

PARADIGMA TRADICIONAL E PARADIGMA EMERGENTE: ALGUMAS IMPLICAÇÕES NA EDUCAÇÃO¹

Wallace Carvalho Ribeiro*
Wolney Lobato**
Rita de Cássia Liberato***

RESUMO: É intrínseco ao Homem conhecer os objetos e os fenômenos da realidade que o cerca, por meio de um ponto de vista que, por sinal, se refere a um paradigma que traz consigo uma epistemologia. Nesse contexto, o presente artigo objetiva levantar alguns princípios e pressupostos do Paradigma Tradicional e do Paradigma Emergente, como também visa apresentar algumas implicações desses dois paradigmas na Educação. Esse trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica e faz parte da dissertação de Mestrado, defendida no 1º semestre de 2009, pelo seu primeiro autor no Programa de Pós-Graduação em Educação da PUC Minas. Ao final, constatou-se que se vive hoje um período de mudanças paradigmáticas, embora todos nós ainda temos muito do paradigma cartesiano-newtoniano, mas o surgimento de novos problemas oriundos da dinâmica da realidade nos impõe o desafio da transformação no nosso ser e agir, no intento de (re)construir um conhecimento mais humano e diversificado.

Palavras-chave: Paradigma Tradicional. Paradigma Emergente. Educação.

TRADITIONAL PARADIGM AND EMERGING PARADIGM: SOME EDUCATIONAL IMPLICATIONS

ABSTRACT: It is intrinsic to human beings to get to know the objects and the phenomena around reality, through a perspective that, by the way, refers to a paradigm that brings along an epistemology. In this context, this article aims at raising some principles and assumptions of the traditional and the emerging paradigm, whereas presenting some implications of these two paradigms in Education. This work was developed through bibliographic research and is part of the master's dissertation, defended in the 1st half of 2009, by the first author in the Programa de Pós-Graduação em Educação da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais. In the end, it was concluded that although we are living a time of paradigmatic changes, we still have much of the Cartesian-Newtonian paradigm, however, the emergence of new problems from the dynamics of reality poses the challenge of transformation in our way of being and acting, with an attempt to (re)build a more human and diverse knowledge.

Keywords: Traditional Paradigm. Emerging Paradigm. Education.

* Mestre em Educação pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas). Coordenador de Educação Ambiental do Instituto Inhotim.

E-mail:

wallacecarvalho@inhotim.org.br

** Doutor em Ciências e História Natural pela Universidade Federal de Minas Gerais (UFMG). Professor do Programa de Pós-Graduação em Geografia - Tratamento da Informação Espacial da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas). Co-autor e orientador da pesquisa.

E-mail:

secpos@pucminas.br

*** Doutora em Geografia - Tratamento da Informação Espacial pela Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas). Professora do Departamento do Curso de Geografia da Pontifícia Universidade Católica de Minas Gerais (PUC Minas). Co-autora e co-orientadora da pesquisa.

E-mail:

liberato@pucminas.br

1. INTRODUÇÃO

O Homem é um ser indagador e transformador. Sempre buscou o significado de objetos e fenômenos da realidade que o cerca mediante um ponto de vista que, por sinal, diz respeito a um paradigma que traz consigo uma epistemologia ou, como sinaliza Moraes (2004), um determinado quadro epistêmico, segundo o qual estabelece alguns critérios a serem seguidos no processo de (re)construção do conhecimento.

Os avanços tecnológicos e científicos da ciência moderna erigiram pressupostos, conceitos e princípios que nos influenciam – enquanto Homens ocidentais – na forma de ver e fazer a Educação, por intermédio de suas atividades. A ciência avançou de uma perspectiva moderna para uma pós-moderna², tendo sempre em vista o aparecimento de novos problemas e desafios oriundos da complexa dinâmica da vida e de seus condicionantes. Todavia, nota-se que a Educação de hoje ainda traz em seu bojo ações e valores pautadas no cartesianismo e mecanicismo da ciência moderna e, por conseguinte, instrui alunos para o futuro com um pensamento tradicional do passado.

Esse é um artigo introdutório à discussão de paradigmas, no sentido de levantar alguns princípios e pressupostos do Paradigma Tradicional (baseado nas contribuições filosóficas e científicas de Galileu Galilei, Francis Bacon, René Descartes e Isaac Newton) e do Paradigma Emergente (apoiado na Teoria da Relatividade de Albert Einstein, no Princípio da Complementaridade de Niels Bohr, no Princípio da Incerteza de Karl Heisenberg e na Teoria das Estruturas Dissipativas de Ilya Prigogine) como também objetiva expor algumas implicações desses dois paradigmas na Educação.

Tal trabalho foi desenvolvido por meio de pesquisa bibliográfica e faz parte da Dissertação de Mestrado³, defendida no 1º semestre de 2009, pelo primeiro autor desse artigo no Programa de Pós-Graduação em Educação da PUC Minas.

Sendo assim, serão suscitados, inicialmente, alguns princípios e pressupostos do Paradigma Tradicional e suas respectivas implicações na Educação. Na sequência, serão apresentados alguns princípios e pressupostos do Paradigma Emergente e também suas respectivas implicações na Educação. Ao final, serão levantadas algumas considerações, tendo a preocupação de lançar reflexões no que tange a construção de um saber contextualizado e ético, em consonância com avanço do conhecimento científico e com as complexas mudanças que ocorrem atualmente no mundo.

2. PARADIGMA TRADICIONAL

O termo paradigma é usado pelo filósofo e historiador da ciência Thomas Samuel Kuhn (1922-1996) em seu livro “A Estrutura das Revoluções Científicas”, publicado em 1962. Esse conceito é tratado por Kuhn como uma estrutura de

pensamento, ou melhor, uma totalidade de crenças, valores e técnicas partilhadas pelos membros de uma comunidade científica. Portanto, o paradigma é mais que uma teoria, sendo o qual uma espécie de estrutura maior geradora de novas teorias.

