



## CIÊNCIA E NATUREZA EM *HEISENBERG*: REFLEXÃO À COMPREENSÃO DAS CIÊNCIAS NATURAIS.

MOURA, Paulo Rogério Garcez de<sup>1</sup>  
SILVA, André Luís Silva da<sup>2</sup>  
DEL PINO, José Cláudio<sup>3</sup>

**Resumo:** As ciências modernas da natureza, no início do século XX, foram impactadas pelas pesquisas de Max Planck, que investigou o fenômeno por que a energia térmica nem sempre é convertida em luz ultravioleta invisível e que a matéria absorve energia térmica e emite energia luminosa de maneira descontínua, denominadas por “fragmentos de *quanta*”. Dentre os cientistas pioneiros estava Werner Heisenberg, trabalhou a questão central das medições quânticas, sobre a impossibilidade de se estabelecer em dado instante, o *momentum* e a localização de determinada partícula atômica, conhecido como o *Princípio da Indeterminação* ou *Incerteza*. A formação e a modificação da imagem da natureza resultam do desenvolvimento da física moderna e do conhecimento constituído sobre o mundo subatômico, associado com a observação experimental e com as leis matematicamente formuladas pela Mecânica Quântica. Em Heisenberg, enfim a meta da investigação, por conseguinte, não é o conhecimento dos átomos e de seus movimentos em si, de modo que na ciência o objeto de investigação não é a natureza em si mesma, senão a natureza subordinada à maneira humana de pôr o problema. Também neste domínio, segundo Heisenberg, o homem se encontra sozinho frente a si mesmo.

**Palavras-chave:** Imagem, Natureza, Ciência, Mecânica Quântica.

**Abstract:** The modern sciences of nature, in the early twentieth century, were impacted by the research of Max Planck, who investigated the phenomenon by which the thermal energy is not always converted to invisible ultraviolet light and matter absorbs heat energy and emits light energy so discontinuous, referred to as "fragments of how much". Among the pioneering scientists was Werner Heisenberg, worked the central issue of quantum measurements, about the impossibility of establishing in any given moment, the momentum and the location of a particular atomic particle known as the Uncertainty Principle or uncertainty. The formation and the nature of the image modification resulting from the development of modern physics and knowledge built on the subatomic world, associated with the experimental observation and the laws formulated mathematically by Quantum Mechanics. In Heisenberg, finally the goal of research, therefore, is not knowledge of atoms and their movement itself, so that in science the research

<sup>1</sup> Professor de Química. Universidade de Cruz Alta/UNICRUZ. Doutorando em Educação em Ciências – UFRGS. [paulomouraquim@bol.com.br](mailto:paulomouraquim@bol.com.br).

<sup>2</sup> Professor Adjunto na área do Ensino de Química. Universidade Federal do Pampa – Campus Caçapava do Sul. [andreluis.quimica@ibest.com.br](mailto:andreluis.quimica@ibest.com.br)

<sup>3</sup> Doutor em Engenharia/Química de Biomassa - UFRGS. Professor-Orientador do PPG Educação em Ciências/UFRGS - [delpino@yahoo.com.br](mailto:delpino@yahoo.com.br).



object is not nature itself, but nature subject to human way put the issue. Here too, according to Heisenberg, the man finds himself alone facing yourself.

**Keywords:** Image, Nature, Science, Quantum Mechanics.

## 1. INTRODUÇÃO

Werner Karl Heisenberg (1901-1976), físico alemão, um dos fundadores da Mecânica Quântica foi aluno de Arnold Sommerfeld e assistente de Max Born e trabalhou com Niels Bohr. Desenvolveu a Mecânica Matricial e contribuiu decisivamente na construção e desenvolvimento da Física Atômica, a partir da antiga Teoria Quântica de Max Planck. Às investigações de Planck sobre o fenômeno por que a energia térmica nem sempre é convertida em luz ultravioleta invisível, descobriu que a matéria absorve energia térmica e emite energia luminosa de maneira descontínua e denominou-as de *fragmentos de quanta*.

No ano de 1927, em Leipzig, Heisenberg (1932, p.9-15) enunciou *o Princípio da Incerteza ou da Indeterminação*, segundo o qual é impossível medir simultaneamente e com precisão absoluta a posição e a velocidade de uma partícula, isto é, a determinação conjunta do momento e da posição de uma partícula contém erros não menores que a constante *de Planck* ( $h = 6,6260693(11) \cdot 10^{34}$  J.s). Esses erros são desprezíveis em âmbito macroscópico, porém se tornam importantes para o estudo de partículas atômicas. Assim, duas grandezas podem ser determinadas exatamente de forma separada, quanto mais exata for uma delas, mais incerta se torna a outra.

