

---

# A INVISIBILIDADE DOS PRESSUPOSTOS E DAS LIMITAÇÕES DA TEORIA COPERNICANA NOS LIVROS DIDÁTICOS DE FÍSICA

---

*Alexandre Medeiros*

Depto. de Física – UFRP

*Maria Amélia Monteiro*

Escola Politécnica – Universidade Estadual de Pernambuco

Recife – PE

## **Resumo**

*A compreensão da teoria copernicana constitui-se num dos alicerces para a formação de uma visão de mundo moderna que contemple o lugar do ser humano no espaço, assim como a produção do conhecimento científico. Neste sentido, parece de grande importância educacional a análise das mensagens veiculadas pelos livros textos sobre tão fundamental conteúdo. Neste trabalho, destacamos os pressupostos e as limitações do sistema de Copérnico, dentro de um arcabouço histórico, comparando tal desenvolvimento com as apresentações de trinta e um livros didáticos de física do ensino médio em língua portuguesa. A análise permite que se perceba as graves omissões e distorções introduzidas por tais textos na apresentação da citada teoria.*

## **I. Introdução**

A literatura sobre a análise do conteúdo dos livros-textos tem assinalado a existência de um grande número de discursos ideológicos (Nosella, 1979; Molina, 1988; Faria, 1994), assim como de uma certa falta de coerência entre as mensagens contidas nos textos e as representações visuais que os acompanham (Martins, 1997; Carneiro, 1997). No campo das ciências, tem sido evidenciada também a presença de várias distorções filosóficas, históricas e conceituais (Pretto, 1985; Medeiros, 1992).

Pesquisas mais recentes, centradas em conteúdos da física, têm mostrado a enorme extensão que tais distorções podem assumir em campos, por exemplo, como a termodinâmica, a acústica e a eletricidade (Carmo, 1999; Monteiro Júnior, 1999; Lima Júnior, 2000). Já em 1979, Zanetic, apoiado numa leitura kuhniana, havia apontado a existência de algumas distorções nas mensagens dos livros-textos de física, particularmente em relação ao trabalho de Copérnico. Zanetic destacara dois tipos de distorções: a indevida atribuição a Copérnico da descoberta do

heliocentrismo e a idéia de que o sistema copernicano teria sido mais simples que o sistema ptolomaico.

As questões ligadas aos fundamentos do sistema astronômico heliocêntrico parecem ser, realmente, dotadas de uma certa sutileza que tem escapado à compreensão de muitos indivíduos. A importância deste problema pode ser percebida pelo aumento na quantidade das pesquisas sobre as concepções de estudantes acerca do funcionamento do sistema solar, desde os trabalhos de Nussbaum & Novak (1976), como assinalam Albanese, Neves & Vicentini (1997). Cohen (1967), já alertara para o fato de que:

*“Por estranho que pareça, as noções da maioria das pessoas a respeito do movimento são partes de um esquema de Física, que foi proposto há mais de 2 000 anos, e experimentalmente demonstrado inexato e insuficiente, pelo menos há 1400 anos atrás. É um fato que, mesmo hoje, homens e mulheres, presumivelmente bem educados, tendem a pensar a respeito do mundo físico como se a Terra estivesse em repouso, ao invés de estar em movimento. Com isto não quero afirmar que tais pessoas acreditem realmente que a Terra esteja em repouso; se questionadas, responderão que naturalmente sabem que a Terra dá uma volta por dia em torno do seu eixo, e ao mesmo tempo move-se numa grande órbita anual ao redor do Sol. Todavia, quando se trata de explicar certos acontecimentos físicos comuns, tais pessoas são incapazes de dizerem como é que esses fenômenos cotidianos podem se dar, como vemos que eles se dão, numa Terra em movimento”* (p. 1). Basso (1991),

por exemplo, evidenciou as discrepâncias existentes entre os fatos históricos e as idéias que, comumente, as pessoas apresentam sobre Copérnico e sobre o seu sistema, contribuindo para fazer dele um mito. O referido autor destaca que Copérnico é popularmente conhecido como tendo sido um revolucionário, visto ser alegado que ele teria removido a Terra do centro do universo, mesmo tendo que enfrentar os estudiosos da época e a Igreja Católica, os quais apoiavam o sistema ptolomaico, como analisaremos neste texto uma tal afirmação é apenas parcialmente procedente.

Parte dessa dificuldade encontrada na compreensão da estrutura do sistema solar e do seu funcionamento parece ser perpetuada nas formas como este assunto tem sido rotineiramente tratado nos livros didáticos.

*“Em particular, o papel que os livros-textos desempenham nas crenças dos professores parece ser crucial. Em um estudo de caso Haerms & Yager (1981), mostraram que mais de 90% de todos os professores por eles investigados usavam um livro-texto*

*95% do tempo. Deste modo, os livros-textos exercem uma forte influência sobre o ensino e aquilo que é ensinado frequentemente reproduz o conteúdo do texto adotado /.../. Como arguiram Eger (1987) e Benson (1989), os livros-textos estão entre as principais fontes dos equívocos do público sobre as ciências” (Medeiros, 1992, p.11).*

Considerando-se, portanto, a grande influência exercida por tais livros sobre a formação dos professores, parece relevante estudar-se as omissões e as distorções que os mesmos apresentam no estudo, por exemplo, da gravitação universal, principalmente no tocante à apresentação das características e dos fundamentos do sistema copernicano.

Esta análise dos livros-textos poderia ser aprofundada buscando-se identificar outras distorções ainda mais fundamentais que aquelas já apontadas por Zanetic, assim como as principais omissões relacionadas à teoria copernicana apresentadas pelos livros-textos. Para isso, é necessário estabelecer um arcabouço teórico que dê suporte a tais críticas. Pontos de fundamental importância têm sido negligenciados pelos livros-textos, como por exemplo, os pressupostos contidos na teoria copernicana e os seus limites de validade, assim como as razões das críticas contra ela dirigidas nos séculos XVI e XVII.

Observando-se como os livros-textos de física do ensino médio, analisados nesta pesquisa, abordam a teoria copernicana, percebe-se que as explicações a respeito dos pressupostos e limitações da referida teoria são geralmente omitidas ou podem ser enquadradas em categorias que descrevem os tipos dos posicionamentos apresentados.

## **II. Metodologia**

A metodologia adotada nesta investigação está enquadrada dentro do paradigma qualitativo de pesquisa, no qual busca-se um aprofundamento da compreensão dos fenômenos em estudo, em lugar da obtenção de conclusões gerais (Cohen & Manion, 1989). A análise dos livros-textos requereu um estudo comparativo das apresentações da teoria copernicana neles contidas, buscando-se identificar os invariantes nos seus posicionamentos. Esses invariantes foram classificados em cinco grandes categorias, tomando-se para tal o apoio de um referencial histórico consistente, construído especificamente com tal finalidade analítica. Estas categorias podem ser identificadas como: as motivações de Copérnico para iniciar a construção do seu sistema, os seus pressupostos teóricos, as origens identificadas para a mesma teoria, as limitações e as críticas dirigidas à teoria, assim como as razões de aceitação da mesma. Neste artigo, são analisadas apenas as categorias referentes aos pressupostos e aos limites de validade da teoria copernicana.