Em contrapartida, o sociólogo e filósofo francês Edgar Morin (1921-) vai mais além que Kuhn quando conceitua paradigma como o próprio princípio de organização das teorias. Para Morin (1998) o paradigma impõe conceitos e relações que controlam a lógica dos discursos no âmbito de uma comunidade científica, permitindo que, sob sua proteção, convivam tanto as teorias e os conceitos soberanos, quanto teorias e conceitos contrários ao paradigma vigente. Isso, por sinal, caracteriza uma realidade poliparadigmática, na qual modelos distintos convivem simultaneamente.

Ressalta-se então que nem sempre as revoluções científicas ocorrem da forma como Kuhn as imaginou – como um processo ao qual um paradigma substitui o outro. Segundo Piaget e Garcia (1987) as reestruturações, tanto da ciência quanto da cognição, não se constituem no vazio, mas a partir de algo preexistente que se manifesta no devir contínuo da construção da ciência e que implicam em cortes, saltos, desequilíbrio e reequilíbrio.

Sendo assim, de tempos em tempos, as teorias estão sujeitas a perturbações, a anomalias, decorrentes do surgimento de determinadas indagações, cujas soluções parecem difíceis de serem alcançadas ao se recorrer ao conjunto de teorias de um determinado modelo vigente num certo período de tempo. Abre-se então a novos debates e discussões a fim de se levantar novos fundamentos, princípios e ideias que dêem conta de solucionar os emergentes problemas. As mudanças conceituais são provenientes dessas novas discussões, o que acaba erigindo a chamada crise dos paradigmas. No entender de Moraes (1996, 2003) a crise provoca sempre um mal estar na comunidade envolvida, visto que muitos intelectuais resistem às renovações de cunho teórico-prática. Já para Okamoto (1999) o novo paradigma, a rigor, é mais adequado do que o antigo, uma vez que o novo consegue explicar os fenômenos e processos que o antigo já não explica.

Desse modo, a visão orgânica de mundo que prevalecia na Europa na Idade Média se caracterizava pela interdependência dos fenômenos materiais e espirituais, assim como pela subordinação das necessidades individuais às coletivas. De acordo com Capra (1982) a estrutura científica que prevalecia nessa visão orgânica se pautava em Aristóteles e na Igreja.

Entretanto, a partir dos séculos XVI e XVII, a ciência medieval começou a sofrer mudanças radicais. A ideia aristotélica de Natureza e de mundo como sendo algo animado e vivo é substituída pela noção de uma Natureza sem vida e mecânica. Esse é o período designado pelos historiadores de Revolução Científica.

Tal revolução para Grün (2002), por ser justamente de cunho científico e filosófico, não pode ser resumida a somente três ou quatro figuras, mas as influências de Galileu Galilei (1564-1642), de Francis Bacon (1561-1626), de René Descartes (1596-1650) e de Isaac Newton (1642-1727) são expressivas no agir humano na civilização⁴ ocidental.

Galileu era físico, matemático, astrônomo italiano e foi o precursor na descrição da Natureza em uma linguagem físico-matemática. Em meados do século XVI esse cientista estabelece matematicamente a Lei dos Corpos em seu manuscrito “*De Motu*”, sendo que, em seguida, corrobora empiricamente a Teoria Heliocêntrica de Copérnico (VICENTE; PEREZ FILHO, 2003). Para Galileu os objetos possuíam qualidades distintas, isto é, primárias e secundárias. As qualidades primárias são reais, já que a forma, o tamanho, o número e a posição dos objetos existem por si mesmos, independente da cognição humana, e por conta disso, são qualidades capazes de serem mensuradas. Já as qualidades secundárias, tais como cor, cheiro, sabor e som, são subjetivas, qualitativas, pertencem ao domínio da sensibilidade (GRÜN, 2002). Galileu, movido pela sua personalidade contestadora e amante da comprovação, achava que tudo deveria passar pela experimentação (MORAIS, 1997). Dessa maneira, ele direciona a sua atenção e importância para tudo que fosse quantificável no mundo e esse, inexoravelmente, foi perdendo a sua sensibilidade.

Francis Bacon era filósofo, cientista, político inglês e criador de um novo sistema de investigação no qual, para se ter o correto e exato conhecimento dos fenômenos, seria necessário partir de fatos concretos da experiência para se chegar às leis e suas respectivas causas (MORAES, 1996). O empirismo de Bacon e sua lógica indutiva representavam uma nova metodologia na experimentação científica, ao passo que esse cientista desejava a libertação do Homem por meio da ciência. Nesse sentido, Grün (2002) acredita que Bacon queria o rompimento com o velho modo de pensar e o fortalecimento de uma nova maneira de viver calcada na superioridade do Homem frente à Natureza, pois esse é senhor do seu destino.

Descartes é considerado, no meio científico, o pai do racionalismo moderno. Esse pensador tinha a dúvida como ponto fundamental do seu método, utilizando-a como instrumento básico de raciocínio. A única coisa que para ele não havia dúvidas era a sua existência como um ser pensante, pois sempre afirmava “penso, logo existo”⁵. Descartes deduziu que a essência da natureza humana está no pensamento e que todas as coisas que concebemos de forma clara e distinta são verdadeiras (OZMON; CRAVER, 2004).

Descartes propôs, no “Discurso do Método”⁶, a decomposição do pensamento e dos problemas em partes componentes, bem como refletiu que a disposição dessas partes se dá dentro de uma ordem lógica. Para ele o conhecimento é obtido a partir da intuição e da dedução – diferentemente de Bacon que se pautava na indução progressiva – por meio das quais se tentava construir o conhecimento emanado de sólidos alicerces e a análise mostrava o caminho verdadeiro para o qual fora inventada, ao mesmo tempo em que revelava que os efeitos dos fenômenos dependem de suas causas (MORAES, 1996).

