

Desvelando erros em busca de uma transição paradigmática: da simplificação à complexidade

Regina Calderipe Costa

Resumo

Desvelando erros em busca de uma transição paradigmática: da simplificação à complexidade

Este trabalho apresenta reflexões sobre a problemática do erro e faz parte de um estudo mais amplo que tem como objetivo analisar e contextualizar concepções sobre erros e obstáculos de professores e alunos de Cursos de Licenciatura em Física. Meu ponto de partida fundamenta-se, essencialmente, na epistemologia de Bachelard. A necessidade de um aprofundamento maior da complexa teia de relações entre as diversas epistemologias que permeiam o fazer do professor em uma sala de aula, assim como a tentativa de uma reorganização de meus conhecimentos, levam-me a incluir aspectos-chave do Paradigma da Complexidade de Morin, elementos indispensáveis para uma reorganização do pensamento.

Palavras-chave: erro; epistemologia; ensino de Física.

Abstract

Unveiling mistakes in search of a paradigmatic transition: from simplification to complexity

This paper presents some reflections about the error problematic, being a part of a broader study whose aim is to analyze and contextualize conceptions about errors and obstacles of professors and students in undergraduate Physics courses. My starting line is essentially based on Bachelard's epistemology. The need for a greater depth into the complex relationship network among the several epistemologies pervading the doing of a professor in a classroom, as well as a tentative to reorganize my own knowledge, lead me to include key issues of Morin's Complexity Paradigm, as indispensable elements for a reorganization of thought.

Key-words: error; epistemology; the teaching of Physics.

O desvelamento dos erros

Acreditando que tanto o sujeito como o objeto de conhecimento e da ação são captáveis como momentos de um todo sempre parcial, reconheço que será limitada a produção de conhecimento neste percurso realizado, não sendo interpretada como uma única experiência reveladora da realidade e sim como um conjunto de relações, quer com colegas, quer com alunos, em que cada um é condicionado e condicionante ao mesmo tempo, em que tudo está em constante movimento e precisa de sensibilização para a transformação.

Este trabalho faz parte de um estudo mais amplo sobre a problemática do erro/obstáculo (Costa, 2001), inclusa nas complexas relações de uma sala de aula universitária de Física, pois defendo a tese de que a compreensão das dificuldades epistemológicas de professores e alunos na construção do conhecimento é relevante para aqueles que se preocupam em investigar os processos de ensino e aprendizagem, assim como contribuir para a melhoria de cursos de formação de professores. O amadurecimento desse conhecimento é uma ferramenta vital para o professor que queira *problematizar* a sua prática e elaborar uma imagem da Física mais próxima da realidade, mais contextualizada socialmente, rompendo com a ilusão da neutralidade. O ensino na área de Física ainda procura transmitir, de maneira significativa, um conjunto acabado e *verdadeiro* de conhecimentos, isento de erros, sem mostrar e, talvez, sem a consciência de que não há conhecimento sem a possibilidade do erro e da ilusão. Este é um sério obstáculo, tendo em vista que se encontra em nosso próprio meio intelectual de conhecimento.

É muito difícil estabelecer uma hierarquia do erro e seguir uma ordem determinada para descrever as desordens do pensamento. Até porque tal “*regularidade na dialética dos erros não pode provir naturalmente do mundo objetivo*” (Bachelard, 1996a, p.26), sendo, sim, resultado de nossa tradução e simplificação da complexidade do real.

Com o pensamento voltado para a sala de aula, ocorrem-nos geralmente *erros cognitivos*, como os de conteúdo, *erros didáticos*, como os de abordagem pedagógica para um certo conteúdo, e *erros atitudinais*, como os decorrentes do relacionamento entre professor e aluno, e destes com o ambiente, podendo ser considerados como psicológicos e/ou sociológicos.

Meu posicionamento, defendido ao longo de todo o trabalho, é de que precisamos ter acesso ao **erro positivo**, ao **erro normal** e, acima de tudo, ao **erro construtivo**, considerado como um “momento provisório do saber” – “*erro não é um mal*” (Bachelard, 1996a, p. 298) –, para

conseguirmos chegar ao prazer que a abstração do conhecimento científico pode proporcionar. É preciso mostrar aos estudantes que, junto com esta história normalizada, com muito pouco erro, fácil e rápida, contada pelos livros e pelos próprios professores, há uma história, lenta e hesitante, da construção de um conhecimento que comporta o risco do erro e da ilusão. Além disso, compreender uma pedagogia do erro também significa aprofundar reflexões sobre a problemática da avaliação, pois,

Se na educação se mantiver a visão culposa do erro, não será possível percebê-lo como fonte de conhecimento e a avaliação continuará como instrumento de seleção, discriminação, meritocracia e exclusão. A avaliação, nesta perspectiva, deixa de ser utilizada para verificação da aprendizagem, para ser verificadora do que não se sabe e daqueles que não sabem. Ao verificar o que os alunos não sabem, o viés moralista que entende a resposta diferente daquela esperada como um erro que deve ser castigado, força a introjeção do fracasso pelo/no aluno. (Abrahão, org., 2001, p. 67)

A preocupação em conseguir ordem e hierarquia entre conteúdos fragmentados dificulta-nos a apreensão dos problemas globais e fundamentais, assim como a inserção dos conhecimentos parciais e locais neste global. Para tanto, é preciso desenvolver a aptidão para situar as informações em um conjunto e em um contexto sociocultural e histórico, no qual a unidade e a diversidade sejam devidamente identificadas, relacionadas e valorizadas. Este é o desafio da complexidade e minha proposta central neste trabalho: é possível uma mudança paradigmática no ensino de hoje para um ensino que contemple a complexidade – a consideração do todo.

A partir da premissa de que todo conhecimento comporta o risco do erro, **o maior erro seria subestimar o problema do erro e o maior obstáculo seria a certeza de nunca haver errado ou vir a errar**, ou seja, **a negação ao reconhecimento do erro**. Apesar de se dizer que uma concepção popular de ciência é justamente aquela que acredita ser o conhecimento científico confiável porque é conhecimento provado objetivamente, este é um dos primeiros obstáculos a ser superado no próprio meio acadêmico. É preciso pensar o conhecimento que se pensa isento do erro.

As reflexões teóricas apresentadas neste trabalho fundamentam-se, essencialmente, na epistemologia de Bachelard (1991, 1996a) e no Pensamento Complexo de Morin (1996a, 1996b, 2000a, 2000b).

Os erros do continuísmo

Até o século passado, a ciência apresentava-se como um corpo de conhecimento homogêneo, essencialmente cumulativo, onde a razão era universal e estável. O cientista da época vivia a realidade de cada um de nós, no contato da experiência cotidiana manejava nossos objetos e encontrava evidências na clareza de suas intuições. A ordem era ligar o pensamento jovem ao fato, ao concreto: *ver para compreender* era o ideal dessa estranha pedagogia (Bachelard, 1990).

Como os progressos científicos, via de regra, foram muito lentos, os relatos contínuos acabaram proporcionando uma idéia de unidade e de continuidade, como a de um livro. Além disso, os relatos reforçaram a interpretação de que todo o conhecimento científico originou-se, por lenta transformação, de conhecimentos comuns.