O cientista recebeu o prêmio Nobel de Física, em 1932, pelas suas contribuições à Mecânica Quântica, cuja aplicação possibilitou a descoberta das formas alotrópicas do hidrogênio. Também realizou pesquisas sobre a teoria das partículas elementares, a respeito da estrutura do núcleo atômico, da hidrodinâmica das turbulências, dos raios cósmicos e do ferromagnetismo.

Heisenberg (1998, p.29-30) tratou de questões que levaram a reflexão sobre problemas filosóficos que aparentemente estavam encerrados no estreito quadro da Física Clássica, como os referentes ao método das ciências naturais exatas, à natureza da matéria, da variedade e ainda a multiplicidade dos fenômenos e as observações realizadas da natureza.

Na Conferência “A Imagem da Natureza na Física Atual”, proferida por Werner K. Heisenberg na Academia Bávara de Belas Artes de Munique (1953), tratou a respeito da



formação e da modificação da imagem da natureza, como resultado do desenvolvimento da Física Moderna, enquanto que a técnica moderna tornou-se simultaneamente consequência e pressuposição da ciência.

Nesta ocasião Heisenberg (1980, p.5-6) abordou a questão da imagem da natureza, da concepção científica dos fenômenos naturais, da posição do homem ante a natureza e das transformações ocorridas na ciência moderna nas primeiras décadas do século XX. Apresentou a questão de ser a posição do homem moderno ante a natureza radicalmente diferente de outras épocas, cujo ponto de partida é determinado em alta medida pela ciência e pela técnica modernas.

Para ele parece ser mais aceitável a idéia de que as mudanças ocorridas nos fundamentos da ciência moderna sejam indícios de alterações profundas operadas nas bases da existência humana, com repercussões em todos os setores da vida. Desta forma, investigar as transformações ocorridas na concepção científica da natureza, pode ser importante para se compreender a essência da natureza.

Nesta ocasião aparece a expressão que *o homem só se encontra consigo mesmo* e que foi comentada na Conferência sobre a *Questão da Técnica* por Heidegger (2006, p.30) e nos seus apontamentos sobre Ernst Jünger (Idem, 2004, p.296) a designou como a *Sentença de Heisenberg*.

## 2. REVISÃO DA LITERATURA

No século XVII deu-se à fundação da ciência moderna por Kepler, Galileu e Newton, encontrando na sua base a imagem medieval da natureza como criação de Deus, sendo considerada como absurda qualquer idéia de se pensar o mundo material independentemente de Deus.

Na Conferência de 1953, argumentou Heisenberg (1980, p.8-9) que trans-corridas algumas décadas do século XVII, a atitude do homem ante a natureza mudava radicalmente à medida que se investigavam os pormenores dos processos naturais.

Galileu isolou certos processos individuais que ocorrem na natureza e passou a descrevê-los e a explicá-los matematicamente. Newton caracterizou o mundo não simplesmente como a obra de Deus, compreensível em um conjunto único, mas propôs uma posição tal que o investigador ante a natureza considerasse a situação que Deus encontra-se muito distante da



# XVII

## Seminário Internacional de Educação no MERCOSUL



[www.unicruz.edu.br/mercosul](http://www.unicruz.edu.br/mercosul)

Terra, para poder tratar da natureza de modo independente do seu criador. A posição newtoniana propõe uma forma ou uma espécie religiosa de ateísmo como postura da ciência moderna.

No domínio científico, a natureza passou a ser considerada como independente de Deus e também do próprio homem. Surge daí o ideal de uma descrição ou explicação objetiva da natureza e assim para Newton o estudo de um objeto específico só adquire sentido quando for colocado em relação à totalidade do universo.

Os métodos da Mecânica Newtoniana posteriormente se firmaram à aplicação de campos cada vez mais vastos da natureza. Desta forma, por meio da experimentação foram isoladas partes determinadas do processo natural, a fim de serem observadas objetivamente e de se compreender sua regularidade. A seguir, estas relações foram formuladas matematicamente e estabelecidas leis de validade incondicionada em todo o universo.

