

IMPLICAÇÕES DA RELATIVIDADE E DA FÍSICA QUÂNTICA NA CONSTITUIÇÃO DE UMA NOVA IMAGEM DO MUNDO

Luiz Felipe P. SERPA

UFBa

RESUMO

Usando como ponto de partida a seguinte afirmação de um físico, "A relatividade elimina a ilusão newtoniana do espaço e tempo absolutos; a teoria quântica elimina o sonho newtoniano de um processo mensurável controlável, e o caos elimina a fantasia laplaciana da predicibilidade determinista", fazemos uma análise histórica do tempo-espaço, observador-observável e predicibilidade determinista.

Concluimos a favor da emergência de uma nova ciência, cuja base poderá ser historicidade e não o logicismo, a razão histórica e não o racionalismo lógico.

ABSTRACT

Using as a starting point the following affirmation by a physicist, "Relativity eliminated the Newtonian illusion of absolute space and time; quantum theory eliminated the Newtonian dream of a controllable measurable process, and chaos eliminates the

Laplacian fantasy of deterministic predictability”, we made an historical analysis of scientific production in relation to the questions of time-space, observer-observable and deterministic predictability.

We concluded in favor of the emergence of a new science whose basis will be historicity and not logicity, historical reason and not logical rationalism.

Partiremos da análise da afirmativa de um físico (Gleick, James, 1987, pág. 6) abaixo transcrita:

A relatividade eliminou a ilusão newtoniana do espaço e do tempo absolutos; a teoria quântica eliminou o sonho newtoniano de um processo mensuravelmente controlado; e o caos elimina a fantasia laplaciana da previsibilidade determinista.¹

A análise do significado dessa afirmativa necessariamente nos conduz a explicitar o processo histórico da formação da ciência, ou seja, o modo de produção do conhecimento científico.

Somente com a compreensão do modo de produção do conhecimento científico, poderemos entender os significados da “... ilusão newtoniana do espaço e do tempo absolutos”, do “... sonho newtoniano de um processo mensuravelmente controlado” e da “... fantasia laplaciana da previsibilidade determinista”. Então, avaliaremos os significados da teoria da relatividade, da teoria quântica e da teoria dos caos.

Apresentaremos, em primeiro lugar, o processo histórico, nos seus marcos essenciais, do desenvolvimento do modo de produção do conhecimento científico. Em seguida, discutiremos os significados do espaço e do tempo absolutos, do processo mensuravelmente controlado e da previsibilidade determinista, para finalizarmos mostrando que os significados das teorias da relatividade, quântica e do caos apontam para uma superação do modo de produção do conhecimento científico, ou seja, criam a perspectiva histórica de uma nova ciência.

O MODO DE PRODUÇÃO DO CONHECIMENTO CIENTÍFICO

Para compreendermos as bases do modo de produção do conhecimento científico precisamos explicitar em que consistiam as bases do modo de produção do conhecimento na sociedade feudal.

O modo de produção do conhecimento na sociedade feudal estava na essência e na qualidade. Conhecer um objeto significava explicitar a sua essência, a partir de observações sobre as suas qualidades.

Assim, qualquer teoria necessariamente selecionava um certo número de elementos fundamentais, a partir dos quais, observando-se as qualidades do objeto, poderíamos explicitar a sua essência. Por exemplo, a teoria do movimento dos corpos terrestres partia de quatro elementos fundamentais terra, fogo, ar e água - a partir dos quais, observando-se o movimento do objeto, determinava-se a sua essência.

Esse modo de produção do conhecimento gerou um processo cuja relação homem-natureza era contemplativa, e a ciência produzida era fundamentalmente hierarquizada. No caso da teoria do movimento, o espaço era hierarquizado, desde a imperfeição dos corpos terrestres até a harmonia dos corpos celestes. Todas as explicações necessitavam do conceito de lugar natural.

No século XVII, as bases da produção do conhecimento na sociedade feudal - essência e qualidade - não eram mais consistentes com as necessidades do processo de produção de conhecimento ligadas à astronomia e aos fenômenos físicos, áreas relevantes para o expansionismo europeu, desde o século XV.