No pensamento cartesiano, a razão só pode legitimar a sua autonomia como divisora do mundo físico, o que pressupõe a divisibilidade infinita do objeto – totalidade divisível – e a ênfase nas suas partes em detrimento do todo.

Na sexta parte do “Discurso do Método”, Descartes apresenta a formulação ideológica que dará impulso decisivo à oposição entre Homem-Natureza, sujeito-objeto, mente-corpo e espírito-matéria no Ocidente:

[...] em vez dessa filosofia especulativa que se ensina nas escolas, pode-se encontrar numa outra prática, mediante a qual, conhecendo a força e a ação do fogo, da água, do ar, dos astros, dos céus e de todos os outros corpos que nos rodeiam tão distintamente como conhecemos os diversos ofícios de nossos artefatos, poderíamos empregá-los da mesma maneira em todos os usos a que são adequados e assim nos tornar como que **senhores e possuidores da natureza** (DESCARTES, 1996, p. 69, grifo nosso).

Assim, dois aspectos ficam marcantes no ideal cartesiano. O primeiro se refere ao caráter pragmático que o conhecimento adquire – “[...] conhecimentos que sejam úteis à vida em vez dessa filosofia especulativa que se ensina nas escolas [...]” (DESCARTES, 1996, p. 69). Em decorrência disso, o conhecimento passa a ser um meio visando o domínio dos processos, formas e elementos do meio ambiente, tendo esse a conotação de recurso infinito e ilimitado. O segundo concerne à visão Antropocêntrica, segundo a qual o Homem passa definitivamente a ser visto como centro do mundo, um sujeito superior à Natureza.

Em resumo, Descartes (1996) exprime que o Homem é o sujeito pensante, o *cogito*, que legitima a sua razão sobre o mundo, seu objeto. Ou melhor, o Homem no pensamento cartesiano não faz mais parte do meio ambiente, pois ele o domina, é civilizado e racional, restando ao meio a condição de atraso, arcaico, tradicional e objeto. Ademais, para Descartes o Universo material foi constituído por Deus como uma máquina perfeita, sem vida e sem espiritualidade. A Natureza funciona de acordo com as leis mecânicas e exatas. Tudo no Universo poderia ser explicado, através de leis matemáticas e a partir do entendimento de suas partes (CAPRA, 1982).

O físico inglês Isaac Newton, no início do século XVIII, realizou uma sistematização dos conceitos procedentes dos estudos de Copérnico, Kepler, Galileu, Bacon e, sobretudo, complementou o pensamento de Descartes, concedendo vida à visão de mundo como uma máquina perfeita⁷, sedimentando o paradigma mecanicista. Na concepção de Newton, Deus criou as partículas materiais, a força entre elas e as leis fundamentais do movimento. Tudo isso funcionando como uma máquina governada por leis imutáveis. O mundo era um sistema mecânico passível de ser descrito objetivamente, sem relacionar o observador humano, fazendo com que tal descrição objetiva da Natureza tornasse o ideal de toda a ciência (GRÜN, 2002; MORAES, 1996; 2004).

Nesse intento, Newton combinou as contribuições de Kepler e de Galileu, bem como formulou as leis gerais, universais, do movimento que governam todos os objetos presentes no sistema solar, ao descobrir a influência da força da gravidade. Esse físico ainda explicou o movimento dos planetas, da lua e dos cometas, dentre outros fenômenos ligados à gravidade, elaborou o cálculo

infinitesimal, desenvolveu as leis de reflexão e refração luminosas, tal como criou a teoria acerca da natureza corpúscula da luz (MORAES, 1996).

O pensamento cartesiano-newtoniano possui o intuito de decifrar a realidade recortando-a, moldando-a em compartimentos com vistas a dominá-la. Tal manipulação da realidade faz com que o conhecimento torna-se a verdade absoluta que, aplicada no modo de produção capitalista, organiza e administra a emergente sociedade burguesa. Esse modelo produtivo, por sua vez, financia a ciência moderna, configurando um processo de retroalimentação de proporções incomensuráveis.

Destaca-se que o movimento Iluminista na Europa, em meados do século XVIII, reforçou o pensamento cartesiano-newtoniano em nossas vidas. Os iluministas consideram que o Homem é um ser dotado de razão e que esse deveria se emancipar através do seu saber. O Iluminismo, no entender de Ribeiro (2007), expurga os resquícios religiosos medievais e autentica a visão antropocêntrica e pragmática no imaginário cultural e no universo ideológico, a partir do momento em que há uma transposição às regras lógico-formais da perspectiva mecanicista das ciências naturais para as ciências humanas, culminando no movimento conhecido como positivismo.

Na concepção de Horkheimer e Adorno (1985) e Horkheimer (2003) a razão iluminista não se torna apenas uma forma de razão, mas sim a razão que desconsidera toda e qualquer forma de saber. Tal razão é instrumentalizada, pois atender às necessidades humanas passa de fim a meio (RIBEIRO, 2007). E o fim (objetivo final) passa, inexoravelmente, a ser o bom funcionamento do sistema – produção, consumo e lucro.

O que não se ajusta às medidas de calculabilidade e de utilidade é suspeito para o Iluminismo. Aquilo que não se pode desvanecer em números é desconsiderado pelo positivismo moderno. A verdade tornou-se aquilo que é quantitativamente palpável, o que dá resultados.

3. PARADIGMA TRADICIONAL NA EDUCAÇÃO

As ciências naturais alcançavam um extraordinário progresso nos séculos XVI, XVII e XVIII e isso exigiu da Educação o compromisso de acompanhar o avanço científico. Sendo assim, o professor e cientista checo Johann Amos Comenius (1592-1670), discípulo confesso de Bacon, acreditava que a Educação deveria fundamentar-se no conhecimento objetivo das ciências naturais (GRÜN, 2002).

Comenius tentou implantar, no campo da Educação, a reforma pretendida por Bacon no domínio das ciências. Esse educador sempre incentivou a experimentação concreta e almejava construir uma escola que promovesse a instrução experimental físico-matemática, tendo a Natureza como objeto a ser dominado (MANACORDA, 1989).