Assim, no início do século XIX, conforme Asenjo e McIntosh (1971, p.2-3), mediante a utilização da técnica decorrente do desenvolvimento das Ciências Físicas (Mecânica, Óptica e Termologia), à condição de aplicação das forças da natureza, procurava-se alcançar uma visão unificada da natureza. A ciência e a técnica, com seus instrumentos e métodos próprios, desenvolveram-se e avançaram para campos mais remotos da natureza, ultrapassando fronteiras e abrangendo outros campos da experiência ordinária.

O aperfeiçoamento dos telescópios na Astronomia, permitindo o avanço para os espaços cósmicos; a explicação do comportamento dos elementos nas reações, na Química; as experiências com a máquina de indução e a pilha de Volta, na Eletricidade, se desenvolveram e produziram a alteração no significado da palavra *natureza* como objeto de pesquisa científica.

Assim, o significado primitivo de representação para a descrição da natureza, destinada a transmitir uma imagem viva e sensível da mesma, segundo Heisenberg (1980, p.10) adquiriu o sentido de descrição matemática desta, ou seja, de uma compilação de informações sobre as relações e as leis naturais, tanto quanto possíveis precisas, concisas e ao mesmo tempo compreensíveis.

No período dos séculos XVIII e XIX, a imagem da natureza aparecia como uma passagem no espaço e no tempo, sendo regulada por leis próprias e prescindida em sua descrição da presença humana e da sua intervenção. Na investigação dos fenômenos naturais permanecia a



# XVII

## Seminário Internacional de Educação no MERCOSUL



[www.unicruz.edu.br/mercosul](http://www.unicruz.edu.br/mercosul)

concepção da imutabilidade, da constância da matéria e da suscetibilidade ao movimento por efeito das forças ocorrentes.

Tratando dos problemas da filosofia natural, na busca de um entendimento unificado dos fenômenos da matéria, Heisenberg (1980, p.12) deparou-se com os conceitos filosóficos gregos opostos denominados *materialismo*, a partir da Teoria Atômica de Leucipo e Demócrito, e *idealismo*, decorrente da concepção de Platão que considerava as menores partículas dos elementos idênticas aos corpos regulares da geometria.

A concepção materialista deste período, constituída a partir da hipótese atômica grega e a antiga filosofia da natureza, resultou numa formação de imagem simplista da natureza, tendo os átomos como única realidade imutável, movendo-se no espaço e no tempo, produzindo fenômenos variados no mundo sensível.

Na segunda metade do século XIX, com o desenvolvimento da Eletrologia ocorreu uma ruptura na imagem estabelecida anteriormente, em que não mais a matéria, mas o campo de forças se impôs como realidade verdadeira e única. Segundo Heisenberg (Ibidem, p.12), as dificuldades da compreensão de como se davam à interação entre os campos de forças, sem que nenhuma substância material atuasse como suporte de tais forças introduziu um elemento novo de abstração não intuitivo na imagem anterior da natureza.

A descoberta da radioatividade e das partículas elementares constitutivas do átomo, como os elétrons, os prótons e mais tardiamente, os nêutrons, conduziu às conseqüências práticas relativas à alteração da imagem sobre a matéria. Estas partículas foram identificadas como os menores constituintes da matéria, sendo interpretadas como única realidade existente e objetiva. Neste período a transmutação dos elementos e a técnica atômica adquiriram grande importância.

A noção da realidade objetiva das partículas elementares e o problema da sua existência concebida no tempo e no espaço, para Heisenberg (Ibidem, p.14), careciam de outra apresentação, como se dá o comportamento de tais partículas pela sua ação recíproca e pela interação com quaisquer outros sistemas físicos, como, por exemplo, a interferência produzida por um instrumento de medida na análise de um determinado fenômeno.



# XVII

## Seminário Internacional de Educação no MERCOSUL



[www.unicruz.edu.br/mercosul](http://www.unicruz.edu.br/mercosul)

A representação matemática dos acontecimentos e fenômenos naturais passou a representar não mais o comportamento das partículas elementares, mas o conhecimento abstraído de tal comportamento.

A propagação da ciência e o processo evolutivo se devem ao aperfeiçoamento técnico dos instrumentos de observação. A técnica, segundo Heisenberg (1980, p. 15-16), ao mesmo tempo em que tem sido vista como condição prévia, tornou-se consequência da ciência.

A exploração técnica das forças da natureza deu-se pelo aprofundamento do conhecimento dos respectivos campos das experiências das ciências. A expansão e o desenvolvimento da técnica estão imbricados com os avanços da ciência da natureza, sendo recíprocas as influências entre ambas.

