



## EDUCAÇÃO NO SÉCULO XXI: EPISTEMOLOGIA DA COMPLEXIDADE PARA A FUNDAMENTAÇÃO DO PENSAMENTO CRÍTICO EM CIÊNCIA

Regina Maria Guaragna<sup>1</sup>Ediane Maria Gheno<sup>2</sup>

### RESUMO

A epistemologia da simplificação utilizada na ciência, desde o século XVII, com o objetivo de impedir a imprecisão e ambiguidade, tem permitido muitos avanços da ciência moderna, porém dentro de uma percepção de certezas e verdades que interferem na apreensão do homem no sistema relacional com a natureza. Por outro lado, a epistemologia da complexidade, através de uma visão multidimensional, aumenta as múltiplas relações do homem com o meio. O artigo objetiva discutir e refletir o significado das duas epistemologias no processo de compreensão e apreensão da natureza, na fundamentação dos saberes, do ponto de vista científico e da educação em ciência. O estudo foi realizado com base na Análise Textual Discursiva. Em relação à educação, segundo o pensamento complexo, avaliamos a associação interdisciplinar da arte e ciência, a fim de desestabilizar as concepções previamente estabelecidas, contribuindo para o desenvolvimento de pensamento crítico e para as tomadas de decisão diante do acaso.

**Palavras-chave:** Epistemologia da Complexidade; Epistemologia da Simplificação; Pensamento Crítico.

### EDUCATION IN THE 21ST CENTURY: EPISTEMOLOGY OF COMPLEXITY FOR THE GROUNDING OF CRITICAL THINKING IN SCIENCE

#### ABSTRACT

The epistemology of simplification used in science, since the 17th century, with the objective of preventing imprecision and ambiguity, has allowed many advances in modern science, but within a perception of certainties and truths, which interfere in the apprehension of man in the relational system with nature. On the other hand, the epistemology of complexity, through a multidimensional view, increases the multiple relations between man and the environment. The article aims to discuss and reflect the meaning of the two epistemologies in the process of understanding and apprehending nature, in the foundation of knowledge, from the scientific point of view and education in science. The study was conducted based on Textual Discursive Analysis. In relation to education, according to complex thinking, we evaluate the interdisciplinary association of art and science, in order to destabilize the previously established conceptions, contributing to the development of critical thinking and decision making in the face of chance.

**Keywords:** Epistemology of Complexity; Epistemology of simplification; Critical Thinking.

<sup>1</sup> Departamento de Bioquímica. ICBS.UFRGS. Mestre em Ciências Biológicas: Bioquímica. UFRGS. Doutora em Ciências. UFRJ. Pós-Doutora em Educação em Ciência. UFRGS. Pós-Doutora em Educação. Departamento de Educação e Psicologia. Universidade de Aveiro. Portugal. E-mail: <[rguaragna@terra.com.br](mailto:rguaragna@terra.com.br)>. ORCID ID.: <http://orcid.org/0000-0001-9025-0510>

<sup>2</sup> Doutora em Educação em Ciências. Pós-doutoranda em Educação em Ciências. Programa de Pós-Graduação Educação em Ciências: Química da Vida e Saúde. UFRGS. E-mail: <[gghenoediane@gmail.com](mailto:gghenoediane@gmail.com)>. ORCID ID.: <http://orcid.org/0000-0003-2743-4557>



## LA EDUCACIÓN EN EL SIGLO XXI: EPISTEMOLOGÍA DE LA COMPLEJIDAD PARA LA BASE DEL PENSAMIENTO CRÍTICO EN LA CIENCIA

### RESUMEN

La epistemología de la simplificación utilizada en la ciencia, desde el siglo XVII, con el objetivo de prevenir la imprecisión y la ambigüedad, ha permitido muchos avances en la ciencia moderna, pero dentro de una percepción de certezas y verdades, que interfieren en la aprehensión del hombre en el sistema relacional con la naturaleza. Por otro lado, la epistemología de la complejidad, a través de una mirada multidimensional, incrementa las múltiples relaciones entre el hombre y el medio. El artículo tiene como objetivo discutir y reflejar el significado de las dos epistemologías en el proceso de comprensión y aprehensión de la naturaleza, en la base del conocimiento, desde el punto de vista científico y de la educación científica. El estudio se realizó con base en el análisis textual discursivo. Con relación a la educación, de acuerdo con el pensamiento complejo, evaluamos la asociación interdisciplinaria del arte y la ciencia, con el fin de desestabilizar las concepciones previamente establecidas, contribuyendo al desarrollo del pensamiento crítico y la toma de decisiones frente al azar.