A Educação ganhou, pela primeira vez, *status* de ciência com a Pedagogia herbartiana. O filósofo e psicólogo alemão Johann Friedrich Herbart (1776-1841) desenvolveu um sistema pedagógico fundado na psicologia empírica, de influência newtoniana. Para tanto, Grün (2002) lembra que, foi Herbart quem sucedeu o filósofo alemão Immanuel Kant (1724-1804), em 1809, na cátedra de filosofia em *Königsberg*. Kant foi quem identificou o objeto científico única e exclusivamente com a física newtoniana, impossibilitando qualquer abordagem organicista da Natureza.

Kant aliás, em 1781, formulou a noção de sujeito transcendental, em seu livro “Crítica da Razão Pura”. Tal noção se refere a de um sujeito formal e abstrato, capaz de adquirir conhecimentos e tornar-se autônomo e reflexivo. Um sujeito pensante que emite juízo de valor, com vistas à construção e a justificação do conhecimento (MARCONDES, 1994).

No século XIX, a revolução política burguesa universalizou o ensino, visando retirar os Homens da ignorância e do conhecimento especulativo, assim como instruí-los para uma sociedade contratual, urbana e industrial, por meio de uma escola laica⁸. Nesse processo, caberia ao Estado liberal e desenvolvimentista criar as condições para que os cidadãos se apropriassem da racionalidade técnico-científica da ciência moderna e essa, por sua vez, deveria estar presente no currículo escolar, garantindo, concomitantemente, a ordem social numa perspectiva durkheimiana⁹ e legitimando a ordem democrática burguesa.

Sobre esse assunto, Apple (1982, p. 97) declara que “os interesses sociais e econômicos que serviram de base para a atuação dos mais influentes especialistas em currículo não eram neutros nem fortuitos”. E ainda,

ao delimitar o papel básico que o currículo escolar deveria exercer, a questão social e econômica fundamental que preocupava esses primeiros teóricos (do currículo) era a industrialização e a divisão do trabalho que lhe seguia (APPLE, 1982, p. 105).

Conforme Grün (2002) havia na constituição do currículo escolar estadunidense, no século XIX, um código curricular que era racional e alicerçado por três elementos estruturais: o pragmatismo, o individualismo e o racionalismo. O pragmatismo está em consonância com o desenvolvimento econômico da época, transformando a Educação em um instrumento funcional para a reprodução da ideologia dominante¹⁰ da sociedade industrial, por meio de princípios e de linguagens. Vale dizer que o pragmatismo como filosofia da Educação se baseia no progressismo do filósofo e pedagogo estadunidense John Dewey (1859-1952) que, por sinal, possui influências do método indutivo de Bacon (OZMON; CRAVER, 2004). Já o individualismo e o racionalismo, também contidos no código curricular, estão em harmonia com o pensamento kantiano (KANT, 1983), tendo a Educação o escopo de constituir um sujeito moral e emancipado, construtor da sociedade e do mundo.

Na Educação moderna, o que não é científico, calcado no cartesianismo e no mecanicismo, é desconsiderado. É uma Pedagogia induzida, behaviorista, a qual se baseia na transmissão do conhecimento pelo professor e no acúmulo

do mesmo pelos alunos. Enfatiza-se o conteúdo programático, com vistas a instruir uma futura mão-de-obra técnica para o mundo do trabalho – de acordo com a demanda e os interesses da sociedade desenvolvimentista capitalista. O erro é tido como algo ruim e deve ser evitado. O importante é o resultado eficiente, as notas, ou melhor, o produto final. A memorização mecânica, por intermédio de um ensino descontextualizado e pouco interativo, é o melhor caminho na instrução de sujeitos racionais, “pensantes” e “esclarecidos”.

Ademais, a Educação moderna não valoriza o Homem como um ser multidimensional¹¹ e multisensorial¹²; reitera as dicotomias entre Homem-Natureza, sujeito-objeto, mundo interior-mundo exterior, saber científico-saber popular. Trabalha com estratégias pedagógicas que fomentam a constituição de uma visão reducionista da realidade, pois os fenômenos são estudados como simples, mediante leis e modelos universais. Nesse processo, os aspectos afetivos e intersubjetivos – diálogo entre pessoas e saberes distintos – não são fomentados. E por fim é uma Pedagogia muito mais quantitativa que qualitativa, tendo em vista a fragmentação e a compartimentação da realidade, da vida e do conhecimento.

4. NOVOS PRINCÍPIOS CIENTÍFICOS, NOVO PARADIGMA

Soffiati (2002) frisa que o evolucionismo do naturalista britânico Charles Darwin (1809-1882) e a Termodinâmica, no final do século XIX, reintroduzem a história e a irregularidade no relógio newtoniano. Darwin conseguiu uma explicação “natural” da evolução, sendo essa provada como um processo orgânico. O Universo, a partir de Darwin, passou então a ser estudado como um sistema em perene evolução e mudança. Já a Termodinâmica apresentou a formulação do conceito de entropia e a sua segunda lei faz referência à dissipação de energia sob a forma de calor, o que introduz na física a ideia de processos irreversíveis.

Em 1905, o físico alemão Albert Einstein (1879-1955) desenvolveu a Teoria da Relatividade, demonstrando que a simultaneidade dos acontecimentos distantes não pode ser verificada, pode somente ser definida, pois ela é arbitrária (SANTOS, 2001). Com essa teoria identificou-se que a energia tem massa e que não há espaços e tempos absolutos no Universo, pois as medidas desses são relativas e sua distribuição depende da matéria (MORAES, 1996). Logo, o conceito de “espaço vazio” perdeu significado na Astrofísica.