Os vários posicionamentos dos textos, em relação às limitações e críticas dirigidas a teoria copernicana, foram analisados dando origem a um certo número de subcategorias, a seguir: questões religiosas, questões filosóficas, ausência de paralaxe das estrelas, necessidade de uma nova física (explicações para a queda dos corpos sobre uma terra em movimento e para a ausência de formação de ciclones e ventos).

Na seleção dos livros-textos de física, tomou-se como critério a escolha daqueles que foram mais influentes, logo mais utilizados nas décadas de 60, 70, 80 e 90 e que se mostraram disponíveis em nosso levantamento. A amostra engloba um total de trinta e um livros. No entanto, como a análise efetuada foi do tipo qualitativo, apenas doze tiveram trechos mencionados. Considerando-se o número de livros utilizados no Brasil em tais décadas, a referida amostra pareceu-nos bastante representativa. Alguns textos influentes como, por exemplo, o livro do GREF, assim como o do Kazuito et al (1998), não tiveram trechos mencionados apesar de terem sido analisados, pois não continham referências sobre os pressupostos ou sobre as limitações da teoria copernicana. Apesar de terem sido analisados trinta e um livros, apenas trechos de alguns deles foram mencionados a título de exemplos. Ressalte-se, porém que a maior parte foi completamente omissa em relação aos postulados de Copérnico.

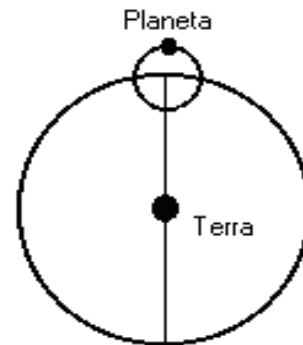
A construção de um referencial histórico de análise envolveu uma consulta a fontes primárias, como os textos originais de Copérnico (*Commentariolus e De Revolutionibus*), assim como a fontes secundárias de conceituada qualidade. Isto permitiu a montagem de um quadro geral que subsidiou as análises e as consequentes identificações das categorias, acima mencionadas. Um breve esboço dos pressupostos contidos na teoria copernicana, assim como dos seus limites de validade, é exibido a seguir. No corpo do texto são fornecidas várias evidências que dão suporte à categorização efetuada. Assim sendo, alguns trechos relevantes dos discursos dos livros-textos, são exibidos, no sentido de constituírem-se em peças de evidência aceitáveis dos tipos de categorias identificadas.

### **III. Os Pressupostos da Teoria Copernicana**

Ao iniciar a apresentação do seu sistema astronômico, feita no "*Commentariolus*" ("*Pequeno Comentário sobre as Hipóteses acerca dos Movimentos Celestes*"), Copérnico já indicava sua intenção de elaborar uma obra maior, contemplando a apresentação das demonstrações matemáticas do seu sistema. O "*Commentariolus*" é uma obra de caráter qualitativo que circulou em forma de manuscrito entre astrônomos no final da primeira década do século XVI (Koestler, 1989; Martins, 1990). Copérnico expõe, em seu *Commentariolus*, a sua insatisfação com o sistema de Ptolomeu, o qual mesmo oferecendo dados numéricos coerentes, necessitava da utilização de um artifício matemático, o ponto equante, na tentativa de

preservar o movimento uniforme dos planetas em *epiciclos* com relação a um determinado ponto.

Para dar conta do movimento retrógrado dos planetas, a configuração básica do sistema ptolomaico consistia de um pequeno círculo – *epiciclo* – sobre o qual encontrava-se o planeta. O centro deste *epiciclo* deslocava-se sobre um círculo maior – ou *deferente* – transportando assim o *epiciclo* e o planeta em torno da Terra de modo não uniforme.



Para contornar o problema das alterações das velocidades angulares dos planetas, Ptolomeu introduziu o artifício do ponto *equante*. O *equante* era um ponto, localizado fora do centro da órbita do planeta em torno da Terra, em relação ao qual a velocidade angular do respectivo planeta seria constante (Kuhn, 1990).

Ajustando convenientemente as velocidades dos planetas de forma a que parecessem constantes, assim como os raios dos *epiciclos* e *deferentes*, Ptolomeu conseguiu uma representação satisfatória dos movimentos dos planetas. Note-se que o referido ajuste das velocidades era obtido com uma localização precisa e conveniente do ponto *equante*, o que equivalia a resolver o problema do cálculo de sua excentricidade.

Para Copérnico, no entanto, o ponto *equante* trazia uma incoerência de ordem estética ao sistema ptolomaico, uma vez que violava o preceito platônico do movimento circular e uniforme, em relação ao centro das suas órbitas. Para Platão (sec V a C), as estrelas eram corpos divinos e imutáveis e o único movimento compatível com corpos perfeitos seria o circular e uniforme, o qual repetia-se a si mesmo, sem princípio, nem fim. Para aqueles corpos celestes, que aparentavam uma trajetória errante (os planetas), no entanto, os movimentos eram interpretados como uma combinação de deslocamentos circulares (Holton, 1976).

A introdução apenas do sistema de *epiciclos* e *deferentes* permitia a Ptolomeu dar conta da trajetória dos planetas, mas não da irregularidade de suas velocidades angulares em relação à Terra. Deste modo, o movimento dos planetas poderia ser concebido como circular, mas não como uniforme em relação a uma Terra localizada no centro da órbita dos planetas. O artifício da invenção do *equante* permitia, contudo, imaginar que o planeta movia-se de modo circular e uniforme em torno deste *equante*, não mais em torno da Terra. Assim, de acordo com o sistema ptolomaico, apenas quando vistos da Terra os planetas pareceriam não estarem seguindo um movimento circular e uniforme. Isto seria, em tal concepção, tão somente uma aparência, que poderia ser salva com a introdução do *equante*. O custo desta solução ptolomaica, no entanto, em termos platônicos, era bastante alto, pois

equivalia a destronar, em relação à Terra, a primazia do movimento circular e uniforme.

Koyré (1982) considera, neste sentido, que o *equante* foi uma tentativa ptolomaica para superar a renúncia ao movimento circular e uniforme, tendo em vista a impossibilidade de segui-lo de fato.

Copérnico, após decretar sua insatisfação com os sistemas astronômicos anteriores, propôs a construção de um sistema que acreditava ser “*mais simples*”, constituído com “*elementos menos numerosos*” e fundamentado num novo conjunto de pressupostos astronômicos:

1. não existe um centro único de todas as esferas celestes;
2. o centro da Terra não é o centro do mundo, mas apenas o da gravidade e da esfera lunar;
3. todas as esferas giram em torno do Sol, como se ele estivesse no centro das mesmas. O centro do mundo, portanto, está perto do Sol;
4. a razão entre a distância do Sol à Terra e à altura do firmamento é menor do que a razão entre o raio da Terra e a sua distância ao Sol; e com muito mais razão esta é desprezível quando confrontada com a altura do firmamento;
5. qualquer movimento aparente no firmamento não pertence ao mesmo, mas à Terra. Logo, a Terra, com os elementos adjacentes, gira em torno dos seus pólos invariáveis em um movimento diário, ficando permanentemente imóveis o firmamento e a última das esferas;
6. qualquer movimento aparente do Sol não é causado por ele, mas pela Terra e pela nossa esfera celeste, com a qual giramos em torno do Sol como qualquer outro planeta. Assim, a Terra é transportada por vários movimentos;
7. os movimentos aparentes de retrogressão e progressão dos planetas não pertencem aos mesmos, mas à Terra. O movimento da Terra é suficiente para explicar muitas das irregularidades aparentes no céu.