**Palabras clave:** Epistemología de la Complejidad; Epistemología de la simplificación; Pensamiento crítico.

### Introdução

A ciência desenvolvida pelo homem não possui um princípio nem método que apreenda a complexidade humana no universo natural. Desde o século XVII, a ciência se fundamentou na exclusão do sujeito, partindo do princípio de que os objetos, ao existirem independentes do sujeito, podem ser observados e explicados objetivamente. A ideia de um universo objetivo tinha por finalidade eliminar a imprecisão, a ambigüidade e a contradição, construindo as bases para a ciência moderna. Esta dissociação, entre objeto e sujeito, fundou a epistemologia reducionista, que vem sendo utilizada pela ciência para descrever e compreender a natureza. Entretanto, observa-se que esta epistemologia conduz o sujeito a uma percepção de certezas e verdades, interferindo no desenvolvimento do pensamento crítico do homem nas tomadas de decisões, que naturalmente ocorrem num mundo complexo, multifatorial. Edgar Morin (2015) trata a epistemologia reducionista como uma epistemologia da simplificação, que se caracteriza pelos princípios de simplificação da percepção do universo a partir: da generalidade, ou seja, atribuir algo que ocorre num ambiente particular para o geral; da redução, do todo em partes, e da separação do sujeito investigador para o objeto investigado. Trata-se, portanto, de uma necessária transformação nos processos de educação e nas instituições científicas em busca de novos paradigmas para alicerçar o ensino e a pesquisa. Para tanto, a epistemologia da complexidade (MORIN, 2015) tem se mostrado um caminho para a construção e para fundamentação do pensamento crítico

em ciência, suscitando atualização da educação, bem como no fazer ciência no século XXI. Portanto, neste artigo, considera-se ciência num sentido mais amplo, para além dos processos de produção de conhecimento científico, visto que seus impactos podem interferir na sociedade e, conseqüentemente, na educação em ciências como um todo.

O homem é um ser naturalmente biológico, mas ao mesmo tempo um ser cultural, social, que vive num universo de ideias e que se manifesta pela linguagem. O homem tem sua vida guiada por emoções que definem seu campo relacional. No poema “As lições de R.Q”, de Manuel de Barros (BARROS, 2016), a arte manifesta a emoção na experiência relacional do homem com a natureza:

Aprendi com Rômulo Quiroga (um pintor boliviano):  
 A expressão reta não sonha.  
 Não use o traço acostumado.  
 A força de um artista vem das suas derrotas.  
 Só a alma atormentada pode trazer para a voz um formato de pássaro.  
 Arte não tem pensa:  
 O olho vê, a lembrança revê, e a imaginação transvê.  
 É preciso transver o mundo.  
 Isto seja:  
 Deus deu a forma. Os artistas desformam.  
 É preciso desformar o mundo:  
 Tirar da natureza as naturalidades.  
 Fazer cavalo verde, por exemplo.  
 Fazer noiva camponesa voar – como em Chagall.  
 Agora é só puxar o alarme do silêncio que eu saio por aí a desformar.  
 Até já inventei mulher de 7 peitos para fazer vaginação comigo. (BARROS, 2016, p. 333-334).

Os seres humanos são cocriadores das realidades: “O olho vê, a lembrança revê, e a imaginação transvê”. As tecnologias do mundo moderno oferecem várias possibilidades para o artista criar a experiência relacional em que “Os artistas desformam. / É preciso desformar o mundo:/ Tirar da natureza as naturalidades.” Desta forma, o artista se torna o criador coparticipante de alguma realidade, captando e revelando segundo suas emoções, pois os poetas são conscientes dos anseios e assim revelam os percursos da existência humana.

Entretanto, ainda persistem as seguintes perguntas: “Ao conhecer a natureza, o homem acessa a realidade?” “O sujeito pode estar absoluta ou relativamente seguro de um objeto do mundo exterior?” “É possível o mundo externo nos enviar informação suficiente para provocar uma imagem estável de si mesmo em nossas mentes?” Estas e outras perguntas

foram discutidas por Bruno Latour (2017), Humberto Maturana (2006), Henri Poincaré (2011) e Edgar Morin (2015), entre outros pensadores em seus estudos.

Segundo o primeiro racionalista clássico moderno, René Descartes (1596-1650), os fundamentos do conhecimento são acessíveis ao sujeito pela contemplação e pelo raciocínio lógico, e as proposições são reveladas de forma clara, distinta e indiscutivelmente verdadeiras (CHALMERS, 1993). Edgar Morin (2015) discute que Descartes formulou o “paradigma de simplificação”, que segue os princípios de disjunção, redução e abstração. Descartes separou o ‘sujeito’ pensante (*ego cogitans*) e o ‘objeto’ (*res extensa*), isto é, desvinculou a filosofia (reflexão) da ciência (mensuração e precisão). Este paradigma controla o pensamento ocidental desde o século XVII de forma que a filosofia não pode se alimentar dos saberes objetivos nem a ciência pode refletir em relação a si própria. Sem dúvida, este movimento permitiu grandes progressos da ciência e da filosofia. A hiperespecialização, que surgiu arbitrariamente, fez crer que esta fragmentação e simplificação se tratavam do próprio real. O homem se tornou senhor da natureza e seus interesses transformaram suas concepções e estruturas de pensamento. A matemática, como um instrumento da razão, passou a ser utilizada para o estudo da natureza e desenvolver os demais campos do saber. Porém, os filósofos fazem uma objeção: O que os cientistas ganham em rigor, perdem em conceber a complexidade da realidade, pois só podem atingir o ideal lógico.

