

As mesmas partículas nunca são observadas duas vezes, assim como Heráclito disse acerca do rio. Não podemos marcar um elétron — “pintá-lo de vermelho” — e não podemos apenas isso, não podemos concebê-lo como marcado, pois de outro modo seriam obtidos resultados falsos pela contagem incorreta.

Essa afirmação introduz a idéia de que não conhecemos do real senão o que nele introduzimos, ou seja, senão nossa intervenção nele, caracterizando, portanto, uma intervenção estrutural do sujeito no objeto observado.

Para Richard Olson (1987), o Princípio da Incerteza ou da Indeterminância é tão importante quanto a teoria da relatividade de Einstein, trazendo luz e esperança àqueles que acreditavam num universo materialista e determinista como sendo algo insuportável e sem valor. Segundo esse autor, esse princípio desafiou a importante noção de causa e efeito que se constituía num dos pilares da ciência clássica e do pensamento teológico e social tradicional, fragilizando, inclusive, o argumento determinista em todos os campos da ciência, dando um novo suporte às especulações sobre o livre-arbítrio.

Para Olson (1987), fundamentado nos trabalhos de Heisenberg, a nossa incerteza é o resultado de nossa ignorância em relação à natureza física das técnicas de medição. Para medir ou observar um evento, o observador perturba a situação, interferindo no estudo que está sendo realizado. Exemplifica dizendo que, ao medir a posição de uma partícula, o observador inevitavelmente muda sua velocidade, ou seja, no momento da observação ou da medição, elétrons previamente inobservados, que são tanto onda como partículas, tornam-se onda ou partícula. Algo ocorre no processo de observação que provoca um colapso na função onda, segundo Danah Zohar (1994).

E mais, a medição ou observação parece influenciar de forma inesperada qual o aspecto de sua natureza que o fóton decidirá exibir. Portanto, a distinção entre sujeito e objeto é muito mais complexa do que se imaginava anteriormente. Ela não possui um contorno rígido, dicotômico, e sim deve ser vista como um *continuum*.

Para Lukacs (1987), na mecânica quântica, o ato de observação altera a natureza do objeto, especialmente quando os números atômicos são muito pequenos. Citando Heisenberg, o autor afirma que “a física quântica não permite uma descrição completamente objetiva da natureza... nem como isto na realidade acontece... pois não podemos falar muito do comportamento de uma partícula independentemente do seu processo de observação” (Lukacs 1987, p. 257).

Para Zohar (1994), não apenas a observação provoca um colapso na função onda, colaborando para a construção do mundo, mas também a forma ou o modo que escolhemos para observar a realidade quântica determina parcialmente o que veremos. Isso porque a função de onda quântica contém muitas possibilidades e depende de nós qual delas será realizada. Tal fato contraria a suposição da física clássica que afirma que podemos descrever o mundo sem falar sobre Deus ou sobre nós mesmos, não podendo desconsiderar o fato de que a ciência é feita pelo homem e é impossível a separação entre o mundo e eu.

Outro aspecto importante decorrente da integração sujeito-objeto e do processo de observação é a dependência do ser em relação ao seu ambiente geral, ou seja o contextualismo. Segundo Ilya Prigogine, citado por Zohar (1994), a realidade só será revelada ao indivíduo através de uma construção ativa na qual ele participa. Isso tem sérias implicações educacionais como veremos mais adiante.

Além da ilusória natureza do ideal de objetividade e do fato de que não há nenhuma certeza científica, pois o rigor do nosso conhecimento é limitado, Lukacs (1987) resumiu o pensamento de Heisenberg em várias proposições, dentre elas o reconhecimento da ilusória natureza das definições; os cientistas, pelo hábito de nomear as coisas, continuam propondo novos termos, acreditando que, uma vez nomeado ou definido algo, nós “obtemos a coisa em si”.

Segundo Lukacs (1987), para Heisenberg, as definições possuem um valor limitado, mesmo no mundo da matéria. Isso porque as palavras que no passado foram interpostas entre nós e o mundo, tempos depois, passaram a requerer novas explicações, novos significados, pelo fato de não sabermos quanto tempo certas definições irão ou não nos ajudar a compreender o nosso mundo. Como exemplos, o autor cita os termos “existência”, “tempo e espaço”, “posição e velocidade” de um elétron; termos que, por um período de tempo, pareceram perfeitamente bem definidos. No entanto, tempos depois, essas definições já não estavam corretas em relação ao Princípio da Incerteza.

Entre outras proposições, Lukacs (1987) destaca o reconhecimento da ilusória natureza da verdade factual e o surgimento de um antigo princípio que reconhece a mudança como um componente essencial da natureza. Com base na compreensão da impossibilidade de determinar a exata posição e a exata velocidade da partícula atômica, conseqüentemente, uma unidade básica da matéria não existe, não é mensurável, não é averiguável. De acordo com

a física atual, nunca podemos esperar ver um átomo ou um elétron estáticos, pois eles não existem como fatos imutáveis. Nós só poderemos observar os traços de seus movimentos.