Apesar da descrição *lenta e contínua* dos livros, as ciências físicas e químicas apresentam-nos rupturas epistemológicas com o conhecimento comum. Indicam-nos uma ruptura com o pensamento empirista de construção do conhecimento do cotidiano, no qual todos os fenômenos são obra da natureza, e levam-nos para o processo racionalista de construção do conhecimento científico atual, no qual vários fenômenos são produzidos pelo próprio homem. Portanto: “*Teremos de demonstrar que aquilo que o homem faz numa técnica científica [...] não existe na natureza e não é sequer uma continuação natural dos fenômenos (sic) naturais*” (Bachelard, 1990, p. 19) (grifo do autor).

A outra justificativa encontrada por Bachelard para aqueles que defendem a continuidade entre o conhecimento do senso comum e o conhecimento científico foi o fato de eles creditarem o mérito do progresso científico à grande quantidade de incansáveis estudiosos, os quais contribuíram anonimamente com pequenos cálculos, pequenas revisões e, até mesmo, pequenas descobertas. Continuístas gostam de afirmar que as grandes descobertas foram feitas a partir do que já estava *no ar*, o que Bachelard chama de *influências*. Entretanto, apesar de valorizar o trabalho em equipe dos cientistas na atualidade, enfatizando que o progresso científico é a própria prova do caráter social das ciências, Bachelard afirma terem as *influências* pouca significação para os grandes pensamentos científicos, os quais eram nitidamente caracterizados, acima de tudo, pela contradição. Propõe um *racionalismo experimentado*, tipicamente dialético, dinâmico e vigiado, crescendo em sentido inverso do dogmatismo, do *racionalismo sucinto*, mais estático e pleno de uma razão única.

Uma terceira objeção apresentada por Bachelard contra o continuísmo é pedagógica. Quanto mais se acredita na continuidade entre o conhecimento comum e o conhecimento científico, mais esforços são feitos

para conservar a tradição da *ciência elementar*, da *ciência fácil*. Nos métodos de ensino elementar, procura-se demais a simplificação, transmitindo-se uma falsa imagem da ciência, sendo esta apresentada como *nada mais que um refinamento de atividades do senso comum* (Lopes, 1996).

Na perspectiva da proposta bachelardiana, devemos tentar sair do campo da elementaridade, diminuir o empirismo das experiências comuns e atingir uma ciência na qual a memorização deve dar lugar à compreensão em perspectivas sintéticas e cada vez mais complexas. A dificuldade é um atrativo para se ter o orgulho de possuir um conhecimento. Assim, a partir da ciência, instruímos a razão. Devemos procurar aproveitar todas as oportunidades oferecidas pela dialética do progresso científico para o desenvolvimento do raciocínio, ou melhor ainda, das variações do raciocínio. Suas próprias palavras confirmam que “*a pedagogia da razão deve, pois, aproveitar todas as oportunidades de raciocinar*” (Bachelard, 1990, p.126).

A noção de descontinuidade apresenta-se fortemente estabelecida ao fazermos uma interpretação do passado com os nossos conhecimentos do presente. Este processo de retornar a si próprio, analisando a reação de um fato sobre as suas causas, é o que Bachelard chama de recorrência histórica. O racionalismo dialético bachelardiano implica reconhecimento de uma historicidade constitutiva do conhecimento científico, no qual o movimento que vai da razão à experiência deve ser sempre o mais valorizado.

Conhecer o presente para interpretar e julgar o passado, sem querer restabelecer as mentalidades pré-científicas, esta é uma história recorrente. E é no decorrer do próprio desenvolvimento científico, ao realizar uma história recorrente, que encontramos descontinuidades ou rupturas. Esse processo levou Bachelard a elaborar a sua *filosofia do não*.

A Física Relativística diz *não* à Física Newtoniana, a Geometria de Lobachesvsky diz *não* à Geometria Euclidiana; a Química Quântica diz *não* à Química Lavoisieriana. Entretanto, esse processo não é apenas uma vontade de negação, pois não implica o completo abandono das teorias construídas anteriormente. As noções unidas não são contraditórias; são, antes de tudo, complementares (Bachelard, 1991).

Como exemplo, destaco a Mecânica Newtoniana. As leis de Newton continuam e continuarão a ser aplicadas com todo o rigor, na medida em que podemos descrever um determinado fenômeno com os conceitos da Física Clássica (posição, velocidade, aceleração, massa, força), ou seja, as leis da Mecânica Clássica continuam e continuarão sendo válidas no âmbito em que os fenômenos em causa possam ser descritos com exatidão por esses conceitos. Tudo é uma questão do domínio de aplicabilidade dessas leis. O

fato novo trazido pela Física Moderna, isto é, o fato de a exatidão das medições ser limitada por relações de incerteza, não veio invalidar os princípios básicos da Mecânica Clássica, dentro do seu domínio de atuação.

Portanto, a mecânica de Newton, mesmo com o advento da Física Moderna, não necessita de modificações em seus conceitos fundamentais e não pode ser aperfeiçoada dentro do seu domínio específico de aplicação. Entretanto, existem domínios em que já não podemos trabalhar com tais conceitos. Nestes, precisamos de estruturas conceituais inteiramente novas, como, por exemplo, as introduzidas pela Teoria da Relatividade ou pela Mecânica Quântica. Enquanto a ciência clássica prolonga o conhecimento comum, confirmando os conhecimentos elementares, a Física Moderna rompe com nossos hábitos e modifica os métodos elementares do pensamento, transformando o espírito científico e sendo por ele transformada.

A Relatividade nasceu ao pôr em dúvida uma idéia evidente do cotidiano. A teoria relativística ataca primordialmente a idéia de simultaneidade. Com efeito, por um defeito de análise é que chegamos à noção de aparente simplicidade e imediatismo da noção de tempo absoluto, ou mais exatamente, da noção de medida única do tempo. Portanto, o espaço e o tempo não são mutuamente independentes, como antes se acreditava: são indissociáveis na sua autonomia/dependência.

A moderna teoria atômica levou-nos a enfrentar uma nova situação epistemológica, ou seja, um novo pensamento científico com sua respectiva neolinguagem (Bachelard, 1996b). Por exemplo, a Física Clássica utiliza o termo *corpúsculo* ou *partícula* para realizar representações mais simplificadas na análise do movimento de corpos extensos submetidos a certas forças, com velocidades pequenas diante da velocidade da luz.

De acordo com este modelo, um objeto qualquer poderá ser representado como *partícula*, isto é, uma massa puntiforme, se cada pequena parte dele mover-se exatamente do mesmo modo. Assim, se não estamos interessados na extensão do corpo ou no seu movimento de rotação, qualquer corpo pode ser considerado uma partícula. A Terra, para citar um exemplo, em muitas situações, pode ser representada por uma partícula. Assim, esta categoria de objeto trabalha com entidades as quais se comportam como se fossem pontos materiais, localizadas numa região do espaço e que descrevem certas trajetórias ao longo das quais, a cada momento, a sua posição e a sua velocidade podem ser bem determinadas, uma vez conhecidas suas condições iniciais.

Por outro lado, as *ondas* da Física Clássica correspondem a um outro modelo conceitual diametralmente oposto. Ondas transportam energia e não matéria. Sendo assim, duas ou mais ondas podem sobrepor-se em uma

mesma região do espaço, mantendo cada uma a sua individualidade. Neste paradigma, temos duas categorias de objeto – *partícula e onda* – bem distintas e que se excluem.