Moraes (2004) nos recorda que a partir dos experimentos do físico e químico neozelandês Rutherford (1871-1937), que bombardeou átomos com partículas alfas, ficou demonstrado que os átomos, em vez de sólidos e indestrutíveis, possuíam um espaço no qual se moviam partículas extremamente pequenas. O físico dinamarquês Niels Bohr (1885-1962) afirmou, por meio do seu Princípio da Complementaridade que, dependendo da forma de como as

unidades subatômicas são abordadas, elas podem aparecer tanto como partículas, quanto como ondas. A matéria vista como partícula significa que ela tem massa e ocupa um lugar no espaço, já na forma de onda significa que a matéria é invisível, não tem massa e não pode ser localizada.

Segundo Capra (1982) essa visão de dualidade no mundo subatômico suscitou o conceito de realidade da matéria, que é o próprio fundamento da visão mecanicista, ao descrever que, no nível subatômico, não se pode afirmar com plena certeza que a matéria exista em lugares definidos. É pertinente declarar que, a partir de Bohr, certos fenômenos tendem a existir e/ou a ocorrer de uma determinada forma que de outra. Nada mais é visto de modo isolado, mas como padrões de interconexões. A física quântica é a física das possibilidades.

O físico alemão Werner Karl Heisenberg (1901-1976), em 1927, descobriu que o comportamento das partículas é totalmente imprevisível. O seu Princípio da Incerteza parte do pressuposto de que não há como mensurar ou produzir as ações de um elétron, como também esse não possui significado como entidade isolada. A “incerteza” não é o resultado da imprecisão da vida, mas proveniente de um princípio que poderia ser demonstrado empiricamente. Por conta disso, Heisenberg realçava que a vida não é linear, pois ela acumula energia e dá saltos, ela é incerta e desordenada.

Moraes fez algumas proposições ao Princípio da Incerteza de Heisenberg, dentre essas:

a) Na mecânica quântica, o sujeito observador altera a natureza do objeto observado;

b) Não há objetividade científica, uma vez que o rigor científico é limitado (MORAES, 1996).

Sem dúvida, a Teoria das Estruturas Dissipativas do químico e físico russo Ilya Prigogine (1917-2003) também colabora para a crise do paradigma mecanicista. Tais estruturas são sistemas abertos, são considerados complexos organizacionais detentores de um equilíbrio dinâmico. Na verdade, os sistemas vivos funcionam nas margens da estabilidade cuja evolução se explica por flutuações de energia que, em determinados momentos, desencadeiam, espontaneamente, reações. Essas, através de mecanismos não lineares, pressionam o sistema para além de um limite máximo de estabilidade, conduzindo-o a um novo estado (PRIGOGINE, 1986).

Nesse raciocínio, Prigogine nos ensina nas décadas de 1960 e 1970 que novas organizações são criadas por flutuações ou perturbações sem precedentes, que o comportamento dos sistemas vivos é aleatório e inesperado, assim como a vida é possível porque é espontânea, criativa e não rígida e mecânica.

Com efeito, as construções relacionadas à Teoria da Relatividade, bem como algumas teorias e princípios que compõem a física quântica – Princípio da Complementaridade de Bohr, Princípio da Incerteza de Heisenberg, Teoria das Estruturas Dissipativas de Prigogine, dentre outras – esfacelam os principais conceitos da visão de mundo cartesiana e da mecânica newtoniana associados à

noção de espaço e tempo absolutos, às partículas sólidas elementares, à objetividade científica, à causalidade e a separatividade, fazendo com que nenhum desses conceitos pudesse sobreviver às emergentes contribuições da física. O mundo passou a ser concebido em termos de movimento, fluxo de energia e processos de mudança.

5. ALGUMAS IMPLICAÇÕES EDUCACIONAIS DO PARADIGMA EMERGENTE

A visão quântica apresenta uma leitura de mundo globalizante, holística, o que implica em uma nova ordem: a totalidade indivisível. Nessa, a visão é ecológica, na acepção de que há interdependências complexas dos diversos sistemas vivos que compõem a realidade em diferentes níveis, mediante o processo de auto-eco-organização (MORIN, 1998), tendo assim a valorização do contexto sócio-cultural ao qual, nós humanos, estamos inseridos.

A Teoria da Relatividade e os supracitados princípios da física quântica levantam uma gama de implicações que, inexoravelmente, influenciam nossas vidas e, por conseguinte, a Educação¹³. A ideia de totalidade indivisível é relevante se pensarmos que o mundo deva ser visto como um todo indivisível, no qual todas as parcelas que compõem o Universo, incluindo o sujeito observador, configuram uma única totalidade. Isso nos faz pensar que a diversidade é, antes e acima de tudo, uma grande rede de ligações inerentemente dinâmica, construída de interconexões invisíveis, envolvendo, de acordo com Morin (2005), os fenômenos biológicos, físicos, psíquicos, sociais e culturais.

Outra implicação interessante é que todo sistema vivo possui autonomia relativa. Isso é possível, pois todo sistema vivo possui equilíbrio dinâmico, visto que o mesmo está acoplado ao meio ao qual se encontra. A interdependência de ambos – sistema vivo e meio – proporciona incessantes esforços interacionais, por meio de permutas de matéria-energia-informação (MORAES, 2004).

As interconexões entre elementos no interior e entre unidades sistêmicas promovem, permanentemente, a causalidade circular de modo recursivo. Em outras palavras, o produto de uma ou mais interações entre elementos antagônicos acaba sendo também produtor daquilo que o produz. Assim, sempre existirá equilíbrio em um ecossistema, mas de forma dinâmica dada a sua aptidão a reorganização, como também o todo – unidade complexa – sempre será ou maior ou menor que a soma das partes.

Tal noção de causalidade circular – a qual é uma implicação relevante do Paradigma Emergente – nos incita a refletir que o mundo é constituído de elementos distintos, mas complementares entre si, assim como nos faz inferir que a vida é possível porque é diversa, recursiva, mutável e flexível.

