

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO – MESTRADO
ÁREA DE CONCENTRAÇÃO EM EDUCAÇÃO

Neide Teresinha Cazarotto

A ESCOLA COMO SISTEMA AUTO-ORGANIZATIVO:
DESAFIOS E POSSIBILIDADES

Santa Cruz do Sul

2014

Neide Teresinha Cazarotto

**A ESCOLA COMO SISTEMA AUTO-ORGANIZATIVO:
DESAFIOS E POSSIBILIDADES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Educação – Mestrado, Área de Concentração em Educação, Linha de Pesquisa em Aprendizagem, Tecnologias e Linguagem em Educação, Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientador: Prof. Dr. Felipe Gustsack

Santa Cruz do Sul

2014

Neide Teresinha Cazarotto

**A ESCOLA COMO SISTEMA AUTO-ORGANIZATIVO: DESAFIOS E
POSSIBILIDADES**

Esta dissertação foi submetida ao Programa de Pós-graduação em Educação – Mestrado; Área de Concentração em Educação; Linha de Pesquisa em Aprendizagem, Tecnologias e Linguagem em Educação, Universidade de Santa Cruz do Sul – UNISC, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Educação.

Dr. Felipe Gustsack

Professor Orientador – UNISC

Dra. Nize Maria Campos Pellanda

Professor Examinador – UNISC

Dr. Celso José Martinazzo

Professor Examinador - UNIJUI

Santa Cruz do Sul

2014

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus por mais essa oportunidade de crescimento pessoal e à minha família pelo incentivo e apoio, em especial a minha mãe, que é exemplo de persistência e generosidade.

Ao meu filho Marcelo, na realidade, meu melhor amigo, companheiro de todas as jornadas que me remete à alegria, carinho, amor e sempre me acolhe.

Às minhas colegas Claudia e Karine Noal pela presença constante, pela amizade, as companheiras de estudo e de viagem.

Ao meu orientador Prof. Dr. Felipe Gustsack pelos ensinamentos e orientação recebida.

À Prof.^a Dr.^a Nize Maria Pellanda pela amorosidade que lhe é peculiar, colaboração e pelas ideias que emergiram em sala de aula, dando origem ao tema desta pesquisa.

Ao Prof. Dr. Celso José Martinazzo pela colaboração e orientação nesta caminhada.

Aos educadores da Escola do Seminário São José, sujeitos desta pesquisa e aos demais colegas que uma forma ou de outra contribuíram para a construção deste trabalho.

*Isto sabemos.
Todas as coisas estão ligadas
Como o sangue
Que une uma família...*

*Tudo o que acontece com a Terra,
Acontece com os filhos e filhas da Terra.
O homem não tece a teia da vida;
Ele é apenas um fio.
Tudo o que faz à teia,
Ele faz a si mesmo.*

Ted Perry

RESUMO

Este estudo está vinculado à Linha de Pesquisa Aprendizagem, Tecnologias e Linguagens em Educação, do Mestrado em Educação da Universidade de Santa Cruz do Sul. Apresenta como tema: a escola como sistema auto-organizativo e os desafios de uma nova concepção de educação. O estudo consiste em discutir as compreensões que os professores têm da escola, e os desafios de se pensar a escola como sistema auto-organizativo e sua autonomia de funcionamento como processo autopoiético. Com as ações de pesquisa procurei responder às seguintes questões: Como os educadores compreendem a escola em que atuam e quais as implicações dessa compreensão nas suas concepções de aprendizagem e nas suas práticas? Como desafiar os professores para que compreendam a escola como um sistema auto-organizativo e quais implicações imaginam que isso teria na estrutura e funcionamento da escola bem como em suas concepções de educação e práticas pedagógicas? Para tanto, procuro articular a abordagem sistêmica, o pensamento complexo e as compreensões que os professores têm da escola. Desse modo, produzi a fundamentação teórica fazendo uma aproximação entre os teóricos: Fritjof Capra, Ludwig von Bertalanffy, Edgar Morin e Maturana e Varela. Tomei como princípio a teoria da complexidade de Morin, especialmente quanto ao conceito de auto-organização. As pessoas que participaram da pesquisa foram doze professores da Escola do Seminário São José, localizada na cidade de Santa Maria, estado do Rio Grande do Sul. Como a pesquisa se insere no campo da subjetividade, o procedimento metodológico adotado foi um questionário não padronizado, problematizado com os participantes em duas rodas de conversas. Trata-se, assim, de um estudo na perspectiva qualitativa com a construção e registro das reflexões em meu diário de campo. Os resultados sinalizam para o fato de que a escola ainda está fortemente influenciada pela concepção cartesiana-newtoniana, vigorando o princípio da fragmentação do conhecimento e dessa maneira, tem também configurado o modo de ser e de pensar dos indivíduos. Quanto aos desafios para que os educadores transformem sua concepção, percebi que são vários, cuja raiz está na tradicional crença nas certezas e na ordem, sendo necessário, para superarem estes limites maior tempo de estudos para que possam perceber a educação e a aprendizagem como processos inseparáveis do viver.

Palavras-chaves: Pensamento sistêmico. Sistema. Auto-organização. Escola.

ABSTRACT

This study is part of the Learning, Technology and Languages in Education research line, belonging to the master program at the University of Santa Cruz do Sul. It presents as its theme: the school as a self-organizing system and the challenges of a new conception of education. The study aims to discuss the understandings that teachers have about the school, and the challenges of thinking the school as a self-organizing system and its working autonomy as an autopoietic process. By the research actions I tried to answer the following questions: How educators understand the school where they act and what the implications of this understanding in their learning conceptions and in their practices? How to challenge the teachers to understand the school as a self-organizing system and what implications they imagine this would have on the structure and school functioning as well as in their conceptions of education and pedagogical practices? For that, I try to articulate the systemic approach, the complex thinking and the understandings that teachers have about the school. In that way I produced the theoretical foundation by making a connection among the theorists: Fritjof Capra, Ludwig von Bertalanffy, Edgar Morin and Maturana and Varela. I took as a principle the complexity theory by Morin, especially regarding the concept of self-organization. The people who participated in the research were twelve teachers of Escola do Seminário São José, located in Santa Maria, Rio Grande do Sul state. As the research falls within the field of subjectivity, the methodological approach was a non-standardized questionnaire, problematized with the participants on two talk meetings. So, it is a study in qualitative perspective with the construction and recording of the reflections in my field journal. The results point to the fact that the school is still strongly influenced by the Cartesian-Newtonian conception, predominating the principle of knowledge fragmentation and thereby, it has also configured the way of being and thinking of the individuals. As for the challenges for educators transform their conception, I realized that there are several, whose root is in the traditional belief in the certainties and order, to overcome these limits its necessary a longer time of studies, so that they can perceive the education and learning as inseparable processes of living.

Keywords: Systemic thinking. System. Self-organization. School.

SUMÁRIO

1 ALONGAMENTO.....	8
2 NA TRILHA COM OS MESTRES.....	17
2.1 O Mundo e a Máquina.....	17
2.2 A Teoria Geral dos Sistemas.....	23
2.3 Movimento Cibernético: algumas considerações.....	27
2.4 Contribuições de Bateson.....	29
2.5 Abordagem Sistêmica.....	31
2.6 O Movimento da Auto-Organização.....	36
2.7 As Relações e as Totalidades.....	39
2.8. Interação e Aprendizagem: um processo dialógico.....	46
2.9 A Organização Autopoiética: alguns conceitos.....	55
2.10 A Auto-eco-organização: autonomia e dependência.....	61
3 UMA TRILHA COLETIVA?.....	69
3.1 Compreensões dos professores acerca da escola.....	69
4 UMA POSSÍVEL CHEGADA.....	101
REFERÊNCIAS.....	109

1 A LONGAMENTO

Iniciar a pesquisa¹ e o registro das reflexões que a mesma suscitou teve, para mim, um momento prévio – marcado por várias leituras, orientações e debates com meus colegas – que funcionou como uma espécie de aquecimento. Foi como se antes de caminhar eu precisasse fazer um alongamento, perceber como estava e como estaria meu corpo na trilha do estudo que me propunha a fazer. Assim também me parece esta parte inicial da dissertação, que está organizada em quatro capítulos. No primeiro, esta parte inicial, apresento o tema, os objetivos, alguns questionamentos e indagações de pesquisa, a abordagem metodológica e um esboço das construções teóricas que me ajudaram a caminhar na configuração do estudo como um todo. No capítulo II aprofundi-me no estudo das ideias e pensamentos que permitiram configurar e definir a teoria sistêmica. No capítulo III, procuro discutir as respostas que os professores têm da escola, quando questionados, a respeito de como concebem a escola atual e faço as respectivas considerações quanto às mudanças possíveis. No IV e último capítulo procuro tecer as considerações finais ao reapresentar as principais ideias dos professores e aproximá-las dos conceitos teóricos que tomei como mais importantes.

A temática central de minha pesquisa é: a escola como sistema auto-organizativo e os desafios de uma nova concepção de educação. Durante as minhas vivências escolares, a minha preocupação sempre foi em buscar referenciais teóricos que oportunizassem mudanças nas formas de ensinar e aprender, que possibilitasse transformar a escola que temos hoje. Nesse sentido, tenho observado que a maioria dos educadores apresenta ainda uma prática pedagógica muito assentada em um ensino cartesiano que leva a copiar, decorar e repetir. E a organização e a estrutura da escola, assim como o seu funcionamento, continuam condizentes com uma prática pedagógica ainda muito influenciada pela abordagem científica tradicional. Mas, caso eu viesse a constatar essa mesma perspectiva entre os participantes dessa pesquisa, quais reflexões eu poderia fazer? Como mudar esse pensamento que marcou fortemente a prática pedagógica dos educadores? Seria possível, conversar com eles no sentido de encontrar alternativas e argumentos para superar esse modelo?

¹ Esta pesquisa teve aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa da UNISC – CEP/UNISC.

Como os educadores compreendem a escola em que atuam e quais as implicações dessa compreensão nas suas concepções e nas suas práticas? Esta foi a questão que me ocorreu, no sentido de dar conta da tarefa de desafia-los e desafiar-me a um diálogo de mudança. Ou seja, como desafiar os educadores para que compreendam a escola como um sistema auto-organizativo e quais implicações imaginam que isso teria na estrutura e funcionamento da escola bem como em suas concepções de educação?

A partir dessas perturbações iniciei meu trabalho de campo, com o objetivo de investigar as compreensões que os educadores têm da escola e as possibilidades de se pensar a Escola como sistema auto-organizativo e sua autonomia de funcionamento como processo autopoietico. Minhas reflexões necessariamente levaram a estudar Fritjof Capra, por exemplo, que na entrada do século XXI, apresenta “uma estrutura conceitual que integra as dimensões biológica, cognitiva e social da vida, da mente e da sociedade”. Em defesa de uma nova compreensão da vida o autor ainda inclui “uma maneira coerente e sistêmica de encarar algumas das questões mais críticas de nossa época” (2005, p. 13).

Conforme esse cientista, tudo o que existe, co-existe e nada sobrevive fora de suas conexões e em suas relações de troca e realimentação. Dessa maneira, onde quer que encontremos sistemas vivos – desde partes de organismos, organismos ou comunidades de microorganismos – estes componentes estão emaranhados em termos de rede. Sempre que olhamos para a vida, olhamos para redes (CAPRA, 1996, p. 77-78).

Nesse sentido, Capra evidencia que

a ideia central dessa concepção sistêmica e unificada da vida é a de que seu padrão básico de organização é a rede. Em todos os níveis de vida – desde as redes metabólicas dentro da célula até as teias alimentares dos ecossistemas e as redes de comunicação da sociedade humana – os componentes dos sistemas vivos se interligam sob a forma de rede (2005, p. 267).

Por outro lado, a teoria geral dos sistemas introduzida por Ludwig von Bertalanffy, apresenta uma visão de “conjuntos” e “totalidades”, noções novas, modelos matemáticos e suas aplicações para resolver problemas. Com ela pode compreender que a visão de uma “ciência geral de totalidade” pode ser aplicada em diferentes campos de estudo e evidencia que um sistema é um conjunto de diversos

elementos que estão inter-relacionados: são partes de um todo, que buscam realizar atividades com o mesmo objetivo. Nesse sentido, o conceito de sistema remete à ideia de unidade global que conforme esse autor significa também uma unidade complexa (2010, p. 62-63). Essa teoria e a concepção de sistema aberto estabelece o pensamento sistêmico como um movimento científico de primeira grandeza, associado às contribuições posteriores da teoria cibernética de Norbert Wiener. Nesse sentido, pois, a teoria de Bertalanffy procurou transcender as fronteiras disciplinares ao dar caráter de universalidade à noção de sistema (MORAES, 2008a).

A partir daí eu já não podia deixar de lado uma incursão pelos estudos do Movimento Cibernético, que surgiu em 1946, em Nova York, como um campo interdisciplinar, também convergia para essa abordagem. Vale notar que foi estruturado por um grupo de cientistas oriundos de três áreas diferentes: da matemática, da engenharia e da neurobiologia. Decorreu de uma série de encontros, reuniões, estudos e pesquisas, conhecidas como Conferências Macy. Dessas conferências participaram inúmeros cientistas, entre os quais destaco: Norbert Wiener, John von Neumann e Gregory Bateson. Esses estudos muito contribuíram para a compreensão da natureza da mente como fenômeno sistêmico e na tentativa de superar a divisão cartesiana entre mente e corpo (CAPRA, 1996).

Em consequência, também não pude evitar estudos acerca da cibernética de segunda ordem, que se desdobrou, principalmente pelos estudos de Heinz von Foerster, na biocibernética, para uma abordagem dos mecanismos da vida. Fazendo parte desse movimento, Humberto Maturana e Francisco Varela, juntos, elaboraram a teoria da Biologia do Conhecer ao mostrar a inseparabilidade entre o viver e o conhecer (PELLANDA, 2009).

A partir desses estudos, novos sentidos foram incorporados aos conceitos básicos em relação aos primeiros: como os conceitos de circularidade, controle, comunicação, autonomia e outros. Esses conceitos provindos do movimento cibernético se ampliaram e se expandiram para outras áreas da Ciência, além das áreas clássicas. Nesse sentido, tais estudos permitiram um fortalecimento do conceito de sistema e da importância dos processos de auto-regulação, autonomia e auto-organização dos sistemas. Morin² salienta que a primeira “revolução do

² EDGAR MORIN, nasceu em Paris (1921), é antropólogo, sociólogo e filósofo. Pesquisador emérito do CNRS (Centre National de la Recherche Scientifique). Formado em Direito, História e Geografia,

pensamento” manifesta-se de uma ciência da organização. O mérito capital da cibernética fundada por Norbert Wiener e da teoria dos sistemas fundada por Von Bertalanffy é que uma e outra trazem elementos primeiros para conceber a organização. Segundo Morin,

a ideia de sistema não é nova. Sabia-se há muito tempo que as interações do Sol com seus planetas formavam *sistema*, isto é, um conjunto organizado. A ideia de organização estava, desde o século 18, no âmago da problemática biológica e distinguia o orgânico do inorganizado e, no século 19, considerava o corpo enquanto organismo. O que é novo é o foco cibernético e sistêmico sobre a questão da organização enquanto organização (2010a, p. 279).

Na sequência, me vi envolvida em compreender o Movimento da Auto-Organização, que traz os princípios de auto-organização e de recursividade como elementos chaves das questões do funcionamento interno dos sistemas complexos. Essa nova forma de olhar o mundo foi introduzida nas ciências humanas pela abordagem sistêmica ou teoria da complexidade no início do século XX, no entanto, só ganhou vigor a partir dos anos 70 com o advento das novas tecnologias de comunicação e informação. Nesse sentido, o conceito de auto-organização e a teoria da complexidade emergem nos últimos anos como alternativas para a compreensão da realidade.

A seguir, adentrei mais fundo, para pensar as bases ou princípios teóricos desta dissertação, na Teoria da complexidade de Edgar Morin. Em relação à complexidade Morin, assim a define:

Complexus significa o que foi tecido junto; de fato, há complexidade quando elementos diferentes são inseparáveis constitutivos do todo (como econômico, o político, o sociólogo, o psicológico, o afetivo, o mitológico), e há um tecido interdependente, interativo e inter-retroativo entre o objeto de conhecimento e seu contexto, as partes e o todo, o todo e as partes, as partes entre si. Por isso, a complexidade é a união entre a unidade e a multiplicidade (2003a, p. 38).

Nesse sentido, a complexidade incorpora as noções de ordem, desordem e organização, presentes em todos os sistemas. Ordem-desordem é uma relação inseparável que tende a estabelecer a organização, sendo um processo fundamental

realizou estudos em Filosofia, Sociologia e Epistemologia. Autor de mais de trinta livros, entre eles: O método (6 volumes), Introdução ao pensamento complexo, Ciência com consciência e Os sete saberes necessários para a educação do futuro. É considerado um dos principais pensadores contemporâneos e um dos principais teóricos da complexidade.

para a evolução do universo e, norteador da relação dialógica e ao mesmo tempo uma, complementar, concorrente e antagônica (PETRAGLIA, 2013). A meu ver, essas características poderiam contribuir muito com as reflexões que propunha realizar. Afinal, em suas considerações sobre a complexidade, Morin explica que “a sociedade é produzida pelas interações dos indivíduos que a constituem. A própria sociedade, como um todo organizado e organizador, retroage para produzir os indivíduos pela educação, a linguagem, a escola” (2011, p. 87).

Nessa perspectiva de que a sociedade se constitui através das relações dos indivíduos; de que em suas interações, a sociedade se produz, produzindo os indivíduos que a produzem; bem como de que isso acontece num circuito espiral por intermédio da evolução histórica anunciava-se para mim um dos principais desafios que teria pela frente. Ou seja, o de que essa compreensão requer uma mudança bastante profunda de nossas estruturas mentais para que possamos entender o que Morin nos explica com sabedoria: “nós produzimos a sociedade que nos produz” (2010a, p. 190). A implicação direta, na linha de reflexões que estava começando a fazer, era de que ‘os professores, e a comunidade escolar como um todo, produzem a escola que os produz’.