Entretanto, no início do século XX, experiências vieram mostrar que a luz, os elétrons e outras “*partículas*” subatômicas têm uma dupla natureza e exibem propriedades corpusculares bem conhecidas quanto propriedades ondulatórias. O comportamento dessas *partículas* é descrito pela teoria da Mecânica Quântica que também utiliza o termo “*entes quânticos*” para se referir a esta categoria de objeto. Neste paradigma, a *partícula* não tem dimensões absolutas assinaláveis e, portanto, não tem forma. Não tendo forma determinada, não é possível atribuir-lhe um lugar preciso, segundo o princípio de indeterminação de Heisenberg. Além disso, a microfísica descreve que, em várias circunstâncias, *o corpúsculo pode perder sua individualidade*, de modo que fica destruída a idéia clássica segundo a qual as condições iniciais são suficientes para determinar o movimento posterior de uma partícula.

Os conceitos de onda e de corpúsculo que se excluíam mutuamente no pensamento clássico, agora passam a ser conceitos contraditórios que se complementam. São conceitos indissociáveis e que não podem ser representados em uma única imagem, em uma única experiência. Agora, uma *partícula* não é uma onda e não é um corpúsculo. Qual seria, então, a nova representação ou o novo nome para designar *objetos* quânticos que estão como que divididos entre dois pólos?

Estamos presenciando uma grande mudança de paradigma nas ciências contemporâneas, em que a nova formulação das leis da natureza inclui o caos e a irreversibilidade, isto é, a instabilidade dinâmica (Prigogine, 1996). Assim, encontramos-nos em uma situação privilegiada e, ao mesmo tempo, angustiante: o momento em que surge uma nova perspectiva da natureza. A palavra *caos* perde sua vinculação restrita com *desordem*. O novo estudo sobre caos dissipativo envolve seqüências temporais irregulares, levando à imprevisibilidade no comportamento temporal do sistema, visto que o caos é uma evolução temporal com dependência hipersensível das condições iniciais. Não se pode prever se tal sistema se encaminha para a ordem ou a desordem: “*Nos fenômenos caóticos, a ordem determinista cria, portanto, a desordem do acaso*” (Ruelle, 1993, p.93).

Há muito se sabe que o futuro é difícil de prever e que pequenas causas podem ter grandes efeitos, que sobre elas retroagirão, modificando-as, gerando novos efeitos. Mas o que, em termos do conhecimento científico, é relativamente novo, é a demonstração de que, para certos sistemas, uma pequena mudança na condição inicial leva em geral a uma

mudança tal da evolução posterior do sistema, que as previsões a longo prazo se tornam sem sentido. Segundo Ruelle (1993), essa demonstração foi feita no final do século XIX pelo matemático francês Jacques Hadamard. Assim, a ciência conseguia provar matematicamente que *“uma pequena incerteza, necessariamente presente na condição inicial, dá lugar a uma grande incerteza sobre a trajetória calculada se esperarmos por um tempo suficientemente longo, e isso torna sem valor a previsão”* (p. 66).

Quanto mais se penetra nos estudos das leis da natureza, mais incertezas temos! E justamente esse dinamismo do conhecimento científico nos leva a refletir que o conhecimento é provisório, que o objeto não pode ser considerado como um objetivo imediato, e o imediato deve ceder lugar ao construído. Conseqüentemente, *“a própria essência da reflexão é compreender que não se tinha compreendido”* (Bachelard, 1990, p.125).

Os erros de percepção

Muito se tem falado sobre o papel da observação em ciências como a Física e a Química. Entretanto, *adoradores da ciência* ainda acreditam que é possível apreender as coisas diretamente, e que a experiência leva diretamente à verdade. Esta concepção, segundo a qual todo conhecimento deriva, direta ou indiretamente, da experiência sensível, do observado no cotidiano, é conhecida como empirismo. Segundo tal concepção, a razão deve apoiar-se em um real dado, e os dados organizados orientarão a elaboração de novas teorias por enumeração simples ou por simples intuição, consideradas tipos de indução, como já expunha Aristóteles (Losee, 1993). Este mesmo filósofo afirmava que nada há no intelecto que antes não tenha estado nos órgãos dos sentidos.

Porém, o avanço da ciência moderna veio modificar essa concepção. Na virada do século XIX, um problema atraía sobremaneira a atenção dos mais brilhantes físicos, por não se enquadrar no panorama clássico da Física: a questão da distribuição da energia, na radiação emitida por um corpo aquecido, em função do comprimento de onda. Max Planck, em 1900, propôs uma fórmula – a lei da radiação de Planck – a qual constituía uma ruptura total com as leis da Física Clássica. Essa lei pressupunha inicialmente que a energia da radiação na cavidade radiante não poderia ser contínua, isto é, tal energia tinha de ser quantizada. Como segunda hipótese, pressupunha que também seria quantizada a energia dos átomos formadores das paredes da cavidade. Suas idéias, na época, causaram um grande tumulto. O próprio Planck levou algum tempo para acreditar nas implicações disso, pois, segundo Heisenberg (1996),

quando Planck abordou pela primeira vez esse assunto, ele não tinha nenhum desejo de modificar seriamente a física clássica. Seu estilo sempre foi conservador. Ele queria resolver um problema específico, a distribuição da energia no espectro de um corpo negro. Tentou fazer isso seguindo todas as leis físicas aceitas, e levou muitos anos para se dar conta de que era impossível. Somente nesse estágio ele formulou uma hipótese que não se enquadrava no arcabouço da física clássica e, mesmo assim, procurou preencher a lacuna que havia criado na antiga física com pressupostos adicionais. Isso se revelou impossível, e as consequências da hipótese de Planck acabaram levando à reconstrução de toda a física. (p.174).

Este é um dos primeiros exemplos de outras descontinuidades que foram aos poucos surgindo com o início do século XX. A seguir, mais um exemplo para mostrar como as descontinuidades foram sempre evitadas pelos mais famosos físicos, inclusive por aqueles que contribuíram com a gênese da Mecânica Quântica. A interpretação física de Schrödinger, em sua nova equação de ondas, eliminava a idéia de saltos quânticos, ou seja, eliminava descontinuidades quando um átomo passava de um estado estacionário para outro. Em um debate com Niels Bohr, em 1926, Schrödinger declara: “– *O senhor decerto reconhece que toda essa idéia de saltos quânticos está fadada a terminar num absurdo. [...] Em outras palavras, toda a idéia dos saltos quânticos é absurda. [...] Não quero entrar em discussões filosóficas sobre a formação dos conceitos; prefiro deixar isso para os filósofos. Quero apenas saber o que acontece no interior do átomo. [...] Se toda essa maldita pulação quântica realmente tiver vindo para ficar, vou lamentar muito ter-me envolvido com a teoria quântica.*” (Heisenberg, 1996, p.91-93).

Ao realizar uma recorrência histórica, como nos ensina Bachelard, percebe-se como foi difícil romper com uma ciência que se acreditava real pelos seus objetos, e hipotética pelas ligações estabelecidas entre os próprios objetos. O novo físico rompe com essa concepção e para ele, agora, os objetos são representados por metáforas. Com esta ruptura, o hipotético agora é o nosso fenômeno, porque a nossa apreensão imediata do real é um dado confuso, provisório e convencional. Não podemos ter *a priori* confiança alguma na informação que o dado imediato nos fornece.

Para Bachelard, temos que ir ao dado imediato depois de uma séria e profunda reflexão, pois esta é que dará o sentido a nossa pesquisa do fenômeno a ser estudado. Este processo é denominado por Bachelard *seqüência organizada de pesquisa*, em outras palavras, uma perspectiva racional de experiências.