Os conceitos teológicos e teleológicos subjacentes às bases do modo de produção do conhecimento na sociedade feudal - lugar natural, hierarquia entre o céu e a terra, fixismo - também não eram compatíveis com a dinâmica das transformações estruturais que começavam a se processar com o mercantilismo, as grandes navegações e a descoberta e a colonização do Novo Mundo.

Assim, pela própria dinâmica do processo histórico, gestava-se um momento de síntese, de ruptura com as bases do modo de produção do conhecimento na sociedade feudal.

Nesse processo, os pré-galileanos já haviam desenvolvido a teoria do ímpeto para analisar o movimento de projeteis; surgiram teorias que não se ajustavam com as bases do modo de produção do conhecimento na sociedade feudal, como, por exemplo, a teoria de Copérnico.

Foi a produção e o uso de um instrumento, o telescópio, que possibilitou Galileu fazer as observações que fundamentaram uma nova síntese e proporcionou novas bases para o processo de produção do conhecimento, inaugurando a ciência moderna. O próprio telescópio significou a ruptura com as bases do modo de produção do conhecimento na sociedade feudal, através dos trabalhos de Galileu no século XVII.

As novas bases explicitadas por Galileu são as relações do objeto com o contexto e a quantidade. Então, conhecer alguma coisa não era mais conhecer a sua essência, e sim, as suas relações com o contexto, através de observações quantitativas.

Assim, as novas bases do modo de produção do conhecimento-relação e quantidade-necessariamente interligavam as estruturas matemáticas com a natureza.

Subjacente a esse novo processo de produção do conhecimento científico, pela necessidade de manipular o contexto para realizar observações quantitativas, o caráter da produção da nova ciência exigia uma relação homem-natureza manipulativa.

Passou-se da contemplação para a manipulação, da hierarquia para a relatividade, da separação entre estruturas matemáticas e natureza para a união; enfim, submeteu-se o mundo empírico à razão, ao contrário do conhecimento medieval.

A partir desse momento de ruptura, todo o processo de produção da nova ciência foi direcionado por esses critérios do novo modo de produção. Primeiro na astronomia e nas ciências físicas. A primeira realização completa dessa nova ciência, que uniu a astronomia a uma teoria mecânica, foi concretizada por Newton. O determinismo

mecanicista se instalou como concepção, em face do sucesso preditivo da mecânica newtoniana.

O racionalismo se explicitou claramente com Descartes e essas concepções dominaram os séculos XVII e XVIII.

No entanto, em todo esse período, esse novo modo de produção não conseguiu comandar o conhecimento sobre a vida em todos os seus aspectos: orgânico, social e individual. Permaneceram as bases do modo de produção de conhecimento da sociedade feudal na comunidade dos naturalistas e dos humanistas, apesar da grande penetração do determinismo mecanicista no pensamento dominante desse período.

A penetração das bases desse novo modo de produção do conhecimento caracterizar-se-á pela passagem da hierarquia para a relatividade, da contemplação para a manipulação, o que exigiria a relativização do homem em relação aos outros animais e a mudança do fixismo para a transformação, o movimento. Esses foram os pontos fundamentais que bloquearam durante dois séculos a afirmação histórica das bases do modo de produção da nova ciência às áreas do conhecimento sobre a vida. Foram necessárias as revoluções industrial e francesa para que a revolução científica se completasse historicamente em todas as áreas do conhecimento no século XIX.

É exatamente nesse século que o mecanicismo determinista sofreu seus primeiros abalos.

Primeiro, no interior da própria física, com o surgimento da teoria eletromagnética de Maxwell e a teoria termodinâmica, as quais supunham transformações das relações de origem não mecânica, isto é, de origem não espaço-temporais. Essas teorias físicas do século XIX vão produzir a crise da física clássica nos fins daquele século (radiação do corpo negro e a questão do éter), a qual é superada no século XX com as teorias da relatividade e a física quântica.

Também na história natural, com a síntese de Darwin, o mecanicismo determinista foi questionado. Essa síntese rompeu com a hierarquia presente no conhecimento sobre a vida e com o fixismo. As bases do novo modo de produção do conhecimento biológico são

as relações dos organismos entre si e com o meio ambiente, as observações quantitativas e o transformacionismo permanente das relações (evolucionismo).

