

## Vínculos entre enseñanza de las ciencias y pensamiento complejo

Thiago Emmanuel Araújo Severo

[thiagosev@gmail.com](mailto:thiagosev@gmail.com)

*Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN; Natal, Brasil)*

**Recibido:** 15/04/2014. **Aceptado:** 10/07/2014

### Resumen

Vincular las diferentes comprensiones sobre una naturaleza simultáneamente múltiple y única, parece ser el desafío de la cultura científica. Ese horizonte epistemológico es expresado, hoy, por las Ciencias de la Complejidad. Las matrices de las ciencias modernas nacidas en el Siglo XVII dificultan la apertura de espacios de intercambio y de diálogo con saberes no científicos en espacios académicos e en las proposiciones curriculares formales. Ese proceso contribuye a la fragmentación de las comprensiones del mundo y, por consiguiente, también genera una enseñanza de las ciencias fragmentada en sus conceptos y paradigmas. La dinámica utilitarista, operacional y programática parece fomentar la práctica pedagógica de la enseñanza en las salas de clase. Es necesario un horizonte de religación, en el caso de que el objetivo sea formar para la diversidad y la ética de lo vivo. Teniendo como base os referenciales de las ciencias de la complejidad, se pretende en este artículo propiciar una reflexión sobre la enseñanza, la formación y la praxis de la ciencia en cuanto fenómeno cultural importante para comprender ell mundo; se problematiza, a partir de este lugar, un modo de pensar dialógico de enseñar las ciencias de la naturaleza.

**Palabras clave:** Enseñanza de las Ciencias, Naturaleza, Complejidad.

### Aproximações entre ensino de ciências e pensamento complexo

#### Resumo

Aproximar as compreensões diversas sobre uma natureza simultaneamente múltipla e una parece ser o desafio da cultura científica. Esse horizonte epistemológico é expresso, hoje, pelas ciências da complexidade. As matrizes das ciências modernas nascidas no século XVII ainda dificultam a abertura de espaços de troca e de diálogo com saberes não científicos em espaços acadêmicos e nas proposições curriculares formais. Esse processo colabora para a fragmentação das compreensões de mundo e, por conseguinte, para um ensino de ciências fragmentado em seus conceitos e paradigmas. A dinâmica utilitarista, operacional e programática parece fomentar a prática pedagógica do ensino nas salas de aula. É necessário um horizonte de religação, caso o objetivo seja formar para a diversidade e a ética do vivo. Tendo por base os referenciais das ciências da complexidade objetivo aqui lançar mão de uma reflexão sobre o ensino, a formação e a práxis da ciência enquanto fenômeno cultural importante para compreender o mundo. Problematizamos a partir deste lugar um modo de pensar dialógico de ensinar as ciências da natureza.

**Palavras chave:** Ensino de ciências, Natureza, Complexidade.

## Links between Science Education and Complex Thinking

### Abstract

Approximating the many understandings about the nature, at the same time multiple and unified, seems to be a challenge for the scientific culture. This epistemological horizon is expressed today by the propositions of the complexity sciences. The core of modern science born in the seventeenth century hindered the opening of spaces for exchange and dialogue with other nonscientific, but also very important, knowledges. This makes science education operates in a fragmented way with its concepts and paradigms sealed and non communicating. Several studies points that this dynamics of fragmentation yet seems to be the practical basis to the pedagogical practice in classrooms. Based on the references of complexity sciences, the objective here is to build a reflection on the education, training and practice of the science as a cultural phenomenon, important to understanding the world. The relevance of science education is discussed here from this place and this dialogical way of thinking.

**Key words:** Science education, Nature, Complexity.

### Caminhos para um pensar bem

*"Numerosos indícios permitem pensar  
que uma profunda mudança da realidade  
se prepara também em nossa época"*

Werner Heisenberg

O debate sobre a compreensão sistêmica das dinâmicas naturais que ocorrem em diversos níveis é, certamente, eixo fundador de abordagens mais amplas para o ensino de ciências, principalmente no que tange a formação dos professores. Um dos desafios contemporâneos dos currículos de formação é a criação e a manutenção de uma simbiose entre as especialidades do conhecimento e a inteligibilidade dos saberes construídos.