Eis aqui a distinção entre o real científico, a construção do objeto de conhecimento nas ciências físicas, e o real dado. Com a evolução do conhecimento científico, podemos ver que a ciência não trabalha mais só com o que se encontra visível no mundo cotidiano. A ciência procura, através de uma organização intelectual, aproximar-se do real. Na epistemologia bachelardiana, o que entendemos por realidade “*faz-se em função de uma organização do pensamento*” (Lopes, 1996, p.259). Ao observar o fenômeno, devemos provocar a razão corrigindo pensamentos, e a experiência corrigindo a observação.

Essa dinâmica teoria–aplicação é central na epistemologia bachelardiana, ao ponto de constituir um *eixo de pensamentos inventivos*. Pensamento e experiência ligados ao mesmo tempo numa verificação indicam que o real não se mostra: o real demonstra-se (Bachelard, 1996b). No processo de busca da verdade, o objeto se renova.

Para o empirista, a *coisa* em si o inspira, e não o fenômeno relativizado, discutido e organizado, ou seja, o fenômeno dialetizado que é a essência do racionalismo. O empirismo é a filosofia do mundo dado, em que o instrumento precede a teoria, na qual os conceitos racionalmente mal concebidos e mal articulados são reunidos de uma forma essencialmente pragmática. O pragmatismo fornece-lhe segurança.

O erro desse pensamento está na crença de que o conhecimento científico, por ser objetivo, é o reflexo do real. Segundo Morin, o erro de percepção é animal, antes de ser humano. Na organização viva, combater o erro significa uma estratégia de sobrevivência, um combate à morte: as bactérias contêm dispositivos para detecção e correção do erro. Na relação caçador/caçado, a estratégia que compreende artimanhas, ciladas, fingimentos, serve para induzir o outro ao erro. E, assim, “*o jogo do erro é o jogo vital*” (Morin, 1986, p. 196).

Mas causas propriamente humanas podem ser acrescentadas aos erros de percepção em função de idéias e de domínio da linguagem. Todas as percepções humanas são, ao mesmo tempo, traduções do real e reconstruções cerebrais baseadas em estímulos ou sinais captados e codificados pelos sentidos, pois “*há impressão sobre a retina como há impressão sobre a placa fotográfica, mas é o nosso espírito/cérebro que, a partir das impressões sobre a retina, produz suas representações*” (Ibid., p.26). Assim, os erros de percepção vêm do sentido que nos parece ser o mais confiável: o da visão.

A questão importante é não ficar discutindo se o método científico começa ou não na observação, ou seja, tentar estabelecer uma ordem seqüencial a partir de um pensamento simplificador e normalizador. O importante é valorizar a observação, consciente de que nela há a projeção de

nossas concepções, teorias e paradigmas, e de que esta projeção corre o risco do erro e da ilusão. Concordo com as palavras de Einstein, ao se referir à possibilidade de compreensão dos fenômenos naturais a partir de construções teóricas matemáticas: *“Os conceitos matemáticos utilizáveis podem ser sugeridos pela experiência, porém em caso algum deduzidos. Naturalmente a experiência se impõe como único critério de utilização de uma construção matemática para a física”* (Einstein, 1981, p. 150).

O erro não está no empirismo. O erro está em ficar no empirismo.

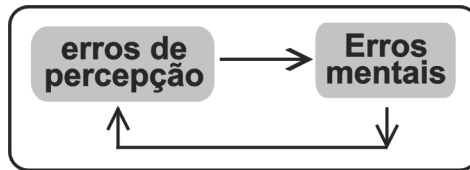
Os erros mentais

A possibilidade de empenhar todo o ser no conhecimento torna-se um dos traços mais característicos da condição humana: a paixão pelo conhecimento arrebatava o envolvimento do ser em sua plenitude. Mas, assim como o conhecimento humano tem necessidade de afetividade, este conhecimento precisa ir *contra* a afetividade, *“pois esta transvia e falseia a paixão de conhecer e a sede de verdade que o suscitou”* (Morin, 1996b, p.129). Não existe dispositivo algum do cérebro humano que seja capaz de fazer uma distinção entre a alucinação e a percepção, o imaginário e o real, o subjetivo e o objetivo.

O sentimento de verdade impulsiona o conhecer por conhecer, e a posse do novo conhecimento proporciona angústia e prazer. O conhecedor precisa tentar desvelar suas próprias questões ansiogênicas e suas próprias respostas tranquilizadoras, visto que *“A importância da fantasia e do imaginário no ser humano é inimaginável; dado que as vias de entrada e de saída do sistema neurocerebral, que colocam o organismo em conexão com o mundo exterior, representam apenas 2% do conjunto, enquanto 98% se referem ao funcionamento interno, constituiu-se um mundo psíquico relativamente independente, em que fermentam necessidades, sonhos, desejos, imagens, fantasias, e este mundo infiltra-se em nossa visão ou concepção do mundo exterior”* (Morin, 2000a, p.21).

Considerando que nossas concepções e teorias já representam nossa tradução/reconstrução de nossas experiências passadas, que estão sendo vividas em um contexto sociocultural e histórico, também estão sujeitas ao risco do erro de interpretação do observador/conhecedor, pois a projeção de nossos desejos, conflitos, contradições e medos, enfim, as perturbações mentais de nossas emoções, entremeiam nossas concepções e teorias. E seria um grave erro crer na possibilidade de eliminar o risco de erro ao tentar isolar toda a afetividade, pois *“a ausência de emoções compromete nossa racionalidade e nossa capacidade de decidir em conformidade com um sentido de futuro pessoal, convenção social e princípios éticos e morais”* (Costa, 1999, p. 114).

Como nossas percepções estão entremeadas de nossa subjetividade, de nossa visão de mundo e de nossos princípios de conhecimento, estabelece-se, então, uma relação recursiva:



Esta desvela a significativa influência da afeição sobre a cognição, pois as nossas interpretações da realidade não são independentes dos nossos estados psíquicos profundos, que, por sua vez, estão em interdependência com os nossos estados bioneurocerebrais:



Portanto, entre inteligência e afetividade, há uma inter-retro-ação. E a afetividade, como tudo na vida, comporta a ambivalência. O aspecto construtivo consiste na participação, na comunicação, na ética e nas trocas entre os seres. Os humanos também desenvolveram o ódio, a maldade gratuita, a vontade de destruir para benefício próprio e de simplesmente destruir. E não existe uma fronteira nítida entre esses dois aspectos: “**Homo sapiens** é igualmente **homo demens**. [...] o que é característico no cérebro humano, este cérebro hipertrofiado, é ele funcionar com muito ruído (**noise**, em linguagem informática) e desordem; mas, sem esta desordem, não haveria possibilidade de criação e invenção” (Morin, 1999, p.53-54).

Cada mente transita entre um duplo pensamento: um racional/lógico/empírico e um simbólico/lógico/mágico. Ao navegar entre esses extremos, o *homo sapiens/demens*, associado ao *homo faber*, precisa do auto-engano (*self-deception*), ou seja, o potencial que cada mente possui de enganar a si própria, fonte permanente de erros e de ilusões. A capacidade de sentir e de acreditar sinceramente que somos aquilo que não somos tem sido causa de inúmeros conflitos, mas também sem o auto-engano não se conseguiria viver, com todas as nossas verdades e com todas as verdades do outro e da sociedade.

Os erros intelectuais

Ao erro de percepção acrescenta-se o risco do erro intelectual. As concepções, os conceitos, precisam ser expressos sob a forma de teorias que precisam da tradução/reconstrução da linguagem, pois sem esta não seria possível expressar nossas idéias e transmiti-las aos outros. O conhecimento sob a forma de idéia, de palavra, de teoria, está sujeito ao erro de interpretação do conhecedor em função das idéias, das teorias, da visão de mundo e dos princípios de conhecimento deste observador, a despeito de seus controles racionais.