No primeiro pressuposto, Copérnico declara sua oposição aos sistemas homocêntricos à medida que não concebe um centro único para as órbitas celestes.

Através do segundo pressuposto, Copérnico promove a descentralização da Terra. Alega que o principal motivo apresentado pelos antigos filósofos para manter a Terra centralizada estava baseado em critérios decorrentes do lugar natural ocupado pelos corpos, de acordo com o peso e a leveza destes. Sendo a Terra composta de elementos predominantemente pesados, alegavam os antigos que a mesma encontrava-se no centro do universo e todos aqueles corpos que apresentassem peso tenderiam a cair perpendicularmente em direção ao centro da Terra, sendo então retidos pela superfície da mesma. Copérnico também relata que o tipo de movimento desenvolvido pelos corpos, havia sido um critério utilizado pelos antigos filósofos para atribuírem a posição central à Terra (Copérnico, 1984).

Como evidência de que o centro da Terra não seria o centro das órbitas dos planetas, Copérnico apontou a variação das distâncias entre a Terra e os planetas, os quais se apresentavam com velocidades variáveis. Por isso, quando os planetas são observados de distâncias diferentes, em um mesmo intervalo de tempo, o comprimento das respectivas órbitas parecem-nos diferentes (Copérnico, 1984).

A queda dos corpos era para Copérnico, num sentido aristotélico, um desejo depositado em cada corpo, para que os mesmos se agregassem, e tal fenômeno não se limitava apenas à superfície da Terra. Copérnico destacou, por exemplo, que:

*“É de se crer que esta tendência exista também no Sol e na Lua, assim como nos outros planetas, para que por seu efeito eles possam conservar a forma esférica com que se apresentam”*  
(1984, p. 45).

Pode-se encontrar aqui um germe da idéia de uma força gravitacional como a que apareceria na mecânica newtoniana, bem como a unificação de alguns fenômenos ocorridos na superfície da Terra, com aqueles ocorridos nos demais planetas.

No terceiro pressuposto, Copérnico admite que os planetas orbitam em torno do Sol, apesar deste não se encontrar no ponto central destas órbitas, mas em um local próximo a este centro. Revela-se aqui a conciliação do modelo com as observações, resultando no motivo pelo qual é mais adequado denominar o sistema copernicano como heliostático (Copérnico, 1984).

Através do quarto pressuposto, Copérnico considera que a Terra move-se em torno do Sol e com uma distância ínfima em relação a este, quando esta distância é comparada com aquela entre o Sol e a esfera das estrelas fixas. Com tal assertiva, Copérnico parece estar tentando defender-se dos possíveis ataques dos seus adversários a respeito da inexistência de uma paralaxe das estrelas. Assumindo como um pressuposto que o raio da órbita da Terra em torno do Sol é desprezível em função das dimensões do Universo, Copérnico toma aquela distância como uma linha de base insignificante. Em contrapartida, seu Universo passa a ter dimensões gigantescas, abrindo as portas para a discussão a respeito da sua possível infinitude, o que haveria de ser defendido claramente por Giordano Bruno (Rossi, 1992). Este ponto torna o modelo de Copérnico alvo de críticas severas, relacionadas à dificuldade de admitir-se a existência de um Universo infinito. Em um certo sentido, no entanto, pode-se afirmar que Copérnico estava, em relação ao seu quarto postulado, em sintonia com os novos tempos abertos pelas descobertas de novas terras e a ampliação dos horizontes espaciais dos europeus.

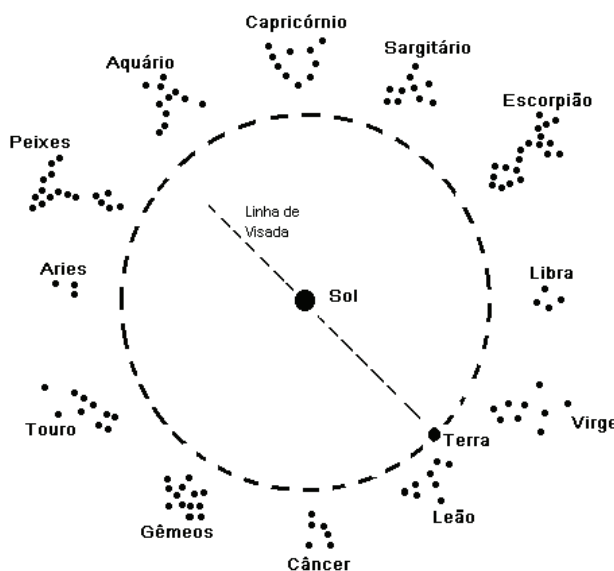
Com o quinto pressuposto, Copérnico atribui outro movimento à Terra: um giro diário, como que em torno de um eixo próprio. Como resultado deste movimento, percebe-se todo o universo deslocar-se em sentido contrário ao da Terra,

sendo, porém, tal movimento apenas aparente. Neste ponto, Copérnico retoma a questão da relatividade dos movimentos, já exposta anteriormente por Oresme e Nicolau de Cusa. Partindo da relatividade ótica dos movimentos, Oresme argumentara, já no século XIV, que, apenas com base em dados físicos ou da razão, não seria possível concluir se a Terra estaria em repouso ou em movimento. Acreditando no repouso da Terra, Oresme sustentava, no entanto, ser isto uma questão de fé (Grant, 1963; Kuhn, 1990). Posteriormente a Oresme, mas ainda cem anos antes de Copérnico, Nicolau de Cusa (1401-1464), provavelmente influenciado pelo pensamento dos teóricos parisienses (como Oresme e Buridan), defendeu a idéia de um universo ilimitado, sem periferia, nem centro. Afastada da posição central, a Terra e os demais planetas estariam em movimento, o qual só poderia ser percebido em relação à alguma coisa (Lovell, 1983; Koestler, 1989).

Seguindo a linha de raciocínio destacada acima, Copérnico procurou no movimento relativo entre os corpos uma justificativa para explicar o movimento aparente da esfera das estrelas fixas e do Sol. Argumentou, para isso, que quando o objeto e o observador movem-se igualmente na mesma direção, não se percebe qualquer mudança de posição. Quando o movimento é apenas realizado pelo observador, no entanto, esse movimento é percebido como sendo realizado pelo objeto, mas em direção oposta. Copérnico relacionou este fato com o movimento da Terra, onde o observador encontra-se, concluindo que:

*“Portanto, se algum movimento for atribuído à Terra, o mesmo movimento aparecerá em tudo que é exterior à Terra, mas na direção oposta”* (1984, p. 29).

No sexto pressuposto, Copérnico transfere o movimento anual, até então atribuído ao Sol, para a Terra, tornando assim o movimento daquele apenas como algo aparente. Assim, o movimento da Terra em volta do Sol o faz parecer atravessar o zodíaco, localizando-se sempre na extremidade oposta à Terra.



*“... quando, por exemplo, o centro da Terra passa por Capricórnio, o Sol aparece-nos passando através de Câncer e*



*quando mencionam a Terra em Aquário, o Sol parece estar em Leão...*” (Copérnico, 1984, p. 55).