Em suas especialidades diversos cientistas tem compartilhado um diagnóstico comum: há uma cisão e uma fragmentação evidentes entre as culturas científicas e humanísticas (Almeida, 2012; Morin, 1999, 2011; Nicolescu, 2003; Prigogine, 2009; Prigogine & Stengers, 1991). Estamos caminhando para a fixação não comunicante das especialidades, o que tem caracterizado uma padronização do pensamento baseada na certeza, na razão e na análise pontual dos elementos constituintes de um sistema.

Esta estrutura de pensar que tornou-se hegemônica sobretudo após o século XVII toma base numa lógica fria promovendo cegueiras de várias ordens, como explicita Edgar Morin (2011). Como um feixe único, tem direcionado para a predominância das tecnociências e para a hegemonia de um domínio do saber sobre os outros.

Tendo como base esse diagnóstico Vandana Shiva (2003) argumenta essa organização do pensamento predominante nas ciências atualmente se alimenta de apenas um ideário, uma técnica ou um único conjunto de valores. Esse modelo de pensar assemelha-se às monoculturas, diz a autora, diminuindo a diversidade de saberes. Assim como a organização dos currículos de ciências nas escolas, as monoculturas tem a tendência de fecharem-se sobre si mesmas, sufocando qualquer emergência criativa que fuja de padrões pré-determinados. A consequência dessas organizações esquizofrênicas das ciências gera o que Shiva chama de ‘monoculturas da mente’ (idem).

Apoiado em outro argumento, Basarab Nicolescu (2000) amplia a crítica às monoculturas da mente, dizendo que a fragmentação dos saberes amplia-se em todas as instancias do conhecimento, o que ele chama de o “Big Bang disciplinar” (2000, p. 37). Para o autor a criação exponencial de áreas do conhecimento e a diminuição, na mesma proporção, de diálogo entre elas comprometem a reorganização das ciências em patamares transdisciplinares.

Por muito tempo as ciências tentam alinhar os galhos tortos do conhecimento, reescrevendo trechos nas páginas borradas. O que não se consegue explicar, o erro padrão, o não alcançável, o impreciso tem sido assepticamente eliminado da compreensão de mundo, sobrando apenas um tipo de saber vitorioso sobre os outros. Para Edgar Morin (2003) esse processo foi nutrido pela razão, onde tornou-se desnecessário tudo que for irracionalizável, ou seja

a eventualidade, a desordem, a contradição, a fim de encerrar o real dentro de uma estrutura de ideias coerentes, teoria ou ideologia. Acontece que a realidade transborda de todos os lados das nossas estruturas mentais (Morin, 2003, p. 171).

No entanto se pudermos atribuir um objetivo maior ao conhecimento humano e justificar a necessidade de reabrir os coágulos causados pelo Big Bang Disciplinar, seria o de

abrir, e não fechar o diálogo com esse universo. O que quer dizer: não só arrancar dele o que pode ser determinado claramente, com precisão e exatidão, como as leis da natureza, mas, também, entrar no jogo do claro-escuro que é o da complexidade (idem, *ibidem*).

De fato. Abrir campo de diálogo com a Natureza, aproximando, sem compactar, as singularidades e compreensões diversas são os desafios "de uma nova cosmologia dos saberes humanos, ou seja, de uma ciência da complexidade" (Almeida, 2010, p. 55).

Abrir o diálogo com a natureza significa, antes de qualquer coisa, estar apto a escutá-la. Baseado nas vias de possibilidade de estabelecer esse diálogo, tomo como substrato empírico o referencial teórico das ciências da complexidade e objetivo uma reflexão sobre o ensino, a

formação e a práxis da ciência enquanto fenômeno cultural importante para compreender o mundo. A partir deste lugar e de um modo de pensar híbrido, constelo uma discussão sobre a pertinência dos conteúdos e métodos do ‘ensinar ciências’ atual.