O desafio estava, então, no fato de que, de acordo com esse autor, é necessário uma reforma no pensamento sociológico, de natureza epistemológica, que substitua o princípio determinista e mecanicista por um princípio dialógico onde ordem/desordem e organização estejam em relação, ao mesmo tempo, complementar e antagônica e onde as transformações estão submetidas às bifurcações, às instabilidades e aos acasos (MORIN, 2003a).

Ora, isso, pareceu-me um desafio imenso, quase insondável. Mas, a possibilidade de que a escola pudesse ser concebida como sistema auto-organizativo me era bastante atraente independentemente do fato de que eu viria defrontar-me com certos obstáculos, caso houvesse dificuldades por parte dos educadores em perceber o mundo de forma global, em suas mais diversas inter-relações. E, mesmo nesse caso, alguns caminhos poderiam nortear essa reforma sugerida por Morin. Este autor reconhece que o “conhecimento é, pois, uma aventura incerta que comporta em si mesma, permanente, o risco de ilusão e de erro” (2003a, p. 86). Nesse sentido, compreendo que o conhecimento é o caminho que a educação possui para buscar a compreensão humana, pois a falta de uma percepção global leva ao enfraquecimento da solidariedade e da responsabilidade.

Assim, a renovação da escola estava, está, na maneira de ver a ciência e compreender o universo, o mundo a partir de uma ancoragem teórica da complexidade.

Ainda inserida nestas reflexões, tive que alongar-me na direção da Biologia do Conhecer de Humberto Maturana e Francisco Varela me permitiram compreender a dinâmica biológica que se apresenta nos seres vivos e como tal, também se revela no processo de aprendizagem. Assim a define Mariotti:

Vivemos com os outros seres vivos, e portanto compartilhamos com eles o processo vital. Construimos o mundo em que vivemos durante as nossas vidas. Por sua vez, ele também nos constrói ao longo dessa viagem comum. Assim, se vivemos e nos comportamos de um modo que torna insatisfatória a nossa qualidade de vida, a responsabilidade cabe a nós (2001, p. 10).

A biologia do conhecimento vê o processo de conhecer como algo intrínseco a todos os seres vivos, pois é o fazer que constrói o conhecimento do mundo, num processo incessante e interativo de coordenações de comportamento (MATURANA e VARELA, 2001).

De acordo com essas teorias eu preparava, a meu ver, uma nova forma de pensar, de modo que iniciei a minha pesquisa a partir desse recorte teórico porque queria conhecer os princípios fundamentais que embasam a abordagem sistêmica e as possibilidades de se conceber a escola como sistema auto-organizativo.

Durante a pesquisa, essas teorias tiveram caráter mediador porque foram o caminho por meio do qual tive oportunidade de olhar o mundo e por isso posso dizer que esta foi uma caminhada constantemente estudada e revista. Foi um constante e contínuo ir e vir do referencial teórico com o contexto e as minhas reflexões. Uma caminhada que foi se organizando, sem dar-se por concluída e que de acordo com a própria complexidade está sempre em conflito entre ordem – desordem – organização assim, como se refere Morin:

A verdadeira racionalidade aberta por natureza, dialoga com o real que lhe resiste. Opera o ir e vir incessante entre a instância lógica e a instância empírica; é o fruto do debate argumentado das ideias, e não a propriedade de um sistema de ideias. [...] Negocia com a irracionalidade, o obscuro, o irracionalizável. É não só crítica, mas autocrítica. Reconhece-se a verdadeira racionalidade pela capacidade de identificar suas insuficiências (2003a, p. 23).

Também por essas razões optei pela abordagem qualitativa na construção e registros das reflexões que emergiram com os participantes da investigação que deu origem a esta dissertação. Como a pesquisa se inseria no campo da subjetividade, adotei como procedimento um questionário não padronizado, com questões abertas, por ser o mais apropriado para essa finalidade (BARBIER, 2007). Os colaboradores da etapa empírica da pesquisa foram voluntários, da Escola do Seminário São Jose, cidade de Santa Maria-RS, um grupo de doze educadores que ministram aulas no Ensino Fundamental do 7º ao 9º ano. Considerando o contexto empírico e minhas expectativas de reflexões nas rodas de conversas e também aqui no registro escrito deste estudo, juntei ao problema central algumas questões que me pareciam importantes e que viriam a nortear a minha pesquisa, como: Na escola, há expectativa generalizada de que o educando já venha (ou pelo menos deva vir) à escola com o desejo de aprender? O que você como educador tem a dizer sobre isso? A estas, estavam associadas aquelas perguntas prévias: Como você vê a escola de hoje? Se você pudesse transformar a escola, quais mudanças seriam necessárias, tendo em vista o melhor desenvolvimento da aprendizagem? De acordo com a sua experiência, quais são os obstáculos que impedem a realização de atividades de maior relevância e interesse para os alunos/as na escola?

Numa segunda etapa, com o mesmo grupo de educadores, coloquei em prática as estratégias da Roda de Conversas, por se caracterizar como um processo democrático de construção coletiva de conhecimento sobre a temática. Partindo das respostas aos questionamentos anteriores, procurei vivenciar junto com os educadores esses momentos, sem intervir como educadora, e sim, como observadora implicada. Minha intenção foi promover uma ‘escuta sensível’ na perspectiva apresentada por Barbier (2007): uma escuta de empatia e acolhimento que possibilitasse aos participantes da pesquisa entrar em sintonia uns com os outros, inaugurando assim, talvez, um caminhar mais coletivo.

Conforme Barbier, a pesquisa qualitativa apresenta valor agregado por estar sujeita às emergências e à abertura da possibilidade de aproximação entre sujeito e objeto pesquisado, em função da interpretação entre ambos, e isso permite a troca e a compreensão. As vivências subjetivas são valorizadas assim como os valores, concepções, pensamentos e visões de mundo dos atores encontram forma de estarem presentes. Nesse sentido, trata-se de reconhecer, nesse momento, “o pleno emprego das forças subjetivas” acrescenta Barbier (2007, p. 86). Assim, de caráter

processual, a pesquisa vai incorporando cada vez mais a característica de processo auto-organizado, no qual, caminhar torna-se tão significativo quanto chegar. Nossas construções racionais mais do que nunca, dependem de acordos subjetivos.

A etapa teórica da pesquisa, como procurei relatar até aqui, foi muito trabalhosa no início. Quanto a isso, vale lembrar o fato de que tive, por duas ou três vezes, que retomar, começar tudo novamente. Aqui, lembrei de Morin (2011) que salienta, que muitas vezes, o pesquisador necessita de estratégia de ação, de procedimentos adaptados ao contexto que ajudam a organizar o pensamento e as atividades para o alcance dos objetivos propostos. A pesquisa requer o reconhecimento do diálogo como instrumento principal, de acordo com o qual o pesquisador e o objeto pesquisado estão sempre dialogando em constante interação. Morin tem razão em afirmar que a pesquisa implica em construção e co-criação do conhecimento científico decorrente do diálogo que é fundamental entre os sujeitos do conhecimento. Muitas vezes, durante essa caminhada tive que parar, voltar a ler, achar um jeito de recomeçar entre algumas paradas obrigatórias que foram importantes para a minha reflexão.

Nesse sentido, tive que lançar mão de umas estratégias de ação, de procedimentos que me ajudaram a organizar o pensamento e assim, passei a caminhar de meu jeito próprio: escrevendo, relendo, conversando com os teóricos, dialogando comigo mesma, complementando e reescrevendo novamente. Aqui, retomo Maturana e Varela que evidenciam que “todo ato de conhecer faz surgir um mundo” o que pode ser também inserido no seu segundo aforismo-chave “todo fazer é um conhecer e todo conhecer é um fazer” (2001, p. 32). E assim, depreendo que todo o processo de conhecimento é, realmente, um constante e contínuo reconstruir-se.

Logo, nessa travessia iniciada, fui me constituindo de uma nova forma de ser, de ser, como um devir humano que aprende através das atividades de reflexão de um eu pesquisador. Nesse sentido, compreendi que sou capaz de aprender, de buscar, de construir e reconstruir durante o caminhar e que não existe um método fora das condições daquele que aprende. Além disso, observei que, com o passar dos dias, fui me transformando, através da interação com os participantes da pesquisa e gradativamente os resultados parciais foram aparecendo e sendo incorporados às reflexões que a pesquisa possibilitava. E nessas idas e vindas, a causalidade linear foi aos poucos se dissipando, transformando-se em causalidade

circular. Durante este percurso, lembrei-me das palavras de Morin (2011) que enfatiza que esse movimento deve ser interpretado com naturalidade pelo pesquisador, encontrando espaço para aprender com o erro. No transcorrer do tempo, e dessa maneira, as emergências vão ocorrendo, num processo evolutivo. As emergências não devem ser compreendidas como 'desvio de rota', mas sim como 'novidades qualitativas', pois estimulam o processo de pesquisar, tornando-o orgânico, aberto, flexível, passível de incorporar novas percepções que, cada vez mais, exigem um olhar atento do observador.

Conforme Gatti (2007) o método não é apenas um conjunto de passos que ditam o caminho. São também um conjunto de crenças, valores e atitudes. Essa autora ainda evidencia o aspecto interiorizado do método, seu lado subjetivo e até, em parte, personalizado pelas mediações do investigador. O método precisa ser vivenciado em toda a sua extensão, pelas trocas, pelas críticas, tropeços, experiências continuadas, pelo próprio modo de ser do pesquisador enquanto pessoa.

Por fim, trago a contribuição de Moraes e Valente (2008c) que argumentam que o ensino e a pesquisa, na perspectiva da complexidade, devem desenvolver-se em torno dos 'operadores cognitivos' do pensamento complexo proposto por Morin (2008a). A prática do pensar por meio desses operadores possibilita um pensamento de natureza complexa, relacional, sistêmica, capaz de articular, dialogar e se questionar, buscando perceber os processos interdependentes e em rede nos quais estes se encontrem inseridos.

2 NA TRILHA COM OS MESTRES

2.1 O Mundo e a Máquina

O meu interesse nessa investigação é trabalhar com a teoria sistêmica e que, para tanto, percebo como importante fazer um pequeno histórico do conjunto de estudos que permitiram configurar e definir a teoria sistêmica.

A visão de mundo que imperava na Europa antes dos séculos XVI e XVII era orgânica e se caracterizava, conforme Capra, “pela interdependência dos fenômenos espirituais e materiais e pela subordinação das necessidades individuais às da comunidade” (2012, p. 51). Essa noção de universo orgânico, vivo e espiritual foi substituída pela noção de mundo como se fosse uma máquina. Entre 1500 e 1700, essa nova concepção de mundo como máquina converteu-se na metáfora dominante da era moderna. Houve uma mudança radical na maneira como as pessoas descreviam o mundo e na sua forma de pensar. Essa transformação foi impulsionada pelas mudanças revolucionárias na física, na astronomia e na matemática – Revolução Científica – e se baseava, principalmente, no método descritivo matemático da natureza, de Francis Bacon (1561-1626) e no método analítico de raciocínio de Descartes (1596-1650). Assim que, essa visão mecanicista, também chamada de “reducionista” dá ênfase às partes em detrimento do todo (CAPRA, 2012, p. 51-53).

Capra explica que desde a Antiguidade, os cientistas tinham objetivos integrativos, almejavam compreender a ordem natural e o desenvolvimento de vida. Eles tinham uma postura ecológica – no mesmo sentido em que esse termo é empregado por este autor ao referir-se à “ecologia profunda” – que significa o reconhecimento da “interdependência fundamental de todos os fenômenos”; o fato de que tudo se encaixa no seu ambiente natural e social.

E assim, Capra define o que entende por Ecologia Profunda:

A ecologia profunda não separa seres humanos – ou qualquer outra coisa – do meio ambiente natural. Ela vê o mundo não como uma coleção de objetos isolados, mas como uma rede de fenômenos que estão fundamentalmente interconectados e são interdependentes. A ecologia profunda reconhece o valor intrínseco de todos os seres vivos e concebe os seres humanos apenas como um fio particular na teia da vida (1996, p.p. 25-26).

A mudança de concepção orgânica para a concepção mecânica, que posteriormente viria a ser de suprema importância para o desenvolvimento da civilização ocidental, foi, nas palavras desse cientista, “iniciada e completada por duas figuras gigantescas do século XVII: Descartes e Newton” (CAPRA, 2012, p. 54).

Descartes³ visualizou uma ciência da natureza em princípios de certeza, os quais não dispensavam demonstração. Para ele, ciência era matemática. E expôs seu método de raciocínio na obra “Discurso do método”. O método chamado de cartesiano é fundado na certeza, é matemática em sua natureza essencial.

Descartes o definiu em quatro preceitos:

O primeiro era o de jamais acolher alguma coisa como verdadeira que eu não conhecesse evidentemente como tal; isto é, de evitar cuidadosamente a precipitação e a prevenção, e de nada incluir em meus juízos que não se apresentasse tão clara e tão distintamente a meu espírito, que eu não tivesse nenhuma ocasião de pô-lo em dúvida. O segundo, foi o de dividir cada uma das dificuldades que eu examinasse em tantas parcelas quantas possíveis e quantas necessárias fossem para melhor resolvê-las. O terceiro, o de conduzir por ordem meus pensamentos, começando pelos objetos mais simples e mais fáceis de conhecer, para subir, pouco a pouco, como por degraus, até o conhecimento dos mais compostos, e supondo mesmo uma ordem entre os que não se precedem naturalmente uns aos outros. E o último, o de fazer em toda parte enumerações tão completas e revisões tão gerais que eu tivesse a certeza de nada omitir (DESCARTES, 1983, p.p. 37-38).

Esse pensamento coloca em dúvida tudo o que é passível de dúvida, até atingir algo de que não é possível duvidar: a certeza, “existência de si mesmo como pensador”, expressada na frase *Cogito, ergo sum* - “Penso, logo existo” – (DESCARTES, citado por CAPRA, 2012, p. 56).

Essa forma de pensar consistia em decompor pensamentos e problemas em suas partes componentes e em dispô-las em sua ordem lógica; assim que, essa forma de raciocinar, é provavelmente a maior contribuição de Descartes à ciência. Tal modo de pensar tornou-se uma característica essencial do pensamento científico moderno e provou ser extremamente útil no desenvolvimento de teorias científicas e nas realizações complexas dos projetos tecnológicos. Capra salienta que “foi o

³ RENE DESCARTES (1596-1650) filósofo e matemático. Sua principal obra Discurso do método. Ref. CHALITA, G. vivendo a filosofia. Editora Atual. São Paulo, 2002.

método de Descartes que tornou possível à NASA⁴ levar o homem à Lua” (2012, p. 56). No entanto, a excessiva ênfase dada a esse método cartesiano provocou a fragmentação do nosso pensamento e das nossas disciplinas acadêmicas, levando à atitude generalizada de reducionismo na ciência. [...] “a crença em que todos os aspectos dos fenômenos complexos podem ser compreendidos se reduzidos às suas partes constituintes” (CAPRA, 2012, p. 57).

Esse pensamento, fez com que Descartes privilegiasse a mente em relação à matéria. Esse matemático concluiu que as duas eram separadas e fundamentalmente diferenciadas. Essa divisão teve efeitos profundos sobre o pensamento ocidental. Capra sinaliza que Descartes deu ao pensamento científico sua estrutura geral – a concepção da natureza como uma máquina perfeita, governada por leis matemáticas, e essa mudança, levou a mudanças drásticas no pensamento das pessoas em relação ao ambiente. E nesse sentido, Descartes estendeu sua concepção aos demais organismos vivos; plantas e animais passaram a ser considerados simples máquinas (2012, p. 58).

Em consequência disso, a missão do conhecimento científico foi, e ainda, segundo nos revela Morin (2011, p. 5), continua sendo, a de “dissipar a aparente complexidade dos fenômenos a fim de revelar a ordem simples a que eles obedecem”. No entanto, essa forma de simplificação do conhecimento acaba mutilando as realidades e os fenômenos de que tratam, produzindo mais cegueiras. Morin salienta que os princípios de “*disjunção*, de *redução* e de *abstração*” permitiram grandes avanços ao conhecimento científico e à reflexão filosófica; porém suas consequências muito nocivas só começaram a se revelar no século XX (2011, p. 11).

Morin explica que a separação entre a filosofia e a ciência isolou radicalmente, uns dos outros: a física, a biologia e as ciências do homem, sendo que para corrigir essa disjunção, foi necessário reduzir o complexo ao simples, o que implicou numa hiperespecialização dos conhecimentos e na fragmentação das realidades. De acordo com Morin a “simplicidade vê o uno, ou o múltiplo, mas não consegue ver que o uno pode ser ao mesmo tempo múltiplo”, ou seja, “o princípio da simplicidade

⁴ NASA – (National Aeronautics and Space Administration – Administração Nacional da Aeronáutica e do Espaço). Agência do governo dos Estados Unidos da América responsável pela pesquisa e desenvolvimento de tecnologias e programas de exploração espacial.

separa o que está ligado (disjunção), ou unifica o que é diverso (redução).” (2011, p. 59).

Capra sinaliza que com a mecanização da ciência, ocorreu uma sanção “científica” para a exploração desmedida da natureza, enquanto, que na Idade média violar a natureza era considerado uma violação ética. Quando a natureza foi considerada uma máquina, passou a vigorar o entendimento de que ela deveria ser controlada e dominada, como concebiam Bacon⁵ e Descartes (2012, p. 58). Assim que, Descartes criou uma estrutura conceitual para a ciência da época, porém sua concepção da natureza como máquina perfeita, governada por leis matemáticas exatas, permaneceu com uma simples visão durante sua vida.