No sétimo pressuposto, Copérnico atribui ao movimento da Terra em torno do Sol a causa das irregularidades aparentes dos movimentos dos planetas. Ainda que se movendo na mesma direção, uma espécie de retrogressão é observada nos seus movimentos. Como esses planetas sempre retornam à sua posição original, mesmo com o movimento não se mostrando uniforme, considera que se desenvolve através de trajetórias circulares, porque “... *é impossível que por uma só esfera um corpo celeste simples seja movido não uniformemente*” (Copérnico, 1984, p. 26).

Para explicar o movimento não uniforme apresentado pelos planetas, Copérnico admitiu que as órbitas destes não eram concêntricas com a órbita da Terra. Assim, quando observados em épocas distintas, os planetas ora apareciam mais próximos, ora mais distantes da Terra, fazendo suas velocidades parecerem diferentes para intervalos de tempos iguais.

Este conjunto de pressupostos está longe de ser evidente e carrega consigo uma série de conseqüências que à luz da física aristotélica vigente à época de Copérnico, produziram uma grande dificuldade para a aceitação da teoria copernicana. Copérnico, um aristotélico do ponto de vista físico (Butterfield, 1958; Basso, 1991; Bastos Filho, 1995), não se deu conta, porém, da necessidade de uma nova física para dar um suporte consistente a sua teoria. Uma tal física, essencial para a aceitação do modelo copernicano, só surgiria, entretanto, no século XVII, fruto, dentre outros, dos trabalhos de Galileu e Newton.

#### **IV. As Limitações da Teoria Copernicana**

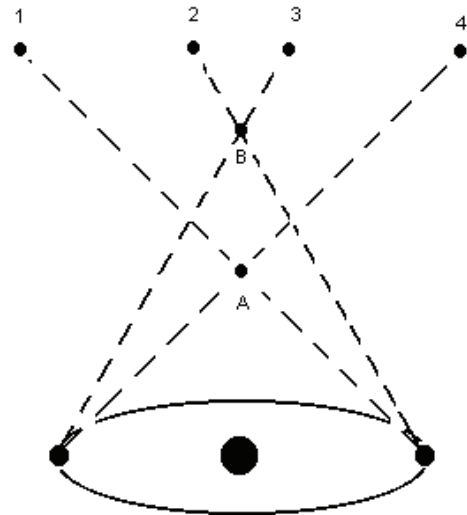
Ao desenvolver um novo sistema astronômico, Copérnico atribuiu à Terra um movimento diário em torno do seu próprio eixo para explicar as aparentes rotações diárias do Sol e da esfera das estrelas fixas. Além de contrariar certos preceitos vigentes da física aristotélica, contrariava também as expectativas do senso comum, as quais harmonizavam-se entre si. De acordo com as expectativas do senso comum, se objetos fossem lançados verticalmente para cima, a partir da superfície da Terra movimentando-se na direção Leste, não cairiam nos mesmos locais de onde haviam sido lançados, mas em pontos localizados a Oeste dos mesmos (Burt, 1991; Cohen, 1967). Percebendo, portanto, a necessidade de compatibilizar a queda dos corpos com o movimento diário postulado para a Terra, Copérnico buscou argumentos na posição ocupada pelos respectivos corpos. Por estarem localizados nas proximidades da superfície da Terra, os corpos lançados desta, compartilhavam das suas características e também do seu movimento. Concluiu, deste modo, que:

*“... o movimento dos corpos que caem e dos que sobem no Universo é um movimento duplo e, em todos os casos, rigorosamente compostos de movimentos retilíneos e circulares”* (Copérnico, 1984, p. 41).

Outra limitação apresentada pelo sistema copernicano, decorrente ainda do movimento da Terra em torno do seu próprio eixo, era a possibilidade desta vir a despedaçar-se, devido à atuação das forças decorrentes da grande velocidade requerida por um tal movimento. Ptolomeu havia levantado este argumento, ainda na Antiguidade, como uma evidência de que a Terra deveria permanecer imóvel.

Copérnico rebateu os argumentos sobre a imobilidade da Terra argumentando que, caso os receios de Ptolomeu fossem procedentes, o mesmo efeito aconteceria com a esfera das estrelas, caso esta estivesse em movimento, como suposto no modelo Ptolomaico, pois seria necessária uma velocidade ainda maior para que tal esfera desenvolvesse uma volta em um dia, devido ao seu maior diâmetro. Assim, os efeitos da fragmentação da Terra, levantados por Ptolomeu, deveriam acontecer com intensidade ainda maior na esfera das estrelas, vindo esta a dilatar-se até o infinito (Copérnico, 1984).

O movimento de translação da Terra em torno do Sol, proposto por Copérnico, também suscitava objeções observacionais ao sistema copernicano, dificultando igualmente, a sua aceitação. Com a grande extensão do diâmetro da órbita da Terra, esperava-se que um conjunto de estrelas quando observado de dois pontos distintos sofresse um deslocamento aparente, ou paralaxe.



A paralaxe das estrelas, no entanto, jamais havia sido observada até àquela época e resistia às observações mais cuidadosas. Em verdade, uma paralaxe deste tipo só viria a ser observada pela primeira vez na metade do século XIX, época em que as observações telescópicas já estavam bastante consolidadas (Burt, 1991; Kuhn, 1990; Pedersen, 1973; Raman, 1973). Este era, sem dúvida, um outro argumento crítico de grande peso contra a teoria copernicana.

Na tentativa de preservar o modelo copernicano fazia-se necessário, por exemplo, que as estrelas estivessem localizadas a distâncias tão grandes, que suas paralaxes não pudessem praticamente ser detectadas. Neste sentido, o concerto providenciado parecia tão inaceitável quanto a própria translação da Terra em torno

do Sol, uma vez que carregava como consequência a existência de um universo infinito.

Outras questões ainda revelavam incoerências de natureza física, para as quais o sistema copernicano não oferecia explicações convincentes. Uma delas estava relacionada com o movimento da Lua. Apesar de manter-se, aparentemente, ligada à Terra, a Lua não caía na superfície da mesma como os demais corpos e mantinha-se com uma velocidade distinta (Cohen, 1967). Este ponto só viria a ser devidamente equacionado com o surgimento da mecânica newtoniana (Gamow, 1965), tendo-se constituído, durante muito tempo, como um sério obstáculo para o modelo copernicano. Ainda hoje, a compreensão desta questão parece oferecer uma dificuldade apreciável a vários indivíduos que persistem em interpretar equivocadamente o movimento orbital da Lua como se a mesma estivesse em equilíbrio.

Com a descentralização sofrida pela Terra e a sua consequente redução à condição de um simples planeta, o sistema copernicano apresentava ainda um outro aspecto que dificultava a sua aceitação. Eliminada a demarcação entre as regiões sobre-lunar e sublunar, eliminava-se também a condição de destaque, até então mantida pelo ser humano (Burt, 1991; Rossi, 1992). Pedersen (1973) considera que este foi o principal motivo para a disseminação do copernicanismo, além da esfera da astronomia, vindo a assumir assim uma conotação ideológica. Este aspecto, explorado posteriormente por Giordano Bruno, um copernicano radical, atrairia a oposição crescente da Igreja às teses de Copérnico.