### **Transdisciplinaridade, liberdade e unidade do pensamento**

Nas sociedades modernas as ciências passaram a ser chaves de decifração para a natureza. Apenas se lê. Este advento tem sido o berço para uma “transformação sem retorno das nossas relações com a natureza, que produziu o sucesso da ciência moderna. Nesse sentido, pode-se falar de revolução científica” (Prigogine & Stengers, 1991, p. 17). É lógico e inegável que a cultura científica nos trouxe benefícios inquestionáveis. Os avanços nas áreas médicas e tecnológicas garantiram para a humanidade perspectivas de saúde e qualidade de vida além da média. No entanto, sob a égide desta cultura triunfante, está a compreensão de uma natureza morta e passiva. Dizem Prigogine e Stengers:

O homem do século XVII não conseguiu comunicar com a natureza senão para descobrir a terrificante estupidez de seu interlocutor. Muitos, portanto, se julgaram forçados a assumir esse paradoxo. Vendo nos primeiros êxitos da ciência moderna o preço coroando um procedimento enfim racional, viram a solidão “descoberta” por essa ciência como o preço a pagar por essa racionalidade. A ciência moderna interpretada sob o ponto de vista desses primeiros sucessos, quer dizer, a ciência clássica parecia, portanto, impor uma escolha entre a visão de um homem radicalmente estranho ao mundo e a recusa do único modo fecundo de diálogo com a natureza (Prigogine & Stengers, 1991, p. 14).

Estabelecer esse diálogo fecundo significa, antes de mais nada, priorizar 'cabeças bem feitas' como meta e atitude pedagógica. Essa atitude não desdobra-se da erudição ou da técnica, apenas. Requer, antes de excesso de informações, pertinência na leitura do mundo. Ou seja, capacidade de sistematizar e colocar um devido contexto às informações, estando sempre aptas a religar o que foi cindido (Morin, 2004),

Como catalisador destes processos de religação, a abordagem transdisciplinar proposta por parece ser uma estratégia indispensável, aponta Nicolescu (Nicolescu, 2002), uma vez que alimenta a construção de laços entre as diferentes disciplinas e saberes (científicos ou de outras ordens). Segundo o autor,

a *transdisciplinaridade*, como o prefixo *trans* indica, diz respeito àquilo que *está* ao mesmo tempo *entre* as disciplinas, *através* das diferentes disciplinas e *além* de qualquer disciplina. Seu objetivo é a compreensão do mundo presente, para o qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento (Nicolescu, 2000, p. 46).

Existem atribuições à condição profissional de professores de ciências. Existe um currículo padrão e uma carga de conteúdos posto pelas ementas disciplinares e pelos PPPs. No

entanto, esta compreensão do mundo a partir da unidade do conhecimento, como propõe Nicolescu só é possível se sustentarmos um diálogo sobre a finalidade, o conteúdo e o efeito daquilo que foi padronizado. Esta atitude é, sem dúvidas, transgressora e arriscada, mas necessária. A fuga do padrão dos livros didáticos faz parte da postura investigativa do cientista, ajudando a superar e não depender exclusivamente de explicações pontuais ou de programas fechados. Esta transgressão, no sentido original da palavra, passar para o outro lado, atravessar, significa ultrapassar uma realidade reduzida às dualidades disciplinares, aos imobilismos modernos, como posto por Latour (2009). Adotar uma atitude transdisciplinar (Nicolescu, 2003) que privilegie as flutuações e emergências do novo significa, por si só, “uma transgressão generalizada que abre um espaço ilimitado de liberdade, de conhecimento e de tolerância” (Nicolescu, 2000, p. 76).

O ensino das ciências exige mais do que um profissional docente, exige um pesquisador familiarizado com o tema a ser tratado, mas não limitado a isso. Sua ação permeia desde o metiê do método científico até os lugares de construção de conhecimento e de experimentação de ideias.

Construir um novo perfil do professor de ciências é uma perspectiva para o século 21. Com efeito, qualquer conteúdo estudado separadamente não permite a integração entre seus diferentes conceitos, muito menos entre as demais disciplinas. Apesar do aspecto transdisciplinar possível às abordagens dos conteúdos entre as ciências, algumas estratégias de ensino tornam os conteúdos ainda mais isolados e difíceis de religar com outros saberes, até mesmo na mesma área do conhecimento. Trabalhar o conceito de gene em sala de aula é um bom exemplo desta situação de fragmentação. Entender a estrutura e função dos genes para muito depois tentar compreender a determinação das características nos seres vivos é, para muitos estudantes, uma abstração inconcebível.