Teorias, doutrinas e ideologias estão sujeitas ao erro e do erro protegem-se. De maneira análoga ao princípio do prazer, idéias pertencentes a um indivíduo ou a um grupo de indivíduos oferecem resistência a outras idéias que não lhes convêm, que complementariam as suas, mas que eles não desejam incluir nestas. Isso está na lógica organizadora de qualquer idéia, valendo também para as teorias científicas.

Uma teoria científica não é objetiva em si mesma, mas fundamenta-se em dados objetivos. Não se trata aqui de contestar o conhecimento objetivo, pois este continua a ser o modo decisivo de eliminar o arbitrário e o juízo de autoridade, mas trata-se de integrá-lo em um conhecimento mais vasto e refletido, proporcionando-lhe condições de desvelar o que até então estava oculto. A objetividade é determinada por observações e verificações que, como foi dito anteriormente, estão sujeitas ao erro e à ilusão, e precisam de comunicações intersubjetivas para serem aceitas na comunidade dos cientistas. Assim, a objetividade gera-se através de um processo sociológico, cultural, histórico e intelectual. Essa objetividade volta ao meio dos cientistas para ser reverificada, e assim sucessivamente.

Na construção das teorias científicas, entram em jogo vários pressupostos e postulados metafísicos, ou seja, por trás das teorias científicas, também existem crenças não-experimentais e não-testáveis, de influência sociocultural, construídas ao longo da vida do conhecedor, mesmo sem este se dar conta. Estas teorias, que não se expressam por símbolos, proposições ou formas retóricas, podem ser chamadas de *teorias implícitas*, pois, diferentemente das teorias científicas, que são constituídas essencialmente por elementos cognitivos, elas “constituem redes de elementos conceituais, sensoriais e afetivos, resultantes de abstrações primárias das vivências das pessoas em sua interação com o meio e com outros sujeitos” (Moraes, 2000, p. 161). E, concordando com Moraes, afirmo que os conhecimentos implícitos não são erros, e sim obstáculos para a construção do conhecimento científico, os quais podem conter erros ou induzir a erros.

A ciência está fundamentada na complexidade do conflito em busca de teorias simplificadoras: um todo conflitante entre o empirismo e o racionalismo, entre a imaginação e a verificação. No Paradigma da Complexidade, a ciência é interpretada como um processo recursivo auto-eco-produtor. Recursivo, porque é um processo no qual seus efeitos ou produtos se tornam produtores e causas simultaneamente. A ciência se autoproduz nesse processo, mas não isolada; ela se autoproduz numa cultura, numa sociedade, portanto ela se auto-eco-produz. Da complementaridade entre empirismo e racionalismo, imaginação e verificação, competições individuais entre a comunidade dos cientistas e da sociedade, entre ceticismos, certezas e incertezas, a ciência evolui.

Einstein, ao discutir com Heisenberg os aspectos filosóficos da nova Mecânica Quântica, alerta-o sobre os riscos da evolução do pensamento científico e a necessidade de ajustar o novo ao antigo, deixando atônito o próprio Heisenberg: *“Quando dizemos que podemos observar uma coisa nova, na verdade devemos estar dizendo que, embora estejamos prestes a formular novas leis naturais que não combinam com as antigas, ainda assim presumimos que as leis existentes, abrangendo todo o trajeto desde o fenômeno até nossa consciência, funcionam de tal maneira exata que podemos confiar nelas”* (Heisenberg, 1996, p. 79).

Portanto, mesmo as teorias científicas, como a Teoria da Relatividade ou a Mecânica Quântica, não foram concebidas pelos seus mentores com o propósito imediato de revolucionar e abandonar o antigo de maneira imediata e plena. Quando Heisenberg é questionado por um aluno, líder de um movimento estudantil hitlerista, no ano de 1933, sobre sua atuação contraditória, pois, apesar de propor idéias científicas revolucionárias, não se envolvia com as novas idéias políticas da Alemanha, explica que os físicos não têm o desejo de modificar as leis da Física quando, normalmente, tentam solucionar um problema específico: *“só se mostram frutíferas e benéficas as revoluções da ciência cujos instigadores procuram modificar o mínimo possível, limitando-se à solução de um problema particular e claramente definido. [...] Assim, permita-me repetir: o que importa é ficar restrito a um único objetivo importante e modificar o resto o mínimo possível”* (Heisenberg, 1996, p. 174). O novo espírito científico ainda manifesta resistência ao novo conhecimento científico. Por este motivo, corre mais ainda os riscos dos erros da razão.

Os erros da razão

A atividade racional da mente controla a distinção entre vigília e sono, imaginário e real, subjetivo e objetivo. A racionalidade protege-nos contra o erro e a ilusão, e também possui caráter ambivalente.

Existe uma racionalidade construtiva que visa a elaborar teorias coerentes, com uma estrutura lógica entre suas asserções, com os próprios conceitos em que se baseia e os dados empíricos aos quais se aplica. Esta é uma racionalidade que procura se manter aberta, dinâmica, pluralizada, para evitar que se feche em doutrina – uma verdade fechada em si mesma –, e se transforme em racionalização. A racionalidade não se crê dona da razão, mas, ao contrário, sabe correr os riscos do erro e da ilusão.

A racionalização é uma racionalidade destrutiva. Ela se crê dona da razão e isenta do erro e da ilusão. A partir de dados incertos ou até mesmo falsos, e negando a verificação empírica e a contestação de argumentos, procura constituir um sistema lógico perfeito.

A ciência física contemporânea é uma construção racional, porque tenta eliminar a irracionalidade e porque está atenta ao risco da racionalização. E, desse modo, a racionalidade que defendo é aquela que não interpreta a aplicação como uma derrota e sim como um compromisso. O pensamento racional é aquele que deseja aplicar seus conhecimentos e, se os aplicar mal, dialogiza-os. A racionalidade não procura irracionalmente manter seus princípios: se for preciso, ela busca a superação destes.

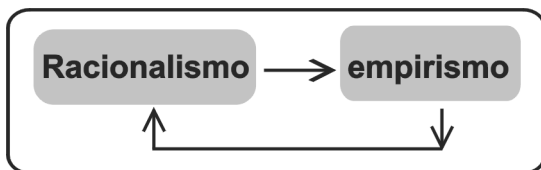
A racionalidade fundamentada é a filosofia do conhecimento científico. Mas que racionalidade? Uma racionalidade aplicada, aberta, polêmica e dialogizada pela atividade científica é que pode fundamentar uma ciência em constante evolução. Uma ciência que reestrutura seus princípios de pensamento. A racionalidade complexa é a filosofia do novo espírito científico.

A racionalização, ou qualquer outra filosofia fechada, impõe os seus princípios como intocáveis, as suas verdades primeiras como totais e acabadas. Para o pensamento racionalista *prospector* (Bachelard, 1991), muito diferente do racionalismo tradicional, a experiência é uma dialetização, um além, uma transcendência, não estando fechada em si mesma: o novo espírito científico procura no real aquilo que contradiz conhecimentos anteriores. Se a nova experiência não disser, de alguma forma, *não* à experiência antiga, evidentemente não se trata de uma nova experiência.