Em face de todas essas limitações, acima apontadas, apresentadas pelo sistema copernicano, um grande equívoco sobre a aceitação histórica do referido sistema tem sido a crença de que a simples publicação do “*De Revolutionibus*” em 1543, por si só, pudesse ter sido suficiente para causar uma ruptura imediata com os preceitos aristotélico-ptolomaicos vigentes à época. Para se compreender as condições mediante as quais a teoria copernicana veio finalmente a ser aceita, seria importante destacar-se também a contribuição daqueles que empreenderam a exploração das potencialidades do sistema copernicano (Butterfield, 1958). Pedersen (1973) considera o desenvolvimento alcançado pela astronomia prática, como sendo resultado das tentativas de detectar-se a paralaxe das estrelas, assim como a orientação para uma nova mecânica que fundamentasse a teoria copernicana, como os dois aspectos principais que emprestaram a Copérnico o aspecto de um revolucionário.

## **V. Análise das Mensagens dos Livros-textos**

No tocante aos pressupostos da teoria copernicana, apenas um dos livros-textos analisados mencionou tais pressupostos (Gonçalves Filho & Toscano, 1997).

Este livro, no entanto, não evidenciou qualquer explicação sobre o significado de tais pressupostos, limitando-se a uma simples transcrição mecânica dos mesmos.

Parada & Chiqueto (1988), por sua vez, apresentam uma breve alusão a alguns dos pressupostos de Copérnico, contudo, além de não contextualizarem o significado dos mesmos, não comentam o papel que assumem na elaboração da teoria. Os autores assinalam que:

*O sistema de Cópérnico baseava-se nas seguintes idéias: O universo é finito, limitado pela esfera das estrelas (como nos modelos gregos); O Sol está no centro do universo; A Terra e os planetas giram em órbitas circulares, ao redor do Sol, presos às esferas de cristal (p. 340).*

Omitindo a existência dos pressupostos de Copérnico, alguns livros-textos mencionam alguns aspectos destes pressupostos como sendo as principais características físicas do sistema astronômico copernicano. Ueno & Yamamoto (1977), por exemplo, assinalam que “... o Sol ocupava o centro do universo e os planetas giram em torno dele em órbitas circulares (teoria heliocêntrica) enquanto que a Lua gira em torno da Terra” (p.229). Nesta mesma linha de entendimento, Gianotti & Baltar (1976) assinalam que: “... Copérnico apresentou como tese o sistema heliocêntrico, afirmando que o sol era o centro do sistema e a Terra apenas um planeta girando em torno de seu eixo e ao redor do Sol” (p. 191).

No tocante às limitações do sistema copernicano, há uma visão equivocada, porém bastante difundida através dos livros-textos analisados neste estudo, de que a única oposição surgida ao mencionado sistema astronômico, teria sido de caráter religioso (Bonjorno & Ramos, 1992; Doca et al, 1992; Calçada & Sampaio, 1990; para citar apenas alguns). Tais textos não apresentam, via de regra, nenhuma menção à existência de qualquer possível implausibilidade física no interior do próprio sistema copernicano. No entanto, como afirmou Burt:

*“Acostumamo-nos tanto a pensar que a oposição ao grande astrônomo baseava-se fundamentalmente em considerações teológicas (o que evidentemente era bem certo à época) que tendemos a esquecer as sólidas objeções científicas que podiam ter sido e foram levantadas contra a nova hipótese” (1991, p.29).*

Nos livros-textos analisados, foram identificados apenas alguns raros exemplos das limitações, acima mencionadas, existentes na teoria copernicana, que as tornaram de difícil aceitação para a opinião dominante da época. A principal dificuldade enfrentada pela teoria copernicana, que a teria tornado um alvo de várias críticas, é costumeiramente apontada nos livros analisados como tendo sido quase que exclusivamente movida por motivos apenas religiosos. Este posicionamento

parcial, característico dos livros-textos, é um exemplo de uma das nossas subcategorias de análise relativas às dificuldades de aceitação do copernicanismo. Tomemos, por exemplo, o único motivo apontado por Luz & Alvarenga (1996), para as dificuldades enfrentadas pelo modelo copernicano: “*O livro no qual Copérnico apresentava a sua teoria causou grandes polêmicas e terminou sendo colocado na lista dos livros proibidos pela Igreja*” (p. 300).

No excerto acima, a exemplo de vários outros, pertencentes a diferentes autores e igualmente relacionados com a referida subcategoria (Doca et al, 1992; Calçada & Sampaio, 1990) não são mencionados, por exemplo, nem ao menos os diferentes papéis desempenhados pelas Igrejas Protestante e Católica, que assumiram historicamente posturas distintas em relação à teoria copernicana. Além de simplificar-se dramaticamente as mencionadas questões religiosas, também deixam de lado objeções de natureza física e filosófica. Em uma perspectiva semelhante, no texto do PSSC (1963), menciona-se que “*A teoria copernicana foi denunciada como falsa e totalmente oposta às Sagradas Escrituras*” (pp. 51-52).

Não fica claro no excerto apresentado pelo PSSC, do que se tratava o mencionado desacordo entre a teoria copernicana e os preceitos das Sagradas Escrituras, assim como qual o desacordo entre as idéias da época em relação ao sistema copernicano. Seguindo a mesma linha de entendimento apresentada pelo PSSC, Ueno & Yamamoto (1977), assinalam que:

“... até que sua teoria fosse aceita, vários anos se passaram. Na sua época e mesmo após a sua morte, Copérnico foi considerado um louco e sua teoria incoerente com os princípios das Sagradas Escrituras” (p. 229). Penteado (1999), por sua vez assinala que: “*o modelo heliocêntrico, em que o Sol era contrariado imóvel, contrariava os dogmas da Igreja e da Idade Média. Por isso, Copérnico relutou em expor suas idéias, e sua teoria foi publicada somente em 1543, ano de sua morte,...*” (p. 317).

É importante notar que a atitude da Igreja Católica não foi inicialmente de oposição ao trabalho de Copérnico, mas somente veio a manifestar-se crescentemente contra o heliocentrismo à medida que se avizinhava o século XVII. Ressalte-se, por exemplo, que em 1514 Copérnico havia sido convidado pelo Papa, logo após o lançamento do seu *Commentariolus*, para participar de uma equipe de astrônomos que deveria estudar a necessária reforma do calendário Juliano. Copérnico recusou o convite por acreditar na necessidade do desenvolvimento de uma nova astronomia que pudesse fundamentar um tal empreendimento. Nas duas décadas que se seguiram ao convite papal, no entanto, o avanço da reforma protestante na Europa mudou o foco das preocupações da Igreja católica. À época em que Copérnico, finalmente, conseguiu construir sua teoria matemática (incorporada

no “*De Revolutionibus*”) o problema do calendário, embora não houvesse ainda sido resolvido, já não ocupava mais a cena principal das preocupações da Igreja. Esta estava voltada mais para o combate aos desafios e às heresias levantadas pela Reforma protestante, que possuíam sérias conseqüências econômicas, como a perda de territórios sob a sua hegemonia e outras posses terrenas. No início do ano 1540, a atitude da Igreja, face às opiniões que contrariassem as Sagradas Escrituras, não teria sido, provavelmente, tão branda quanto no início daquele século. Copérnico percebeu esta mudança de atitude e relutou na publicação da sua obra. Ressalte-se ainda que, neste meio tempo, entre o convite papal e o lançamento do “*De Revolutionibus*”, em 1543, foram os próprios protestantes os que mais criticaram as idéias heliocêntricas, tomando-as como insanas (Hubermann, 1982). Ao final do século XVI, no entanto, com a consolidação do poder protestante em vários países do norte europeu, o protestantismo abrandou sua atitude em relação ao heliocentrismo, talvez como um reflexo de haver percebido no avanço da ciência um grande aliado ao desenvolvimento das nascentes relações capitalistas. Nunca é demais lembrar a íntima relação entre a Igreja católica e o sistema feudal assim como aquelas existentes entre a ética protestante e o modo de produção capitalista, como bem assinala Weber (1958).

