livro traz apenas uma página sobre a constituição da matéria, com o título “Quais as partículas que constituem os núcleos?” Faz uma breve descrição sobre a matéria que constitui o núcleo (prótons e neutros). Embora seja breve na descrição, o autor aponta que:

“Os prótons e nêutrons, no interior do núcleo, perdem a sua individualidade, constituindo núcleons que constantemente **trocam** alguma coisa entre si.” (Pieroni, 1954, p.222)

Percebe-se que o autor já indica que as partículas trocam alguma coisa entre si, que hoje chamamos de glúons - partículas mediadoras da força forte - sendo para época, uma informação nova e que já estava presente no livro didático.

Teixeira Junior e Mário Rizzo

Publicado em 1951, também se divide em 3 volumes, sendo apresentada a constituição da matéria no 3º Volume e último capítulo, intitulado “Noção sobre a constituição da matéria”.

Segundo os autores a matéria é constituída de elétrons, prótons, nêutrons, pósitron, fóton e neutrino trazendo a dimensão elementar.

Um diferencial neste livro é o uso da Câmara de Nuvens de Wilson para explicação do pósitron, ou seja, um experimento de 1932, já estava presente nos livros didáticos de física, evidenciando a inserção de Física Moderna nos LD.

Livro	Hermann Urbano (1950)	Roberto A. Salmeron (1954)	Rômulo Ribeiro (1956)	Teixeira Junior e Mário Rizzo (1951)
Volume	03 volumes	03 volumes	03 volumes	03 volumes
Forma de apresentação	Capítulo específico	Capítulo específico	Unidade específica	Capítulo específico
Descrição do Tópico	Os corpúsculos elementares e a constituição da matéria.	As partículas fundamentais	Quais são as partículas que constituem os núcleos	Noções sobre a constituição da matéria
Localização	Último Capítulo	Último Capítulo	Último Capítulo	Último Capítulo
Ano escolar	Terceira Série do Curso Científico	Terceira Série do Curso Colegial e candidatos às escolas Superiores	Terceira Série do Colegial e Cursos Vestibulares	Terceira Série do Curso Colegial
Proposto como	Conteúdo	Conteúdo	Conteúdo	Conteúdo
Tópicos	Raios Catódicos. Radiações Corpusculares. Os Corpúsculos elementares.	A estrutura atômica. Isotopia. As partículas fundamentais	Quais são as partículas que constituem os núcleos.	Raio X. Radioatividade. Noções sobre a constituição da matéria. Raios cósmicos
Categorização	Procedimental. Elementar.	Procedimental. Matemático. Histórico. Elementar.	Elementar.	Procedimental. Elementar.

Tabela 2 – Física de partículas nos livros didáticos entre 1950 a 1960

Conclusões

Com relação ao conteúdo, a maioria das obras analisadas abordaram a discussão no âmbito que classificamos como elementar, ou seja, uma apresentação das partículas que são caracterizadas como tijolos fundamentais para a construção da matéria; - A exceção foi a obra de Rômulo Ribeiro, que não contém um capítulo sobre a constituição da matéria. Nota-se uma evolução de alguns conceitos abordados pelos autores da década de 40 em relação à década de 50 do século XX, entre elas a noção de fóton.

Em todos os livros que abordaram o assunto sobre a constituição da matéria, o mesmo foi apresentado sempre no final do terceiro volume. Ou seja, as obras do início do século colocavam a constituição da matéria como um capítulo à parte, separado das demais matérias que tratavam sobre a Física Clássica. Isso é o que ocorre também nas obras atuais e que motiva as críticas de currículos inchados e impossíveis de serem ensinados adequadamente.

Portanto, sob esse aspecto, vemos que a maioria das obras atuais não inovou em relação às do início do século passado.

Contudo, a mais importante constatação que fizemos é que os conteúdos da Física do século XX – especificamente os da constituição da matéria – estavam presentes nos livros didáticos do início do século, a partir da década de 1940.

Os autores se preocuparam em trazer as pesquisas recentes da época, sobre a constituição da matéria, e os experimentos usados para exemplificar os mecanismos que os cientistas usaram para encontrar tais partículas, como a câmara de Wilson de 1932, que já estava presente no livro de Teixeira Junior e Mário Rizzo. Em outras palavras, a Física Contemporânea não era negligenciada nos manuais escolares anteriores ao tecnicismo. Essa constatação pode ser inspiradora para balizar as discussões atuais sobre a inserção da FMC na Escola Básica, pois nos fornece elementos para compreender o percurso histórico que suprimiu tais conteúdos e discussões do currículo escolar.

Referências

- BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 1977.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Catálogo do programa nacional do livro didático para o ensino médio – PNLEM/2009**. Brasília: Secretaria da Educação Básica - SEB. Fundo Nacional de Desenvolvimento da Educação - FNDE, 2008.
- BRASIL. MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO. **Parâmetros Curriculares Nacionais: Ensino Médio**. Ministério da educação. Secretária da educação média e tecnológica. Brasília, 1999.
- BROCKINGTON, GUILHERME. O ensino de Física Moderna na Escola Média: os modelos e o realismo científico na sala de aula. In: **V Encontro Nacional de Pesquisa em Educação em Ciências**, 2005, Bauru. V ENPEC. Bauru: ABRAPEC, 2005.
- DOMINGUINI, L. **O Conteúdo Física Moderna nos livros didáticos do PNLEM**. Dissertação de Mestrado. Programa de Pós-Graduação em educação da Universidade do Extremo Sul Catarinense (PPGEUNESC). Criciúma, 2010a.
- FREITAS, ANIBAL. **Coleções melhoramentos**. 3ª ed., São Paulo: Editora Clássico-Científico, 1946.
- FILHO, FRANCISCO ALCÂNTARA GOMES. **Física para a terceira série do curso colegial**. São Paulo: Editora Nacional, 1947.
- MARCIANO, IRMÃO MARIO. **Coleção de livros didáticos**. 3ª ed., São Paulo: Editora Paulo de Azevedo LTDA, 1947.
- MAXIMINIANO, Joelma Rzatki. **Física Moderna nos Livros Didáticos: Um Contraponto entre o PNLEM 2009 E O PNLD 2012**. v. 33, n. 1, p.97-115, 2013 - Santa Maria, 2013.
- NABHOLZ, HERMANN URBANO. **Coleção Didática do Brasil**. 3ª ed., V.16. São Paulo: Editora do Brasil S/A, 1950.
- OSTERMANN, F. CAVALCANTI, C. J. H. **Um Pôster para ensinar Física de Partículas na escola**. Física na Escola, vol. 2, n. 1, 2001.
- PEREIRA, URBANO. **Curso de Física**. São Paulo: Editora Saraiva & CIA, 1944.
- PIERONI, RÔMULO RIBEIRO. **Coleção Didática do Brasil**. 2ª ed., São Paulo: Editora Classico-Científico, 1957.

SÃO PAULO (Estado). Secretária da Educação, Coordenadoria de Estudos e Normas Pedagógicas. **Proposta Curricular para o ensino de Física: 2º grau**. 3. ed. São Paulo: SE/CENP, 2008.

SALMERON, ROBERTO A. **Introdução à Eletricidade e ao Magnetismo**. 4ª ed., São Paulo: Editora do Brasil, 1954.

TERRAZZAN, Eduardo A. **Perspectivas para a inserção de física moderna na escola média**. São Paulo: curso de pós-graduação em educação – USP, 1994 Tese.

TIPLER, Paul A. **Física Moderna**. Rio de Janeiro: Guanabara Dois. 1981.