Entretanto, a estrutura conceitual desenvolvida por Descartes tornou-se realidade com Newton que sintetizou as obras de Copérnico e Kepler, Bacon, Galileu e Descartes, apresentando “uma consistente teoria matemática do mundo, que permaneceu como sólido alicerce do pensamento científico, até boa parte do século XX”. As leis de Newton “pareciam confirmar a visão cartesiana da natureza, pois o universo newtoniano era, de fato, um gigantesco sistema mecânico que funcionava conforme as leis matemáticas exatas” (CAPRA, 2012, p. 59-60).

Nessa perspectiva, Newton desenvolveu um método completamente novo, ao unificar as tendências do método empírico (indutivo), de Bacon, e do método racionalista (dedutivo), de Descartes; método no qual a ciência passou a se basear a partir de então. O racionalismo cartesiano e o universo newtoniano difundiram-se rapidamente no século XVIII, de modo que esse período é chamado de Iluminismo.

Nos séculos XVIII e XIX, os feitos da ciência serviram-se da mecânica newtoniana com enorme sucesso. A teoria de Newton⁶ foi capaz de explicar o movimento dos planetas, luas e cometas nos mínimos detalhes, assim como o fluxo das marés e outros fenômenos relacionados à gravidade. Durante o século XIX, os cientistas continuaram a elaborar o modelo mecanicista do universo na física, biologia, química, psicologia e ciências sociais. Com o passar do tempo, entretanto, novas formas de pensar e novas descobertas evidenciaram as limitações do modelo newtoniano e prepararam caminhos para as revoluções científicas do século XX.

⁵ FRANCIS BACON (1561-1626) político, filósofo e ensaísta.

⁶ ISAAC NEWTON (1642-1727) Cientista, físico, químico, matemático. Um dos principais precursores do Iluminismo; criou várias leis da física, entre elas: a Lei da gravitação universal. Considerado um dos mais influentes na história da Ciência.

Mariotti (2010) esclarece que Isaac Newton (1642-1727) descrevia o Universo como um mecanismo de relojoaria, no qual tudo funcionaria de modo predeterminado, enquanto que Wiener (1894-1964), mais tarde, imagina um Universo no qual a ordem convive com a desordem. Nesse sentido, cientistas do início do século XX começaram a se deparar com evidências que não eram mais inteligíveis por meio do paradigma da simplicidade. Já não era mais possível compreender o universo apenas como ordem. Mais tarde, Morin (2010) desenvolveria e aperfeiçoaria essas ideias com a concepção da tríade ordem-desordem-organização. Assim, a partir dos estudos interdisciplinares da cibernética emergiu uma nova compreensão de universo, cujos estudos têm muito em comum com a proposta de uma teoria geral dos sistemas e, conforme percebo, com a teoria da complexidade, como procuro mostrar a seguir.

Quero aqui enfatizar, que esse estudo é importante e necessário porque ajuda na minha reflexão como pesquisadora que descreve o próprio caminho no caminhar para conhecer. Acredito que a mudança de pensamento perpassa primeiro pela abertura que o ser humano dá a si mesmo. No entanto, essa abertura só é possível, quando nos dispomos conceber uma nova maneira de entender o mundo e a própria vida. Conforme Capra⁷ (1996) a mudança de concepção requer não somente uma mudança na forma de pensar, mas também uma mudança de valores éticos.

A percepção de ecologia profunda reconhece que “enquanto indivíduos e sociedades, estamos todos encaixados nos processos cíclicos da natureza, somos dependentes desse processo” (p. 25).

Nesse sentido, Morin compartilha também desse mesmo pensamento, quando diz:

⁷ FRITJOF CAPRA é austríaco de nascimento. Nasceu em 01 de fevereiro de 1939. Obteve seu título de Doutor em Física pela Universidade de Viena em 1966, aos 27 anos. Atualmente é um dos nomes mais significativos na divulgação dos progressos da ciência, da filosofia e da ecologia em nossos dias. Sua contribuição vai muito além da mera popularização dos avanços da ciência moderna. Seu nome está vinculado ao surgimento de uma nova maneira de entender a ciência como um dos veículos para a compreensão da realidade e dos sistemas vivos. Ele escreveu várias obras dentre elas: O Tão da Física, O Ponto de Mutação, Sabedoria Incomum, A Teia da Vida, e co-autor de Pertencendo ao Universo. Dirige atualmente o Centro para Alfabetização Ecológica em Berkeley, Califórnia.

precisamos compreender, enfim, que o homem faz parte da biosfera e depende dela mais do que ela depende dele, uma vez que a vida continuará mesmo depois da extinção da humanidade. Existe um laço inseparável entre Sol e Terra, Terra e Vida, Vida e Humanidade. Somos religados à vida, que está religada ao planeta Terra, que é religado ao Sol, que está religado à Via Láctea, que é religada à imensidão do Cosmo (2010b, p. p. 228-229).

Essa forma de pensamento chamada de visão ecológica concebe o mundo como um todo integrado, não separa os seres humanos ou qualquer coisa do meio ambiente. Ela vê o mundo como uma rede de fenômenos, fundamentalmente interconectados e interdependentes e, reconhece o valor intrínseco de todos os seres vivos. O pensamento linear, por sua vez, baseado nos princípios de redução e de disjunção, separa o sujeito do objeto, concebe o mundo como uma máquina e vê os seres humanos como situados acima ou fora da natureza, atribuindo apenas um valor instrumental, de “uso”, à natureza (CAPRA, 1996).

De acordo com essa forma de pensar, compreendo o sistema ecológico como um sistema aberto porque traz consigo a ideia de movimento, de espaço cheio de energia, povoado de elementos conectados entre si. Espaço em que não há divisão, pois tudo está intrinsecamente relacionado, e isso me leva a compreender a inexistência de separação e passividade. A nova física e a nova biologia vêm demonstrando isto, indicando que tudo na natureza está entrelaçado, que há uma articulação entre todos os elementos constituintes do sistema. Essa nova forma de pensar pode colaborar para uma reforma de pensamento como sugerem Capra (2012) e Morin (2008). Assim, acredito que essa nova forma de pensar pode me ajudar a tomar consciência dessas relações com a vida, com a natureza e com o universo. A partir desse estudo, posso perceber que a escola sendo compreendida como um sistema ecológico e relacional possa entender as transformações que ocorrem no mundo ao seu redor e renovar-se. O diálogo com Capra e Morin me ajuda a enxergar com mais clareza a crise de percepção que estamos vivendo, os conflitos mundiais, a degradação da natureza, os problemas sociais de nossa época, a educação e a escola de hoje.

2.2 A Teoria Geral dos Sistemas

A Teoria Geral dos Sistemas foi criada no início do século XX, a partir dos estudos científicos de Ludwig Von Bertalanffy⁸. Essa teoria foi introduzida nas Ciências anteriormente à cibernética e à engenharia dos sistemas. Bertalanffy ficou conhecido no mundo inteiro como o pioneiro em defender a visão organística na biologia e o papel da simbologia na interpretação da experiência humana. Por volta de 1920, Bertalanffy ficou intrigado com as evidentes lacunas existentes na pesquisa e na teoria da biologia, nas quais ele percebia muitas falhas. O enfoque mecanicista que prevalecia na época parecia desprezar ou negar de todo aquilo que é essencial nos fenômenos da vida: a organização dos sistemas vivos. Nesse sentido, Bertalanffy advogava uma concepção organísmica na biologia que considerasse o organismo como totalidade ou sistema. Em suas pesquisas, buscou saber os conceitos, leis e modelos em vários campos, pois sua ideia principal era substituir os fundamentos reducionistas da ciência pela visão holística⁹, promovendo a união das ciências e aproximando-as diante de uma boa comunicação entre elas. Mais tarde, essa visão se sedimentou na teoria geral dos sistemas abertos e sua auto-sustentabilidade. Sua proposta se baseava no fato de que o organismo é um sistema aberto e que todos os sistemas são similares, seja físico, biológico ou social (BERTALANFFY, 2010).

Então, na primeira metade do século XX, a Teoria dos Sistemas vem substituir o cartesianismo, articulando-se em torno do conceito de auto-organização. Nesse sentido, Bertalanffy afirma que:

A Teoria Geral dos Sistemas, portanto, é uma ciência geral da 'totalidade', que até agora era considerada um conceito vago, nebuloso e semimetafísico. Em forma elaborada seria uma disciplina lógico-matemática, em si mesma puramente formal, mas aplicável às várias ciências empíricas. Para as ciências que tratam de 'todos organizados' teria uma significação semelhante à que tem a teoria das possibilidades para as ciências que se ocupam de 'acontecimentos casuais' (2010, p.p. 62-63).

⁸ KARL LUDWIG VON BERTALANFFY (1901-1972) Biólogo austríaco. Foi o criador e principal expoente da Teoria geral dos sistemas. Foi o pioneiro em defender a visão organística na biologia e o papel da simbologia na interpretação da experiência humana. Autor de diversas obras, sendo muitos deles traduzidos para outras línguas. Desenvolveu a maior parte do seu trabalho científico nos Estados Unidos.

⁹ O termo "holístico", do grego holos, "totalidade" refere-se a uma compreensão da realidade em função de totalidades integradas cujas propriedades não podem ser reduzidas a unidades menores.

Dessa maneira, concebia-se uma disciplina que podia ser aplicável a campos diversos, tais como a termodinâmica, a experimentação biológica médica, genética, estatística, etc. e seu principal propósito era fazer a integração nas várias ciências, naturais e sociais. Essa teoria poderia também ser um importante meio para alcançar, também os campos não físicos da ciência, uma possível aproximação que seria importante na educação científica. E foi essa visão de uma futura teoria formal, matemática, que levou Bertalanffy a estabelecer sua teoria geral dos sistemas sobre uma base biológica bem consistente, enfatizando a diferença crucial entre sistemas físicos e biológicos.

Mais tarde, outros pesquisadores também chegaram a conclusões e enfoques semelhantes. Bertalanffy (2010), para ilustrar essa teoria, apresenta algumas limitações da física convencional que trata dos sistemas fechados, ou seja, são sistemas que são considerados isolados de seu ambiente. Ele explica que sistema fechado é aquele que não faz trocas com o meio circundante e também não influencia o contexto. Todavia, encontramos sistemas que por sua própria natureza e definição não se enquadram como sistemas fechados. São os sistemas abertos que não só fazem trocas com o ambiente, mas também se relacionam internamente com outros sistemas e suprassistemas, através de entradas e saídas, pois trocam matéria e energia regularmente com o meio ambiente. Ou seja, para Bertalanffy “todo organismo vivo é essencialmente um sistema aberto” (2010, p. 65).

Quanto a uma concepção do organismo vivo, ele afirma:

Mantêm-se em um contínuo fluxo de entrada e de saída, conserva-se mediante a construção e a decomposição de componentes, nunca estando, enquanto vivo, em um estado de equilíbrio químico e termodinâmico, mas mantendo-se no chamado estado estacionário, que é distinto do último (2010, p. 65).

Complementa, ainda, que,

Considerando como tal, o organismo é um sistema aberto e essa é a causa pela qual suas condições de estado nos venham definidas pela cinética e cibernética convencionais. Mas o organismo, mais um médio ambiente convenientemente elegido, pode ser tratado enquanto sistema fechado no qual aumenta a entropia. Assim, o fato de projetar, aqui ou lá, as fronteiras do sistema aberto de estudo determinará que os examinemos como sistema fechado ou aberto. O segundo princípio [termodinâmico] se aplica ao sistema mais seu entorno, mas não ao sistema aberto em si mesmo (1986, p. 117).

Bertalanffy (2010) destaca que sistema é um conjunto de diversos elementos que estão inter-relacionados; são partes de um todo, que buscam realizar atividades com a mesma finalidade. Assim, essas inter-relações podem tanto ser dependentes, necessitando umas das outras ou descentralizando-se de forma independente. Para esse biólogo, as ciências estão inter-relacionadas, não podendo ser descritas separadamente, assim como, também a natureza não se apresenta dividida em partes. Para se entender o sistema é necessário estudar a rede complexa de relações que se constituem em um todo complexo. Os sistemas possuem potencial que expressa seus estados: quanto maior for a capacidade ou força, maior será seu potencial e isso significa uma maior interação entre as partes.

Esse cientista realça o valor da ciência em geral, das ciências sociais e do comportamento e nos mostra a contribuição da ciência, assim como, o seu impacto na sociedade e no bem estar da humanidade. Explica que o conhecimento das leis biológicas e a tecnologia biológica aplicada na medicina já permitiu que a expectativa de vida se estendesse para além dos limites atribuídos aos seres humanos nas últimas décadas e nos anos mais recentes.

Esse autor enfatiza, ainda, que os modernos métodos da agricultura e da área científica já seriam suficientes para sustentar uma sociedade humana muito maior do que a existente em nosso planeta, nos dias atuais. O que falta, no entanto, é o conhecimento das leis da sociedade humana. As realizações da física são usadas para destruição cada vez mais eficiente. Há fome em diversas partes do mundo, enquanto o desperdício está por todo lugar e as colheitas são destruídas ou apodrecem em outras partes. Nesse sentido, Bertalanffy explica que,

A guerra e a indiscriminada aniquilação da vida, da cultura e dos meios de manutenção humana são o único meio de sairmos da fecundidade incontrolada e da conseqüente superpopulação. São o resultado do fato de conhecermos e controlarmos demasiado bem as forças físicas, apenas toleravelmente bem as forças biológicas e não controlarmos absolutamente as forças sociais. Por conseguinte, se tivéssemos uma ciência bem desenvolvida da sociedade humana e a correspondente tecnologia seria o meio de sairmos do caos e da iminente destruição do mundo atual (2010, p. 79).

E, ao referir-se à sociedade, Bertalanffy salienta que,

A sociedade humana não é uma comunidade de formigas ou térmitas, governada por instintos herdados e controlada pelas leis da totalidade superior. A sociedade é baseada nas realizações do indivíduo e está condenada se o indivíduo for transformado em uma roda dentada da máquina social (2010, p.p. 80-81).

Ele pretendia levar à discussão seus estudos, pois almejava criar modelos teóricos para ampliar a comunicação entre as ciências e desse modo, promover a unidade da ciência. Então, a teoria geral dos sistemas surgiu para aproximar e preencher as lacunas entre as ciências, construir novos conceitos que poderiam ser aplicados nos diversos contextos.

De acordo com Bertalanffy, a contribuição desses conhecimentos poderia ser um avanço considerável no sentido de uma educação integrada e interdisciplinar. E, falando em educação, esse biólogo enfatiza que isso não quer dizer apenas valores científicos ou somente comunicação e integração de fatos. Ele se refere também aos valores éticos que muito contribuem para o desenvolvimento da personalidade de nossas crianças e jovens.

Nessa perspectiva, o pensamento de Bertalanffy me permite perceber que uma organização educacional pode ser compreendida segundo o conceito de sistema aberto, por ser a escola uma organização que mantém uma dinâmica de relações internas e com o seu contexto externo. Assim, a base desse modelo está na interação dinâmica dos seus componentes; nas inter-relações com as famílias dos estudantes, com as entidades sindicais, assim como, também mantém vínculos próximos com as secretarias de educação, com os órgãos governamentais e outras instituições educacionais regionais.

Na escola fundamentada no modelo tradicional da ciência clássica, os indivíduos estão separados uns dos outros e assim se constituíram de acordo com a estrutura desse modelo. Nesse tipo de escola, os estudantes e professores pouco interagem entre si, pois prevalece a objetividade; existe um distanciamento, uma lacuna entre pessoas e objetos e os demais participantes. Hoje é possível perceber que o modelo clássico compartimentado, reducionista já não consegue explicar as transformações aceleradas pelas quais passam as sociedades atuais: o contexto mundializado e interdependente, o virtual e o presencial interconectados, as ocorrências de instabilidades e bifurcações nos mais diversos processos, as diversidades, etc.

De acordo com Morin (2004) a escola necessita de uma reforma de pensamento de natureza paradigmática. Isso implica substituir o reducionismo por uma abordagem ecossistêmica do contexto, que seja capaz de compreender a sociedade como sendo um sistema auto-eco-organizativo e não apenas social abstrato e determinista.

Então, na perspectiva de conceber a escola como sistema auto-organizativo senti necessidade de fazer um estudo mais abrangente para melhor entender as teorias sistêmicas. Achei necessário refletir sobre a minha forma de pensar, valores e conceitos frutos da minha formação, pois na busca de religar os saberes, Morin (2004) propõe uma mudança de pensamento, de percepção e dos valores vigentes que têm sua origem no Iluminismo. Assim, para eu compreender essa transição foi necessário retomar algumas concepções como a Teoria Geral dos Sistemas, pois o conceito de sistema remete à ideia de uma unidade global que conforme esse autor significa também uma unidade complexa. Penso que uma organização à luz desta concepção necessita em primeiro lugar estabelecer como se constitui enquanto 'organização' a partir dos macroconceitos, derivados da teoria geral dos sistemas, do movimento cibernético e da teoria da complexidade.

2.3 Movimento Cibernético: algumas considerações

Capra (1996) relata que enquanto Bertalanffy trabalhava em prol de sua teoria geral dos sistemas, proposta para desenvolver máquinas autogerenciáveis e autorreguladoras, seus estudos levaram a um novo campo de investigação que teve impactos consideráveis sobre o desenvolvimento da visão sistêmica da vida. Percorrendo as diversas disciplinas, a nova ciência, que ora representava uma abordagem significativa de comunicação e controle, envolvia um todo complexo de ideias novas e, essa trajetória complexa levou Norbert Wiener¹⁰ a inventar-lhe um nome especial, escolhendo a palavra "Cibernética". Derivada do grego Kyber-netes, essa palavra significa "timoneiro", o que levou Wiener a definir sua teoria como a ciência do "controle e da comunicação no animal e na máquina" (1996, p.56).

¹⁰ NORBERT WIENER (1894-1964) integrou o grupo reunido sob o nome de Macy Conferences, contribuindo para a consolidação da teoria cibernética junto com outros cientistas. Publicou diversas obras, entre elas: Cibernética: ou controle e comunicação no animal e na máquina.