Evidentemente, toda esta problemática histórica está longe de ser minimamente considerada nos textos didáticos que engendram uma verdadeira trivialização deste conteúdo histórico, construindo uma caricatura na qual toda a oposição movida ao sistema copernicano é atribuída a motivos religiosos exclusivamente relacionados à postura da Igreja Católica e ainda mais representada como algo imutável ao longo dos séculos XVI e XVII.

Apenas um dos livros-textos menciona que, o embate da teoria copernicana teria se dado com a Igreja Católica, não apresentando, todavia, nenhuma discussão sobre as causas desta atitude. Bonjorno & Ramos (1992) assinalam que “...os cientistas da época e a própria Igreja Católica só aceitavam o geocentrismo” (p. 269). Calçada & Sampaio (1990) também não mencionam quais haveriam sido as possíveis causas do embate entre o heliocentrismo e os preceitos da Igreja. Limitam-se a mencionar que se tratava de “*heresias religiosas*”, (p 361). Não fica claro nestes excertos, do que se tratava o mencionado desacordo entre o heliocentrismo e os preceitos da Igreja. Vale ressaltar novamente que, as mudanças da atitude da Igreja Católica frente à teoria Copernicana, assim como as atitudes do protestantismo, não foram consideradas em nenhum dos textos analisados.

Outra subcategoria identificada nos posicionamentos dos livros-textos, em relação às limitações da teoria copernicana, está relacionada às restrições filosóficas incorporadas à mesma. Neste aspecto, alguns textos analisados procuram enfatizar o destronamento de uma concepção antropocêntrica, até então sustentada pela configuração geométrica do cosmo aristotélico. Santos (1988), por exemplo,

assinala que: “*Seu modelo, chamado heliocêntrico, foi duramente combatido, pois contrariava os dogmas da época, segundo os quais o homem e seu habitat, a Terra, eram o centro do Universo*” (p. 142). Doca et al (1992) assinalou: “*Seu modelo foi duramente combatido pelo fato de ir contra os princípios vigentes, de que o Homem, obra-prima da criação divina, deveria ocupar, juntamente com seu habitat (a terra), o centro do Universo.*” (p. 218). De fato, como assinala Gingerich (1970), a harmonia apresentada entre a astronomia geocêntrica e as representações da física aristotélica, propiciavam ao homem a crença de que este ocupava um local de destaque no universo. Necessidades de mudanças na astronomia, como por exemplo, aquelas necessárias à reforma do calendário, eram percebidas por uns poucos astrônomos.

Também referindo-se às limitações filosóficas subjacentes à teoria copernicana, Arruda & Anjos (1993) referem-se a Giordano Bruno como um seguidor do copernicanismo e assinalam que este:

*“afirmou que o Universo não era esférico, não havia esferas de cristal transparente e que outras estrelas (assim como o Sol) poderiam apresentar planetas (como a própria Terra). Hoje qualquer pessoa medianamente informada concorda com Giordano Bruno, mas naquele tempo a heresia foi considerada enorme e em 1600 ele foi condenado à morte na fogueira, após ser preso e julgado pela Inquisição”* (p. 329).

Percebe-se no excerto acima que os autores, apesar de referirem-se a episódios ocorridos com Giordano Bruno em decorrência das suas convicções copernicanas, não tratam do embate destas convicções com os preceitos da época, evidenciando assim as razões das limitações deste modelo de universo.

As menções à realização de observações imprecisas como uma fonte das dificuldades de aceitação da teoria copernicana, constituem-se em uma outra subcategoria dos posicionamentos identificada nos livros analisados. Alguns textos, por exemplo, apresentam a precisão das observações telescópicas realizadas por Galileu como um aspecto decisivo na aceitação do sistema copernicano. Paraná (1993), após mencionar que não analisará as falhas do sistema copernicano assinala:

*“Apontando pela primeira vez um telescópio na direção do firmamento, em 1609 Galileu passou a observar o planeta Júpiter. Descobriu objetos que se moviam juntamente com o planeta e provou que cada um deles apresentava órbita e período diferentes em sua trajetória ao redor de Júpiter”* (p. 292; grifo nosso).

A menção às observações realizadas por Galileu, enquanto provas inquestionáveis, parece inserida em uma perspectiva empirista, onde as evidências

observacionais não são vistas como carregadas de teorias. O autor não parece perceber que o problema maior era exatamente confiar ou não nas observações telescópicas, pois as mesmas carregavam, implicitamente, uma nova teoria ótica. Tome-se, por exemplo, as palavras do padre Clavius, astrônomo chefe da Congregação Jesuíta, para se perceber a fragilidade do poder de convencimento das evidências observacionais apresentadas por Galileu quando vistas pela ótica de um paradigma discordante:

*“Galileu Galilei, matemático de Pádua, visitou-me em Bolonha e trouxe consigo a luneta com a qual viu quatro planetas imaginários. Passei os dias 24 e 25 de abril sem dormir, experimentei o instrumento mil vezes e de mil maneiras diferentes, tanto fixando-o nos objetos terrestres quanto nos corpos celestes, e posso dizer que quanto aos terrestres a luneta faz maravilhas, mas no que diz respeito aos corpos celestes ela se engana, pois certas estrelas fixas aparecem através dela, duplas. Posso apresentar testemunhos de homens muito distintos e dos sábios mais conhecidos (...): todos disseram que o instrumento de Galileu dá uma visão falsa”* (apud Groueff & Cartier, 1978, p. 87, grifos nossos).

As palavras do padre Clavius atestam o quanto os dados da observação, diferentemente do que afirma Paraná (1993), não se constituíam em peças convincentes de evidência. Esta simplificação do papel das observações, como desprovidas de uma carga teórica, encontrada nos livros-textos analisados, denota um certo indutivismo ingênuo já devidamente criticado pela filosofia da ciência (Chalmers, 1986; Hanson, 1962; Kuhn, 1970; Feyerabend, 1975). Esta linha de entendimento indutivista parece ser ainda evidenciada, por exemplo, por Calçada & Sampaio (1990). Após destacarem o embate gerado pela teoria copernicana e a modificação geocêntrica desenvolvida por Tycho Brahe assinalam que “... a controvérsia criada pelas duas teorias (heliocentrismo e geocentrismo) levou os astrônomos a fazerem observações mais precisas” (Calçada & Sampaio, 1990, p. 361).