Pensadores como o psicólogo e educador suíço Jean Piaget (1896-1980), o educador brasileiro Paulo Freire (1921-1997), o educador e filósofo brasileiro Moacir Gadotti (1941-) e Edgar Morin (1921-) apenas para citar

alguns, são pós-modernos, no sentido de defenderem¹⁴, entre outras premissas, a de que a construção do conhecimento ocorre pela interação entre sujeito e objeto. É óbvio que tais pensadores possuem suas singularidades teóricas, uma vez que os mesmos têm formações e, por conseguinte, influências epistemológicas distintas um do outro, assim como se inseriam em contextos socioculturais também diferentes. Contudo, em linhas gerais, o principal ponto de convergência entre os mesmos é a superação da dicotomia entre sujeito e objeto.

Nesse raciocínio, as contribuições intelectuais desses pesquisadores, ao longo do século XX, promoveram muitas reflexões e debates, no campo da Educação. Tem-se, como resultado, elaborações e execuções de múltiplos projetos, com vistas a erigir uma Educação mais condizente com os avanços científicos¹⁵ e, por consequência, proporcionar uma visão da realidade mais pertinente com as mudanças de um mundo cada vez mais globalizado, transnacional, neoliberal, antiecológico e extremamente excludente em vários sentidos.

A Educação pós-moderna é centrada no sujeito coletivo, se preocupa com o processo de assimilação e acomodação, como também com a construção do saber de forma dialógica e criativa. É uma Pedagogia contextualizada, recursiva, interdependente com o Universo e que, por conta disso, é vista como um sistema aberto. Essa noção de interdependência na Educação se calca nas interações entre os diversos elementos que a compõem, tais como as disciplinas, a sua direção e administração, os docentes, os discentes, a comunidade, os pais, os funcionários, dentre outros. E ainda, é uma Educação comprometida com a valorização das experiências vividas subjetivas dos sujeitos educandos e com a sua formação política e ética, tendo em vista os conflitos étnico-culturais, a autoconsciência ecológica e os princípios humanitários.

Somos sujeitos inacabados, em permanente busca (FREIRE, 1987, 1996; MORIN, 2005), o que pressupõe humildade, respeito à subjetividade do outro e a transformação do erro em algo positivo dentro do sistema. Humildade pois as verdades e as realidades não são absolutas e inquestionáveis. Respeitar o outro porque ao respeitá-lo eu também me respeito, já que a subjetividade do outro também me reconstrói, da mesma forma que a minha subjetividade o reconstrói (MORAES, 2004). Ver o erro como um fator de transformação na reorganização do sistema cognitivo, se justifica uma vez que somos seres limitados e o erro é humano (MORIN; CIURANA; MOTTA, 2003; MORIN, 2005).

A Escola quântica é criativa, transcendente, participativa, edificadora de ambientes alegres e estimuladora da religação dos saberes. A ênfase é dada na aprendizagem do aluno, na sua emergência, criatividade e criticidade. A Escola torna-se o *locus* da heterogeneidade e das múltiplas diferenças, sendo essas revestidas pelo princípio da igualdade, pois esse princípio não dissolve o particular, pelo contrário, promove a igualdade na diferença.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Vive-se hoje um período de mudanças paradigmáticas de uma visão de mundo cartesiano e newtoniana para uma visão quântica e holística. É claro que ainda não existe, no presente momento, uma estrutura conceitual e institucional bem definida sobre a formulação do novo paradigma, mas as linhas estruturantes desse novo modo de pensar estão em curso e sendo desenvolvidas por diferentes agentes individuais e coletivos.

Frisa-se que as transformações paradigmáticas são lentas. Exigem reconceitualização, reavaliação de ideias, princípios e premissas, assim como demanda humildade de todos e respeito às visões de mundo do outro, visto que os conflitos e as divergências são inevitáveis. Ainda temos muito do paradigma anterior, pois justamente fomos formados e também formamos por meio dele. Nosso modo de ser e fazer no mundo, em grande medida, ainda são cartesianos e newtonianos.

No entanto, a própria física quântica, bem como os ensinamentos de Edgar Morin e de Paulo Freire, por exemplo, nos sinalizam que os sistemas vivos são seres em perene transformação. Logo, o desafio posto para todos nós pesquisadores-educadores, na condição de indivíduos e de coletividades, é o de engendrar transformações no nosso modo de ser e agir, buscar um saber que seja contextualizado e ético, bem como entender que a Educação não se restringe ao ambiente escolar.

A busca de novas respostas procedentes de problemas complexos da realidade se dará por meio de um quadro epistêmico mais amplo para justamente se construir um conhecimento mais humano e diversificado em harmonia com o avanço do conhecimento científico e com as complexas mudanças que ocorrem no mundo de hoje. Algumas atividades e ações importantes no mundo atual globalizado – tais como a Informática, a Robótica, a Biotecnologia, as Telecomunicações e o intenso hibridismo cultural – são realidades que exigem o diálogo de diversos saberes interdisciplinares e transdisciplinares em consonância com um mundo dinâmico e interdependente.

Salienta-se que o alcance da consciência e da cidadania planetária perpassa indubitavelmente por uma Educação e uma ciência mais flexível e ética, o que proporciona a abertura de novos caminhos, na orientação do encontro comum e do pertencimento mútuo de todos os elementos que compõem a vida.

NOTAS

¹ Apoio financeiro da CAPES.

² Na acepção de ultrapassar e/ou ressignificar valores, princípios e pressupostos modernos (HARVEY, 1992; LYOTARD, 2002).

³ “Meio Ambiente e Educação Ambiental: as percepções dos docentes do Curso de Geografia da PUC Minas – Unidade Coração Eucarístico”.