Immanuel Kant (1724-1804), *a priori*, entendeu que tudo era gerado pela própria mente, produzindo realidade para determinar a sua existência e que esta não era imaginária. Para Kant (2001), a mente capta a realidade exterior pela experiência e que jamais atingiremos a certeza, pois estaremos sempre presos às nossas próprias perspectivas. Portanto, o mundo está por detrás de uma parede de vidro. A fenomenologia traz o mundo à consciência humana de acordo com a intencionalidade e o ponto de vista dos homens, por isso o conhecimento gerado não se deve à percepção do real. Mesmo acreditando que estamos relativamente seguros em conhecer alguns objetos, constata-se que este conhecer reducionista, causal, objetivo, rígido, unânime, absoluto e desumano não reflete a natureza tal como é, mas mostra uma natureza por um viés alterado, através de um prisma. O estudo lógico decompõe cada demonstração em inúmeras operações elementares, mas não garante ter compreendido a realidade inteira.

Neste contexto, o presente artigo objetiva discutir e refletir como operam esses dois paradigmas epistemológicos na ciência (paradigma simplificador e da complexidade). A

metodologia aplicada neste estudo foi a Análise Textual Discursiva (MORAES, 2003; MORAES & GALIAZZI, 2016), caracterizada por uma pesquisa qualitativa. A análise transitou pela abstração teórica, interpretação e produção de argumentos.

Procuramos demonstrar que a ciência extrai o objeto do seu meio complexo, como uma estratégia para revelar certas leis e propriedades, para sermos capazes de interagir com o real, sem o controle e a dominação deste. Além disso, este entendimento permite reconhecermos que o saber adquirido pelo reducionismo é inacabado, parcial, incompleto e incerto.

Do ponto de vista educacional, o entendimento do pensamento complexo permite articular campos disciplinares, que outrora foram desmembrados pelo pensamento simplificador. Neste sentido, a epistemologia complexa almeja ao conhecimento multidimensional. Por isso, consideramos de efeitos multiplicadores a associação da Arte para a Educação em Ciências. Essa desorganiza, instabiliza concepções previamente estabelecidas, aumentando as potencialidades de relação com o mundo. Refletir estas questões, contribuem para o desenvolvimento do pensamento crítico e para as tomadas de decisão diante do acaso.

### **Ciência: do reducionismo à complexificação**

A ciência é feita de convenções que nos conduzem a uma aparente certeza. Paradoxalmente, apesar de todo o avanço tecnológico, somos impotentes para conhecer a natureza e por isso fixamos regras de ação. Qualquer conhecimento opera por seleção de dados significativos e rejeição daqueles não significativos. A ciência constrói o objeto extraindo-o do seu sistema complexo, ou seja, faz uma simplificação para destacar certas propriedades. A ciência distingue, associa, ordena os fatos de acordo com uma lógica de organização do pensamento. Quanto ao processo de análise (divisão, dissecação dos dados), seguindo do particular ao geral (indução), acredita-se ser o único que pode levar a uma certeza. A estatística, utilizada como ferramenta, apreende o caráter probabilístico e improbabilístico sem abordar a estrutura das informações e os aspectos organizacionais. Entretanto, este conceito apresenta grandes lacunas e grandes incertezas, não devendo este ser o motivo para rejeitá-lo, mas para que seja aprofundado dentro de uma visão de complexidade.

Então, como conhecemos a natureza? O que é realidade? Para compreender a questão da complexidade, precisamos conhecer o paradigma simplificador que, ao contrário do que acontece na vida cotidiana, ordena o universo, ou seja, não considera a desordem. Neste paradigma, a ordem segue uma lei, um princípio. Desta forma, o cientista deve desvelar a simplicidade existente por detrás da aparente multiplicidade e desordem dos fenômenos.

O mundo compreendido pelo modelo simplificador revela sistemas dinâmicos e estáveis que não têm nada em comum com aquele que vivemos, cercado de instabilidades, flutuações e bifurcações (sistema de não equilíbrio). A descrição coerente, estável e previsível nos leva a certezas que correspondem a idealizações (processos reversíveis descritos por equações de evolução invariante, em que passado e futuro se confundem). Devemos incorporar às leis da natureza uma dimensão evolutiva, caso contrário teremos uma concepção contraditória da realidade (PRIGOGINE, 2011).