Segundo a teoria da relatividade, a matéria é transmutável, o que certamente implica a impossibilidade de distinção entre o que é orgânico e o que é inorgânico, animado e inanimado, existindo apenas um tipo de matéria em diferentes condições estacionárias.

Uma outra proposição decorrente do Princípio da Incerteza refere-se ao "colapso do conceito mecânico de causalidade" (Lukacs 1987, p. 258). Lukacs afirma que, através da história, a causa é mais do que *causa efficiens*, e a lógica estreita da causalidade mecânica levou a um sistema determinista que tem prejudicado nossa compreensão da história em sua realidade. E agora nem mesmo na física esse tipo de causalidade é aplicável. Isso é inadequado, além de fundamental e intrinsecamente indemonstrável.

Para Lukacs (1987), não há maneira de esboçar o processo atômico em categorias de espaço-tempo e causalidade, tendo em vista a multiplicidade do complexo de causas que aparece no relacionamento do mundo físico. Também esclareceu que a física quântica trouxe de volta o "conceito de potencialidade e tendências", redescobrimo-o após novas evidências, lembrando que foi Heráclito quem primeiro enfatizou que na realidade do mundo tudo se movimenta e que as mudanças imperecíveis renovam o mundo. Lukacs informa que a moderna física quântica descreve a energia como algo que se move "e que pode ser chamado de primeira causa de toda mudança e sua energia pode ser transformada em matéria, calor e luz" (Lukacs 1987, p. 260). Na física clássica, energia é uma quantidade física que se conserva para um sistema isolado (Omnés 1996).

Para Heisenberg (1987), quando falamos da temperatura do átomo, falamos de uma expectativa, uma tendência, uma possibilidade objetiva, uma potencialidade. O que acontece na realidade do evento atômico é que a função probabilística gerada pela observação não representa um curso de eventos num curso de tempo. Representa, sim, uma tendência para que os eventos ocorram.

Uma nova proposição da física quântica esclarece que fatos importantes podem não ter definições claras, mas, por outro lado, eles podem ser claramente definidos considerando suas conexões, e esses relacionamentos são de primeira importância, não como fatos isolados, mas por sua associação com outros fatos e outras matérias. E mais: os físicos modernos tendem a dividir o mundo não em diferentes grupos de objetos, mas em diferentes grupos de conexões.

Portanto, na realidade, o que temos no nível subatômico são padrões de probabilidade, ou seja, probabilidade de interconexões, em que as partículas subatômicas não possuem significado como entidades isoladas.

Um outro aspecto teórico importante que colaborou para a crise do paradigma newtoniano foi o avanço do conhecimento nos domínios da química e da biologia ocorrido nos últimos 30 anos. As investigações desenvolvidas pelo físico-químico Ilya Prigogine, prêmio Nobel de Química de 1977, por sua teoria das estruturas dissipativas e pelo princípio da ordem através das flutuações, vêm sendo de grande relevância para o desenvolvimento da ciência a partir da inclusão da *probabilidade* e da *irreversibilidade* nas leis da natureza, trazendo, assim, novas perspectivas.

Para Prigogine (1986), “estruturas dissipativas” ou dissipadoras são sistemas abertos, considerados complexos organizacionais sem equilíbrio, ou quase sem equilíbrio, e que caracterizam os sistemas vivos. Esses sistemas funcionam nas margens da estabilidade cuja evolução se explica por flutuações de energia que em determinados momentos desencadeiam, espontaneamente, reações. Estas, através de mecanismos não-lineares, pressionam o sistema para além de um limite máximo de estabilidade, conduzindo-o a um novo estado macroscópico. As instabilidades exigem um fluxo de energia; elas dissipam energia. Para Boaventura dos Santos (1988), há uma transformação irreversível e termodinâmica como resultado da interação de processos microscópicos, segundo uma lógica de auto-organização numa situação de não-equilíbrio.

Weber (1986, p. 225), traduzindo o pensamento de Prigogine, esclarece que para o cientista “os sistemas vivos podem, até certo ponto, escapar à entropia por sua capacidade de auto-organização e que neles uma ordem superior, não predizível pela entropia, pode surgir do caos”. Prigogine (1991) insiste em que essa ordem emerge por causa da entropia, não a despeito dela.

Os sistemas vivos, como complexos organizacionais abertos, refletem sua interação com o meio ambiente, com o qual as estruturas dissipativas estão trocando, constantemente, energia, mantendo assim um fluxo dinâmico e infundável. Por exemplo, uma semente, um óvulo, o ser humano e as sociedades são sistemas abertos. Desta forma, ocorrem mudanças súbitas através de flutuações ou perturbações que provocam o surgimento de inovações mesmo quando o estado de entropia as impede. Esta instabilidade dinâmica seria o caos, que, para o autor, corresponderia às seqüências temporais que, no nível macroscópico, dão origem à aparição de trajetórias divergentes, resultando,