Aulas descritivas com base em programas herméticos, ou seja, que parecem ter por si só uma finalidade conclusiva – como é muito comum nos programas escolares de Ciências – torna a compreensão do conceito de gene, ou de qualquer outro, demasiadamente abstrata. Há, nestas situações, uma necessidade urgente de reproblematicar o que é pertinente para a formação destes professores. Reformulando a problemática posta por Bizzo (2004), sobre o ensino de Biologia e a monetarização deste processo, é pertinente questionar: *a compreensão ampla dos fenômenos naturais, de forma que faça sentido, também, para a sua vida, ou a*

*sistematização de conhecimentos isolados como pré-requisito para exames e processos seletivos?*

Estas abordagens didáticas são fragmentos de uma realidade maior. De forma generalizada, os currículos de ciências nas escolas circulam em torno de uma leitura superficial e compartimentalizada do conhecimento científico (Almeida, 2012; Bizzo, 2004; Severo *et al.*, 2012). Mas por que isso acontece?

O ensino de ciências dá-se por meio de uma aproximação do conhecimento científico, e a partir dele estruturamos seus conceitos e conteúdos. A produção científica de forma *lata* está circunscrita em grupos de interesse cada vez mais restritos, gerando conhecimentos específicos cada vez menos próximos, de difícil interação. A forma pela qual o conhecimento científico está sendo construído dificulta a abertura de espaços de troca e de diálogo com outros saberes. Isso faz com que, por conseguinte, o ensino de ciências torne-se fragmentado na estruturação de seus conceitos e hermético em relação a outros saberes, inevitavelmente presentes e permeados nas salas de aula.

O ensino de ciências, principalmente durante as séries iniciais compartilha entre seus elementos constituintes o mesmo substrato de interrogações e curiosidades, o mundo natural. A Física, a Biologia, e a Química, apenas para ilustrar, estão interligadas, mesmo utilizando lentes diferentes para problematizar seus objetos de estudo. Os conhecimentos dessas áreas disciplinares não apenas se aproximam, mas se complementam.

Por isso Nicolescu (2000) argumenta que a visão científica clássica, na qual dois pares antagônicos sempre se anulam, não deve mais ser adotada como modelo cognitivo para compreender a natureza. Para ele, os avanços da ciência, principalmente na física, na matemática e na lógica apontam para dualidades coexistentes, mesmo antagônicas, em níveis diferentes de realidade. A diversidade das ideais, ou seja, a coexistência de visões contraditórias pode e deve ser priorizada no ensino de ciências, a fim de somar em complexidade umas às outras. Sobre isso, afirma:

Uma tarefa prioritária da transdisciplinaridade é a elaboração de uma nova Filosofia da natureza, capaz de ser um mediador privilegiado do diálogo entre todos os campos do conhecimento (Nicolescu, 2000, p. 10).

Singulares e, ao mesmo tempo, complementares, as ideias de Nicolescu convergem com as do físico Ilya Prigogine neste ponto. Sobre as múltiplas possibilidades de religação entre os saberes, Prigogine (2009) defende que as propriedades intrínsecas da matéria são

arcaicas, ou seja, são permanentes e presentes, repercutidas em várias estruturas, das rochas aos seres vivos. Tais conceitos são inspiradores para compreender a dinâmica da natureza viva, uma vez que fundam a compreensão de uma realidade longe do equilíbrio e da linearidade clássica, newtoniana. Para Prigogine, o nosso universo

parece ter algum parentesco com o livro das Mil e Uma Noites, nas quais Sherazade narra histórias que se ligam umas às outras: a história da cosmologia, a história da natureza, a história da vida, da matéria e das sociedades humanas (Prigogine, 2009, p. 32).