A Cibernética originou-se como um movimento intelectual, que se desenvolveu independente da biologia organísmica e da teoria geral dos sistemas. Tornou-se um campo interdisciplinar que surgiu em 1946, em Nova York, por um grupo de cientistas originários de três áreas diferentes: da matemática, da engenharia e da neurobiologia. Originou-se de uma série de encontros e reuniões de estudos e pesquisas, conhecidas como Conferências Macy. Os participantes dividiram-se em dois grupos: o primeiro grupo que se constituiu era de matemáticos, neurocientistas, cientistas sociais e engenheiros. O outro grupo composto de cientistas provindos das ciências humanas e se juntaram à equipe de antropólogos Gregory Bateson e Margaret Mead¹¹. Foram eventos interdisciplinares valiosos que marcaram época por serem extremamente estimulantes, reunindo grupo singular de pessoas altamente criativas, que se dedicaram em diálogos interdisciplinares para explorar novas ideias e novas formas de pensar. Estavam preocupados com um diferente nível de descrição, concentrando-se em padrões de comunicação, e especificamente em laços fechados e em redes. Estes estudiosos objetivavam criar uma ciência exata da mente. Esses estudos os levaram, mais tarde, às concepções de realimentação e de auto-regulação e, posteriormente, à de auto-organização (CAPRA, 1996, p. 56).

Capra acentua que,

O movimento da cibernética começou durante a Segunda Guerra Mundial, quando um grupo de matemáticos, de neurocientistas e de engenheiros – entre eles Norbert Wiener, John von Neumann, Claude Shannon e Warren McCulloch – compôs uma rede informal para investigar interesses científicos comuns. Seu trabalho estava estreitamente ligado com a pesquisa militar que lidava com os problemas de rastreamento e de abate de aviões e era financiado pelos militares, como também o foi a maior parte das pesquisas subsequentes em cibernética (1996, p.p. 56-57).

Durante toda a trajetória de conferências, alguns cientistas se destacaram. É o caso de Norbert Wiener, que se tornou um cientista dominante pelo fervor de suas ideias pela ciência, motivando os participantes com suas abordagens irreverentes, pois não era apenas um matemático brilhante, era também um filósofo eloquente. Estava ardentemente interessado em biologia e apreciava a riqueza dos sistemas

¹¹ MARGARET MEAD – (1901-1978) Antropóloga cultural norte-americana. Integrou o grupo reunido sob o nome de Macy Conferences, contribuindo para a consolidação da Teoria cibernética ao lado de outros cientistas.

vivos, visando padrões mais amplos de organização e tentou relacionar suas ideias com um círculo mais abrangente de questões sociais e culturais.

John von Neumann¹² também era o centro das atenções e atração nas Conferências Macy por ser um gênio matemático, por ter escrito um tratado clássico sobre a teoria quântica, também criador da teoria dos jogos, tornando-se mundialmente famoso como o inventor do computador digital. Dono de uma inteligência e memória poderosa, sua mente trabalhava em alta velocidade, se mostrava fascinado pelos processos do cérebro humano em termos de lógica formal como sendo o grande desafio da ciência. Tinha uma tremenda confiança no poder da lógica e acreditava muitíssimo na tecnologia (CAPRA, 1996).

2.4 Contribuições de Bateson¹³

*Que padrão conecta o caranguejo
com a lagarta, a orquídea com
a primavera e tudo isto comigo?
E a mim, contigo?
(Bateson)*

Gregory Bateson era um biólogo que se envolveu em muitos outros campos – antropologia, epistemologia, psiquiatria e outros ramos da biologia. Apaixonado pela ciência, pelos fenômenos associados com a vida, almejava descobrir princípios de organização comuns nessa ampla diversidade – “o padrão que conecta” assim se expressaria anos mais tarde. Tanto Bateson quanto Wiener procuravam por descrições abrangentes e holísticas, ainda que tivessem certa cautela para não se afastar do âmbito definido pela ciência. Desse modo, criaram uma abordagem sistêmica para uma ampla gama de fenômenos. Seus permanentes diálogos e estudos com Wiener e com os demais ciberneticistas, possibilitaram que juntos desenvolvessem contribuições relevantes sobre seus trabalhos posteriores. Bateson

¹² JOHN VON NEUMAN (1903-1957) foi um brilhante matemático que inspirou a produção de computadores. A chamada “arquitetura von Neuman” permite que programas sejam estocados na memória do computador, e suas instruções sejam executadas sequencialmente.

¹³ GREGORY BATESON, nasceu em Cambridge (1904-1980) Começou seus estudos em história natural ainda em Cambridge e gradou-se em Antropologia. Bateson se interessou por uma vasta gama de assuntos, especialmente acerca da interdisciplinaridade que foi para ele um projeto de vida. Escreveu vários trabalhos, entre eles: NAVEN: a survey of the problems suggestes by a composite picture of the culture of a new guinea tribe drawn from three points of view (1936) - obra considerada um elo entre a antropologia e a cibernética.

foi considerado um pioneiro na aplicação do pensamento sistêmico à terapia familiar, autor da teoria da ligação da esquizofrenia, do alcoolismo, exercendo um dos maiores impactos sobre os trabalhos de Ronald David Laing (1927-1989)¹⁴ e de outros psiquiatras. Entretanto, a maior contribuição de Bateson à Ciência e à Filosofia talvez tenha sido sua concepção de mente, baseada em princípios cibernéticos que esse cientista desenvolveu na década de 60. Sendo que esse estudo revolucionário abriu as portas para a compreensão da natureza da mente como fenômeno sistêmico, tornando-se a primeira tentativa de sucesso já feita na ciência para superar a divisão cartesiana entre mente e corpo, assim explica Capra (1996).

Nessa trajetória, Bateson propôs que a mente fosse definida como um fenômeno sistêmico característico de organismos vivos, sociedade e ecossistemas e estabeleceu uma série de critérios que os sistemas têm de satisfazer para que a mente ocorra. Assim que, qualquer sistema que satisfaça esses critérios está apto a processar a informação e a desenvolver os fenômenos que associamos à mente, como por exemplo: o pensamento, a aprendizagem e a memória. Capra sinaliza que do ponto de vista sistêmico “vida e mente são manifestações do mesmo conjunto de propriedades sistêmicas, um conjunto de processos que representam a dinâmica da auto-organização” (2012, p. 284).

Os Cibernicistas embora não tivessem a intenção de romper com a física, nem ultrapassá-la, almejavam criar novas teorias, principalmente, no que se refere à compreensão do cérebro e da mente. Apresentavam formações diferentes, atuando em áreas diversas do conhecimento. A intenção dos promotores do evento era criar laços recíprocos entre as ciências matemáticas e físicas por um lado, e as ciências psicológicas, por outro. Esse movimento cibernético foi muito importante, pois veio garantir uma mudança nas concepções científicas. Embora “Os fundadores da cibernética não tinham consciência de construir uma *sienza nuova*”, conforme afirma Dupuy¹⁵ (1996, p. 49), a ambição desses cientistas era constituir uma Ciência geral do funcionamento da mente.

¹⁴ RONALD DAVID LAING (1927-1989): Psiquiatra britânico. Destacou-se por sua abordagem inovadora da doença mental e, particularmente, da experiência da psicose.

¹⁵ JEAN-PIERRE DUPUY- Nasceu em 1941, na França. Professor de Filosofia Social e Política na École Polytechnique, em Paris. Diretor de pesquisa do CNRS (Filosofia); Diretor do CREA (Centre de Recherche en épistémologie Aplicada); professor- pesquisador do Estudo da Linguagem e Informação (CSLI) da Universidade de Stanford. Autor de várias obras.

Capra, ao relatar toda essa trajetória de estudos, afirma que esses ciberneticistas, após a invenção do computador, consideravam que o funcionamento do cérebro e do computador seguiam processos semelhantes.

O modelo do computador para a atividade mental tornou-se a concepção prevalecte da ciência cognitiva e dominou todas as pesquisas sobre o cérebro durante os trinta anos seguintes. A ideia básica era a de que a inteligência humana assemelha-se de tal maneira à de um computador que a cognição --- o processo do conhecimento --- pode ser definido como processamento de informações --- em outras palavras, como manipulações de símbolos baseadas num conjunto de regras (1996, p.p. 66-67).

Nos anos 50 e 60, o pensamento sistêmico influenciou fortemente a engenharia e a administração, sendo que as contribuições provindas da cibernética eram aplicadas na resolução de problemas práticos. Assim que, essas aplicações deram origem às novas disciplinas como a engenharia de sistemas, da análise de sistemas e da administração sistêmica.

Estas reflexões permitiram à época, pensar-se em uma concepção de sistemas. Mas, somente a partir da segunda Cibernética é que emerge o que chamamos de teoria sistêmica.

Penso que essas concepções construídas por estes relevantes cientistas nos oferecem alguns macroconceitos que são muito importantes para um pensar complexo e ao mesmo tempo, me ajudam a pensar a escola como sistema auto-organizativo. Entre esses conceitos, destaco os de circularidade, controle, comunicação, auto-organização, autonomia, etc. Aqui, esses estudos trazem conceitos importantes entre eles, o de retroação porque rompe com a causalidade linear; o segundo conceito importante que a teoria dos sistemas revelou foi a ideia de sistemas abertos e ainda, a terceira ideia-chave, o conceito de auto-organização.

2.5 Abordagem Sistêmica

“Tudo que isola um objeto, destrói sua realidade”.

Edgar Morin

A partir das décadas de 70 e 80, os princípios da auto-organização foram aperfeiçoados, re-elaborados por vários cientistas, sendo que uma série de modelos sistêmicos bem-sucedidos que descrevem diversos aspectos do fenômeno da vida, emergiram desses estudos. Um dos avanços dessa nova compreensão dos

sistemas vivos foi a descoberta da nova matemática da complexidade, e a outra foi a emergência de uma nova e poderosa concepção, a de auto-organização (CAPRA, 1996).

Em todo esse momento histórico houve um grande esforço dos ciberneticistas para estabelecer a interdisciplinaridade das ciências, que hoje ainda continua sendo o ideal metodológico das Ciências cognitivas para uma melhor compreensão da mente. Portanto, as relações dialógicas que se estabeleceram durante esse evento serviram para fortalecer relacionamentos e influências que vieram servir de rupturas descontínuas e um tanto revolucionárias denominadas “mudanças de paradigma”. Capra assinala que a mudança de concepções e de ideias que ocorreu na física ainda está sendo elaborada em nossas teorias atuais da matéria. Assim que, as novas concepções da física tem gerado uma profunda transformação em nossas visões de mundo; da visão de mundo mecanicista de Descartes e de Newton para uma visão holística, ecológica (CAPRA, 1996).

Nas últimas cinco décadas, dramáticas mudanças de pensamento que ocorreram na física têm sido amplamente discutidas por físicos e filósofos. Capra reconhece essas mudanças de paradigma em física como parte integral de uma transformação cultural mais abrangente, não somente no campo da Ciência, mas também no campo social. Nessa perspectiva, Capra generaliza a definição de Thomas Kuhn¹⁶ à definição de um paradigma científico, estendendo-o a um paradigma social e assim, o define como: “uma constelação de concepções, de valores, de percepções e de práticas compartilhadas por uma comunidade, que dá forma a uma visão particular da realidade, a qual constitui a base da maneira como a comunidade se organiza” (1996 p. 24-25).

De acordo com esse conceito, depreendo que ainda estamos no princípio dessa nova visão de mundo na ciência e na sociedade. No entanto, essa compreensão ainda não é compartilhada entre a maioria dos educadores e nem é reconhecida como uma mudança de pensamento e percepção necessária, no sentido de uma visão holística, que concebe o mundo como um todo integrado e não como partes dissociadas, salienta Capra (1996, p.25).

¹⁶ THOMAS SAMUEL KUHN – (1922-1996) nascido nos Estados Unidos. Físico e filósofo. Seu trabalho incidiu sobre História da Ciência, tornando-se um marco no estudo do processo que leva ao desenvolvimento científico. Publicou algumas obras, entre elas: A Estrutura das Revoluções Científicas.

Para tal, há necessidade de uma eminente conexão nas transformações entre pensamento e valores. Uma mudança de auto-afirmação para a integração. São duas tendências: a auto-afirmativa e a integrativa – que são aspectos essenciais de todos os sistemas vivos. Capra (1996) explica que o saudável é o equilíbrio dinâmico entre as partes. E, se olharmos para a nossa cultura ocidental, vamos notar que enfatizamos em excesso as tendências auto-afirmativas, voltadas para valores de competição, expansão, dominação, como também valorizamos a forma de pensar reducionista, que é extremamente racional e linear. E deixamos de lado as tendências integrativas, como os valores de cooperação, parceria, conservação, que bem se harmonizam com o pensamento intuitivo, holístico e não-linear. No entanto, as tendências integrativas têm sido relegadas, estando mais próximas das mulheres e as auto-afirmativas mais próximas ou associadas aos homens que não somente são favorecidos, recebendo recompensas econômicas e poder político. Nesse sentido, há necessidade de mudança de valores mais equilibrados, entretanto, mudança de paradigma inclui uma mudança na organização social, uma mudança de hierarquia para redes, isto é, uma nova concepção para as ciências da vida (CAPRA, 1996).

Essa concepção de organização em redes¹⁷ levou os cientistas a uma nova maneira de pensar em termos de conectividade, de relações e de contexto. Assim que, esse pensamento novo também foi apoiado pelas descobertas revolucionárias da física quântica nos domínios dos átomos e das partículas subatômicas. Essa concepção de rede na ecologia significa o “estudo das relações que interligam todos os membros do Lar Terra” termo esse que foi introduzido ainda em 1866, pelo biólogo alemão Ernest Haeckel¹⁸ que mais precisamente o definiu como “a ciência das relações entre o organismo e o mundo externo circunvizinho” (CAPRA, 1996, p. 43). Mais tarde, por volta da década de 20, concentravam-se estudos nas relações funcionais dentro de comunidades animais e vegetais, nascendo assim o conceito de “ecossistema”. Este passou a ser usado “para caracterizar comunidades de animais e vegetais”. Essa concepção foi fundamental para o desenvolvimento do

¹⁷ A palavra rede é bem antiga e vem do latim *retis* significando o entrelaçamento de fios com aberturas regulares que formam uma espécie de tecido. A partir da noção de entrelaçamento, malha e estrutura reticulada, a palavra Rede foi ganhando novos significados ao longo dos tempos, passando a ser empregada em diferentes situações.

¹⁸ ERNEST HEINRICH PHILIPP AUGUST HAECKEL – Nascido na Alemanha (1834-1919). Biólogo naturalista, filósofo, médico, professor que ajudou a divulgar o trabalho de Charles Darwin.

pensamento ecológico subsequente, promovendo uma concepção sistêmica de ecologia (CAPRA, 1996, p. 43).

Nesse contexto, emerge as concepções de comunidade e de rede. Capra considera uma comunidade ecológica como “um conjunto (*assemblage*) de organismos aglutinados num todo funcional por meio de suas relações mútuas” (1996, p. 44). Assim, desde o início, as comunidades ecológicas têm sido concebidas como “reuniões de organismos conjuntamente ligados à maneira de rede por intermédio de relações de alimentação”, conceitos que se estenderam à concepção contemporânea de teias alimentares. Dessa maneira, Capra afirma que, hoje,

em sua maior parte, os organismos não são apenas membros de comunidades ecológicas, mas também são, eles mesmos, complexos ecossistemas contendo uma multidão de organismos menores, dotados de uma considerável autonomia, e que, não obstante, estão harmoniosamente integrados no funcionamento do todo. Portanto, há três tipos de sistemas vivos - organismos, partes de organismos e comunidades de organismos – sendo todos eles totalidades integradas cujas propriedades essenciais surgem das interações e da interdependência de suas partes (CAPRA, 1996, p.44).

À medida que essa concepção de rede é difundida na ecologia, os pensadores sistêmicos começaram a usar em todos os níveis de sistemas, levando-os a uma nova compreensão de que os organismos são “redes de células, órgãos, sistemas de órgãos, assim como os ecossistemas são entendidos como redes de organismos individuais”. Dessa maneira “desde que os sistemas vivos, em todos os níveis, são redes, devemos visualizar a teia da vida como sistemas vivos (redes) interagindo à maneira de rede com outros sistemas (redes)”. Então, podemos dizer que “a teia da vida, consiste em redes dentro de redes”. Nesse sentido, Capra nos fala que “na natureza, não há ‘acima’ ou ‘abaixo’, e não há hierarquias. Há somente redes aninhadas dentro de outras redes” (1996, p. 44-45).

Seguindo essa mesma linha de pensamento, podemos dizer, então, que o pensamento em rede se harmoniza com o pensamento sistêmico. Segundo Capra, o pensamento sistêmico se caracteriza pela “mudança das partes para o todo” que é um critério mais geral. E afirma “os sistemas vivos são totalidades integradas cujas propriedades não podem ser reduzidas às de partes menores” porque “suas propriedades essenciais, ou ‘sistêmicas’, são propriedades do todo, que nenhuma das partes possui”; assim, “elas surgem das ‘relações de organização’ das partes”.

Ou seja, “de uma configuração de relações ordenadas” que são próprias dos sistemas vivos. Por outro lado, outro critério importante do pensamento sistêmico é “sua capacidade de deslocar a própria atenção de um lado para outro entre níveis sistêmicos” (CAPRA, 1996, p. 46). Isto é, diferentes níveis, sistemas dentro de sistemas, propriedades diferentes, sendo, que, o que vale no pensamento sistêmico não é o objeto, mas as suas relações em seu contexto e ainda pela “percepção do mundo vivo como uma rede de relações” (1996, p. 47). Capra complementa que o pensamento sistêmico é pensamento “contextual”. Dessa maneira, o próprio conhecimento deixa de ser constituído como um edifício, construído sobre fundamentos sólidos (DESCARTES, 1983) para ser concebido como conhecimento em rede (CAPRA, 1996, p. 46).