A filosofia da ciência física contemporânea deve ser aberta e dialetizada, e simultaneamente racionalista e empirista, visto que o empirismo precisa ser compreendido e o racionalismo, aplicado. Assim, para este racionalismo aplicado, não tem sentido afirmar que a teoria precede a experiência, pois neste movimento dialético as noções são complementares: a polaridade epistemológica empirismo–racionalismo é a prova de que uma é o complemento da outra. Portanto, *“Uma acaba a outra. Pensar cientificamente é colocar-se no campo epistemológico*

intermediário entre teoria e prática, entre matemática e experiência. Conhecer cientificamente uma lei natural, é conhecê-la simultaneamente como fenômeno (sic) e como número” (Bachelard, 1991, p.10).

O objeto precisa ser (re)construído pela razão polêmica, opondo-se à experiência primeira, ingênua e imediata. O real precisa ser organizado racionalmente. O racionalismo concebido como conjunção da razão e da experiência, do racionalismo e do materialismo técnico, valoriza a experiência construída e estruturada pela razão. Na superação de um empirismo ingênuo e de um racionalismo fechado, é preciso perceber a inter-retro-ação existente:



A ciência progrediu, então, na tensão entre empirismo e racionalismo, na qual a nova experiência refaz a teoria racionalista, mas, a cada nova reconstrução da teoria, a experiência acaba por ser refeita.

Erros paradigmáticos

A possibilidade da refutação não deve ficar apenas na verificação empírica e na coerência lógica das teorias. É preciso refletir também sobre a validade e o respectivo domínio de validade dos paradigmas.

De acordo com Morin (2000a), um paradigma pode ser definido por:

- ⇒ Promoção/seleção dos conceitos-mestres da inteligibilidade, que exclui ou subordina os conceitos antinômicos às idéias integradas na teoria, como, por exemplo, a *ordem* nas concepções deterministas.
- ⇒ Determinação das operações lógicas e mestras, que privilegia determinadas operações em detrimento de outras, como a disjunção em detrimento da conjunção, proporcionando aos discursos e às teorias que controla, as características da necessidade e da verdade.

Assim, o paradigma efetuando a seleção e a determinação de conceitos e de operações lógicas leva os indivíduos a conhecer, pensar e acabar agindo segundo paradigmas inscritos culturalmente neles. Ao mesmo tempo, o paradigma é inconsciente e supraconsciente, pois inconscientemente permeia e controla o pensamento consciente, de tal maneira que *“um paradigma pode ao mesmo tempo elucidar e cegar, revelar e ocultar”* (Morin, 2000a, p. 27).

A partir de Descartes, um grande paradigma foi imposto no Ocidente – o da dissociação – que separa o sujeito e o objeto, deixando de um lado a filosofia e a pesquisa reflexiva, e do outro a ciência e a pesquisa objetiva. Sua operação lógica – a disjunção – determina uma dupla visão de mundo: um mundo de manipulações dos objetos através de observações e experimentações altamente controladas e quantificáveis, e um mundo de questionamentos dos sujeitos a partir de suas subjetividades e conflitos existenciais incontrolados e não-quantificáveis.

Algumas conseqüências da predominância desta orientação paradigmática reducionista, segundo a concepção de Morin (1996a), são:

- ⇒ desenvolvimento disciplinar das ciências compartimentado e fragmentado;
- ⇒ grande desligamento entre as ciências da natureza e as ciências do homem;
- ⇒ a crença de que as idéias de homem, de indivíduo e de sociedade são ingênuas ou ilusórias, desvalorizando as ciências antropossociais;
- ⇒ a tendência para o anonimato na construção do conhecimento científico, levando o saber não-pensado, não-refletido, não-discutido, a ser manipulado;
- ⇒ neo-obscurantismo generalizado, no qual o próprio especialista torna-se ignorante de tudo aquilo que não diz respeito à sua disciplina e o não-especialista não possui nenhuma chance de se aprofundar naquilo que não lhe pertence;
- ⇒ a tendência de separar a reflexão filosófica das teorias científicas, proporcionando, assim, uma ciência sem consciência e uma consciência sem ciência;
- ⇒ risco da manipulação do conhecimento científico sobre a vida do homem, seu corpo, sua mente e seu espírito;
- ⇒ risco de criar um poder sobre o qual não se terá mais poder, isto é, o aumento das inter-retro-ações de ciência, sociedade, técnica e política.

Para este autor, a problemática maior está articulada à falta de auto-interrogação da ciência e do homem. Para entender o conhecimento científico, é preciso complementar as condições de elaboração desse conhecimento, que estão vinculadas às condições bioantropológicas e socioculturais, com o empirismo de suas experiências. Morin defende a tese de que não há uma metaciência para pensar cientificamente a ciência e nos revelar o outro aspecto da *verdade* da ciência, ou seja, seu caráter de *aventura*. Então, a ciência não seria interpretada apenas como uma verificação das teorias conhecidas, mas também como a *aventura* de contestar suas próprias estruturas de pensamento.

Um novo ponto de vista epistemológico torna-se importante não apenas para conseguir ver e pensar o mundo, mas também para transformar o mundo. Participo das idéias de Morin (1996a), na tentativa de um novo paradigma o qual poderia ser constituído na e pela conjunção dos seguintes princípios de inteligibilidade:

- ⇒ Complementaridade da racionalidade universal com a racionalidade singular ou local (complementaridade entre a ciência do geral e a ciência do particular).
- ⇒ Necessidade inelutável de fazer intervir a história nas descrições e explicações.
- ⇒ Reconhecimento da impossibilidade de isolar unidades elementares simples na tentativa de estudar o todo, ou seja, princípio sistêmico (impossibilidade de conhecer as partes sem conhecer o todo e de conhecer o todo sem conhecer particularmente as partes).
- ⇒ Necessidade de contemplar a desordem, o aleatório, isto é, princípio da incontornabilidade da problemática da organização.
- ⇒ Princípio da causalidade complexa, comportando causalidade mútua inter-relacionada, inter-retro-ações, atrasos, interferências, desvios, inter-relações múltiplas.
- ⇒ Princípio da integração da problemática da organização com os acontecimentos aleatórios, na busca da inteligibilidade.
- ⇒ Princípio de distinção sem separar o objeto de seu entorno ou o ser de seu ambiente, isto é, o conhecimento de toda organização física exige o conhecimento de suas interações com seu ambiente e o conhecimento de toda organização biológica exige o conhecimento de suas interações com seu ecossistema.
- ⇒ Princípio de relação entre o observador/concebedor e o objeto observado/concebido, ou seja, necessidade de integrar aquele que conhece ao seu conhecimento.
- ⇒ Possibilidade e necessidade de uma teoria científica do sujeito.
- ⇒ Possibilidade de introduzir e de reconhecer física, biológica e antropológicamente as categorias do ser e da existência (necessidade do enfoque qualitativo).
- ⇒ Possibilidade de reconhecer cientificamente a noção de autonomia associada à noção de dependência.
- ⇒ Necessidade de reconhecer os limites da lógica formal, considerando as contradições evidenciadas nos processos de observações/experimentação como indicadores de um domínio desconhecido e profundo da realidade, e não como erros.

⇒ Complementaridade de noções eventualmente antagônicas, complementares ou concorrentes, ou seja, incorporação da dialética à lógica (pensamento dialógico).