O autor faz, ainda, um alerta: somos nós, as futuras gerações, os responsáveis por “construir uma ciência que incorpore todos estes aspectos, porque, por enquanto, a ciência continua em sua infância” (Prigogine, 2009, p. 17). Nossa geração tem em suas mãos a emergência de novos paradigmas científicos; a crise da concepção de verdade absoluta; e a responsabilidade da construção de uma ciência comprometida em submeter o conhecimento a condições de observação explícita, cujos enunciados não apresentem “a realidade necessariamente como ela é, mas apenas como podemos supô-la” (Gonçalves-Maia, 2011).

Seria, certamente, uma atitude sábia problematizar o aviso de Prigogine como pontos de reflexão desde os lugares estratégicos na formação dos futuros professores/cientistas: os cursos de licenciatura. Quais são as estratégias e os saberes necessários para fomentar a formação desta nova ciência? De que forma reduzir o “Big-Bang disciplinar” (Nicolescu, 2000, p. 37)? E como religar o que já foi cindido?

### **Bifurcações para uma ciência próxima da natureza**

O paradigma informacional que vivemos privilegia velocidade e quantidade de informações. É, certamente, um desafio saber escolher e tratar bem estas informações, transformando-as em “conhecimento pertinente” (Morin, 2005), ou seja, ler bem o nosso mundo. Isso significa não beber apenas de uma fonte de um método ou de um conjunto de valores. Significa exercitar uma ecologia das ideias (Almeida, 2008) a fim de evitar dualismos nocivos, que separem as compreensões e os diferentes saberes. O paradigma científico abrange diferentes níveis de realidade, demanda diferentes níveis de compreensão. Assumir uma postura transdisciplinar, promotora dessa diversidade do conhecimento é, hoje, uma meta a ser assumida pelos professores de ciências.

Cabe a nós, educadores e cientistas, favorecer o que Prigogine (2002) chama em sua obra de *bifurcações* e *flutuações*, ou seja, pontos de metamorfose, de transformação, de mutação na construção do conhecimento, alimentados pela compreensão de uma natureza

viva, que não está posta ou pode ser compreendida totalmente em um único plano de realidade ou modelo teórico. Esta porção da cultura científica clássica, como explica Nicolescu, só foi cindido com os avanços da física de partículas. Para o autor, o maior impacto na cultura científica moderna foi sem dúvidas a revolução quântica, pois colocou em cheque a visão mecânica clássica, na qual um único modelo poderia explicar o todo.

A física quântica nos fez descobrir que a abstração não é um simples intermediário entre nós e a natureza, uma ferramenta para descrever a realidade, mas uma das partes constitutivas da natureza. [...] A Realidade não é apenas uma construção social, o consenso de uma coletividade, um acordo intersubjetivo. Ela também tem uma dimensão *trans-subjetiva*, na medida em que um simples fato experimental pode arruinar a mais bela teoria científica (Nicolescu, 2000, p. 25).

O nosso universo é múltiplo, em expansão, onde a natureza é caracterizada por constantes transformações e níveis de realidade diferentes que coexistem entre si. A crescente e inevitável compreensão dos sistemas complexos deixa claro o quão largo foram os abismos construídos entre os saberes sistematizados sobre a natureza. Parafraseando Goethe, *a natureza é o único livro que oferece um conteúdo valioso em todas as suas folhas*. As diferentes formas de representar o mundo fazem parte desta obra, são capítulos distintos de um mesmo grande livro da vida (Nicolescu, 2000).

A dúvida e a crítica sobre a forma pela qual o conhecimento é elaborado configuram-se como um princípio pedagógico importante para o ensino de ciências nos moldes transdisciplinares. Isso quer dizer que, compreender como o saber científico dialoga com os fenômenos e com os cientistas traz para uma esfera mais palpável e próxima da realidade social dos estudantes os conceitos de difícil assimilação.

Argumentar, questionar, adotar uma postura inquiridora durante as aulas de ciências são, nesta perspectiva, ferramentas importantes para manter efetivamente espaços investigativos de experimentação e construção comum de saberes, como um laboratório de ideias. Essas formas de agir talvez sejam pequenos indícios de uma nova forma de operar por complexidade no ensino de ciências, ou seja, operar de forma sistêmica, religando o que foi anteriormente separado.