Assim, pode-se dizer que é se desintegrando que o mundo se organiza. Esta é a concepção de complexidade que trabalha na relação entre ordem e desordem, contribuindo para uma organização, de modo que, viver é morrer e renascer continuamente, ou seja, “vive-se de morte, morre-se de vida” (MORIN, 2015, p. 63). A história do universo é a história da complexificação da matéria, que se organizou, gerou vida a partir de seres unicelulares, transformando-se, posteriormente, em multicelulares a seres mais complexos. A noção de complexidade nos faz crer que a visão unidimensional especializada traz só uma parte do todo, ou seja, é uma visão empobrecida da realidade.

A História da Ciência revela que a ciência não se limita à simplificação, ao reducionismo, mas nos expõe a questão da complexidade através de suas relações. Isso porque a estrutura predominante, em momentos de indefinições do pensamento, é estabelecer dogmas, depurando o conhecimento humano de supostos enganos e falácias. Por isso, a consciência da complexidade nos revela que captamos um saber cheio de incertezas (MORIN, 2015; PRIGOGINE, 2011). O homem está condenado ao pensamento incerto, não pode escapar da incerteza e jamais terá uma totalidade do saber. As propriedades fundamentais da natureza seguem funções probabilísticas.

Na ciência ocidental, o objeto é cognoscível, determinável, isolável. Ele detém a verdade objetiva. O sujeito que sustenta a verdade é comumente excluído e considerado causador de erro. Entretanto, estamos num sistema aberto onde sujeito, objeto e meio

ambiente são interdependentes: o mundo está no sujeito e este no interior do mundo. A relação sujeito, objeto e meio geram uma incerteza ontológica.

Considerando esta inter-relação, abrimos possibilidade de um conhecimento, menos simplificador, reducionista, mas mais rico, complexo. É um momento de diálogo, debate e ampliação do conhecimento. Assim, como produto de um desenvolvimento cultural, histórico, civilizatório, surge o paradigma complexo como resultado de novas concepções, novas visões, novas descobertas e de novas reflexões que vão se acordar, reunindo, com a cultura científica, as áreas humanistas, a literatura e a arte.

### **Cultura Científica**

Para entendermos em particular qualquer atividade humana, por exemplo, o fazer ciência, devemos dar atenção para as emoções. O processo de conhecer e conhecer conceitualmente não se apresenta primeiro na forma de pensamento, mas como sentimento, intuição e representação. Este é um dos pontos em que a ciência e a arte se interceptam: ao apreender a natureza, o homem é tomado pela emoção. Ou seja, é a emoção que define o domínio no qual uma ação acontece, quer seja abstrata ou concreta. Somos seres plurais em nossos desejos, interesses e prazeres. Por isso, no fazer cotidiano de ciência ou não, agimos de forma multifacetada em diferentes situações de vida, cada uma sob uma emoção particular. Uma vez que toda explicação científica ocorre no domínio de experiência do cientista, qualquer teoria científica pode surgir apenas de uma livre criação e, neste momento, a poesia reside no fazer ciência (MATURANA, 2006).

O cientista ao se referir à realidade que foi demonstrada, segundo coerências operacionais e critérios de validação ou aceitabilidade, não pode esquecer que todo o processo, desde a motivação e interesse pela pergunta científica, execução e finalização do projeto, envolve explicações e reflexão, no fluir da emoção. Em outras palavras, a interlocução entre o sensível e a ciência, desencadeia emoções que guiam nossos desejos e interesses na formulação das nossas questões que fazem a ciência (MATURANA, 2006). Este é um processo comandado pela emoção e não pela razão. A ciência muda à medida que o cientista muda as perguntas e as explicações decorrentes. O fato de a ciência não acessar uma realidade objetiva e independente não torna as afirmações científicas subjetivas. Lembra-se que quando se tem uma afirmação cientificamente verdadeira é que essa se trata de uma afirmação com

explicação científica, validada pela comunidade. Além disso, é importante observar que nossa experiência com o mundo, ou natureza, é relacional, que se dá pela comunicação, pela linguagem, ocorre numa ação e transformação, num fluir de emoção, e isto não é uma limitação, mas ao contrário, é o que permite múltiplos desdobramentos para o homem.