⁴ O vocábulo deriva do latim *civita* que designava *cidade* e *civile* – civil – o seu habitante (HOUAISS, 2008). Sob a ótica iluminista, civilização é o estágio da cultura social e da civilidade de um agrupamento humano caracterizado pelo progresso social, científico, político, econômico e artístico (CUCHE, 1999). Isto é, quanto maior a civilidade e mais evoluída uma nação, maior é o seu grau de civilização. E ainda, a civilização é um processo social em si, inerente aos grupamentos humanos que tendem sempre a evoluir com a variação das disponibilidades econômicas, principalmente alimentares, e sua decorrente competição por esses com os grupamentos vizinhos (MAUSS; DURKHEIM, 2009). Para Vesentini (2004) as civilizações abrangem vários povos distintos que constituem agrupamentos de sociedades com determinados traços culturais em comum: origem dos idiomas, crenças religiosas, tipo de organização familiar e outras. Vesentini (2004) ainda advoga que, há hoje no mundo inúmeras culturas e civilizações, porém existem cinco grandes civilizações, tendo como critério básico, a considerável quantidade de pessoas que abarcam. São elas: a ocidental, a islâmica, a hindu ou indiana, a sínica ou chinesa e as negro-africanas.

⁵ Em latim “*cogito, ergo sum*”. Tal frase está em latim, pois a mesma não aparece na versão original do livro “*Discours de la Méthode*”, escrita em francês, mas emerge, anos mais tarde, na sua primeira tradução para o latim.

⁶ Essa é considerada a principal obra de Descartes, a qual foi escrita em 1637. O seu intuito, ao publicá-la, foi o de expor um novo método científico, ou melhor, de reconstruir o saber com tudo o que isso implica de crítica e recusa da tradição cultural, assim como de negação aos procedimentos filosóficos da Escolástica. Tal método científico seria composto por quatro regras: clareza e distinção, análise, ordem e enumeração. Mais detalhes a esse respeito ver Silva (1993) e Descartes (1996).

⁷ O Universo visto como um grande mecanismo de relojoaria, funcionando com precisão absoluta, tem por base o pressuposto de que a realidade é ordenada, rígida e previsível.

⁸ a acepção de ser uma instituição de caráter não religiosa e leiga.

⁹ No entender do filósofo francês Émile Durkheim (1858-1917) a Educação formal – escolar – possui a tarefa de modelar e preparar os alunos para as distintas funções sociais, evitando assim o perigo da anomia – desordem social – e viabilizando o bom funcionamento social por meio da divisão do trabalho (DURKHEIM, 1964; 1984). Lembra-se que Durkheim é um dos maiores expoentes do que se chama na Sociologia da Educação de funcionalismo clássico, próprio do final do século XIX e início do século XX, segundo o qual via a sociedade moderna como se fosse um organismo biológico, em que cada membro social seria um executor funcional na divisão do trabalho social, com vistas a manter a solidariedade orgânica, tendo o (a) professor (a), em especial – na figura de uma autoridade moral e a serviço da coesão social – o compromisso de interiorizar nos discentes hábitos, valores e normas sociais.

¹⁰ Ideologia designada como um conjunto de ideias, pensamentos, doutrinas e visões de mundo de um indivíduo ou de um grupo, segundo os quais o orienta em suas ações sociais e, principalmente, políticas. Segundo o filósofo e economista alemão Karl Marx (1818-1883) a ideologia pode ser considerada como um instrumento de dominação (consciência falsa) que age através do convencimento e não da força, de forma prescritiva, alienando a consciência humana e mascarando a realidade (WIKIPÉDIA, 2007b).

¹¹ Segundo Morin (2005) o Homem é, a um só tempo, biológico, físico, psíquico, social, cultural e histórico.

¹² Para Okamoto (1999) e Moraes (1996; 2004), à luz do construtivismo piagetiano, os seres humanos apreendem e constroem a realidade através dos seus cinco sentidos – visão, audição, olfato, tato e paladar – e por meio de outros sentidos. Moraes (2004) diz, de forma genérica, que esses outros sentidos estão relacionados à complexidade e a riqueza do corpo humano. Já Okamoto (1999), de maneira minuciosa, apresenta esses outros sentidos: espacial, cinestésico, proxêmico, do pensamento, da linguagem e do prazer.

¹³ A agrônoma e educadora brasileira Maria Cândida Borges de Moraes propôs em sua tese de Doutorado, defendida na PUC São Paulo, em 1996, o Paradigma Educacional Emergente elaborado a partir de um conjunto de novas pautas educacionais e de um arcabouço teórico fundamentado nas questões epistemológicas derivadas da Teoria da Relatividade, da Teoria da Estruturas Dissipativas e dos princípios da Complementaridade e da Incerteza. Nesse sentido, Maria Cândida é uma das primeiras pesquisadoras no Brasil a refletir sobre a possibilidade de se desenvolver a visão sistêmica no âmbito educacional. Para mais detalhes, consultar Moraes (1996).

¹⁴ Mesmo que alguns desses pensadores já tenham falecido, seus ensinamentos e conhecimentos estão vivos em suas obras e servem de suporte teórico para a construção de uma Educação quântica e pós-moderna.