Aliado a este estilo intelectual múltiplo e híbrido, podemos discutir práticas investigativas igualmente múltiplas e flexíveis para o ensino de ciências. Abaixo traçamos o primeiro passo: um norte estratégico para esta agenda de formação menos fragmentada e comprometida com uma postura investigativa de ambos, estudantes e docentes. De modo



sintético, elencamos a seguir algumas estratégias capazes de funcionar como operadores cognitivos para as aulas de ciências:

*Revisitar as grandes descobertas científicas.* Estudar o contexto e as implicações científicas/sociais das grandes construções teóricas e metodológicas da ciência ajuda a mostrar o caráter humano onde a ciência é gerada. Livros seminais como *A Parte e o Todo* de Werner Heisenberg e *A Origem das Espécies* de Charles Darwin exemplificam em detalhes como se deu a construção das ideias que costumamos ter acesso apenas em seu estágio final. Contextualizar o fazer científico, a construção empírica, os ambientes e as relações pessoais é adicionar riqueza e significado no ensino de ciências. Incentiva os alunos a recriarem as experiências seguindo suas próprias pistas e fragmentos investigativos.

*Problematizar o óbvio que já é tido como evidente.* Desconfiar da evidência, do consagrado como óbvio, do padrão é o que movimenta o pensamento científico e nutre as grandes descobertas. A audácia de homens como Galileu Galilei, Lazzaro Spallanzani, Gregor Mendel e Charles Darwin por duvidarem do óbvio e do ‘evidente’ para suas épocas, trouxe contribuições incomensuráveis ao desenvolvimento da medicina, ciências biológicas, genética e ciências químicas atuais. Aulas que problematizem conceitos bem diluídos popularmente e questionem por que são como são. Além de instigar o raciocínio crítico sobre os fenômenos naturais, abre novas janelas de possibilidades para abordar as temáticas em sala de aula, tendo como ponto de partida o conhecimento trazido pelos alunos, aquilo que os move.

*Dar vida aos laboratórios de ideias, além dos muros da escola.* Os espaços de construção do conhecimento podem ser organizados aonde houver interrogações. Abrir espaço para investigar as dúvidas dos alunos pode tornar-se experiências com meses de duração. A cada novo vestígio ou conhecimento construído sobre o fenômeno estudado, mais questionamentos irão emergir. Por exemplo, o terreno baldio do lado da escola tem uma mata de transição muito rica, mesmo servindo de depósito de lixo. Por que isso acontece? De um simples questionamento, este *laboratório* na aula de ciências transforma-se em um estudo que envolve noções de geologia, ciclos biogeoquímicos, a educação ambiental, entre outros.

*Argumentar para religar saberes.* No mesmo sentido dos *laboratórios*, a aproximação de problemas ‘ eminentemente ’ sociais também pode ser ótimos fio condutor para as aulas de ciências. Argumentar para religar os saberes significa instigar os estudantes a investigar a gênese dos problemas e as possíveis soluções. Problemas locais como a infestação de

mosquitos no bairro, uma rede hidráulica quebrada ou até mesmo problemas mais controversos como a instalação de uma termoeletrica podem funcionar para problematizar vários cenários sócio/ambientais. o ciclo de reprodução dos insetos, o conceito de pressão e as propriedades da água e a troca de gases na atmosfera.

### **Vestígios para a diversidade e a unidade simétricas**

Os currículos que chegam às escolas são produzidos mimeticamente, a partir de uma lógica universal. Dentro de redomas disciplinares torna-se difícil trabalhar algumas temáticas que naturalmente se articulam de maneira sublime. Como podemos pensar, por exemplo, a criação do novo, a estocasticidade, a variabilidade nos ecossistemas a partir de programas sequencias, impossíveis de retroceder ou expandir?

As culturas devem aprender umas com as outras, e a orgulhosa cultura ocidental, que se colocou como cultura-mestra, deve-se tornar também uma cultura-aprendiz. [...] Existem dentro de cada cultura, mentalidades abertas, curiosas, não-ortodoxas, desviantes, e existem também mestiços, fruto de casamentos que constituem pontes naturais entre as culturas (Morin, 2007, p. 103).