Assim, as bases do novo modo de produção do conhecimento biológico foram enriquecidas em relação às bases do modo de produção do conhecimento físico, com a introdução da transformação permanente das relações biológicas de natureza não espaço-temporais. O mecanicismo determinista tem sua própria negação, de forma objetiva.

Darwin, ao assumir como fundamental as relações entre os seres vivos e entre estes e o meio ambiente, introduziu ainda a concepção de que estas relações estavam em permanente transformação num processo evolutivo, negando assim a fixidez dos organismos e sua hierarquia, teoria dominante na época em história natural. O processo evolutivo baseou-se na contradição entre invariância e transformação, através da herança e da adaptação.

Em síntese, as ciências dos seres vivos superou o mecanicismo determinista e projetou um modo de produção do conhecimento nas ciências biológicas, mais rico e mais complexo do que aquele da revolução científica galileana, concretizada com a teoria newtoniana.

Nesse mesmo século, o conhecimento sobre o homem, até então baseado na consciência através do discurso da filosofia, da moral e da ética, foi estruturado com base em um novo modo de produção do conhecimento científico, por intermédio de Freud, na elaboração da relação fundamental inconsciente-consciente.

Com essa relação fundamental, as bases do modo de produção do conhecimento sobre o homem passaram a ser a relação inconsciente-consciente e as múltiplas relações derivadas, bem como a dinâmica das transformações dessas relações; inclusive, enriqueceu-se essa base do modo de produção do conhecimento sobre o homem pela concepção da historicidade dessas relações, no movimento permanente da relação fundamental inconsciente-consciente.

Em síntese, Freud elaborou novas bases do modo de produção do conhecimento sobre o homem, formulando um processo de produção do conhecimento consistente com a revolução científica galileana e mais rica do que as bases dos modos de produção do conhecimento físico e biológico, pois a historicidade fazia parte dessa nova base do modo de produção, incluindo-se a contradição da relação fundamental inconsciente-consciente. Assim a nova ciência do homem superou o determinismo mecanista, pois as transformações, além de não dependerem somente de mudanças espaço-temporais, continham a contradição e, conseqüentemente, a historicidade.

Marx e Engels, ainda no século XIX e no domínio do social, negaram o determinismo mecanicista em seus fundamentos, pela introdução da historicidade no interior das transformações espaço-temporais, como base fundamental para o novo modo de produção do conhecimento científico.

A historicidade - base para o novo modo de produção do conhecimento em Marx e Engels-rompeu com o caráter absoluto do espaço-tempo, uma característica aristotélica mantida na nova ciência até a elaboração de Marx e Engels. Essa elaboração pensou as relações e suas transformações, a partir das condições materiais concretas. Conceberam-se essas relações com desenvolvimentos desiguais e cada uma delas contendo a contradição. A historicidade foi conceituada como a determinação das transformações espaço-temporais e do próprio espaço-tempo, pelo conjunto das relações contraditórias e de desenvolvimentos desiguais determinadas pelas condições materiais objetivas. Então, a Historicidade, como base para o modo de produção da nova ciência, passou a determinar o próprio espaço-tempo, locus das transformações do determinismo mecanicista.

Nessa nova ciência, o espaço e o tempo não são separáveis e não são absolutos: passado e futuro são determinados pela rede de relações contraditórias e de desenvolvimentos desiguais. O diacronismo da história passou a ser condição básica do novo modo de produção do conhecimento científico, pois está presente no sincronismo dos cortes estruturais do processo de produção do conhecimento da nova ciência. Nesse sentido, a história é a ciência

fundamental, como afirmaram Marx e Engels em “A Ideologia Alemã”: “ Conhecemos apenas uma ciência, a ciência da história. A história pode ser considerada de dois lados, dividida em história da natureza e história dos homens, no entretanto, estes dois aspectos são se podem separar; enquanto existirem homens, a história da natureza e a história dos homens condicionam-se mutuamente”.