A pesquisa científica, desta forma, não é uma atividade puramente racional que gera conhecimento a partir de um objetivismo lógico. O valor e a operacionalidade das afirmações e explicações científicas pertencem às coerências operacionais da vida prática dos seres humanos. Vivemos diferentes mundos de explicações e descrições, de acordo nossas experiências, e não segundo a compreensão da natureza como independente de nossa intervenção. Por isso, os cientistas são inteiramente responsáveis pelo que criam na sua prática, conseqüentemente, não há neutralidade no fazer ciência. Entretanto, devemos considerar que eles possuem uma paixão pelo explicar cientificamente. Marcelo Gleiser (1997) expressa muito bem esta ideia em “A dança do Universo: dos mitos de criação ao Big-Bang”:

Que outro motivo justificaria a dedicação de toda uma vida ao estudo dos fenômenos naturais, senão uma profunda veneração pela sua beleza? A ciência vai muito além da sua mera prática. Por trás das fórmulas complicadas, das tabelas de dados experimentais e da linguagem técnica, encontra-se uma pessoa tentando transcender as barreiras imediatas da vida diária, guiada por um insaciável desejo de adquirir um nível mais profundo de conhecimento e de realização própria. Sob esse prisma, o processo criativo científico não é assim tão diferente do processo criativo nas artes, isto é, um veículo de autodescoberta que se manifesta ao tentarmos capturar a nossa essência e lugar no Universo. (GLEISER, 1997, p. 17).

O processo criativo científico – pensar para buscar o conhecer – tenta apreender a essência dos seres num universo complexo que, por sua natureza, aguça a curiosidade desse homem.

### **Educação em ciências: a importância da Arte**

A produção do conhecimento ultrapassa o saber científico, pois existem outras formas de se relacionar com o mundo, como a literatura, a música, a dança e as artes em geral. Estas evidenciam objetos menos objetivos, mas mais complexos, sutis e singulares, que transformam nossa visão de mundo. Desta forma, considera-se que a relação entre arte e ciência potencializa a capacidade criativa da produção do saber. Não podemos esquecer que a produção do saber envolve um caráter criativo, sem pretensões de neutralidade e



objetividade científica. O pesquisador que opera pela arte, por exemplo, pela poética, provoca em si e ao objeto do saber, na sua relação, um novo olhar, reinventa, rompe com o sistema, traçando uma nova trajetória, talvez nunca percorrida, produzindo outros campos de experiência para além do já estabelecido. Podemos delirar, ter novas formas de pensar, inventar novas palavras e métodos que nos conduzirão a novos pensamentos antes impossíveis. Ao narrarmos, não iremos comunicar (delimitar) um conceito, mas vamos provocar no outro a produção de outras narrativas, desencadeando outras perspectivas possíveis ou impossíveis. Quando unimos o mundo das artes e os sistemas de conceitos, sem que um submeta o outro, sem dividir em categorias pelo inteligível, multiplicamos as possibilidades de relações. Este é um processo contínuo e infinito.

A conjunção entre arte e ciência permite imaginação ilimitada e rigorosa em ambas criações, que se transformam pelas múltiplas interferências entre elas, permitindo ao pesquisador criar novas estratégias de articulação para além das exigências de reprodução, generalização, objetividade, neutralidade e normatizações do saber formalizado pela ciência estrita.

A arte desassossega, transmuta o sentido dos objetos, ferindo os sistemas vigentes, afirmando outras possibilidades de construção do saber para além do objeto dado (COSTA, 2014). Deve estar presente em qualquer processo de inovação e invenção de uma nova prática. Não há inovação fazendo o que já está feito e da forma como sempre foi feito.

A poética, por exemplo, por não usar delimitações duras, permite a ambiguidade, a obscuridade, torna possível o pensamento incoerente e inacabado, produz conhecimento para além das formulações da lógica estrita, tornando mais complexa a rede de articulações do mundo. Por esta lógica da invenção, surge um hibridismo entre o sensível e o inteligível.

Surge, através da arte, uma narrativa pautada pela imaginação, que nos permite penetrar num campo de incertezas. Permitindo ao pesquisador agilidade em dar forma para as virtualidades e sutilezas que surgem na pesquisa e que ultrapassam a objetividade.

As paradoxais uniões entre o sensível e o inteligível, o fato e a ficção, o virtual e o atual, nos levam a infinitas possibilidades de composição do pensamento, desde a complexidade e a heterogeneidade, pois pensam pela diferença e não pela semelhança.

Outro aspecto a ser considerado, da relação entre arte e ciência, é o papel revolucionário desta no âmbito social. A experiência estética afeta a conduta humana, pois tem como fundamento o belo, o bem, a busca da verdade. O equilíbrio, entre o racional e o

sensível, entre o receptivo e o espontâneo, permite o desenvolvimento pleno do homem, o enobrecimento do caráter (SCHILLER, 2002). Ao introduzir a beleza e a arte em todas as dimensões da vida atingimos o estado ético, moral. Resumindo, esta educação cultural proporciona maior receptividade ao desconhecido, maior independência e ativação da razão. Quando as duas faculdades se unificam, o homem atinge a máxima plenitude da existência (HERMANN, 2005, p. 47).

O estético, que surge nesta pluralidade, traz o estranho, o inovador e atua de forma decisiva contra a normatização moral, aflorando novas demandas éticas na educação. Direcionar a natureza humana a uma vida ética através da estética significa conduzir a novos conceitos e questionamentos, fugindo a universalização (HERMANN, 2005, p. 70). O entrelaçamento entre ética e estética pode favorecer o desenvolvimento de uma sensibilidade que provoque a revisão de convicções, atuando nos conflitos morais e permitindo integrar novas experiências e posturas (HERMANN, 2005, p. 71).