Também referindo-se as observações realizadas por Galileu, Ramalho et. al (1993) assinalam:

*“Galileu Galilei (1564 – 1642) foi um ardente defensor das idéias copernicanas. A utilização de instrumentos ópticos de forma sistemática nas observações astronômicas lhe permitiu obter fortes evidências a favor do sistema planetário heliocêntrico de Copernico”* (p. 372).



Nos excertos acima, em lugar de destacarem a carga teórica presente nas observações astronômicas, atribuem os desacordos apenas às questões ligadas à precisão das observações efetuadas. Não se pretende negar a contribuição das observações realizadas com o telescópio, as quais evidenciando as crateras lunares e as fases de Vênus, vieram a corroborar com a aceitação da teoria copernicana. O que se deseja, no entanto, é chamar a atenção para o destaque colocado, pelos autores mencionados, sobre as observações, no sentido de uma validação empírica direta e inquestionável da referida teoria.

Em relação às limitações físicas do sistema copernicano, o texto do PSSC (1963) menciona preceitos da física aristotélica, no tocante ao universo geocêntrico, e argumenta as incompatibilidades de tais preceitos com os movimentos atribuídos à Terra por Copérnico, bem como a defesa apresentada por este frente às objeções surgidas. Assinala-se: *“Ao argumento de que os pássaros em vôo seriam deixados para trás pela Terra em movimento rápido, Copérnico respondia que a atmosfera é arrastada juntamente com a Terra”* (p. 52).

No excerto acima, destaca-se a relevância de apresentar-se as limitações físicas da teoria copernicana no contexto da física da época, evidenciado-se a necessidade de elaborar-se um novo referencial teórico, o qual desse conta, principalmente, da queda dos corpos localizados sobre uma Terra em movimento.

## **VI. Conclusões**

De um modo geral, os resultados da análise apontam para um completo descaso dos livros-textos em relação aos pressupostos da teoria copernicana e também em relação às críticas levantadas contra a mesma. A teoria não é vista em sua provisoriedade e temporalidade históricas e sim, como o produto de uma feliz “descoberta”. As breves menções feitas por dois livros-textos (Gonçalves Filho & Toscano, 1995; Parada & Chiqueto, 1988) aos fundamentos do sistema heliocêntrico não são suficientes para caracterizarem, minimamente, o seu significado.

A visão que se pode tirar deste quadro a respeito de tão importante empreendimento científico da humanidade é pálida, incompleta e distorcida. Mesmo as omissões contribuem para encaixar a teoria de Copérnico numa tradição de encarar o desenvolvimento científico como algo linear. Se admitirmos que boa parte dos problemas do ensino e da aprendizagem da física parece decorrer de uma compreensão falha das relações entre observação e teoria, assim como de uma percepção mais clara dos pressupostos e dos limites de validade das construções científicas, muito precisaria ser feito para melhorar o atual tipo de abordagem do modelo heliocêntrico conferido pelos livros-textos.

## VII. Referências Bibliográficas

- ALBANESE, A. NEVES, D. & VICENTINI, M. Models in Science and in Science Education: A Critical Review of Research on Students' Ideas about the Earth and its Place in the Universe. *Science & Education*. Vol. 6, n.6, nov. 1997.
- ARONS, A Development of Concepts of Physics. Massachusetts: Addison-Wesley Publishing, 1965.
- BASSO, D. O Mito Copernicano. *Scientia*. Vol. 2, n.1, jan – jun 1991, p.117-24.
- BASTOS FILHO, J. O Referencial Teórico de Copérnico. Atas do IX Simpósio Nacional de Ensino de Física, Niterói: 1995, pp. 420 – 425.
- BURTT, E. A . As Bases Metafísicas da Ciência Moderna. Brasília: Editora da UnB, 1991.
- BUTTERFIELD, H. Las Orígenes de la Ciencia Moderna. Madrid: Taurus Ediciones, 1958.
- CARNEIRO, M. As Imagens no Livro Didático. Atas I ENPEC, Águas de Lindóia, SP, 1997, pp. 366 – 373.
- CHALMERS, A. What is this Thing Called Science? Milton Keynes: Open University Press, 1986.
- CARMO, L. Perspectivas Históricas e Experimentais no Desenvolvimento da Equivalência Calor-Energia. Dissertação de Mestrado, PPGEC, UFRPE, 1999.
- COHEN, B. O Nascimento de Uma Nova Física. São Paulo: EDART, 1967.
- COHEN, L. & MANION, L. Research Methods in Education. Londres: Routledge, 1989.
- COPÉRNICO, N. As Revoluções dos Orbes Celestes. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1984.
- COPÉRNICO, N. Comentariolus. São Paulo: Nova Stella, 1990.
- ÉVORA, F. A Revolução Galileiana – Copernicana. Vol. I, Campinas: Editora da UNICAMP, 1984.
- FARIA, A. A Ideologia no Livro Didático. São Paulo: Editora Cortez, 1994.
- FEYERABEND, P. Against Method: Outline of an Anarchistic Theory of Knowledge. London: New Left Books, 1975.
- FORBES, R. e DIJKSTERHUIS, E. História da Ciência e da Técnica. Vol. 2, Lisboa: Ulisseias, 1963.

- GAMOW, G. Gravidade. Brasília: Editora da UNB, 1965.
- GINGERICH, O. O Nascimento da Ciência Moderna. O Correio da Unesco. Vol. 1, n. 6, pp 10 – 13, Jun 1973.
- GRANT, E. Iniciação à História da Ciência. “Hipóteses no Fim da Idade Média e nos Primórdios da Ciência Moderna. São Paulo: Editora Cultrix, 1963.
- GROUEFF, S. & CARTIER, J. O Enigma do Cosmo. Rio de Janeiro: Primor, 1978.
- HANSON, N. Patterns of Discovery: An Inquiry into the Conceptual Foundations of Science. London: The Scientific Book Guild, 1962.
- HOLTON, G. Introduction to Concepts and Theories in Physics Science. Cambridge, Massachusetts: Adison-Wesley Publishing, 1976.
- HUBERMAN, L. História da Riqueza do Homem. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1982.
- KOESTLER, A. O Homem e o Universo. São Paulo: IBRASA, 2ª edição, 1989.
- KOYRÉ, A. Estudos de História do Pensamento Científico. Brasília: Editora UnB, 1982.
- KUHN, T. The Structure of Scientific Revolutions. Chicago: University of Chicago Press, 1970.
- KUHN, T. A Revolução Copernicana. São Paulo: Edições 70, 1990.
- LIMA, Jr. N. Omissões e Distorções dos Pressupostos e Limites de Validade Acerca do Funcionamento e Utilização de Eletroscópios e Eletróforos em Livros-Textos de Física. Dissertação de Mestrado, PPGEC, UFRPE, 2000.
- LOVELL, B. A Emergência da Cosmologia. Rio de Janeiro: Zahar Editores, 1983.
- MARTIN, D. Status of The Copernican Theory Before Kepler, Galileu and Newton. American Journal of Physics. Nov 1984, vol. 52, n. 11, pp. 982-986.
- MARTINS, I. O Papel das Representações Visuais no Ensino-Aprendizagem de Ciências. Atas do I ENPEC, Águas de Lindóia, SP, 1997, pp. 294 – 299.
- MARTINS, R. Introdução ao Commentariolus de Nicolau Copérnico; in: Copérnico N. Commentariolus. São Paulo: Nova Stella, 1990.
- MEDEIROS, A. Condicionantes Históricas e Sociais no Surgimento da Física. Dissertação de Mestrado, Faculdade de Educação – Instituto de Física, USP, 1984.
- \_\_\_\_\_. Teachers of Physics Understanding of the Nature of Science with Particular Reference to the Development of Ideas of Force and Motion. Unpublished PhD Thesis. University of Leeds, UK, 1992.