Nos espaços educacionais a compreensão de fenômenos de diversas ordens a partir de um meta ponto de vista, sem reduzi-los ou simplificá-los, ajuda a ganhar em densidade e em possibilidades de articulação. Atribuir esta flexibilidade à compreensão de natureza é de grande importância para o ensino de ciências, visto que, como explica Nicolescu (2002),

uma vez formada, a imagem da natureza exerce uma influência sobre todas as áreas do conhecimento. A passagem de uma visão a outra não é progressiva, contínua, ela ocorre antes por rupturas bruscas, radicais, descontínuas. Várias visões contraditórias podem inclusive coexistir. A extraordinária diversidade de visões da natureza explica porque não podemos falar de natureza, mas apenas de uma certa natureza de acordo com o imaginário de uma dada época (Nicolescu, 2002, p. 8).

Tais assertivas servem de fundamento ou princípio para pensarmos a produção de conhecimento além dos diálogos entre aspectos técnicos e conceituais de uma natureza, por vezes compreendidas como exógenas, opostas ou distantes de nós. Por outro lado, a sua compreensão multifacetada instiga a construção de situações de envolvimento e, acima de tudo, de (des)encontros formativos que perpassam a ética e a justiça entre os indivíduos, suas relações socioculturais e o meio ambiente (Reigota, 1999, p. 82).

Edgar Morin (2011) diagnostica a unificação abstrata e homogeneizante, destruidora das diversidades, e o fechamento das singularidades em si mesmas como as duas pragas da humanidade atualmente.

É preciso entender aqui o vínculo entre a unidade e a diversidade humana. É evidente que existe uma unidade anatômica, genética, fisiológica, cerebral, afetiva de todos os seres humanos, mas essa unidade se expressa de uma maneira extremamente diferenciada. Não há dois indivíduos que se assemelhem: mesmo gêmeos homozigotos se diferenciam um do outro. Acontece o mesmo com a cultura (isto é, tudo o que é aprendido: saberes, fazeres, crenças, mitos, etc.) marca universal na humanidade que só existe por intermédio das culturas singulares. [...] o que faz com que o tesouro da unidade humana seja a diversidade e da diversidade humana, a unidade (Morin, 2011, p. 16).

Complementando a sua ideia, concordo com Bruno Latour (2009, p. 100) quando diz que “é tão difícil universalizar a natureza quanto reduzi-la à perspectiva restrita do relativismo cultural”. Ou seja, independente do contexto social, a natureza e a cultura recebem pacotes de códigos significativos. Não são mais nem as “coisas-em-si” nem os homens por si mesmos. Tornam-se híbridos. Alguns povos mobilizam, para construir estes coletivos, “ancestrais, leões, estrelas fixas e o sangue dos sacrifícios. Nós mobilizamos a genética, a zoologia, a cosmologia e a hematologia” (Latour, 2009, p. 104). Fragmentos unos e diversos, mas ainda vestígios de um todo.

Religar os saberes, operar por transdisciplinaridade ou perceber a unidade na diversidade e vice-versa são, portanto, operadores cognitivos. Ou seja, epístemes, ou formas de pensar, que funcionariam como um antídoto à fragmentação do pensamento. Não se trata de propugnar pelo fim da especialização na ciência. É mais adequado assinalar a necessidade de aproximação, percepção dos campos de vizinhança e a função operativa da complementaridade como princípios axiomáticos de um meta-modelo cognitivo, capaz de dar vida e dinâmica a uma ecologia de saberes, conhecimentos, disciplinas, métodos e práticas no interior da cultura científica e da sua relação com outras configurações do saber.

É possível, então, apresentar notas conclusivas a respeito de uma ciência da complexidade ainda em gestação? Talvez não. Mas é necessário acionar estes operadores cognitivos que permitam a religação.

Talvez possamos escolher entre duas opções como educadores e como cientistas. Ou reafirmar os nós e os pontos de estrangulamento da criatividade e de uma ciência aberta, ou, como Prigogine (2009), procurar razões para o otimismo. Certamente existe mais possibilidades de futuro se operarmos pela segunda via. Num mundo e numa sociedade onde a ciência se faz em rede, haveremos, entretanto, que gerar, nutrir e fazer nascer focos de criatividade. Essa aposta diz respeito a professores que sejam capazes de assumir uma atitude capaz de compreender a vida e a natureza de uma forma infinitamente complexa, no sentido de

religar expressões culturais diversas e narrativas sobre o mundo.