Entretanto, a educação, que sempre se direcionou para a unidade, pode se beneficiar quando reconhecer a pluralidade de novas configurações, promovidas pela estética, sem renunciar aos princípios éticos que regulam a vida social.

### **Educação no segundo milênio**

O mundo está sofrendo inúmeras revoluções sem precedentes em função dos avanços da bioengenharia e tecnologia da informação. Como poderemos educar os homens do futuro? Atualmente, vivemos várias transformações e muitas incertezas. Vivemos na era cognitiva. Estamos abarrotados de informações, avanço tecnológico, mas não temos nenhuma narrativa nova para substituir as posturas educacionais adotadas até o presente momento.

Estamos vivendo o mundo dos algoritmos, bioengenharia, *big data*, além das falsas informações. Atualmente, a informação é rapidamente acessada, basta fazer uma pergunta ao *Google*. Chassot (2007), que precisávamos de professores(as) formadores(as):

“Não é o quanto se sabe que nos faz diferentes. O decisivo é como se sabe descobrir novos conhecimentos e, principalmente, como usá-los. [...] a melhor receita para educador deste novo milênio, muito provavelmente, é ensinar menos. (CHASSOT, 2007, p. 26)”

Ou seja, a informação deve ser a última coisa que um professor precisa dar aos seus alunos. Os professores devem trabalhar o uso destas informações do ponto de vista crítico, a fim de extraírem maior sentido, utilidade e grau de importância. Além disso, é preciso desenvolver nos estudantes habilidades inovadoras e adaptativas, visto que o ritmo de formação no mundo está acelerado. De acordo com o apresentado anteriormente, é fundamental desenvolver o pensamento complexo, para ter uma visão abrangente de cosmos, ter um senso multidimensional de toda a realidade.

Muitos especialistas discutem que as escolas devem minimizar habilidades técnicas, para dar ênfase ao pensamento crítico, à comunicação, à colaboração e à criatividade (teoria dos quatro Cs) para que os sujeitos tenham condições de enfrentar e se adaptar as repentinas mudanças, inclusive de se autopreservar mentalmente (HARARI, 2018). Paulo Freire, já há muito tempo batizou nossa educação de “bancária” em que o professor deposita os conteúdos nas cabeças dos alunos. Em seu livro “Pedagogia do Oprimido” (FREIRE, 2005), o educador revela que uma prática pedagógica autoritária se caracteriza pela repetição e pela memorização sem criticidade: “O educador é o que diz a palavra; os educandos, os que a escutam docilmente; o educador é o que disciplina; os educandos, os disciplinados” (FREIRE, 2005, p. 68). Entretanto, segue-se até o presente, na grande maioria das escolas, o ideal da educação liberal, em que os professores fornecem muitos dados e incentivam os alunos “a pensarem por si mesmos” (HARARI, 2018), sem estimulá-los a recriar, a reinventar para se tornarem habilitados às constantes alterações da sociedade. O indivíduo não precisa só inventar novas ideias e produtos, mas acima de tudo precisa estar preparado a se reinventar mental e psicologicamente.

Do ponto de vista educacional, precisamos educar para o imprevisível, para o acaso. O pensamento simples resolve questões previsíveis, dentro de uma ordem esperada. Porém, o universo se encontra dentro da ordem, desordem e em constante organização, ou seja, apresenta estes três elementos. Se fosse de pura ordem, não haveria inovação, criação, evolução. Se fosse de desordem, não haveria nenhuma existência, não haveria estabilidade para ocorrer organização. De forma que viver é lidar com a desordem sucessivamente, seguindo uma auto-organização, num sistema dissipativo de não equilíbrio (MORIN, 2015; PRIGOGINE, 2011). Desta forma, devemos aplicar essas noções a problemas das diversas áreas, tais como, física, química, biologia, sociologia, economia, ou seja, a diversos estudos de processos não lineares.