- MOLINA, O. Quem Engana Quem: Professor x Livro Didático. Campinas: Papirus, 1988.
- MONTEIRO Jr. F. Síntese ou Distorção: Como os Livros Didáticos de Física Apresentam o Conceito de Timbre? Dissertação de Mestrado, PPGEC, UFRPE, 1999.
- NOSELLA, M. As Belas Mentiras – A Ideologia Subjacente aos Textos Didáticos, São Paulo: Cortez e Moraes, 1979.
- PEDERSEN, O. A Formação de um Novo Universo. O Correio da Unesco, jun 1973, ano 1, n. 6, pp .14 – 18.
- PRETTO, N. A Ciência nos Livros Didáticos. São Paulo: Editora da UNICAMP, 1985.
- RAMAN, V. Copernicus and his Prescient Revolution. American Journal of Physics, dec. 1973, v. 41, pp 1341-49.
- ROSSI, P. A Ciência e a Filosofia dos Modernos. São Paulo: Editora da UNESP, 1992.
- WEBER, M. The Protestant Ethic and the Spirit of Capitalism. New York: Charles Scribner's Sons, 1958.
- ZANETIC, J. Revolução Científica na Evolução da Física. Anais do Simpósio sobre História e Filosofia da Ciência, São Paulo: ANCIESP, n. 23, pp.31 – 39, 1979.

### **Livros-textos analisados**

- ANTUNES, A. A. N. Física - Escola Nova. Vol. III. São Paulo: Editora Moderna, (s.d.).
- ARRUDA, M. A.T. & ANJOS, I. G. Física. Vol. I. São Paulo: Editora Atual, 1993.
- BISCUOLA, G. & MAIALI, A. Física. Vol. I. São Paulo; Editora Saraiva, 1996.
- BONJORNO, R. F. S. A, BONJORNO, J. R. & BONJORNO. V. Física. Vol. I. São Paulo: Editora FTD, 1985.
- BONJORNO, J. & RAMOS, C. Física. Vol. I. São Paulo: Editora FTD, 1992.
- CALÇADA, C. S. & SAMPAIO, J. L. Física Clássica. Vol. II. São Paulo: Editora Atual, 1990.
- DOCA, R. H. & BOAS, N. V. Curso Básico de Física. Vol I. SãoPaulo, Saraiva, 1980.

- DOCA, R. H., BISCUOLA, G. & BOAS, N. Tópicos de Física. Vol. I. São Paulo: Editora Saraiva, 1992.
- FAJARDO, S. Física - Mecânica. Belo Horizonte: Editora Vega, 1975.
- FERRARO, N. G., SOARES, P. A. T. & SANTOS, J. I. C. Aulas de Física. Vol. I. São Paulo: Editora Atual, 1981.
- FERRARO, N. & SOARES, P. A. T. Aulas de Física. Vol. I. São Paulo: Editora Atual, 1991.
- FERREIRA, L. C. Estudo Dirigido de Física. Vol. I. São Paulo: Companhia Editora Nacional, 1974.
- GIANOTTI, C. A. T. & BALTAR, M. E. K. Física. Porto Alegre: Livraria Sulina, 1976.
- GONÇALVES, D. Física. Vol. I. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1970.
- GONÇALVES FILHO, A. & TOSCANO, C. Física e Realidade. Vol. I, São Paulo, Editora Scipione, 1997.
- GRF (Grupo de Reelaboração do Ensino de Física). Física. Vol. I, São Paulo: Editora da USP, 4a edição, (s.d).
- GUIMARÃES, L. A. M. & BOA, M. C. F. Física para o 2o Grau. Vol. I. Niterói: GRAFCEN, 1994.
- KAZUITO, Y., FUKU, L. & SHIGEKIYO, C. Os Alicerces da Física. Vol. I, São Paulo, Editora Saraiva, 1998.
- LUZ, A. M. R. & ALVARENGA, B. Curso de Física. Vol. I. São Paulo: Editora Scipione, 1997.
- MAIA, L. Mecânica. Física para a Escola do Grau Médio. Vol. II. Rio de Janeiro: Editora Latino-Americana, 1963.
- OLIVEIRA, P. C. Princípios de Física. Vol I. Belo Horizonte: Editora Lê, 1993.
- PARADA, A. A. & CHIQUETO, M. J. Física. Vol. I. São Paulo: Editora Scipione, 1988.
- PARANÁ, D. N. Física. Vol. I. São Paulo: Editora Ática, 1993.
- PAULI, R. U., MAJORANA, F. S., HEILMANN, H. P. & CHOFFI, C. A. Física. Vol. I. São Paulo: Editora Pedagógica Universitária, 1978.
- PENTEADO, P. C. M. Física. Conceitos e Aplicações. Vol. I. São Paulo: Editora Moderna, 1999.

Projeto de Ensino de Física. Gravitação. Vol. 12. São Paulo: Editora da USP

Projeto PSSC. Física. Parte I. Brasília: Editora da UnB, 1963.

RAMALHO, Jr. F., FERRARO, N. G. & SOARES, P. Os Fundamentos da Física. Vol. I. São Paulo: Editora Moderna, 1993.

SANTOS, J. I. C. Conceitos de Física. Vol. I. São Paulo: Editora Ática, 1988.

TEIXEIRA, Jr. A. S. Física. Vol. I. São Paulo: Editora do Brasil, 1969.

UENO, T & YAMAMOTO, I. Estudos de Física – Mecânica. São Paulo: Editora Moderna, 1977.

*Quadro 1 – Posicionamentos existentes nos livros-textos do ensino médio sobre os pressupostos de Copérnico*

	p1	p2	p3	p4	p5	p6	p7
L1							
L2							
L3							
L4							
L5							
L6							
L7							
L8							
L9							
L10							
L11							
L12							
L13			X				
L14							
L15	X	X	X	X	X	X	X
L16							
L17							
L18							
L19							
L20							
L21							
L22			X		X		
L23							

L24							
L25							
L26							
L27							
L28							
L29							
L30			X				
L31							

*Quadro 2- Posicionamentos existentes nos livros-textos do ensino médio sobre os limites de validade teoria copernicana*

	C1	C2	C3	C4
L1				
L2		X		
L3				
L4				
L5	X			
L6	X		X	
L7	X	X		
L8				
L9				
L10				
L11				
L12				
L13				
L14				
L15				
L16				
L17				
L18				
L19				
L20				
L21				
L22				

<b>L23</b>			<b>X</b>	
<b>L24</b>				
<b>L25</b>	<b>X</b>			
<b>L26</b>	<b>X</b>			
<b>L27</b>				<b>X</b>
<b>L28</b>			<b>X</b>	
<b>L29</b>	<b>X</b>	<b>X</b>		
<b>L30</b>				
<b>L31</b>				

C1 = questões religiosas

C2 = restrições filosóficas

C3 = imprecisão observacional

C4 = implausibilidades físicas