Este paradigma, como explica Morin, não está à venda no mercado, e esses *mandamentos* não *determinam* a inteligibilidade nem *produzem* um pesquisador. O paradigma apenas pode impelir a estratégia/inteligência do sujeito à distinção e à comunicação em lugar do isolamento e da separação, ao reconhecimento dos traços singulares, originais e históricos da questão estudada e, ao mesmo tempo, impelir o pesquisador à não-fragmentação do apreendido em categorias separadas ou à homogeneização deste em uma indistinta realidade, preservando sua unidade/multiplicidade. Assim, o pensamento complexo instiga “*a dar conta dos caracteres multidimensionais de toda realidade estudada*” (Morin, 1996a, p.334).

Ao buscar religar o que o pensamento disciplinar e compartimentado disjuntou e parcelou, o Paradigma da Complexidade não está apenas aproximando domínios separados do conhecimento, como também aproximando, dialogicamente, conceitos considerados até agora como antagônicos absolutos, tais como: ordem e desordem, certeza e incerteza, lógica e transgressão da lógica, simplicidade e complexidade. Neste sentido, a complexidade não é entendida como complicação, pois o termo *complexus*, originariamente, significa *o que tece em conjunto*.

Com o Paradigma da Complexidade, é preciso elaborar uma fundamentação científica para a noção de sujeito e encontrar a possibilidade de uma definição biológica, correspondente à lógica própria do ser vivo, pois, na ciência clássica, não havia necessidade desta noção. Desta maneira, não é possível continuar no erro de reduzir a subjetividade apenas à afetividade ou à consciência, separando-a da objetividade.

A noção de sujeito compreende a noção de indivíduo, a qual agora passa a ganhar um novo destaque. A maneira clássica de pensar era exclusiva: ou existe o indivíduo ou existe a espécie. Morin alerta que há complementaridade entre as duas noções, as quais pareciam excludentes, e concebe a relação espécie-indivíduo através do processo recursivo: o indivíduo é produto de um processo de reprodução e ele mesmo é produtor desse produto, no processo que concerne a sua progenitura. Vista dessa forma, a sociedade é o produto de interações entre indivíduos que, por sua vez, criam uma organização com qualidades próprias, em particular a linguagem e a cultura. Essas mesmas qualidades retroatuam sobre os indivíduos desde que eles vêm ao mundo, dando-lhes linguagem e cultura. Na linguagem moriniana: “*os indivíduos produzem a sociedade, que produz os indivíduos*” (Morin, 1996c, p.48).

A definição de sujeito supõe a noção de autonomia/dependência do indivíduo, que desencadeia o princípio do *computo*. Este princípio refere-se ao fato de o sistema lidar com dados, com símbolos, ou seja, com a informação, e poder computar por si mesmo e para si mesmo. Fazer-se ele mesmo para si mesmo, significa que o sistema possui uma autofinalidade: “*Aqui é onde aparece o sujeito com o **computo** e com o egocentrismo, onde a noção de sujeito esta indissoluvelmente unida a esse ato, no qual não só se é a própria finalidade de si mesmo, mas em que também se é autoconstitutivo da própria identidade*” (Ibid., 49).

Este princípio, não assimilável ao princípio de identidade de Aristóteles, inclui diferença e equivalência. Inclui o *Eu* como sendo o ato de ocupação da posição egocêntrica, significando o puro surgimento do sujeito, assim como o *Eu mesmo*, que é especificamente a objetivação do eu, o processo de remeter a si mesmo. Então, o princípio de identidade refere-se a um tratamento objetivo, mas com finalidade subjetiva. É necessário realizar uma auto-exo-referência, pois, para referir-se a si mesmo, é preciso referir-se ao mundo externo. Para Morin, a distinção fundamental entre o si e o não-si é, além de cognitiva, distributiva de valor: atribui valor ao si e não-valor ao não-si. Este princípio ainda engloba a noção de invariância do eu sujeito, a qual é mantida apesar de extraordinárias transformações. Assim: “*Temos, inclusive, a ilusão de possuir uma identidade estável sem dar-nos conta de que somos muito diferentes segundo os humores e paixões, segundo amemos e odiemos e segundo o fato [...] de que todos temos uma dupla, uma tripla, uma múltipla personalidade*” (Morin, 1996c, p.50).

Ainda para Edgar Morin, a noção de sujeito compreende os princípios subjetivos de exclusão e de inclusão, e o de intercomunicação com o semelhante.

O princípio da exclusão refere-se ao fato de apenas *eu* ser capaz de pronunciar o *eu*; ninguém pode dizer *eu* no lugar de outra pessoa. E, dentro de nossa subjetividade, ainda podemos incluir a subjetividade dos outros. O sujeito está sujeito aos conflitos gerados por esses dois princípios: oscilar entre o egocentrismo absoluto e a total abnegação, ou seja, excluir inteiramente a subjetividade do outro ou sacrificar sua subjetividade pela do outro.

A inclusão da subjetividade do *outro* conduz ao princípio da intercomunicação, uma vez que, quando qualquer ser vivo é *atacado*, seus congêneres também pressentem a ameaça e procuram ajudar ao ser agredido.

Assim, o sujeito que vive na cotidianidade, que precisa dessa cotidianidade para se auto-referir, que percebe a sua própria entonação e a do outro, vive intensamente o jogo dialético dos princípios da exclusão e da

inclusão, da comunicação e da falta de comunicação. Estas contradições demonstram a complexidade da comunicação não apenas entre os sujeitos, mas também dos sujeitos com eles mesmos. E tudo isso implica erros.

Considerações finais

A epistemologia complexa compreende, assim, o erro, a ilusão e o desconhecido, criticando o problema da impotência do sistema cognitivo quanto a se incluir, se conceber, se explicar e se provar a si mesmo. A crise dos fundamentos conduz ao desafio da complexidade do real, na qual o conhecimento tem necessidade de se refletir, se reconhecer, se situar e se problematizar.

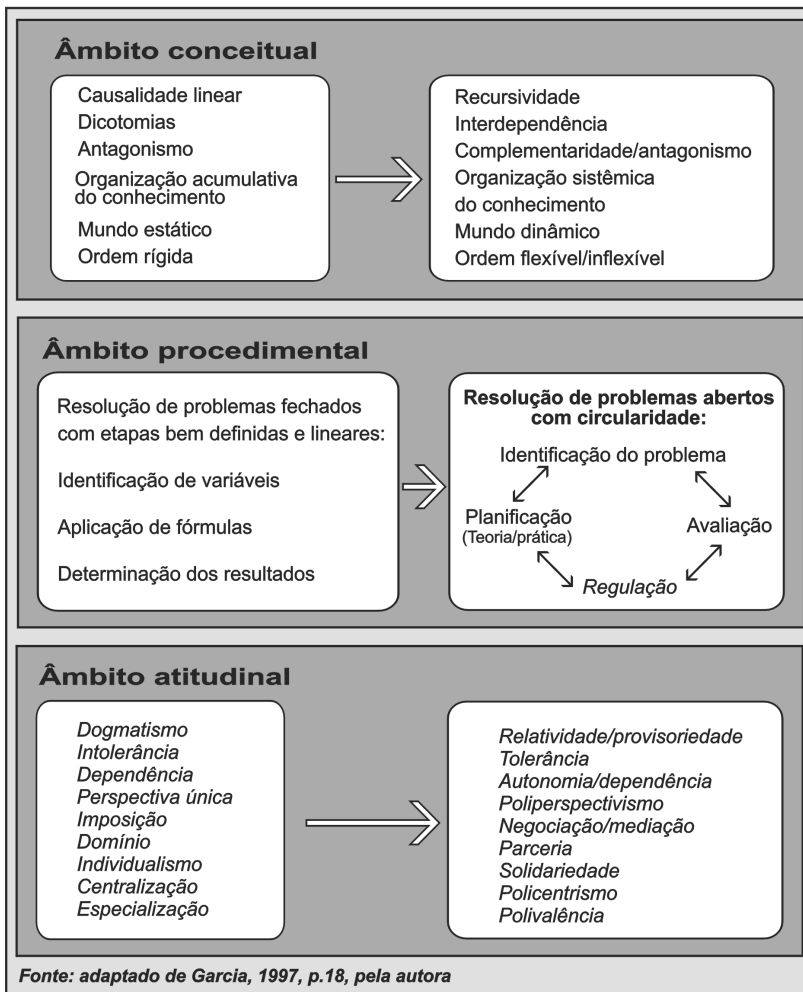
Em termos educacionais, concluo que a Universidade, ao mesmo tempo em que necessita transmitir saberes construídos nas mais diversas áreas do conhecimento científico e contribuir, pela pesquisa, na evolução deste, precisa revitalizar a reflexão sobre as relações entre os sujeitos e entre estes e a natureza, com o objetivo básico de contribuir no *enriquecimento do conhecimento cotidiano* (Garcia, 1997).