### Referências

- Almeida, M. d. C. d. (2008). Complexidade e Ecologia das Ideias. In C. Almeida & I. Petraglia (Eds.), *Estudos de Complexidade 2*. São Paulo: Xamã.
- Almeida, M. d. C. d. (2010). Pensamento do Sul como reserva Antropológica.
- Almeida, M. d. C. X. d. (2012). Ciências da Complexidade e Educação: Razão apaixonada e politização do pensamento. Natal: EDUFRN.
- Bizzo, N. (2004). *Um Pouco de História Brasileira das Ciências Biológicas no Brasil*. In MEC (Ed.), *Orientações Curriculares do Ensino Médio* (pp. 148-169). BRASIL: MEC/SEB.
- Gonçalves-Maia, R. (2011). *Ciência, pós-ciência, metaciência: tradição, inovação e renovação* (1ª Edição ed.). São Paulo: Editora Livraria da Física.
- Latour, B. (2009). *Jamais fomos modernos: ensaio de antropologia simétrica* (Segunda Edição ed.). Rio de Janeiro: Editora 34.
- Morin, E. (1999). *O Método 3: conhecimento do conhecimento*. Porto Alegre: Sulina.
- Morin, E. (2003). *Ciência com consciência* (7 ed ed.). São Paulo: Bertrand Brasil.
- Morin, E. (2004). *A Cabeça bem Feita* (10ª Edição ed.). Rio de Janeiro: Bertrand Brasil.
- Morin, E. (2005). *Educação e Complexidade: Os sete Saberes e outros ensaios* (3ª edição ed.). São Paulo: Cortez.
- Morin, E. (2007). *Os Sete Saberes Necessários à Educação do Futuro*. Brasília: UNESCO.
- Morin, E. (2011). *Para um pensamento do Sul*. Paper presented at the Para um pensamento do Sul: Diálogos com Edgar Morin.
- Nicolescu, B. (2000). *Manifesto da transdisciplinaridade*. Brasília: UNESCO.
- Nicolescu, B. (2002). *Aspectos Gödelianos da Natureza e do Conhecimento*. Retrieved from <http://www.cetrans.com.br/novo/textos/aspectos-godelianos-da-natureza-e-do-conhecimento.pdf>
- Nicolescu, B. (2003). *Morte e ressurreição da Natureza*. In M. d. C. d. Almeida, M. Knobbe & A. M. Almeida (Eds.), *Polifônicas Idéias. Por uma ciência aberta*. Porto Alegre: Editora Sulina.
- Prigogine, I. (2002). *Do ser ao devir. Nome de Deuses*. Entrevistas a Edmond Blattchen. São Paulo: Editora da UNESP.
- Prigogine, I. (2009). *Ciência, Razão e Paixão* (2 ed. rev. e ampl. ed.). São Paulo: Livraria da Física.
- Prigogine, I., & Stengers, I. (1991). *A nova aliança: metamorfose da ciência*. Brasília: Editora Universidade de Brasília.
- Reigota, M. (1999). *A Floresta e a Escola: por uma educação ambiental pós-moderna*. São Paulo: Cortez.

Severo, T. E. A., Araujo, R. F., Melo, T. F. T., Silva, M. J. L., Silva, M. V. K. F., & Assis, M. L. G. (2012). *Educação Ambiental como estratégia de formação: proposições e religamentos*. Paper presented at the XVI ENDIPE - Encontro Nacional de Didática e Práticas de Ensino.

Shiva, V. (2003). *Monoculturas da mente. Perspectivas da biodiversidade e da biotecnologia*. São Paulo: Gaia.

***Autor:***

**Thiago Emmanuel Araújo Severo.**

Biólogo. Mestre em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN). Doutorando do programa de Pós-Graduação em Educação pela UFRN. Professor de Didática e Ensino de Ciências da Natureza - Departamento de Práticas Educacionais e Currículo - UFRN.

E mail: thiagosev@gmail.com