O desenvolvimento da técnica entre os séculos XVIII e XIX baseou-se no aperfeiçoamento dos processos mecânicos. Neste período era freqüente a reprodução mecânica das ações manuais, sendo considerada a forma da técnica aplicada como continuação e ampliação do antigo trabalho artesanal.

Com a introdução da máquina a vapor, o caráter da técnica não mudou em essência, mas sua expansão foi multiplicada, visto que as forças da natureza presentes no combustível carvão, foram disponibilizadas e incorporadas na rotina de trabalho do homem.

Na segunda metade do século XIX, com o desenvolvimento da eletrotécnica ocorreu uma transformação decisiva no caráter da técnica. Neste âmbito, as forças naturais passaram a ser objeto de exploração, sendo desconhecidas e incompreensíveis à experiência humana, pois estavam diretamente relacionadas às estruturas fundamentais da matéria. A explicação para novos conceitos da ciência, como a teoria dos campos de forças, apresentava-se ininteligível à razão humana.

A técnica associada à Eletrologia, como a estruturação e o funcionamento dos aparatos eletrotécnicos, desafiava a compreensão deste setor da natureza, ainda que fossem progressivamente incorporados à vida cotidiana do homem.

No final do século XIX e no período subsequente foi enorme o desenvolvimento das ciências da natureza e das técnicas associadas, sem qualquer comparação com épocas anteriores. A técnica atômica, por sua vez, consagrou a exploração de forças da natureza para as quais a experiência cotidiana não era acessível.



Assevera Heisenberg (Ibidem, p.17), contudo, que ainda que as técnicas modernas e os aparatos tecnológicos venham a ser incorporados e integrados ao mundo habitual do homem moderno, jamais se tornarão partes da *natureza*. Com a evolução dos usos dos aparelhos técnicos, estes poderão futuramente se tornar parte integrante do homem, do organismo humano, mas não propriamente da natureza circundante.

### 3. RESULTADOS E DISCUSSÕES

A influência da técnica na relação entre a natureza e o homem constitui-se numa marca desta época, de modo que o ambiente em que o homem vive submerso tem sido modificado em larga escala pelo uso técnico das forças da natureza, e o próprio homem tem sido colocado inevitavelmente ante a uma visão científica do mundo.

A pretensão da ciência, segundo Heisenberg (1980, p.19), é intervir eficazmente no cosmo inteiro, com um método que isola e ilumina cada fenômeno e que avança sistematicamente de uma para outra relação de fatos. De modo semelhante, a técnica avança para novos setores da natureza, transformando-a e imprimindo nela a forma da própria imagem do homem.

A técnica quase não é vista como o produto de um consciente esforço humano e consolidar seu poder material, mas como um processo biológico, cujas estruturas do organismo humano se transferem progressivamente para o meio ambiente, submetendo-o ao controle humano. Assim sendo, a compreensão da natureza na sua totalidade tornou-se a grande tarefa da ciência e a ampliação do poderio material do homem, o propósito geral do progresso técnico.

As profundas alterações ocorridas no ambiente e no modo de viver do homem sofreram na denominada *época da técnica*, produziram transformações no pensamento contemporâneo, localizando-se aí a origem das crises que atormentam o tempo presente e que se manifestam em outros setores, como na arte moderna.

Certamente, os homens de épocas mais remotas também foram conduzidos à reflexão crítica sobre o uso da técnica e das máquinas. Chuang Tse, citado por Heisenberg (Ibidem, p. 20) relata o encontro entre um andarilho e um velho agricultor, que trabalhava em sua horta com dificuldade, pois tinha que buscar água no poço distante e depois transportá-la em um vaso entre seus braços. Ao ver o cansaço e o pouco rendimento de tal empreitada, o andarilho referiu-se a um equipamento que faria render o trabalho realizado pelo idoso, que respondeu:



# XVII

## Seminário Internacional de Educação no MERCOSUL



[www.unicruz.edu.br/mercosul](http://www.unicruz.edu.br/mercosul)

Quando alguém usa uma máquina, faz todo o seu trabalho maquinalmente; quem faz maquinalmente todo o seu trabalho acaba por ter um coração de máquina, e quem tem no peito uma máquina por coração, perde a pureza da sua simplicidade, torna-se incerto nos movimentos do seu espírito; a incerteza nos movimentos do espírito é incompatível com o verdadeiro senso. Não é que eu não conheça tal coisa, mas envergonho-me de usá-la (HEISENBERG, 1980, p.21).