Em síntese, as bases de modo de produção do conhecimento da nova ciência da sociedade atingiram a essência do determinismo mecanicista, ou seja, o absolutismo do espaço e do tempo e as transformações espaço-temporais, os quais só foram questionados e superados no modo de produção do conhecimento das ciências físicas no século XX, com a teoria da relatividade de Einstein.

Com essa compreensão do modo de produção do conhecimento científico moderno podemos agora discutir os significados do espaço-tempo absolutos e separáveis, do processo mensuravelmente controlado e da previsibilidade determinista.

OS FUNDAMENTOS DA CIÊNCIA MODERNA CLÁSSICA E SEUS SIGNIFICADOS

As bases do modo de produção da ciência moderna são a relação e a quantidade. Assim, associou-se a estrutura matemática com o objeto do conhecimento, considerando-se que a Matemática é a ciência das relações.

Em conseqüência, os fundamentos da ciência moderna clássica se estabeleceram:

a) Espaço e tempo separáveis, absolutos, homogêneos e infinito;

b) Separação entre observador e observável, possibilitando medidas controladas sobre o observável;

c) Privilégio para as relações causais, a fim de permitir que a ciência fizesse previsões deterministas sobre o comportamento do observável. São esses fundamentos que a afirmação do físico

denominou “ilusão” (espaço e tempo absolutos) “sonho” (medidas controladas) e “fantasia” (previsão determinista).

Vejamos o significado desses fundamentos para a ciência moderna clássica.

a) Espaço e tempo

A revolução científica do século XVII assumiu a herança aristotélica do espaço e do tempo absolutos, apesar de tê-los modificado radicalmente. Da concepção aristotélica de estratificação do espaço-tempo, através da hierarquia entre o céu e a terra, passou-se para a homogeneização do espaço-tempo, através da relativização do movimento, e da concepção de finitude passou-se ao infinito.

Assim, o que permaneceu da ciência aristotélica foi o espaço e o tempo separados e absolutos, onde as relações invariantes, segundo a transformação de Galileu, definiam os referenciais inerciais. As leis do movimento eram invariantes em relação a esses referenciais.

A invariância das relações era examinada somente em relação à transformação de Galileu. O espaço era absoluto, infinito, homogêneo e o “locus” das relações. O movimento era considerado somente em relação à mudança de posição dos corpos materiais no espaço. O tempo era absoluto e escoava como uma substância.

A manutenção da concepção aristotélica de espaço e tempo separáveis e absolutos está correlacionada com o fato da ciência moderna ter surgido em um momento histórico onde as questões astronômicas e a produção de artefatos para a navegação eram determinantes do seu desenvolvimento. Assim, fenômenos astronômicos e mecânicos produziram a concepção de que as únicas transformações relevantes eram de natureza espaço-temporal. A relatividade do movimento constituiu elaboração fundamental, através da transformação de Galileu.

Foi Newton que concretizou em seus Principia a “ilusão” do espaço e tempo absolutos e separáveis, adotando a transformação de Galileu como base para definir referenciais equivalentes.

A teoria Newtoniana predominou durante os séculos XVIII e metade do XIX; em consequência, o Universo foi concebido como um relógio, onde todas as suas peças se movimentavam de forma causal e determinista.

Estabeleceu-se uma concepção mecânica determinista do universo e enfatizou-se a medida (quantidade), como a base do conhecimento. Dessa forma, à “ilusão” newtoniana de espaço e tempo absolutos e separáveis associou-se o “sonho” de um processo mensuravelmente controlado e a “fantasia” laplaciana da previsibilidade determinista.

É na segunda metade do século XIX que essa “ilusão” começou a sofrer seus primeiros testes, com o surgimento das transformações eletromagnéticas elaboradas por Maxwell; no entanto, essa “ilusão” era tão real, que os físicos criaram o “éter” para manter a concepção do espaço e do tempo absolutos e separáveis.

A concepção aristotélica de espaço e tempo absolutos e separáveis teve que esperar ainda meio século para ser superada pela concepção elaborada pela teoria da relatividade.