Nessa mesma direção, Capra explica que “aquilo que denominamos partes é apenas um padrão numa teia inseparável de relações. Portanto, a mudança das partes para o todo também pode ser vista como uma mudança de objetos para relações” (1996, p.47).

Enquanto que

na visão mecanicista, o mundo é uma coleção de objetos. Estes, naturalmente, interagem uns com os outros, e portanto há relações entre eles. Mas as relações são secundárias. Enquanto que, na visão sistêmica, compreendemos que os próprios objetos são redes de relações, embutidas em redes maiores. Para o pensador sistêmico, as relações são fundamentais (1996, p.47).

Em primeiro lugar, para compreendermos o fenômeno da auto-organização temos que entender a importância do padrão.

Segundo Capra,

A ideia de um padrão de organização – uma configuração de relações características de um sistema em particular – tornou-se o foco explícito do pensamento sistêmico em cibernética, e tem sido uma concepção de importância fundamental desde essa época. A partir do ponto de vista sistêmico, o entendimento da vida começa com o entendimento de padrão (1996, p. 76).

A principal característica do pensamento complexo emergiu das conversações entre as diversas disciplinas na primeira metade do século.

Nesse sentido, podemos definir sistema como um conjunto de relações entre os elementos no qual as interações existentes desempenham um papel

fundamental. Podemos destacar aqui o papel da interação e naturalmente o da auto-organização, sendo a auto-organização a capacidade que o sistema possui de sempre reorganizar-se, transformando-se constantemente. Para tanto, o sistema necessita ser aberto na sua estrutura, permitindo desse modo receber fluxo de energia, matéria e informação (MORAES, 2008a).

É evidente, que a escola atual está entre dois mundos bem distintos: o mundo da modernidade – objetivo, mecânico, universal e o mundo da contemporaneidade – aberto, local e global ao mesmo tempo. E isso está na base de todos os desafios que enfrenta a escola de hoje. Como diz Capra:

Uma tão profunda e completa mudança na mentalidade da cultura ocidental deve ser naturalmente acompanhada de uma igualmente profunda alteração nas relações sociais e formas de organização social – transformações que vão além das medidas superficiais (2012, p. 32).

São desafios que a escola contemporânea enfrenta e isso significa romper com a cultura que considerou o conhecimento científico como único e legítimo. Essa concepção científica mecanicista, reducionista e objetiva impregnou todo o nosso sistema educacional: desde nossas escolas e até as universidades, exercendo grande influência na seleção e organização dos saberes escolares.

Como procurei descrever até aqui, muitas mudanças ocorreram durante o século XX e podemos compreender essas transformações de várias formas e uma delas é a Teoria de Sistemas auto-organizativos.

2.6 Movimento de Auto-Organização

O Movimento da Auto-Organização¹⁹ foi um dos movimentos mais relevantes do século passado. Uma nova forma de pensar que mobiliza a comunidade científica no sentido de desafiar os cientistas a abandonar algumas práticas simplificadoras que são herança do paradigma cartesiano-newtoniano. Estavam cientes que esses procedimentos não davam mais conta de campos muito complexos como as ciências cognitivas.

¹⁹ O Movimento da Auto-Organização foi assim denominado pelo epistemólogo francês Jean-Pierre Dupuy que identificou em várias ciências do século XX similitudes lógicas e formais tais como o princípio da Auto-organização, da recursividade e outros (DUPUY, 1996).

Nessa época, a humanidade passa por uma profunda crise, muito complexa porque atinge todas as dimensões da existência dos seres humanos. Uma crise existencial pela ausência de valores humanos, uma crise social, política e econômica, fundamentalmente, ligada à opressão e à injustiça generalizada. Essa crise atinge proporções cósmicas, ameaçando o próprio planeta como resultado de ausência de uma consciência integradora.

A partir de alguns pressupostos que emergem com o Movimento da Auto-Organização – MAO, tendência que ajudou em grande parte a configurar a Teoria da complexidade. Com o movimento da auto-organização surge a Cibernética da qual se originam as Ciências cognitivas e a Informática que se entrecruzam. Nesse sentido, os cientistas começam a encontrar em suas pesquisas um cenário altamente propício de aprendizagens e com potenciais significativos para a construção de subjetividade e conhecimento (PELLANDA, 2009).

Essa autora explica que o movimento cibernético foi um dos movimentos científicos mais instigantes e perturbadores da ciência contemporânea. Ele surge devido à necessidade de soluções complexas para situações cada vez mais intrincadas que vinham desafiando a ciência desde os finais do século XIX. Esse movimento, ao tratar das questões do funcionamento interno dos problemas complexos, traz os princípios de auto-organização e de recursividade com uma lógica circular muito diferente da lógica formal, como elementos-chave para entendermos uma realidade dessubstancializada e circular em fluxo constante, que se constitui continuamente com o efetivo operar de um sistema.

Nesse sentido, a cibernética em termos de uma lógica mais formal vai se desdobrar na segunda cibernética, principalmente, pelos estudos de Heinz von Foerster²⁰. Esse cientista apresentou mecanismos cibernéticos mais complexos ao trazer, para a roda de discussão, a inclusão do observador no sistema observado e a demonstração do princípio da “ordem pelo ruído”, dando um novo rumo ao movimento. Baseado nesse princípio, Henri Atlan desenvolveu uma teoria da aprendizagem que se chamou “complexidade pelo ruído”.

²⁰ HEINZ VON FOERSTER (1911-2002) cientista austríaco-americano, físico, fundador da Biocibernética para estudar os fenômenos biológicos – participante da Segunda Cibernética, promulgador das ideias de auto-organização.

Participaram também desse movimento, os cientistas Humberto Maturana, Francisco Varela e Henri Atlan. Mais tarde, Maturana juntou-se ao biólogo Varela e juntos elaboraram a teoria da Biologia do Conhecer, que revolucionou não somente a Biologia como também a Epistemologia, ao mostrar a inseparabilidade entre o viver e o conhecer tão bem expressa no aforismo: “Viver é conhecer. Conhecer é viver” (MATURANA e VARELA, 2001, p. 31).

Algumas disciplinas contribuíram para a formulação dos princípios epistemológicos da teoria da auto-organização (cibernética, física e biologia). A cibernética e a termodinâmica são abordadas por terem proporcionado princípios importantes para a compreensão de fenômenos vivos: a aprendizagem e a educação. Entre esses princípios encontram-se os de causalidade circular e múltipla, de retroação, do observador implicado e o de sistema. Alguns desses princípios permitiram ainda uma compreensão mais pormenorizada da passagem dos fenômenos físicos aos fenômenos vivos. Outras disciplinas utilizaram estes pressupostos teóricos para estudos dos seus objetos de investigação: a antropologia, a literatura e a psicologia.

O Movimento Cibernético e o Movimento da Auto-Organização contribuíram para o esclarecimento da diferenciação dos seres vivos de máquinas construídas pelos seres humanos: 1) pela autonomia auto-referencial que só os organismos possuem; 2) pelo fato de os sistemas vivos, contrariamente aos sistemas cibernéticos, conseguirem transformar o ruído em ordem, e 3) pela circularidade processual das máquinas estudadas (OLIVEIRA, 1999).

Nesse sentido, a biologia foi também uma área muito importante para a constituição do MAO no que se refere à teoria da *autopoiesis*. Assim, como também outros conceitos introduzidos pela cibernética de segunda ordem contribuíram para a consolidação da Cibernética como Ciência Transdisciplinar, pois foram aplicados nas mais diversas áreas da Ciência. Alguns conceitos dessa teoria que ainda não citei sofreram alterações, como o conceito de circularidade, controle, comunicação, propósito, autonomia, etc. Na primeira cibernética, a comunicação era compreendida como um processo simplesmente reflexivo. O conceito de controle também se modifica passando para outro sentido que não somente o de ação, mas como uma atividade própria do sistema. No mesmo sentido, a noção de autonomia também sofre novas abordagens (OLIVEIRA, 1999).

Atualmente, esses conceitos provindos da cibernética se ampliaram e expandiram-se. Cientistas realizam pesquisas científicas, além das áreas clássicas, como também na economia, arquitetura, *design*, arte, robótica e abordagem interativa entre mídia e corpo, entre outras. Tratam também de questões relacionadas à sociedade e à ética nos mais diversos trabalhos.

2.7 As Relações e as Totalidades

A concepção sistêmica vê o mundo em termos de relações e de integração. Os sistemas são totalidades integradas, cujas propriedades não podem ser reduzidas às de totalidades menores; a abordagem sistêmica enfatiza os princípios básicos de organização em vez de se concentrar nos elementos ou nas substâncias básicas. Os exemplos de sistemas são abundantes na natureza.

Nesse sentido, Capra explica que

Todo e qualquer organismo – desde a menor bactéria até os seres humanos, passando pela imensa variedade de plantas e animais – é uma totalidade integrada e, portanto, num sistema vivo. As células são sistemas vivos, assim como os vários tecidos dos órgãos do corpo, sendo o cérebro humano o exemplo mais complexo. Mas os sistemas não são limitados a organismos individuais e suas partes. Os mesmos aspectos de totalidade são exibidos por sistemas sociais – como o formigueiro, a colmeia ou uma família humana – e por ecossistemas que consistem numa variedade de organismos e matéria inanimada em interação mútua. O que se preserva numa região selvagem não são árvores ou organismos individuais, mas a teia complexa de relações entre eles (2012, p. 260).

Capra (2012) evidencia que um organismo vivo é um sistema auto-organizador, e isso significa que sua ordem em estrutura e função não é imposta pelo meio ambiente, mas é estabelecida pelo próprio sistema. Assim, os sistemas auto-organizadores exibem um certo grau de autonomia, embora isso não signifique que estejam isolados do seu ambiente – pelo contrário – interagem continuamente com ele, porém essa interação não determina sua organização. Os dois principais fenômenos dinâmicos da auto-organização são: a capacidade dos sistemas vivos de renovar e reciclar continuamente seus componentes, sem deixar de manter sua estrutura global; e a capacidade de se dirigir criativamente para além das fronteiras físicas e mentais nos processos de aprendizagem, desenvolvimento e evolução.

Esse cientista referencia que os sistemas vivos são sistemas abertos, o que significa que eles têm de manter uma contínua troca de energia e matéria com o seu

meio ambiente a fim de permanecerem vivos. Essa troca envolve a assimilação de estruturas ordenadas, como o alimento, que se decompõe para manter ou aumentar a ordem do organismo. É o processo de metabolismo de cada organismo que permite que o sistema permaneça num estado de não equilíbrio no qual se encontra sempre “em atividade”. Assim, é absolutamente necessário para a auto-organização manter-se em profunda estabilidade dinâmica e aqui, Capra alerta, que estabilidade dinâmica não deve ser confundida com equilíbrio. Ressalva que os organismos vivos são sistemas abertos que operam continuamente, sem qualquer equilíbrio (CAPRA, 2012).

Quanto à capacidade de autorrenovação, Capra afirma que “é um aspecto essencial dos sistemas auto-organizadores” e nos revela que,

enquanto uma máquina é construída para produzir um produto específico ou executar uma tarefa específica determinada por aquele que a construiu, um organismo está empenhado primordialmente em renovar-se; as células dividem-se e constroem estruturas, e os tecidos e órgãos substituem suas células em ciclos contínuos (2012, p. 265).

A partir dessas reflexões depreendo que o conceito de auto-organização surgiu após os primeiros anos da Cibernética, quando os cientistas começaram a elaborar modelos matemáticos representando a lógica inerente às redes neurais. Para Moraes (2008) foi a partir dessas investigações que os pensadores sistêmicos começaram a usar esses modelos nos mais diferentes campos. Sendo que William Ross Ashby (1903-1972)²¹ foi o primeiro a descrever o sistema nervoso como auto-organizador. Mais tarde o físico e ciberneticista Heinz Von Foerster (1911-2002) tornou-se importante promulgador das ideias de auto-organização. Segundo Capra (1996) foi Von Foerster quem desenvolveu o primeiro modelo qualitativo de auto-organização dos seres vivos, ao introduzir a frase “ordem a partir do ruído”. Moraes explica que essa frase indica que um sistema auto-organizador não apenas “importa” a ordem do meio ambiente, mas também recolhe matéria e energia integrando-as em sua estrutura. Por esta razão, ele aumenta a sua ordem interna (MORAES, 2008a, p. 84-85).

²¹ WILLIAM ROSS ASHBY – nasceu em Londres (1903) e morreu (1972) foi um médico neurologista inglês que em 1951 criou o primeiro homeostato, um dispositivo eletrônico auto-regulado por retroalimentação. Entre 1946 e 1953 integrou o grupo reunido sob o nome de Macy Conferences, tornou-se o principal teórico do movimento cibernético, contribuindo para a consolidação da teoria cibernética junto com outros cientistas renomados.

Pellanda (2009) explica que Von Foerster fundou a Biocibernética para estudar os fenômenos biológicos a partir dessa nova matriz cibernética. Ele concebe, então, o processo de vida como sistema fechado para informação e aberto para a troca de energia, destacando o papel da interação e, naturalmente, o da auto-organização. Na esteira dos estudos de von Foerster, surgiu a teoria de Maturana & Varela e o conceito de *Autopoiesis* que mencionarei mais adiante.

Edgar Morin (2008a), por sua vez, apresenta uma primeira definição de organização associando-a ao conceito de sistema.

A organização é o encadeamento de relações entre componentes ou indivíduos que produz uma unidade complexa ou sistema, dotada de qualidades desconhecidas quanto aos componentes ou indivíduos. A organização liga de maneira inter-relacional os elementos ou acontecimentos ou indivíduos diversos que desde então se tornam os componentes de um todo. Ela assegura solidariedade e solidez relativa a essas ligações, assegurando então ao sistema uma certa possibilidade de duração apesar das perturbações aleatórias. A organização, portanto: produz, religa, mantém (2008a, p. 133).

Complementarmente, Morin explica que há uma co-relação entre os termos sistema, organização, inter-relação e totalidade, apresentando distinções, especialmente, quando afirma:

A ideia de organização e a ideia de sistema são, ainda, não apenas embrionárias, mas dissociadas. Eu me proponho aqui a associá-las, já que o sistema é o caráter fenomenal e global do qual se revestem as inter-relações, cuja disposição constitui a organização do sistema. Os dois conceitos são ligados pelo de inter-relação: toda inter-relação dotada de alguma estabilidade ou regularidade adquire caráter organizacional e produz um sistema. Há, portanto, uma reciprocidade circular entre estes três termos: inter-relação, organização e sistema.

Esse três termos, apesar de inseparáveis, são relativamente distinguíveis. A ideia de inter-relação remete aos tipos e formas de ligação entre elementos ou indivíduos, entre esses elementos/indivíduos e o Todo. A ideia de sistema remete à unidade complexa do todo inter-relacionado, às suas características e propriedades fenomenais. A ideia de organização remete à disposição das partes dentro, em e por um Todo (2008a, p.p. 133-134).

Ao se referir ao todo, Morin (1997, p. 17) declara que um sistema “é o conjunto de partes diferentes, unidas e organizadas”. Realçando essa ideia sistêmica, podemos dizer que esse todo é, ao mesmo tempo, maior e menor do que a soma das partes. Ou seja, ele é menos do que as partes porque existem qualidades presentes nos elementos que são inibidas pelo todo; sendo maior porque a organização do sistema possibilita propriedades novas, não presentes nas partes. Assim, o autor chega ao conceito de emergências.

As emergências são propriedades ou qualidades oriundas da organização de elementos ou componentes diversos associados num todo, que não podem ser deduzidos a partir das qualidades ou propriedades dos componentes isolados nem reduzidos a esses componentes. As emergências não são nem epifenômenos nem superestruturas, mas qualidades superiores da complexidade organizada. Podem retroagir sobre os componentes, conferindo-lhes as qualidades do todo (2005, p. 301).

Segundo Moraes “uma organização ou um sistema não significa um objeto fechado em si mesmo e uniforme. Mais precisamente, é algo que traduz a ideia de um todo constituído de elementos articulados e encaixados entre si” (2008a, p. 85). Para essa autora, a auto-organização é a capacidade que o sistema tem de transformar-se sempre, de organizar-se. E essa capacidade envolve uma série de outras características que são muito importantes para o desenvolvimento desse processo auto-organizativo, como por exemplo: interatividade, autonomia e interdependência entre os vários componentes do sistema. Para tal, o sistema necessita ser estruturalmente aberto, para operar em fluxo permanente de energia, matéria e informação (2008a, p. 86).

Sobre a origem e a evolução do conceito de organização, Morin (2010a, p. 265) coloca que:

A ideia de organização emergiu nas ciências sob o nome de estrutura. Mas a estrutura é um conceito atrofiado, que remete mais à ideia de ordem (regras de invariância) do que à de organização; a visão ‘estruturalista’ depende da simplificação (tende a reduzir a fenomenalidade do sistema à estrutura que a gera; desconhece o papel retroativo das emergências e do todo na organização).

Na maior parte dos sistemas físicos naturais e em todos os sistemas biológicos, a organização é ativa. Isso significa que comporta provisão, repartição, armazenamento, controle de energia, ao mesmo tempo que, por seu trabalho, comporta gasto e dispersão de energia. De certo modo, a organização produz entropia²² – a degradação do sistema e sua própria degradação – e, ao mesmo tempo, neguentropia – a regeneração do sistema e sua própria regeneração.

²² Entropia – Morin (2008, p. 53), aclara o conceito de entropia. O segundo princípio da termodinâmica, formulado por Clausius, em 1850, estabelece a ideia de degradação de energia, e introduz a ideia de entropia: enquanto todas as formas de energia podem se transformar integralmente uma na outra, a energia que toma a forma calorífica não pode se reverter inteiramente, perdendo então uma parte de sua aptidão para efetuar um trabalho. Ora, toda transformação, todo o trabalho libera calor, contribuindo para esta degradação. Essa diminuição irreversível da aptidão de se transformar e de efetuar um trabalho, própria do calor, foi denominada por Clausius de entropia.