Nesta citação Heisenberg apresenta a característica da crise atual dada na descrição à condição humana da *incerteza nos movimentos do espírito*. Argumentou que a simplicidade de alma não se perdeu de todo, contudo ora manifestava-se mais fraca e ora mais forte, mas sempre se renovada.

A expansão da técnica não permitiu à humanidade a condição plena de adaptação à situação inteiramente nova e incomparável com outras épocas. As modificações ocorridas nos fundamentos da moderna ciência da natureza são apontadas como um sintoma das revoluções havidas nas bases da existência humana.

Assim, ao partir da situação da ciência moderna, Heisenberg (Ibidem, p.22) sentencia que “pela primeira vez no decurso da história, o homem está sozinho em frente de si próprio, que não encontra nem nenhum associado nem nenhum adversário”.

Antigamente, a luta do homem era contra os perigos exteriores, sofrendo ameaças como a dos animais ferozes, das doenças, da fome e das forças naturais, mas com a expansão da técnica foram ampliadas as possibilidades da vida humana. O homem necessitava encontrar a maneira de adaptar às leis próprias da natureza.

Apesar das estruturas do mundo transformado pelo homem através da técnica, como pelos utensílios manejados, alimentação processada mecanicamente ou alteração da paisagem natural pela presença humana, indicam que *o homem continua a encontrar-se sempre e somente a si próprio*.

Desta maneira, Heisenberg (Ibidem, p.23) na ciência, “o objeto de investigação não é a natureza em si mesma, mas a natureza subordinada à maneira humana de pôr o problema. Também neste domínio, o homem se encontra sozinho frente a si próprio”.

A grande tarefa que cabe à época atual é a de tornar familiar o novo quadro que se apresenta em todos os domínios da vida, a fim de que o homem encontre a *segurança nos movimentos do espírito*. Neste aspecto, indícios dos aspectos que se apresentaram no caminho





percorrido pelo homem foram dados pelas ciências exatas da natureza, e de modo particular, pela Teoria Quântica.

A Teoria Quântica, como um dos campos das Ciências Naturais, segundo Heisenberg (*Ordnung der Wirklichkeit*, 1984, p.222) pode representar objetivamente os fenômenos naturais observados através da linguagem e das fórmulas matemáticas e possibilitar a previsão clara de resultados das experimentações realizadas, eliminar a ocorrência de contradições lógicas e permitir avançar a outros domínios ainda não explorados da natureza..

O antigo modo de descrição da natureza, visto como meta indiscutível das ciências exatas até o início do século XX foi substituída na moderna Física Atômica pela possibilidade de expressar mais adequadamente os fenômenos acontecidos, sendo caracterizado como outro sintoma da crise da contemporaneidade.

No domínio das Ciências Exatas convém lembrar, no que se refere aos resultados em setores demarcados, as soluções são pretensamente definitivas, pois encontram respostas válidas segundo as leis baseadas em conceitos físicos e nas conseqüências matemáticas que delas podem ser extraídas, como foram verificadas pela Mecânica Newtoniana e pela Eletrologia.

As delimitações dos campos das experiências partem da pressuposição que cada campo das ciências traz a possibilidade de se compreender a natureza dentro de limites próprios. O conhecimento da natureza elaborado desde as épocas anteriores, formulados matematicamente teria aplicações em cada época específica estando vinculadas a um contexto próprio.

Assim, parece haver uma qualidade de temporalidade do conhecimento científico, não sendo mais possível objetivar os processos naturais, mas as relações do homem com a natureza. Neste âmbito, ao se tratar da imagem da natureza na *época da técnica*, se tratará de fato da imagem decorrente à relação do homem com a natureza.

#### **4. CONSIDERAÇÕES FINAIS**

O objetivo da ciência associa-se ao homem, aos seres vivos e a natureza, deixando a ciência de ocupar a posição de expectadora frente à natureza, para ser parte da interação entre o homem e a natureza.



# XVII

## Seminário Internacional de Educação no MERCOSUL



[www.unicruz.edu.br/mercosul](http://www.unicruz.edu.br/mercosul)

O método científico, que consiste de abstrair, explicar e ordenar os fenômenos passou a incorporar a compreensão que a intervenção humana provoca alterações no ato da observação, de modo que não seja possível separar método e objetivo. Logo, conclui Heisenberg (1980, p.28), que a imagem científica do universo deixa assim de ser uma verdadeira imagem da natureza.