A superação da concepção aristotélica de espaço e tempo absolutos e separáveis, vigente até então, não afetou o “sonho” de um processo mensuravelmente controlado e a “fantasia” laplaciana da previsibilidade determinista, o que demonstra a independência desses fundamentos da ciência moderna clássica.

A superação do “sonho” newtoniano de um processo mensuravelmente controlado inaugurou o que denominamos ciência moderna quântica, cujo fundamento é o da inseparabilidade do observador e do observável.

Somente nesse século, nas últimas décadas, a “fantasia” laplaciana da previsibilidade determinista vem a ser superada através da teoria do caos, uma ciência do processo e não do estado, do tornar-se e não do ser, envolvendo assim a matéria em permanente transformação.

Considerando que a superação da “ilusão” newtoniana do espaço e tempo absolutos e separáveis não constitui uma superação

do “sonho” newtoniano de um processo mensuravelmente controlado e nem a superação da “fantasia” laplaciana da previsibilidade determinista, podemos inferir que essas superações apontam para uma concepção de espaço-tempo que transcende aquela das teorias da relatividade (espaço e geral).

b) Observador-observável

O “sonho” newtoniano de um processo mensuravelmente controlado tem como base a separação do observador e do observável, ou seja, a possibilidade de que a manipulação do observável e a interação entre observador e observável não modifiquem os valores medidos das grandezas observadas.

Essa separação permitiu o desenvolvimento de teorias cujos símbolos tinham uma correspondência biunívoca com operações e manipulações das grandezas a serem medidas.

Por exemplo, o símbolo aceleração da teoria newtoniana do movimento tem uma correspondência biunívoca com manipulações da grandeza a ser medida. De fato, conceituamos aceleração como a variação da velocidade do corpo em movimento dividido pelo intervalo de tempo entre os dois valores da velocidade. Obviamente, essa conceituação corresponde a se medir três posições consecutivas do corpo em movimento, calcularmos as velocidades do movimento entre dois pontos consecutivos e então, determinarmos a aceleração com os valores das duas velocidades.

É verdade que em nenhuma medida singular de uma grandeza, seu valor correspondente indica que o observador pode ser separado do observável. Ao contrário, o ato de manipular necessariamente exige uma interação do observador com o observável.

O que a ciência clássica supõe é que essa interação não modifica significativamente o valor da grandeza medida, isto é, a interação não afeta o observável.

Por exemplo, o ato de fotografar uma partícula não modifica o comportamento cinemático da mesma, isto é, o que ocorre durante o tempo de interação flash-partícula não modifica o comportamento da partícula.

Sabemos que no momento da fotografia incide luz sobre a partícula. Independentemente do modelo que se utilize para a luz, esta transfere uma quantidade de movimento à partícula. Assim, a separação entre observador e observável está limitada aos casos em que a transferência da quantidade de movimento é muito pequena em relação à quantidade de movimento da partícula e, conseqüentemente, a perturbação sobre o movimento da partícula não é significativa.

Os fenômenos atômicos colocaram em questão a separabilidade observador-observável, pois a perturbação envolvida no ato da medida não pode deixar de ser considerada e se dilui a separabilidade suposta entre observador e observável.

Nessas condições, a ciência moderna clássica é superada e dá lugar à ciência moderna quântica.

c) Causalidade e previsibilidade Determinista

A “fantasia” laplaciana da previsibilidade determinista estava baseada nas relações causais da teoria newtoniana.

Essa “fantasia” explicitava-se na concepção de Laplace, que afirmava: se pudesse conhecer a posição e o estado de movimento de todas as partículas do Universo em um dado instante de tempo e as interações de todas as partículas, saberíamos o passado e o futuro do Universo, os quais eram simétricos. Seria a morte da História.

Toda a ciência clássica moderna se desenvolveu com essa concepção. Se não podíamos determinar o passado e o futuro do Universo não era por uma impossibilidade fundamental, mas sim pela impossibilidade de termos todas as informações necessárias sobre um sistema de muitas partículas. Assim, o uso da linguagem estatística e probabilística era uma contingência e não uma razão essencial.

A não separabilidade do observador e do observável nos fenômenos atômicos colocou em questão a previsibilidade determinista, introduzindo a questão probabilística como uma razão essencial, e não como devido à contingência de um sistema de muitas partículas, no caso do micro-universo.