As discontinuidades existem e é preciso saber lidar com elas. Acreditando que o conhecimento científico se constrói *a partir de e contra* conhecimentos estabelecidos pela vida cotidiana, esse conhecimento terá sua efetiva significação quando retornar ao cotidiano. À universidade, e, principalmente, aos cursos de licenciatura, cabe a importante tarefa de realizar uma *contextualização didática*, mediante uma formação com uma visão mais complexa e crítica da realidade: a partir de um enfoque transdisciplinar, integrar uma visão de ética à competência do futuro professor para abordar a complexidade do mundo em que vive, ou seja, utilizar um conhecimento metadisciplinar como marco de referência para a determinação do conhecimento a ser trabalhado em sala de aula, na contribuição de uma mudança intelectual/afetiva/atitudinal.

A transição paradigmática de um pensamento simplificador para um pensamento complexo provoca mudanças na maneira de pensar e agir no ensino, no âmbito conceitual, procedimental e atitudinal. A partir das idéias apresentadas por Garcia (1997), represento tais mudanças no **Quadro 1**. Não somente no âmbito das instituições educacionais, a evolução do saber técnico/científico/filosófico precisa procurar proporcionar às pessoas, de uma maneira geral, uma visão da complexidade do mundo que lhes permita compreender e agir na sociedade em que vivem, capacitando-as para o exercício da autonomia, da solidariedade e da liberdade, como também preparando-as para lidar com as dependências e as incertezas do futuro.

Quadro 1

Transição paradigmática



Erros mentais, intelectuais, paradigmáticos, bem como erros de percepção, da razão e do continuísmo, refletem a lógica de um pensamento simplificador que vê um mundo estático, com uma ordem rígida e uma causalidade linear, repleto de dicotomias e antagonismos. Para esse pensamento, a concepção sobre a construção do conhecimento está essencialmente associada à acumulação, tornando-se, assim, um obstáculo

para uma organização sistêmica do conhecimento. Essa lógica leva a um isolamento que determina, no âmbito dos procedimentos, a resolução de problemas fechados, descontextualizados das situações cotidianas vivenciadas pelos sujeitos.

Por sua vez, no âmbito das atitudes, essa perspectiva única de ver o mundo conduz ao dogmatismo das próprias idéias, assim como à dominação dos sujeitos através do poder que o conhecimento proporciona e à respectiva dependência destes, desencadeando um individualismo que reforça o modelo da especialização fechada e da centralização do poder. Estas atitudes transformam-se em obstáculos na contextualização dos conhecimentos compartimentados nas mais diferentes áreas, e, simultaneamente, para um clima de parceria e de solidariedade entre os sujeitos, bem como na construção do conhecimento e do autoconhecimento de cada um.

Esse paradigma simplificador impede que se conceba a relação ao mesmo tempo de implicação e de separação entre o homem e a natureza, tornando-se, assim, um obstáculo intelectual na tentativa do paradigma complexo de implicação/distinção/conjunção que permitirá tal relação. *Com e contra* nossos erros, superaremos/criaremos obstáculos que fazem parte do próprio ato de conhecer, estabelecendo continuidades e enfrentando rupturas, reorganizando e contextualizando o conhecimento, na (re)construção de nossas relações cognitivas e afetivas no mundo. Eis aqui o desafio da complexidade.

Referências

- ABRAHÃO, M.H.M.B. (Org.) *Avaliação e erro construtivo libertador: uma teoria-prática incluyente em educação*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2001.
- BACHELARD, G. *A epistemologia*. Lisboa: Edições 70, 1990.
- _____. *A filosofia do não. Filosofia do novo espírito científico*. Lisboa: Presença, 1991.
- _____. *A formação do espírito científico: contribuição para uma psicanálise do conhecimento*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996a.
- _____. *O novo espírito científico*. Lisboa: Edições70, 1996b.
- COSTA, R.C. A complementaridade razão-emoção na relação professor-aluno. *Cadernos de Educação*. FaE/UFPel, Pelotas (12): 111-130, jan./jul. 1999.
- COSTA, R.C. *Erros e obstáculos no ensino universitário de Física: da simplificação à complexidade*. Porto Alegre: Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Faculdade de Educação. Tese de Doutorado. 2001.

- EINSTEIN, A. *Como vejo o mundo*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1981.
- GARCÍA, J.E. El debate de la interdisciplinariedad en la E.S.O.: el referente metadisciplinar en la determinación del conocimiento escolar. *Investigación en la Escuela*, Sevilha, (32): 5-26. 1997.
- HEISENBERG, W. *A parte e o todo: encontros e conversas sobre física, filosofia, religião e política*. Rio de Janeiro: Contraponto, 1996.
- MORAES, R. Teorias implícitas. In: MORAES, R. (Org.) *Construtivismo e ensino de ciências: reflexões epistemológicas e metodológicas*. Porto Alegre: EDIPUCRS, 2000, p. 159-194.
- MORIN, E. *Para sair do século XX*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.
- _____. *Ciência com consciência*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1996a.
- _____. *O método III. O conhecimento do conhecimento/I*. Portugal: Europa-América, 1996b.
- _____. A noção de sujeito. In: SCHNITMAN, D.F. (Org.). *Novos paradigmas, cultura e subjetividade*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996c. p. 45-58.
- _____. *Amor, poesia, sabedoria*. Rio de Janeiro: Bertrand Russel, 1999.
- _____. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2000a.
- LOPES, A.R.C. Bachelard: O filósofo da desilusão. *Caderno Catarinense de Ensino de Física*, Florianópolis, 13(3): 248-273, 1996.
- LOSEE, J. *A historical introduction to the phylosophy of science*. Oxford: Oxford University Press, 1993.
- PRIGOGINE, I. *O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza*. São Paulo: UNESP, 1996.
- RUELLE, D. *Acaso e caos*. São Paulo: Editora da Universidade Estadual Paulista, 1993.

Regina Calderipe Costa é professora do Departamento de Física do Instituto de Física e Matemática/UFPel e do Curso de Mestrado da Faculdade de Educação da UFPel. Mestre em Física (UFRGS) e Doutora em Educação (PUC/RS). Desenvolve trabalhos de investigação relacionados com o ensino de Ciências e de Física, especialmente nas áreas de Filosofia da Ciência e Informática Educativa.

E-mail: rcosta.sul@terra.com.br

Artigo recebido em outubro/2001