A imagem da natureza derivada da concepção determinista não se ajustou a Física Atômica, pois esta ciência admite certas irregularidades nos detalhes da ocorrência dos processos conjuntos, de modo que ao se utilizar conceitos referentes ao comportamento de dado conjunto, não se enfatiza os detalhes dos processos individuais.

Assim, generalizou-se a idéia que as qualidades sensíveis da matéria seriam produzidas indiretamente pela posição e movimento dos átomos individualmente, resultando em determinado acontecimento. Os fenômenos percebidos pelos sentidos, devido à ação conjunta dos processos individuais dos átomos, segundo Heisenberg (Ibidem, p.32) poderia levar a pensar que as leis da natureza seriam leis estatísticas.

Desta maneira, estas leis conduziram a proposições com alto grau de probabilidade e ainda que fossem teoricamente admitidas exceções, poderiam ser compreendidas com certo grau de certeza. Ao considerar-se que os processos naturais poderiam ser determinados por leis estatísticas, ou ainda por processos entrópicos, sem nenhuma ordem, ficou demonstrado que os sistemas físicos apenas podem ser conhecidos incompletamente.

A aplicação das leis estatísticas atingiu a sua forma mais definitiva a partir da Mecânica Estatística, através do estudo das conseqüências que podem ser extraídas do conhecimento imperfeito de um determinado sistema mecânico complexo. Os trabalhos de Boltzmann e Gibbs relacionados à temperatura foram fundamentais para a adequada formulação matemática dos dados incompletos de determinado conhecimento.

O princípio do determinismo vigorou até a introdução da Teoria Quântica de Planck, que levantou questões gerais não só concernentes aos problemas estritamente físicos, mas também aos relacionados ao método das Ciências Exatas e à natureza da matéria.

Assim sendo, na Conferência de 1953 foi abordada a questão que a técnica não pode ser causa da condição crítica dos tempos modernos e que o desenvolvimento dos instrumentos técnicos, ainda que tenha permitido a prosperidade do gênero humano, não



corresponde a uma solução às necessidades do homem. Desta forma, ainda permanece a questão colocada por Heisenberg, teria o *homem se encontrado consigo mesmo?*

Heisenberg, enfim, procurou compreender as vinculações da ciência e da técnica modernas na formação da imagem da natureza e da sua relação com as questões mais gerais e do impacto da moderna física atômica ao lançar nova luz aos problemas filosóficos, éticos e políticos.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ASENJO, Onofre Rojo & McINTOSH, Harold J. *Física Cuantica*. México: Ed. Evau Chesneau (OEA), 1971.

HEIDEGGER, Martin. A Questão da Técnica (Die Frage nach dem Technik in Vörtrage und Aufsätze, GA7) in *Ensaio e Conferências*. Tradução: E.C.Leão, G.Fogel e M.S.A. Schuback. Petrópolis: 2006.

\_\_\_\_\_. *Zu Ernst Jünger Der Arbeiter* (GA90). Ed. Klostermann. Frankfurt:2004.

\_\_\_\_\_. *A Imagem da Natureza na Física Moderna*. (Das Naturbild der heutigen Physik/1954,). Tradução J.I. Mexia de Brito. Lisboa: Ed. Livros do Brasil, 1980.

\_\_\_\_\_. *A Parte e o Todo*. (Der Teil und das Ganze, Gespräche im Umkreis der Atomphysik).Rio de Janeiro: Ed.Contraponto,1996.

\_\_\_\_\_. *Física e Filosofia* (Physics and Philosophy. The Revolution in Modern Science) Brasília: Ed.UnB,1998.

\_\_\_\_\_. *Les Principes Physiques de la Théorie des Quanta*. Prefácio: Louis de Broglie. Tradução: Mm. B.Champion e E. Hochard. Ed. Gauthier-Villars et Cop. Paris/França: 1932.

\_\_\_\_\_. *Problemas da Física Moderna*. (Die Plancksche Entdeckung und die philosophischen Probleme der Atomphysik). Tradução: Gita K. Guinsburg.São Paulo: Ed.Perspectiva, 2006.

\_\_\_\_\_. *Ordung der Wirklichkeit* in *Gesammelte Werke von Werner Heisenberg*. Allgemeinverständliche Schriften. Band 1. Physik und Erkenntnis 1927-1955. Walter Blum (org.). R.Piper GmbH & Co. KG Verlag. München/Zürich, 1984.