Por outro lado, a teoria termodinâmica, através da sua segunda lei, referente à entropia, introduziu a questão de ordem/desordem como fundamental no sentido dos processo da natureza.

A ciência clássica moderna manteve a abordagem causal através da aproximação linear; assim, todas as relações não-lineares, onde não vale o princípio da superposição, eram estudadas pela aproximação linear, procurando-se determinar as modificações devidas a termos não lineares das relações. Supunha-se que pequenas variações nas condições iniciais provocassem pequenas variações no processo.

Nos últimos vinte anos vem se desenvolvendo a teoria do caos, graças à aplicação de métodos computacionais a problemas clássicos, Sistemas simples, como a roda d'água, o pêndulo simples, o crescimento de populações dão lugar a comportamento complexos, enquanto sistemas complexos dão lugar a comportamentos simples. O caos é uma ciência que se aproxima da concepção do materialismo histórico, pois envolve a matéria em permanente transformação.

Com essa ciência, completa-se o ciclo do questionamento à "fantasia" laplaciana da previsibilidade determinista; reabilita-se a História, pois ordem e desordem passam a fazer parte do mesmo processo, o qual é sensível às condições iniciais, o que implica na não validade da aproximação linear.

CONCLUSÃO: UMA NOVA CIÊNCIA?

Como vimos, os fundamentos da ciência moderna clássica foram superados ao longo do processo histórico de desenvolvimento do conhecimento científico.

As teorias da relatividade, restrita e geral, superaram a concepção aristotélica de espaço e tempo separáveis e absolutos.

Por essas teorias o espaço-tempo é relativo e determinado pela distribuição dos corpos materiais e pelo estado de movimento do observador. Somente o movimento é absoluto e tem uma referência, a velocidade da luz.

A teoria quântica superou a questão da separabilidade do observador e observável, necessária para a obtenção de um processo mensuravelmente controlado. A teoria quântica aponta para a unidade dos contrários observador-observável e para o caráter não local da realidade (Bell).

A teoria do caos superou a questão das relações causais, necessária para a obtenção da previsibilidade determinista. É a contradição da própria relação que indica o surgimento de contrários: ordem-desordem, simples-complexo, etc. No universo, os processos não são lineares e o modo de nossa ciência abordar os processos pela linearidade se mostrou superável, pois os processos no Universo são sensíveis às condições iniciais e, em essência, são não lineares.

Uma nova ciência, de processos não lineares e que considere o caráter não local da realidade, terá uma relação homem-natureza não contemplativa e não manipulativa. Será uma relação de integridade, onde homem e natureza não se opõem e sim se estendem reciprocamente. A tese e a antítese serão superadas, tais como causalidade-chance, relação-essência, observador-observável e qualidade-quantidade.

A base para essa nova ciência é a historicidade, entendida como a determinação do espaço-tempo pela distribuição dos corpos materiais, pelo seu estado de movimento e pela totalidade das relações não lineares de desenvolvimentos desiguais, onde cada uma das relações contém a contradição.

Como afirmava Marx: "A percepção dos sentidos (ver Feuerbach) deve ser a base de toda ciência somente quando a ciência parte da percepção dos sentidos na forma dual de consciência sensorial e necessidade sensorial-isto é, somente quando a ciência parte da natureza - é uma ciência real. O todo da história é uma preparação, um desenvolvimento, para o "homem" tornar-se o objeto da consciência sensorial e para as necessidades do "homem como

homem” tornarem-se necessidades sensoriais. A História é, em si, uma parte real da história natural e do homem como parte da natureza. Ciência natural em algum momento subsumirá a ciência do homem tal como ciência do homem subsumirá a ciência natural: existirá uma única ciência. (In Colleti, Lucio, *Early Writings Marx*, p. 355 - *Economic and Philosophical Manuscripts*)”

Esta nova ciência basear-se-á no pensamento ecológico, onde o todo está na parte, onde a essência está na relação, e será a expressão de um novo homem e de uma nova sociedade, que serão determinados historicamente pela superação do ter.