Morin entende a organização da seguinte forma:

a) como reorganização permanente de um sistema que tende a desorganizar-se; b) como reorganização permanente de si, isto é, não apenas organização, mas auto-reorganização. [...] Acrescentemos, enfim, que tal organização diz respeito à troca com o ambiente, que, por sua vez, fornece organização (sob a forma de alimentos vegetais ou animais) e potencial de organização (sob a forma de informações); esse ambiente constitui, por sua vez, uma macro-organização sob a forma de ecossistema; a organização viva, ao mesmo tempo que a organização de uma clausura (salvaguarda da integridade e da autonomia) é a organização de uma abertura (trocas com o ambiente ou ecossistema), por conseguinte, uma auto-ecoorganização. Assim, desde o ser vivo menos complexo (o unicelular) até a organização das sociedades humanas, toda organização é, pelo menos, auto-(geno-feno²³)-eco-reorganização (2010a, p. 266).

Morin não aceita a noção simplificada de *input e output* e explica que para que haja circuito de entrada e saída, é preciso que algo no sistema aberto aconteça. Nesse sentido, ele realça:

É preciso então considerar o caráter organizacional da abertura. Entradas e saídas estão ligadas a uma atividade organizacional e, portanto, a uma organização ativa, por isso mesmo transformadora e produtora. A abertura é então, o que permite as trocas de energias necessárias às produções e transformações. Além do mais, todo circuito gerador, toda produção de estados estacionários ou de homeostases requer o fluxo de energia; portanto, a abertura (2008a, p. 246).

O termo homeostase para Morin é o complexo de retroações reguladoras nos seres vivos. Em suas palavras “A homeostase da máquina viva está ligada aos seus processos fundamentais de reorganização existencial”. Isto quer dizer que o ser vivo depende de um constante gasto de energia para permanecer vivo. Morin afirma que:

o ser vivo se alimenta de matéria/energia não apenas para ‘trabalhar’, mas para existir. Ele trabalha para existir, ou seja, para regenerar suas moléculas, suas células, enfim, seu ser e sua organização que se degradam sem trégua. O ser vivo não pode jamais deixar de ser aberto, não pode de forma alguma escapar do fluxo (2008a, p. 248).

²³ *Genos e fennon* – são inseparáveis na auto-organização, mas distinguem-se. *Genos* – em grego, origem, nascimento – o genérico, o genético, o gerador. Do lado do *fennon* – em grego: o aparecer-podemos reconhecer a existência *hic et nunc* de uma individualidade singular em um ambiente. No *genos* existe a memória informacional inscrita no DNA; do lado do *fennon* estão as atividades produtoras, as interações com o ambiente, as trocas, o metabolismo, areação, o comportamento. É a relação e a organização autoecológica (MORIN, 2011, p. 135).

Nesse sentido, Morin apresenta as diferenças entre uma máquina viva – os seres vivos – e uma máquina artificial. Aqui, esse autor tece algumas considerações explicando que máquina não remete somente ao que é formado de matéria física, mas também a “tudo o que é biológico, humano, social” (p. 216).

Explica, ainda, que a máquina viva possui

[...] a espontaneidade (na junção, na regulação, na organização). Existe e funciona com e na desordem. A produção de produtos exteriores é um subproduto. Produção-de-si (geratividade). Reorganização espontânea. *Poiesis. Criar* (2008a, p. 222).

Diferentemente delas, as máquinas artificiais possuem

A pré-concepção dos elementos, da constituição, da organização da máquina. Não pode existir nem funcionar com desordem. A produção de produtos exteriores é a finalidade primordial. Não há produção-de-si. Não há reorganização espontânea. *Fabricação. Copiar* (2008a, p. 222).

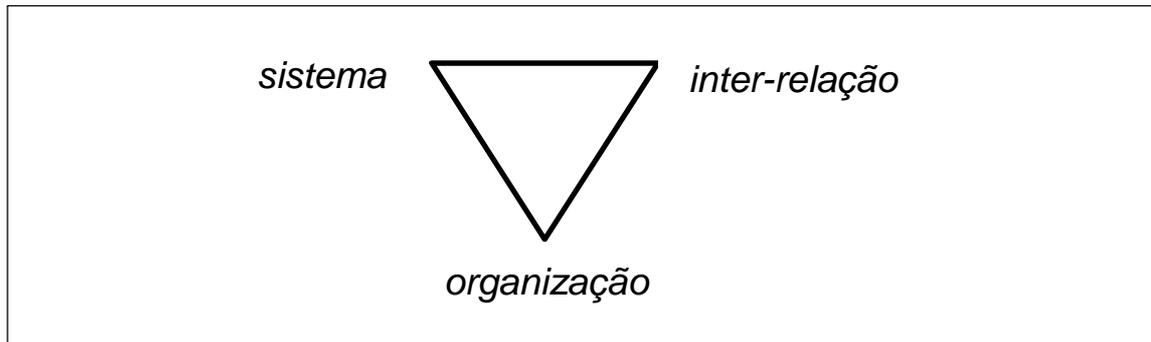
Morin realça que as máquinas não podem existir e nem funcionar com desordem, pois não há produção-de-si, fabricação, etc.

Para Morin, o pensamento sistêmico e organizacional é o primeiro conceito base da teoria da complexidade que cumpre explicar os conceitos concorrentes, complementares e antagônicos. Assim, ele explica esses conceitos – sistema/inter-relação/organização – fazendo uma distinção entre essas três faces:

- sistema (que exprime a unidade complexa e o caráter fenomenal do todo, assim como o complexo das relações entre o todo e as partes);
- interação (que exprime o conjunto das relações, ações e retroações que se efetuam e se tecem num sistema);
- organização (que exprime o caráter constitutivo dessas interações – aquilo que forma, mantém, protege, regula, rege, regenera-se – e que dá à ideia de sistema a sua coluna vertebral). (2010a, p. 265).

Morin também evidencia que esses termos são indissolúveis; remetem uns aos outros, há uma dinâmica de inter-relações que envolve os três.

Quanto ao macroconceito de sistema/inter-relação/organização, vale observar a imagem a seguir:



Fonte: MORIN (2008a, p. 182)

A problemática do sistema não se resolve na relação todo-partes. Nesse sentido, Morin esclarece que a concepção holística esquece dois termos fundamentais: interações e organização.

As relações todo-partes devem ser necessariamente mediadas pelo termo interações. Esse termo é tão importante quanto a maioria dos sistemas é constituída não de 'partes' ou 'constituintes' mas de *ações* entre unidades complexas, constituídas, por sua vez, de *interações* (2010a, p. 264).

Morin reitera que

Um organismo não é constituído pelas células, mas pelas ações que se estabelecem entre as células. Ora, o conjunto dessas interações constitui a organização do sistema. A organização é o conceito que dá coerência construtiva, regra, regulação, estrutura etc. às interações (2010a, p. 265 Grifos do autor).

Morin chama de *unitas multiplex* – macroconceito que pode ser considerado um sinônimo da complexidade, uma vez que funde o diverso com o uno. Em suas palavras:

O Uno é complexo, [...] A unidade do sistema não é a unidade de *Uno* é *Uno*. Uno é ao mesmo tempo *uno* e *não-uno*, [...] Nós o vimos: há não apenas diversidade no *uno*, mas também relatividade no *uno*, alteridade no uno, incertezas, ambiguidades, dualidades, cisões, antagonismos (2008a, p.183).

Morin esclarece que a própria noção de sistema completa a noção de organização tanto quanto a noção de organização completa a de sistema. A organização é a face interiorizada do sistema – inter-relações, articulações, estrutura –, enquanto que o sistema é a face exteriorizada da organização – forma, globalidade, emergência. Nesse sentido, o sistema é uma unidade que vem da

diversidade, que liga a diversidade, que traz em si diversidade, organiza e produz diversidade. Assim, a organização sistêmica cria, produz, mantém, desenvolve a diversidade interior ao mesmo tempo em que cria, mantém, desenvolve a unidade. Então, o uno e o diverso são noções não apenas concorrentes, mas também complementares e antagônicas (2008a, p. 181-184).

Nesse sentido, Mariotti (2010) exemplifica que qualquer sociedade humana é ao mesmo tempo complementar (isto é, cooperativa) e antagônica (inclui rivalidades). Nossas sociedades são comunidades de cooperação: as pessoas se ajudam mutuamente, colaboram, associam-se. As empresas fazem parcerias, consórcios. No entanto, ao mesmo tempo, elas são competitivas: as pessoas muitas vezes são rivais, as empresas competem no mercado. Uma sociedade que fosse só competitiva, se autodestruiria. Uma sociedade que fosse só cooperativa tenderia a acomodar-se. Não haveria oposições, discussões, debates. Não haveria conflituosidade, e por isso mesmo, não haveria renovação. Assim, não haveria produção, só reprodução. Não existiriam diferenças e diversidade, só repetição e mesmice. O resultado disso seria a entropia e a desagregação.

2.8 Interação e Aprendizagem: um processo dialógico

Compreendo que o pensamento sistêmico é um pensamento de processo; a forma torna-se associada ao processo, a inter-relação à interação, e os opostos são unificados através da oscilação. Nesse sentido, os organismos vivos, sendo sistemas abertos, mantêm-se vivos e em funcionamento através de intensa e contínua interação com seu ambiente (CAPRA, 1996).

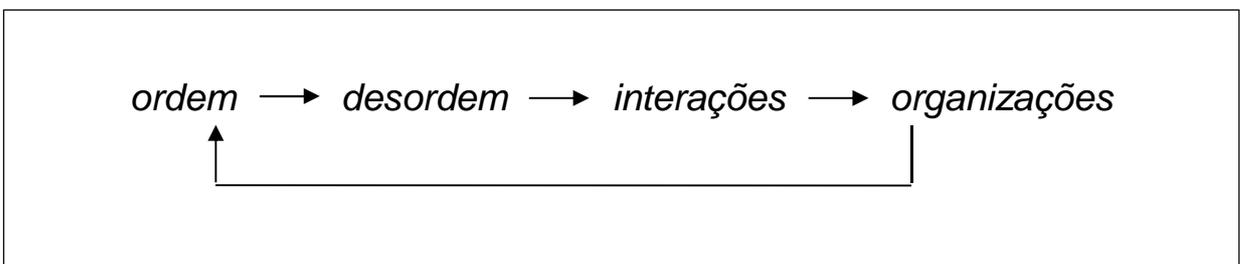
De acordo com Morin, a interação se origina da ação. Explica que até onde podemos conceber o passado cósmico, ele é movimento e interações. Enfatiza ainda que a *physis* (que compreendo como matéria) é ativa, que o cosmos é ativo. Nesse sentido, a ação não significa apenas movimento com uma aplicação e um efeito. A ação significa interações, termo-chave e central. Esse autor sinaliza que as interações comportam diversas reações (mecânicas, químicas), transações (ações de troca), retroações (ações que agem como retorno sobre o processo que as produz ou sobre a sua causa). Morin destaca que o nosso universo, átomos e estrelas, esses bilhões e bilhões de seres não são absolutamente junções de elementos fixos, organizações em repouso, mas todos eles estão em atividade

permanente; são constituídos de interações, retroações, transações que desempenham papel fundamental, modificando, transformando as ações e interações (2008a, p.197-200).

Morin evidencia que as interações são ações recíprocas que modificam o comportamento, a natureza de elementos ou fenômenos em presença ou em influência. E dessa maneira, salienta

Para que haja organização, é preciso interações: para que haja interações é preciso encontros, para que haja encontro é preciso desordem (agitação, turbulência). O número e a riqueza das interações aumentam quando se passa ao nível das interações, não mais apenas entre partículas, mas entre sistemas organizados, átomos, astros, moléculas e sobretudo seres vivos, sociedades; quanto maiores a diversidade e a complexidade dos fenômenos em interação, maiores são a diversidade e a complexidade dos efeitos e transformações resultantes dessas interações. [...] A interação torna-se assim uma noção intermediária entre desordem, ordem e organização. Isso significa que esses termos de desordem, ordem, organização são, de agora em diante, ligados via interações, em um circuito solidário, em que nenhum desses termos pode ser concebido além da referência aos outros e onde eles estão em relações complexas, ou seja, complementares, concorrentes e antagônicas (2008a, p. p. 72-74).

Morin (2008a, p. 76) realça que: “ordem, desordem, organização se co-produzem simultaneamente e reciprocamente”. Havendo, então, um circuito de co-produção mútua:



Fonte: MORIN (2008a, p. 76)

Estudando as interações mediadas pelo computador, Alex Primo salienta que

As interações mútuas representam uma processualidade que se caracteriza pela interconexão dos sistemas envolvidos. Além disso, os contextos sociais e temporais conferem às relações construídas uma contínua transformação. Uma interação mútua não pode ser vista como uma soma de ações individuais (2007, p. 101).

Esse autor entende que esse tipo de interação é diferente da mera soma das ações ou das características individuais de cada interagente – diz que a interação é

mais que a soma de seus elementos constituintes; e explica que interagir não é algo que alguém faz sozinho, que comunicar não é sinônimo de transmitir e aprender não é receber. Interação é um processo no qual a pessoa se engaja. Essa relação dinâmica desenvolvida entre os interagentes tem como característica transformadora a recursividade. E para que possamos compreender, é necessário observar o próprio conhecer como relação, pois o conhecimento da pessoa depende de seu contínuo aprendizado em relação ao seu meio. Nesse sentido, é necessário reconhecer os interagentes como seres vivos pensantes e criativos na relação (2007, p. 71-73).

De acordo com o pensamento de Moraes (2008b) a aprendizagem é compreendida como um fenômeno interpretativo da realidade. É um fenômeno complexo, dialético²⁴, baseado nas relações dialógicas compartilhadas entre as pessoas; produto de um sistema auto-organizador que possui como características fundamentais as interações que provocam mudanças estruturais na organização viva. Assim, a aprendizagem envolve processos de auto-organização e de reorganização mental e emocional, que envolve toda a corporeidade, nas mais diferentes dimensões daqueles que aprendem.

Nesse sentido, enfatiza que,

a aprendizagem, embora seja individual, é também influenciada pelos processos de natureza coletiva, pautados nas conversações entre indivíduos que compartilham o mesmo espaço [...] toda individualidade, é uma individualidade em comunhão com o contexto com o entorno e com os demais companheiros. O aprendido é produto de conexões que evoluem individual e coletivamente (2008b, p. 49).

Destaca, ainda que

A interação é condição necessária e fundamental de todo o processo de construção do conhecimento, tanto as interações com o objeto como as interações com os outros sujeitos, indicando, assim, que as trocas intelectuais e os diálogos atuam como fatores necessários ao desenvolvimento do pensamento e da aprendizagem. [...] O conhecer e o aprender são processos complexos, relacionais, que emergem a partir das interações entre sujeito e objeto (2008b, p. 49).

²⁴ a palavra dialética significa conversação, diálogo entre posições contrárias.

O diálogo²⁵ pressupõe uma corrente de significados compartilhados que flui entre os envolvidos e que a partir dessa corrente, algo novo e criativo pode emergir. E nesse fluxo de energia, o significado compartilhado constitui a base fundamental do processo de aprendizagem, que é aquilo que liga, religa e sustenta os vínculos entre as pessoas.

Durante as minhas reflexões fiquei a pensar como, nós educadores, poderemos colocar em prática esses pressupostos teóricos? Vale lembrar que durante a nossa formação pessoal e profissional fomos formados na prática da redução, simplificando a realidade, reduzindo em fragmentos os saberes, isolando os objetos de seu contexto e assim, nos tornamos pessoas neutras que olham o mundo sem envolvimento, sem emoção. Como, então, poderemos nos transformar?

Nesse sentido, Morin (2011) nos oferece possibilidades de mudança de atitude através de alguns princípios básicos da aprendizagem pela religação. Segundo este autor, a religação implica em uma aprendizagem do pensamento, e temos que aprender a religar, isto é, aprender a pensar de uma nova maneira, uma forma diferente da habitual de ver o Universo. Então, a partir dessa nova forma de raciocínio poderemos estabelecer o diálogo entre os pensamentos linear e sistêmico.

Morin nos ensina que há três princípios que podem nos auxiliar a pensar a complexidade: o princípio dialógico, o da recursão organizacional e o hologramático. Sobre o primeiro, o princípio dialógico, Morin afirma que:

O princípio dialógico pode ser definido como a associação complexa (complementares/concorrente/antagônica) de instâncias *necessárias em conjunto* à existência, ao funcionamento e ao desenvolvimento de um fenômeno organizado (2008b, p. 110, grifos do autor).

Compreendo que o princípio dialógico está presente em qualquer percepção de ambiente, que não seria possível conceber o nascimento do universo sem a dialógica da ordem/desordem/organização. Morin retoma a relação entre indivíduo e sociedade, que é ao mesmo tempo complementar e antagônica, pois não há sociedade sem indivíduos. Da mesma forma, para realizar a sua condição humana, por meio da cultura e da linguagem, o indivíduo precisa da sociedade. Nesse sentido, explica que

²⁵ é o diálogo desenvolvido consigo mesmo nos processos de reflexão/ação, bem como o diálogo com os outros e com os objetos do conhecimento.

em cada ser vivente, as moléculas se degradam, que as células morrem e são substituídas pelo organismo, que o sangue propulsionado pelos batimentos do coração desintoxica as células. De modo incessante, um processo de rejuvenescimento se opera através da morte de nossas partes constituintes (MORIN, 2002, p. 64).

Morin deixa claro que, “é preciso, em certos casos, juntar princípios, ideias e noções que parecem opor-se uns aos outros”. Nesse sentido, retoma a frase “Viver de morte, morrer de vida” que Heráclito já havia afirmado há mais de 2500 anos, dizendo que esta ideia, que é absolutamente paradoxal, se esclarece hoje. Isso reforça a concepção de que o princípio dialógico é necessário para afrontar realidades profundas que unem verdades aparentemente contraditórias (2002, p. 64-65).