¹⁵ Não se quer aqui afirmar que toda a sociedade tem que andar a reboque da ciência. Tais avanços científicos são exaltados, pois os mesmos são revestidos de princípios – tais como a flexibilidade, a interação e o diálogo – os quais prezam a transcendência e a emancipação dos sujeitos, a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade dos diferentes campos do saber.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- APPLE, M. W. *Ideologia e currículo*. Tradução de Carlos Eduardo Ferreira de Carvalho. São Paulo: Brasiliense, 1982. 246p.
- CAPRA, F. *O ponto de mutação: a ciência, a sociedade e a cultura emergente*. Tradução de Álvaro Cabral. São Paulo: Cultrix, 1982. 447p.
- CIVILIZAÇÃO. In: HOUAISS, A. *Dicionário da língua portuguesa*. Disponível em: <<http://www.dicionariohouaiss.com.br/index2.asp.html>>. Acesso em 03 out. 2008.
- CUCHE, D. Gênese social da palavra e da idéia de cultura. In: . *A noção de cultura nas ciências sociais*. Tradução de Viviane Ribeiro. Bauru, SP: EDUSC, 1999, cap.1, p.17-31.
- CURY, C. R. J. *Os fora de série da escola*. Campinas: Armazém do Ipê, Autores Associados, 2005. 89p.
- DESCARTES, R. *Discurso do método*. Tradução Maria Ermantina Galvão G. Pereira. São Paulo: Martins Fontes, 1996. 102p.
- DURKHEIM, É. A educação como processo socializador: função homogeneizadora e função diferenciadora. In: PEREIRA, L.; FORACCHI, M. (Orgs.). *Educação e Sociedade*. São Paulo: Companhia Editora Nacional. 1964, p.34-48.
- . A educação sua natureza e atribuições. In: . *Sociologia, educação e moral*. Porto: Rés. 1984, cap.1, p.7-35.
- FREIRE, P. *Pedagogia do oprimido*. 17.ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987. 184p.
- . *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 1996. 148p.
- GRÜN, M. *Ética e educação ambiental: a conexão necessária*. 6.ed. Campinas: Papirus, 2002. 120p.
- HARVEY, D. *Condição pós-moderna*. São Paulo: Loyola, 1992.
- HORKHEIMER, M. *Eclipse da razão*. Tradução de Sebastião Uchoa Leite. 5.ed. São Paulo: Centauro, 2003. 187p.
- HORKHEIMER, M; ADORNO, T. W. *A dialética do esclarecimento: fragmentos filosóficos*. Rio de Janeiro: Zahar, 1985. 254p.
- IDEOLOGIA. In: *WIKIPÉDIA* – a enciclopédia livre. Disponível em: <<http://www.wikipedia.org/wiki/Ideologia.html>>. Acesso em 09 nov. 2007.
- KANT, I. *Sobre a Pedagogia*. Madrid: Akal, 1983. 107p.

- LYOTARD, J.-F. *A condição pós-moderna*. Tradução Ricardo Corrêa Barbosa. 7.ed. Rio de Janeiro: José Olimpo. 2002. 131p.
- MANACORDA, M.A. *História da educação: antiguidade aos nossos dias*. São Paulo: Cortez, 1989. 382p.
- MARCONDES, D. A crise de paradigmas e o surgimento da Modernidade. In: BRANDÃO, Z. (Org.). *A crise dos paradigmas e a Educação*. São Paulo: Cortez, 1994, cap.1, p.14-29.
- MAUSS, M.; DURKHEIM, É. *Nota sobre a noção de civilização*. (1913). Disponível em: http://classiques.uqac.ca/classiques/mauss_marcel/oeuvres_2/oeuvres_2_12/notion_civilisatio_n.html. Acesso em 05 jul. 2009.
- MORAES, M. C. B. *O paradigma educacional emergente*. 1996. 227f. Tese (Doutorado em Educação) – Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, São Paulo. 1996.
- _____. Paradigma e mudança. In: _____. *Educar na Biologia do amor e da solidariedade*. Petrópolis: Vozes, 2003, cap.1, p.131-155.
- _____. *Pensamento eco-sistêmico: educação, aprendizagem e cidadania no século XXI*. Petrópolis: Vozes, 2004. 344p.
- MORAIS, J. F. R. *Filosofia da ciência e da tecnologia: introdução metodológica e crítica*. 6.ed. Campinas, SP: Papirus. 1997. 180p.
- MORIN, E. *Ciência com consciência*. Tradução Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. Edição revista e modificada pelo autor. 2.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. 350p.
- _____. *Os sete saberes necessários à educação do futuro*. Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya; revisão técnica de Edgard de Assis Carvalho. 10 ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2005. 115p.
- MORIN, E.; CIURANA, E. R.; MOTTA, R. D. *Educar na era planetária: o pensamento complexo como método de aprendizagem pelo erro e incerteza humana*. Tradução de Sandra Trabucco Valenzuela; revisão técnica de Edgard de Assis Carvalho. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2003. 111p.
- OKAMOTO, J. *Percepção ambiental e comportamento*. 2.ed. São Paulo: Plêiade, 1999. 200p.
- OZMON, H. A.; CRAVER, S. M. Pragmatismo e Educação. In: _____. *Fundamentos filosóficos da educação*. Tradução Ronaldo Cataldo Costa. 6.ed. Porto Alegre: Artmed, 2004, cap.4, p. 131-175.
- PIAGET, J.; GARCIA, R. *Psicogênese e história das ciências*. Tradução Maria Fernanda de Moura Rebelo Jesuino. Lisboa: Dom Quixote, 1987. 251p.
- PRIGOGINE, I. O reencantamento da natureza. In: R. Werber (Org.). *Diálogos com cientistas e sábios: a busca da unidade perdida*. São Paulo: Cultrix. 1986.
- RIBEIRO, W. C. Teoria Crítica: contribuições para se pensar a Educação Ambiental. *Sinapse Ambiental*, Betim, v.4, n.2, p.8-25, dez. 2007.
- SANTOS, B. S. *Um discurso sobre as ciências*. 12.ed. Porto: Afrontamento, 2001. 59p.
- SILVA, F. L. *Descartes: a metafísica da modernidade*. São Paulo: Moderna, 1993. 151p.
- SOFFIATI, A. Fundamentos filosóficos e históricos para o exercício da eco cidadania e da eco educação. In: LOUREIRO, C. F. B.; LAYRARGUES, P. P.; CASTRO, R. S. (Orgs.). *Educação ambiental: repensando o espaço da cidadania*. São Paulo: Cortez. 2002, cap.2, p.23-67.
- VESENTINI, J. W. *Sociedade e espaço: Geografia Geral e do Brasil*. 43.ed. São Paulo: Ática, 2004. 384p.
- VICENTE, L. E.; PEREZ FILHO, A. Abordagem sistemática e geografia. *Geografia*, Rio Claro, v.28, n.3, p. 323-344, set/dez. 2003.

Data de recebimento: 08/03/09
Data de aprovação: 29/06/09
Data de versão final: 06/07/09