A Revolução Industrial foi um marco para a criação de linhas de produção na prática educativa, ou melhor, na geração de uma sociedade disciplinar, tão discutida por Foucault no século passado. Porém, a sociedade do século XXI não é mais a sociedade disciplinar, mas uma sociedade de desempenho (HAN, 2017). Podemos lembrar que a sociedade disciplinar se caracteriza pela proibição, exerce uma ação negativa sobre o sujeito. A sociedade do desempenho tem como centro o poder ilimitado, o sujeito em lugar de ser proibido, é incentivado, motivado continuamente a desejar um máximo de desempenho e produção. A afirmação “*Yes, we can*” expressa este caráter positivo da sociedade atual. O sujeito de desempenho é mais produtivo e mais ágil que o sujeito da obediência, porém continua sendo disciplinado e cumpridor do dever. Esta sociedade produz sujeitos deprimidos e fracassados, pois o inconsciente social do dever troca de registro para o poder. O esgotamento desta sociedade se dá pela pressão, não pelo excesso, mas pela força do desempenho imposta ao sujeito para que assuma a iniciativa e a responsabilidade da produção de trabalho. Este sujeito passa a ser agressor e vítima ao mesmo tempo (HAN, 2017). Esta mudança traz uma aparência de liberdade, pois o sujeito está livre do domínio externo, que o obriga a trabalhar. Ao contrário, neste caso a liberdade e coerção se confundem, o sujeito do século XXI, se entrega à liberdade coercitiva, agudizando a autoexploração, adoecendo psicologicamente.

Observa-se que o excesso de atividades, de estímulos, de informações e de impulsos, gerados no mundo moderno, sobrecarrega o homem, levando-o a um estado selvagem, de *hiper* atenção (HAN, 2017). Esta super atividade impede o homem de desenvolver e aprofundar a atenção contemplativa. Por isso, é importante educar para um aprofundamento da cultura, através da filosofia e da arte. Ambas concentram o foco, permitem múltiplas associações, desenvolvem o raciocínio e a criatividade. A capacidade de contemplação requer tolerância, descanso mental, escuta. Em estado de inquietação, em função da hiperatividade, o homem não consegue criar algo, somente consegue reproduzir aquilo já existente.

A arte, por sua transversalidade nas diferentes áreas, costura perspectivas diferentes e heterogêneas, criando uma realidade singular, dentro de um pensar múltiplo, revelando uma nova possibilidade de saber-conhecer. Produz-se conhecimento para além das formalizações da lógica estrita. Deste modo, o acontecimento não se fecha num conjunto

finito de possibilidades, nem sempre coerentes, mas coexistentes. Assim revela-se uma realidade heterogênea e complexa em relações assimétricas entre si.

O sujeito que harmoniza a sensibilidade e a racionalidade alcança a plenitude do “eu”. Quanto mais se educar para a receptividade, quanto mais acesso aos fenômenos, tanto mais mundo o homem irá perceber, mais disposições se abrirão, mais profundidade haverá em sua personalidade, mais liberdade sua razão irá adquirir, mais ele conceberá, mais forma ele criará fora de si. Esta educação cultural proporciona maior receptividade, maiores contatos com o mundo, maior independência e ativação da razão. Quando as duas faculdades se unificam, o homem atinge a máxima plenitude da existência juntamente com a máxima independência e liberdade (HERMANN, 2005).

### **Considerações finais**

Estamos a vinte anos do início do século XXI. Quando procuramos analisar a situação presente da educação em ciência, olhamos para o passado e vemos que os avanços nesta área ainda se encontram no século XVI. Entretanto, em relação ao progresso científico, ao nos focarmos no futuro, veremos as potencialidades do avanço tecnológico, resultantes dos conhecimentos gerados nestes últimos séculos. Por outro lado, ao refletirmos sobre o aprofundamento da ciência e sua relação com a natureza, constatamos que existe um limite muito estreito entre ambas que conduz a catástrofes ecológicas, guerra nuclear e/ou a pandemias. Boaventura de Souza Santos em seu livro “Um discurso sobre as Ciências” (SANTOS, 2010, p. 14) preconizou: “[...] fazem-nos temer que o século XXI termine antes de começar.”

O futuro tão temido chegou. Estamos cruzando um marco na história do século XXI. Muitas mudanças estão ocorrendo repentinamente com o surgimento da pandemia de COVID-19, tanto do ponto de vista prático, operacional, quanto psíquico, emocional. A tecnologia não é a solução para os problemas que estão surgindo, até porque o homem continua o mesmo nas suas buscas por conhecimento. Os problemas que surgem pertencem ao domínio emocional, pois surgem do conflito do viver relacional com o mundo.

É um momento de crise! O conceito desta palavra, refere-se a uma perturbação na sociedade, que leva a uma transformação, com oportunidade de trazer mudanças para melhor. Comumente, as pessoas são levadas a viver e agir em crise, mas não a pensar e agir

de forma crítica. Como condição imprescindível para a educação, precisamos transformar sujeitos ausentes em sujeitos presentes que contribuam ativamente para a emancipação da sociedade.

Atualmente, com a dominação do sistema neoliberal, consolidou-se uma sociedade de regulação em lugar de emancipação, produziu-se uma sociedade dividida em opressores e oprimidos. Sofremos uma violência de controle suave, uma violência do consenso, que resulta da superprodução, do desempenho e da comunicação em rede e virtual. O sistema é dominado pelo igual, que se desenvolve numa sociedade pacífica e permissiva. Esta ordem se instala e penetra em todos os âmbitos, mantendo uma relação de poder. Ela é imanente ao sistema (HAN, 2017). Desta forma, estamos passando por uma revolução da educação científica em que o paradigma a ser instalado não deve só trazer o conhecimento científico prudente, mas precisa estar associado a um paradigma social, dentro de uma concepção humanística, colocando o sujeito, não no centro do conhecimento, mas como parte integrante da natureza que busca conhecer.