Mariotti me ajuda a compreender essa questão, dizendo que “há contradições que não podem ser resolvidas. Isso significa que existem opostos que são ao mesmo tempo antagônicos e complementares” (2010, p. 150). Assim, me permito compreender que há contradições que não se resolvem porque a tensão do antagonismo é persistente. Tais casos fazem parte da complexidade do universo e de seus fenômenos. Nesse mesmo sentido, Morin ressalta que, há momentos e lugares em que não é possível superar as contradições, vencer os antagonismos e ultrapassar os paradoxos porque é justamente lá onde está a complexidade. E para que possamos reconhecer essas situações e aprender a lidar com elas, o princípio dialógico nos ajuda a pensar e a compreendê-las.

Quanto ao segundo princípio, o da recursão organizacional, Morin expõe que “A ideia de circuito é mais complexa e rica que a de circuito retroativo; trata-se de uma ideia primordial para conceber a autoprodução e a auto-organização” (2008b, p.113). Nesse sentido, Morin evidencia que

trata-se de um processo em que os efeitos ou produtos são, ao mesmo tempo, causadores e produtores no próprio processo, sendo os estados finais necessários à geração dos estados iniciais. Assim, o processo retroativo se produz/reproduz, sob a condição, claro, de ser alimentado por uma fonte, uma reserva ou um fluxo exterior. A ideia de circuito retroativo não é uma noção anódina que se limitaria a descrever um circuito, mas uma noção cibernética que designa uma retroação reguladora, revelando um processo organizador fundamental e múltiplo no universo físico, desenvolvido no universo biológico, que permite conceber a organização da percepção e a organização do pensamento, o qual se cristaliza conforme um circuito retroativo em que a computação → cogitação se geram em cruzamento (2008b, p. 113).

Compreendo que a ideia recursiva é uma ideia que rompe com a ideia linear de causa e efeito, enquanto que o processo recursivo é um processo em que os produtos e os efeitos são ao mesmo tempo causas e produtores do que os produz. Assim, temos o exemplo do indivíduo, da espécie e da reprodução. Nós, indivíduos somos os produtores de um processo de reprodução que é anterior a nós. Uma vez que somos produtos, nos tornamos os produtores de um processo que vai continuar. Para Mariotti (2010) a circularidade é um conceito operacional do pensamento complexo e se pensarmos nele com frequência, nossa noção de processos e resultados se modificam de forma significativa. E desse modo, onde houver seres vivos, as relações serão sempre circulares. Por mais que pareçam lineares, elas não o são, pois os efeitos sempre retroagem sobre as causas e as retroalimentam. Para ilustrar trago a contribuição desse autor que cita alguns exemplos mais antigos de circularidade, retirados do texto bíblico *Eclesiastes*, que faz parte do Antigo Testamento:

O sol também se levanta, e o sol se põe e apressa-se a voltar ao lugar onde nasceu.
 O vento vai para o sul, e faz o seu giro para o norte; circula continuamente, e volta formando os circuitos.
 Todos os rios correm para o mar; contudo o mar não se enche; ao lugar de onde vêm os rios, para ali tornam eles a correr (2010, p. 141).

Mariotti (2010) exemplifica, dizendo que se um indivíduo trabalha numa organização que respeita as diferenças e a diversidade, o convívio social gerará comportamentos diferenciados. O debate e o diálogo serão estimulados, fazendo emergir ideias novas e a mudança almejada. Se por outro lado, o indivíduo vive num ambiente autoritário, sem diálogo, e portanto avesso às diferenças e à diversidade, o convívio social tende a gerar comportamentos padronizados, defensivos e não havendo diálogo não haverá interação. O resultado será um grande aumento da resistência à mudança, com a conseqüente diminuição da criatividade e escassez de ideias novas.

Estaria aí uma das razões da resistência à mudança nas escolas?!

Compreendo que a ideia recursiva é uma ideia que rompe com a ideia de causa e efeito, de produto/produtor, de estrutura/superestrutura, já que tudo o que é produzido volta-se sobre o que o produz num ciclo ele mesmo autoconstitutivo, auto-

organizador e autoprodutor. Compreendo também, que só é possível entender esse princípio a partir da percepção de sistema/organização (MORIN, 2011).

O terceiro princípio, o hologramático, refere-se à complexidade da organização viva e Morin o apresenta da seguinte forma:

O todo está de certa maneira incluído (gravado) na parte que está incluída no todo. [...] a complexidade organizacional do todo necessita da complexidade das partes, a qual necessita retroativamente da complexidade organizacional do todo. Cada parte tem a sua singularidade, mas nem por isso representa puros elementos ou fragmentos do todo; trata-se ao mesmo tempo de micro-todos virtuais (2008b, p. 114, Grifos do autor).

Morin salienta a riqueza das organizações hologramáticas e apresenta algumas características:

- a) *as partes podem ser singulares ou originais, embora dispondo de aspectos gerais e genéricos da organização do todo;*
- b) *as partes podem ser dotadas de autonomia relativa;*
- c) *podem estabelecer comunicações entre elas e realizar trocas organizadoras;*
- d) *podem ser eventualmente capazes de regenerar o todo*
(2008b, p. 114, Grifos do autor).

Morin sinaliza que no universo vivo o princípio hologramático está presente, que é o princípio essencial das organizações policelulares, vegetais e animais. Evidencia, ainda, que esse princípio encontra-se no homem não somente no aspecto biológico, mas também na cultura, nos indivíduos pertencentes a uma sociedade. Segundo este autor, a ideia do holograma²⁶ vai além do reducionismo, que só vê as partes, e do holismo, que só vê o todo. É um pouco a ideia formulada por Pascal: “Não posso conceber o todo sem as partes e não posso conceber as partes sem o todo” (MORIN, 2011, p. 74). Mas, na lógica recursiva, o adquirido no conhecimento das partes volta-se sobre o todo. Assim, podemos enriquecer o conhecimento das partes pelo todo e do todo pelas partes, num mesmo movimento produtor de conhecimentos. Logo, a própria concepção hologramática está ligada à concepção recursiva, que está ligada, em parte, à concepção dialógica (MORIN, 2011).

Desse modo, compreendo que esse princípio está presente não somente no mundo biológico, mas também no sociológico. Assim e de acordo com essa forma

²⁶ HOLOGRAMA – é uma imagem física, concebida por Gabor, diferente das imagens fotográficas e filmicas comuns, é projetado ao espaço em três dimensões; o holograma demonstra a realidade física de um tipo de organização no qual o todo está na parte que está no todo, e na qual a parte poderia ser mais ou menos apta a recriar o todo (MORIN, 2003).

de pensar, cada um de nós, como indivíduos, traz em nós a presença da sociedade da qual fazemos parte. A sociedade por sua vez está presente em nós por meio da linguagem, da cultura, de suas leis, regras e normas.

Nesse sentido, observo que a complexidade exige que a prática docente seja compreendida como um todo, de forma integrada e articulada em relação às dimensões envolvidas e aos diferentes processos. Pensar assim é ser coerente com o princípio sistêmico-organizacional que explica que um sistema é uma unidade global organizada por inter-relações, pois conforme Morin (2011, p. 12) “tudo que isola um objeto, destrói sua realidade”. Nessa perspectiva, para que possamos entender o todo, assim constituído pela prática docente, é importante conhecer as relações entre o todo e as partes, sendo este princípio que liga, religa o conhecimento das partes com o todo e vice-versa.

Essa dialógica me ajuda a entender a complexidade, a estabelecer conexões entre os indivíduos, objetos, situações e processos antes não vistos como conexos e isso me permite associar termos antagônicos, porém complementares. Faz-me entender que as percepções individuais contribuem para uma compreensão mais ampla e que pensar dialogicamente é aceitar as diferenças, as ideias individuais e isso pressupõe dialogar com as ambiguidades. E ainda, que a dialógica interativa entre ordem e desordem está presente no universo, na organização e na constituição de qualquer ser vivo e em todos os processos vivos. E naturalmente e da mesma forma, na construção do conhecimento, e, na organização escolar.

Moraes (2008a) salienta que em relação à aprendizagem e ao conhecimento, um dos aspectos fundamentais da educação atual é aprender a religar e ao mesmo tempo, saber problematizar. Saber religar as disciplinas, associar saberes, conceitos para que a escola possa promover e valorizar a inteireza humana que envolve todos os aspectos físicos, biológicos, emocionais, sociais e culturais.

Entendo que para haver a mudança, os momentos de reflexão necessitam ser contínuos e permanentes, envolvendo a formação inicial do educador e a formação continuada adequada ao contexto atual. Dessa maneira, os tipos de formação se articulam, fazendo parte de uma totalidade que se constitui num sistema de formação. De acordo com esse pensamento, depreendo que a aprendizagem e o conhecimento são processos auto-organizadores, que envolvem a cooperação individual e global do indivíduo nas suas mais diversas dimensões. Para tal, está na

consciência de cada um em constituir-se dessa formação no sentido de reconstruir a sua autonomia durante a prática diária das atividades docentes.

Penso que como não fomos formados para observar as emergências que surgem na sala de aula, em consequência disso, temos dificuldades em reconhecer esse processo e conviver com elas. Nossa formação pautada na causalidade linear, não nos permite observar que “os ‘efeitos’ retroagem sobre as suas ‘causas’, realimentando-as ou modificando-as” (MORIN, 2008b, p. 112) e assim, não nos damos conta de que muitas das emergências poderiam ser aproveitadas como pontos de partida para dialogar e nutrir o processo de aprendizagem. Embora saiba que Identificar as emergências não é uma tarefa fácil, por ser um processo de observação que requer do observador atenção especial e abertura para reconhecer as qualidades novas que emergem das conversações, resultado da convivência e do processo de reflexão, em um sistema de interações do todo que formamos, penso que deveríamos investir mais tempo nesse processo. Moraes (2008) lembra que de cada processo de auto-organização algo novo pode emergir e apresentar propriedades e características diferentes do padrão anterior, qualidades novas que nascem das associações e combinações entre os componentes participantes da rede.

Então, entendendo desse modo, acredito que a mudança está no processo autopoiético de cada ser individual e coletivo que envolve a dinâmica da vida. Entretanto, para que possamos nos tornar seres humanos com comportamento, pensamento e atitudes mais evoluídas, temos que ter abertura, humildade e solidariedade para que o conhecimento antigo possa ser reconstruído e assim ser transformado, fazendo-se novo, no mesmo movimento circular de aprendizagem e de nutrição na própria dinâmica da vida.

Quando se fala na relação dialógica ordem/desordem/interação/organização, que se encontra sob inúmeras formas por meio de retroações no campo físico, biológico e humano, vale lembrar que o exemplo de dialógica é o próprio conceito de *autopoiesis*: qualidade de seres moleculares, dos sistemas vivos, que são abertos porque trocam matéria e energia com o ambiente. Como sistemas autopoiéticos, porém, eles são também fechados em sua dinâmica de constantes modificações estruturais. Trata-se de sistemas paradoxais simultaneamente abertos e fechados – e essa condição só pode ser compreendida através do princípio dialógico (MARIOTTI, 2010).

Entrelaçando essas novas maneiras de pensar, apresento alguns conceitos fundamentais para problematizar e compreender essa dinâmica da vida.

2.9 A Organização Autopoiética: alguns conceitos

Capra (1996) explica que a concepção de auto-organização originou-se do reconhecimento da rede como padrão geral da vida, sendo aperfeiçoada por Maturana²⁷ e Varela²⁸ em sua concepção de *autopoiesis*. Segundo Capra:

A autopoiese, ou 'autocriação', é um padrão de rede no qual a função de cada componente consiste em participar da produção ou da transformação dos outros componentes da rede. Dessa maneira, a rede, continuamente, cria a si mesma. Ela é produzida pelos seus componentes e, por sua vez, produz esses componentes (1996, p. 136).

Busco a contribuição de Pellanda (2009), pesquisadora nesta temática, para me ajudar nessa reflexão. Explica que nós, no Ocidente, estamos fortemente marcados por uma lógica linear, pois pensamos em termos de uma linha de causas e efeitos. É uma lógica simplificadora porque exclui uma terceira possibilidade. Tratando-se do conceito de *autopoiesis* e de toda teoria que o fundamenta, existe uma lógica que é circular – o efeito rebate sobre a causa que, por sua vez, faz emergir outros efeitos.

Esta autora esclarece que o conceito de *autopoiesis* é um elemento organizador. A palavra procede de dois vocábulos gregos: auto – por si, e poiesis – produção. Logo, *autopoiesis* expressaria ideia de autoprodução dos seres vivos, o que foi aplicado originalmente ao funcionamento das células como sistema que produz a si mesmo ao operar no processo de viver (PELLANDA, 2009).

Trata-se de um conceito complexo porque um sistema autopoiético implica em autonomia (sistema fechado) e abertura (sistema aberto), através das trocas com o exterior. Logo, a noção de *autopoiesis* está ligada à construção do mundo de forma autônoma, isto é, não existe um mundo externo independente da ação do sujeito

²⁷ HUMBERTO R. MATURANA, Ph.D. em Biologia (Harvard, 1958). Nasceu no Chile. Estudou Medicina (Universidade do Chile) e depois Biologia na Inglaterra e EUA. Como biólogo, seu interesse se orienta para a compreensão do ser vivo e do funcionamento do sistema nervoso, e também para a extensão dessa compreensão ao âmbito social humano. É professor da Universidade do Chile.

²⁸ FRANCISCO J. VARELA (1946-2001) Nasceu no Chile. Ph.D. em Biologia (Harvard, 1970). Depois de ter trabalhado nos EUA, mudou-se para a França, onde passou a ser diretor de pesquisas do CNRS (Centro nacional de Pesquisas Científicas) no Laboratório de neurociências Cognitivas do hospital Universitário da Salpêtrière, em Paris, além de professor da Escola Politécnica, também em Paris.

que vive e conhece ao mesmo tempo. Assim, o mundo emerge junto com o agir/aprender do sujeito (PELLANDA, 2009).

Maturana e Varela (2001, p. 52) afirmam que: “os seres vivos se caracterizam por – literalmente – produzirem de modo contínuo a si próprios, o que indicamos quando chamamos a organização que os define como *organização autopoietica*” [grifos dos autores]. Nessa concepção, a *autopoiesis* se refere à constante autoprodução dos seres vivos, incluindo nesse processo a diferenciação entre organização e estrutura.

Moraes (2003) evidencia que a *estrutura* é constituída pelos componentes que são: substância, energia, matéria, etc., e as relações efetivas entre eles. Nesse sentido, componentes e suas relações, juntos constituem uma determinada unidade sistêmica. Essas relações por intermédio de processos interativos caracterizam cada unidade específica. E a *organização* traduz o conjunto de relações entre os componentes e caracteriza o sistema como integrante de uma determinada classe, como um ser humano, uma ave ou uma flor, por exemplo. Assim, a organização, como unidade composta, permite a classificação do sistema (grifos da autora). Enquanto que a estrutura é que garante a sua identidade como sistema autônomo a partir de suas relações com o contexto circundante. No entanto, é a estrutura que determina o espaço de sua existência, espaço no qual o sistema opera em rede, e pode ser perturbado a partir das interações entre seus componentes.

Essa autora enfatiza que, nos processos autopoieticos, é a estrutura que muda continuamente de estado e, ao mesmo tempo, conserva a organização em função da plasticidade do sistema como do contexto. Assim, a organização seria invariante, embora a estrutura seja mutável (MORAES, 2003).

Maturana e Varela, por sua vez, entendem:

por *organização* as relações que devem ocorrer entre os componentes de algo, para que seja possível reconhecê-lo como membro de uma classe específica. [...] por *estrutura* de algo os componentes e relações que constituem concretamente uma unidade particular e configuram sua organização (2001, p. 54, grifos dos autores).

Desse modo, esse tipo de organização, ou auto-produção que é realizada numa dinâmica de interações, apresenta componentes que:

- a) participam recursivamente, através de suas interações, da realização da rede de produções (e desintegrações) dos componentes que os produzem;
- e
- b) realizando suas fronteiras, constituem essa rede de produções (e desintegrações) de componentes como uma unidade no espaço que eles especificam e no qual eles existem (MATURANA, 1997, p. 134).

Um sistema autopoietico para não se desintegrar e existir no contexto de rede necessita ser fechado, porém de forma dinâmica. Caso contrário, se desintegra e morre. Assim, nos revela Maturana “é um sistema dinâmico fechado no qual todos os fenômenos são subordinados à sua *autopoiesis* e todos os seus estados são estados na *autopoiesis*” (1997, p. 134).

Maturana e Varela colocam que o metabolismo celular produz componentes e todos eles integram a rede de transformações que os produzem. Embora alguns formam uma fronteira, ou seja, limites entre a célula e o ambiente: são complexos.

No entanto, essa fronteira membranosa não é produto do metabolismo celular tal como o tecido é o produto de um tear, porque essa membrana não apenas limita a extensão da rede de transformações que produz seus componentes, como também participa dela. Se não houvesse essa arquitetura espacial, o metabolismo celular se desintegraria numa sopa molecular, que se espalharia por toda parte e não constituiria uma unidade separada como a célula (2001, p.p. 52-53).