O educador precisa ter consciência da multidimensionalidade em que vive: um mundo de incertezas, enquanto a verdade passa a ser um argumento dentro do espaço-tempo, dependendo de validação (MATURANA, 2006). Como educadores, devemos considerar que o pensamento simplificador/reducionista é um mito que, apesar de ter permitido avanços no conhecimento científico, não garante a verdade pura e simplesmente.

Urge desenvolver a flexibilidade relacional com o mundo, despertando a sensibilidade para as diferentes percepções. Os artistas, poetas, os escritores ficcionais são as pessoas que tem consciência do curso que a existência humana está tomando. Conseguem fazer extrapolações do nosso presente relacional e abordam questionamentos dentro de um ponto de vista estético, tocando-nos pela emoção, agindo de forma intencional, colaborando para o curso da história humana. Por isso, discutimos a interdisciplinaridade entre ciência e arte, que ampliam e conduzem ao aperfeiçoamento do homem em uma vida ética.

Precisamos ser conscientes que estamos vivendo uma era de perplexidade, muitas teorias, métodos estão desmoronando e ainda não temos quem as substitua. No século XXI as mudanças estão aceleradas, tendo como característica principal a descontinuidade provocando elevados níveis de estresse na sociedade. À medida que a tecnologia se aperfeiçoa, algoritmos decidirão por nós, entretanto o mais importante será desenvolver a

habilidade para lidar com as mudanças, e acima de tudo reinventar a si mesmo periodicamente.

## Referências

- BARROS, Manuel de. **Poesia Completa**. Relógio D' Água: Lisboa, 2016.
- CHALMERS, Alan. **O que é Ciência afinal?** Editora Brasiliense: São Paulo, 1993.
- CHASSOT, Attico. **Educação ConSciência**. EDUNISC: Santa Cruz do Sul, 2007.
- COSTA, Luis Artur. O corpo das nuvens: o uso da ficção na psicologia social. **Fractal, Ver. Psicol.** v. 26, n. esp., p. 551-576, 2014.
- FREIRE, Paulo. **Pedagogia do Oprimido**. Paz e Terra: Rio de Janeiro, 2005.
- GLEISER, Marcelo. **A dança do Universo**: dos mitos de criação ao Big-Bang. Companhia das Letras: São Paulo, 1997.
- HAN, Byung-Chul. **Sociedade do Cansaço**. Editora Vozes: Rio de Janeiro, 2017.
- HARARI, Yuval Noah. **21 Lições para o Século 21**. Companhia das Letras: São Paulo, 2018.
- HERMANN, Nadja. **Ética e Estética, a relação quase esquecida**. EDIPUCRS: Porto Alegre, 2005.
- KANT, Immanuel. **Crítica da Razão Pura**. Edição Fundação Calouste Gulbenkian: Lisboa, 2001.
- LATOUR, Bruno. **A esperança de Pandora**: ensaios sobre a realidade dos estudos científicos. Editora UNESP: São Paulo, 2017.
- MATURANA, Humberto. **Cognição, Ciência e Vida Cotidiana**. Editora UFMG: Belo Horizonte, 2006.
- MORAES, Roque. Uma tempestade de luz: a compreensão possibilitada pela análise textual discursiva. **Ciência & Educação**: Bauru, SP, v. 9, n. 2, p. 191-210, 2003.
- MORAES, Roque; GALIAZZI, Maria do Carmo. **Análise Textual Discursiva**. Editora UNIJUÍ: Ijuí, 2016.
- MORIN, Edgar. **Introdução ao Pensamento Complexo**. Editora Sulina: Porto Alegre, 2015.
- POINCARÉ, Henri. **O valor da Ciência**. Editora Contraponto: Rio de Janeiro, 2011.
- PRIGOGINE, Ilya. **O Fim das Certezas**: tempo, caos e as leis da natureza. Editora UNESP: São Paulo, 2011.

SANTOS, Boaventura de Sousa. **Um Discurso sobre as Ciências**. Cortez Editora: São Paulo, 2010.

SCHILLER, Friedrich. **A Educação Estética do Homem, numa série de cartas**. 4. ed. Editora Iluminuras: São Paulo, 2002.

---

**Revisão gramatical por: Cláudia Borba**

**E-mail: [claudiadr@gmail.com](mailto:claudiadr@gmail.com)**

**RECEBIDO 08 DE SETEMBRO DE 2020.**

**APROVADO 09 DE NOVEMBRO DE 2020.**