Esses sistemas são autopoieticos por definição porque recompõem continuamente os seus componentes desgastados. As moléculas orgânicas formam redes de reações que produzem as mesmas moléculas que estão integradas e assim, as moléculas produzidas produzem a mesma rede que as produz. Maturana e Varela sinalizam que: “o acoplamento estrutural com o meio e como condição de existência, abrange todas as dimensões das interações celulares e, portanto, também as que têm a ver com outras células” (2001, p. 88). Nessa perspectiva, os acoplamentos estruturais com o contexto são sempre gerados a partir de modificações interiores, são sempre fruto de um conjunto de relações externas e internas do ser humano que para tanto funciona como uma rede fechada de mudanças que lhes é própria e que obedece a sua ontogenia²⁹ – que é a história de mudanças estruturais ocorridas sem perda de identidade numa unidade autopoietica (MATURANA, 1997). A característica-chave de uma rede viva é que ela produz continuamente a si mesma. “O ser e o fazer dos sistemas vivos são inseparáveis, e

²⁹ Para Maturana e Varela (2001, p. 277) a “ontogenia é a história de transformações de uma unidade, como, resultado de uma história de interações, a partir de sua estrutura inicial”.

esse é o seu modo específico de organização” afirmam Maturana e Varela (1997, p. 49). E reiteram:

Em outras palavras, já que todo sistema autopoietico é uma unidade de múltiplas interdependências, quando uma de suas dimensões é afetada o organismo inteiro experimenta mudanças correlativas, em muitas dimensões ao mesmo tempo. Mas é claro que tais mudanças que nos parecem corresponder a alterações ambientais não são causadas por estas: elas ocorrem na deriva configurada no encontro operacionalmente independente entre organismo e meio. [...] Em resumo: a evolução é uma deriva natural, produto da invariância da autopoiese e da adaptação (2001, p. 131).

Nesse sentido, enfatizam a relação existente entre o social e o biológico. Por isso, afirmam que: “não há descontinuidade entre o social, o humano e suas raízes biológicas. O fenômeno do conhecer é um todo integrado e está fundamentado da mesma forma em todos os seus âmbitos” (2001, p. 33).

Compreendo que nesse processo de auto-organização, o organismo e o ambiente permanecem num contínuo movimento de acoplamento estrutural. E esse processo pode ser entendido como um conjunto de mudanças que o ambiente provoca na estrutura de um determinado organismo, numa relação circular recíproca. Isto é, quando um organismo sente-se influenciado pelo contexto, sofre mudanças estruturais e mudando, ele responde, provocando também mudanças no ambiente que o afetou. Nesse movimento, se estabelece uma relação dialógica que é sempre recorrente enquanto permanecer o acoplamento estrutural.

Nesse processo, “a compreensão da aprendizagem como expressão do acoplamento estrutural, que manterá sempre uma compatibilidade entre o funcionamento do organismo e o meio em que ele ocorre” (MATURANA e VARELA, 2001, p. 192). Para entender esse processo dialógico, precisamos em primeiro lugar, compreender a dinâmica biológica que se apresenta nos seres vivos e como tal, também se revela no processo de aprendizagem e na construção do conhecimento. Ou seja, que todo ato de conhecer pressupõe mudanças estruturais nos sistemas que aprendem, pois tudo se transforma a partir das alterações que acontecem nos sistemas vivos, por meio das interações, interações cognitivas construídas ao longo da vida. Logo, vida nada mais é do que um processo de aprendizagem como bem a definem os autores:

Vivemos com os outros seres vivos, e portanto compartilhamos com eles o processo vital. Construimos o mundo em que vivemos durante as nossas vidas. Por sua vez, ele também nos constrói ao longo dessa viagem comum. Assim, se vivemos e nos comportamos de um modo que torna insatisfatória a nossa qualidade de vida, a responsabilidade cabe a nós (MATURANA e VARELA, 2001, p. 10).

No mesmo sentido, Maturana também destaca que:

As reflexões epistemológicas surgem com uma pergunta: como é que conhecemos? Esta pergunta pode ser proposta sem que nos comprometamos verdadeiramente a aceitar que o fenômeno do conhecer é um fenômeno biológico. Assim, podemos dizer que é interessante saber como conhecemos e fugir da pergunta, dizendo que os filósofos a resolverão; ou podemos dizer que é óbvio que temos a capacidade de conhecer, de modo que, na verdade, não temos que fazer a pergunta. No entanto, se propomos a pergunta não podemos deixar de notar que os seres humanos somos o que somos ao sermos seres humanos. Quer dizer, somos conhecedores ou observadores no observar, e ao ser o que somos, o somos na linguagem (2009, p. 37).

A partir dessa explanação, percebo que todo o conhecimento é uma operação autopoietica, uma ação efetiva, que depende das estruturas internas do sujeito e de suas relações com o ambiente. Como afirmam Maturana e Varela: "Conhecer é uma ação efetiva, ou seja, uma efetividade operacional no domínio do vivo" (2001, p. 35). Dessa maneira, entendo que produzir a si mesmo, autofazer-se é um padrão de rede no qual a função de cada componente consiste em participar dessa produção ou da transformação dos outros componentes da rede. Então, nós, como seres vivos somos auto-produtores porque somos capazes de produzir os nossos próprios componentes ao interagir com o meio. Vivemos no conhecimento, e conhecemos no viver, o que confirma os aforismos construídos pelos autores: "Todo fazer é um conhecer e todo conhecer é um fazer"; "Tudo que é dito é dito por alguém". Aqui, toda a reflexão faz emergir um mundo. Logo, a reflexão é uma ação humana, realizada por alguém em particular num determinado lugar (MATURANA e VARELA, 2001, p. 31-32).

A partir destes conceitos, os autores explicam como conhecemos. Defendem que o fenômeno do conhecimento e as ações derivadas são resultados de nossas experiências cognitivas.

se a vida é um processo de conhecimento, os seres vivos constroem esse conhecimento não a partir de uma atitude passiva e sim pela interação. Essa posição é estranha a quase tudo que nos chega por meio da educação formal (2001, p. 12).

Essa concepção jamais pode ser entendida pelo pensamento linear, porém pode se tornar compreensível através do pensamento complexo, como nos lembra Morin que defende uma união entre o raciocínio sistêmico e o linear (MARIOTTI, 2000). Para Maturana e Varela (2001) só vamos entender essa concepção quando entendermos o caráter sistêmico da célula. Nesse sentido, a linguagem é o nosso ponto de partida, pois todo conhecer ocorre na e pela linguagem. Nessa explanação, os autores elegem o diálogo como página essencial, ao afirmarem que:

Todo o ato humano ocorre na linguagem. Toda ação na linguagem produz o mundo que se cria com os outros, no ato de convivência que dá origem ao humano. Por isso, toda ação humana tem sentido ético. Essa ligação do humano ao humano é, em última instância, o fundamento de toda ética como reflexão sobre a legitimidade da presença do outro (2001, p. 269).

Todo o ser vivo é autônomo, porém isso não significa que seja isolado, pelo contrário, interage com o contexto através de trocas contínuas de energia e de matéria. Essa interação não determina sua organização, mas favorece um padrão e autonomia. Nessa perspectiva, as mudanças estruturais são mudanças de auto-renovação. Assim, todo organismo vivo se renova continuamente a si mesmo, com células parando de funcionar ou, por etapas e gradativamente, construindo novas estruturas, tecidos, órgãos, repondo células em ciclos contínuos. Nesse processo, o organismo mantém sua identidade, ou padrão de organização global.

Maturana e Varela evidenciam que, a característica mais peculiar de um sistema autopoietico é que ele se levanta por seus próprios cordões, e assim, se constitui como diferente do meio por sua própria dinâmica, de tal forma que ambas as coisas são inseparáveis. Seres vivos diferentes se distinguem porque apresentam estruturas distintas, porém são iguais em organização (MATURANA e VARELA 2001).

Conforme estes pressupostos um exemplo de sistema autopoietico é o ser humano que numa incessante co-evolução com o ambiente, se reproduz. Nesse sentido, as pessoas reagem, adaptam-se, respondem às mudanças do ambiente e este, por sua vez, adapta-se e reage também à intervenção humana. Em complementação, Maturana (1997) esclarece que o que nos faz humano, não é somente a genética, mas também o convívio social. Evidencia que nós seres humanos somos seres sociais. E baseando-se em estudos biológicos, este cientista assim descreve e define os sistemas sociais:

Cada vez que os membros de um conjunto de seres vivos constituem, com sua conduta, uma rede de interações que opera para eles como um meio no qual eles se realizam como seres vivos, e no qual eles, portanto, conservam sua organização e adaptação, e existem em uma co-deriva contingente com sua participação em tal rede de interações, temos um sistema social (1997, p. 199).

Partindo desta definição, todos os componentes de um sistema social são seres vivos e faz parte desse sistema social a conservação da vida de seus componentes. Apenas o que diferencia um sistema social de outro é a rede de interações entre seus componentes, isto é, a conduta. Maturana (1997) esclarece que, aqui é a interação observada por um observador. Destaca que todos os componentes desse sistema são importantes e fundamentais; que não há componentes menos importantes ou supérfluos em um sistema.

Quando um componente de um sistema social migra ou morre, o sistema social muda também porque as propriedades e as características de um sistema social são determinadas pelo conjunto de estruturas dos seres vivos que o compõem, pois é no sistema social que os seres vivos atuam, onde se realizam como seres vivos. Assim, o sistema social funciona como “um seletor da mudança estrutural de seus componentes e, portanto, de suas propriedades”. Nesse sentido, os componentes de um sistema social podem também integrar outros sistemas sociais (1997, p. 200). Aqui, encerrando este item, vale lembrar que com base nestas reflexões, considerando o tema de minha dissertação, é que procuro pensar, mais adiante, o funcionamento da escola como um sistema autopoietico.

2.10 A Auto-eco-organização: autonomia e dependência

Moraes (2008a) assevera que em vez de auto-organização, Morin amplia o conceito para auto-eco-organização ao conceber um sistema como organização viva. Para ele,

ao mesmo tempo em que o sistema auto-organizador se destaca do meio ambiente e se distingue dele, em nome de sua autonomia e de sua individualidade, liga-se tanto mais a ele pelo crescimento da abertura e da troca que acompanha qualquer processo de complexidade (MORIN, 1990, p. 40).

Para Morin, a ideia de auto-organização opera uma grande mudança no estatuto ontológico do objeto, que vai além da ontologia cibernética. Em suas próprias palavras:

Ao mesmo tempo, que o sistema auto-organizador se destaca do meio ambiente e dele se distingue, por sua autonomia e sua individualidade, ele se liga ainda mais a este pelo aumento da abertura e da troca que acompanham todo progresso de complexidade: ele é auto-eco-organizador. Enquanto o sistema fechado não tem qualquer individualidade, nenhuma troca com o exterior, e mantém relações muito pobres com o meio ambiente, o sistema auto-eco-organizador tem sua própria individualidade ligada a relações com o meio ambiente muito ricas, portanto dependentes. Mais autônomo, ele está menos isolado. Ele necessita de alimentos, de matéria/energia, mas também de informação, de ordem. O meio ambiente está de repente no interior dele e, como veremos, joga um papel coorganizador. O sistema auto-eco-organizador não pode, pois, bastar-se a mesmo, ele só pode ser totalmente lógico ao abarcar em si o ambiente externo. Ele não pode se concluir, se fechar, ser autossuficiente. (2011, p. 33).

Nessa perspectiva, a auto-organização viva é uma organização que incessantemente se auto-repara, se auto-organiza. Assim, a ideia de autoprodução ou de auto-organização não exclui a dependência em relação ao mundo externo, pelo contrário, implica-a. Segundo este autor, a auto-organização é, de fato, uma auto-eco-organização.

Para compreender a escola como sistema auto-organizativo, característica de um organismo como sistema aberto e fechado ao mesmo tempo é, segundo Morin (2010, p. 282), o ponto mais crucial da nova noção de autonomia: *“um sistema aberto é um sistema que pode alimentar sua autonomia, mas mediante a dependência em relação ao meio externo”* (grifos do autor).

A escola concebida como sistema que se auto-organiza em movimento recursivo com os múltiplos fatores internos e externos pode, desse modo, superar a crença simplificadora em relação às questões de autonomia e de dependência, ao entender que: não há organismo/organização com autonomia plena, isenta de qualquer dependência, bem como não há um determinismo de dependência sem autonomia. Nisso consiste o paradoxo que a realidade nos revela e obriga a reconhecer: a noção de autonomia só pode ser concebida em relação à ideia de dependência, pois uma não existe sem a outra (MARTINAZZO e AMARAL, 2012).

Morin afirma que:

A autonomia individual forma-se, alimenta-se, reprime-se ou atrofia-se conforme o jogo entre dependência genética e dependência cultural através do qual, ao mesmo tempo, opõem-se e unem-se. Toda cultura subjuga e emancipa, aprisiona e liberta. As culturas das sociedades fechadas e autoritárias contribuem fortemente para a subjugação; as culturas das sociedades abertas e democráticas favorecem as emancipações (2005, p. 276).

Nesse sentido, quanto mais um sistema desenvolver sua complexidade, mais poderá desenvolver sua autonomia, mais dependências múltiplas terá. Morin (2010) nos lembra que toda a vida humana autônoma é uma trama de incríveis dependências. Desse modo, pelo olhar da complexidade, compreendo que, a autonomia de um ser vivo depende de sua hereditariedade biológica, de seu ecossistema, do contexto onde está inserido e também de sua herança cultural.

Mariotti (2000) salienta que na individualidade de cada ser ocorre algo bem diferente, lembrando que os sistemas autoprodutores constroem a si mesmos, porém para tal buscam recursos vindos do ambiente. E nesse caso, são, ao mesmo tempo, independentes, isto é, autoprodutores e dependentes porque necessitam da energia vinda do contexto. Assim, o indivíduo necessita do outro para se produzir, como bem lembra este autor, “O indivíduo autoprodutor precisa do outro para se produzir e vice-versa. A autoprodução é, em última análise, uma produção conjunta” (MARIOTTI, 2000, p. 293).

De acordo com esse pensamento, a escola percebe que essas dependências representam certas limitações, por vezes, ameaças e mesmo obstáculos. No entanto e ao mesmo tempo, a escola pode perceber que é delas e a partir delas que o ser vivo retira energia, aprendizagem, conhecimento e organização (MARTINAZZO e AMARAL, 2012).

Resumindo, Morin (2011, p. 66) sinaliza que “a noção de autonomia humana é complexa, já que ela depende de condições culturais e sociais”. Conforme essa forma de pensar, nós, seres humanos necessitamos aprender uma linguagem, uma cultura, um saber, e é também necessário que essa cultura seja bastante variada para que possamos fazer escolhas no banco das ideias existentes para então, refletir de forma autônoma. Martinazzo e Amaral (2012, p. 54) referenciam que “autonomia e dependência, portanto, se retroalimentam quando analisadas sob o ponto de vista da teia complexa que compõem os organismos vivos”.

Compreendo que na dialógica do pensamento complexo, as diferenças, os conflitos, as ideias antagônicas necessitam ser valorizadas, no interior da escola,

pois além de espelharem a vida, significa também inserir as pessoas no processo educacional e por isso, a importância da autonomia.

Martinazzo e Amaral destacam que:

os seres vivos formam um sistema organizado e em permanente autoeco-organização e, portanto, são constituídos não só a partir de um programa genético, mas igualmente, por múltiplos condicionamentos externos. Essa organização é autopoietica e evolui de acordo com o princípio de retroação, ou seja, causa e efeito que se retroalimentam. E isso é válido também para o caso da autonomia humana. Nossa autonomia se constitui de forma complementar e, ao mesmo tempo, antagônica, na dependência, e nossa dependência condiciona nossa autonomia (2012, p. 54).

Assim, a escola como sistema auto-organizativo trabalha para construir e reconstruir sua autonomia para tal necessita de informação, matéria e energia do contexto para se autossustentar. A escola por sua autonomia e individualidade está cada vez mais ligada ao contexto pela abertura e pelo processo de interação. Isto é, pelas trocas, pelas ações e também pelas perturbações, desafios e estímulos que a impulsiona para querer atuar, a construir algo diferente e a reorganizar-se sempre que necessário, desse modo, a escola vai depender sempre do contexto onde está inserida. Entendo que é através das trocas, da relação dialógica entre ordem/desordem, das diferentes reflexões e diálogos que as transformações acontecem.

Da mesma forma, o professor, fazendo parte do sistema, depende da cultura, da linguagem e do ambiente. Conforme Morin (2011), o ambiente está de alguma forma no interior dele e, exerce um papel coorganizador.

Nessa perspectiva, a complexidade existente no interior da escola, com toda pluralidade de ideias, pensamentos, valores, com toda sua diversidade não pode ser compreendida como uma realidade simples, pois esse todo forma uma unidade complexa. A participação de cada constituinte do sistema espelha a complexidade de seu ser e também a complexidade em que estão inseridos. E desse modo, a unidade e a diversidade formam uma unidade complexa, estão entrelaçadas, integradas, como assim, denominou Morin em anel recursivo, em que ora prevalece a unidade, ora a diversidade predomina (MORIN, 2011).

Penso que, a lógica da autonomia depende da paciência, da tolerância e da solidariedade das partes. E essa solidariedade também depende da autonomia dos

outros que compõem o todo escolar. Nesse sentido, o indivíduo é solidário e autônomo ao mesmo tempo.

Morin retoma a ideia de autonomia, realçando que:

A autonomia de que falo não é mais uma liberdade absoluta, emancipada de qualquer dependência, mas uma autonomia que depende de seu meio ambiente, seja ele biológico, cultural ou social. Assim, um ser vivo, para salvaguardar sua autonomia, trabalha, despende energia, e deve, obviamente, abastecer-se de energia em seu meio, do qual depende. Quanto a nós, seres culturais e sociais, só podemos ser autônomos a partir de uma dependência original em relação à cultura, em relação a uma língua, em relação a um saber. A autonomia não é possível em termos absolutos, mas em termos relacionais e relativos (MORIN, 2004, p. 118).

Direcionando meu olhar para a escola, no exercício da gestão democrática, a vontade de muitos não pode eliminar a vontade de poucos e a vontade de um não pode ignorar a vontade de muitos, pois posicionamentos e atitudes radicais levam ao autoritarismo. Nesse sentido, a relação dialógica entre autonomia e solidariedade predomina entre os envolvidos e assim, evita-se o individualismo e o isolamento das pessoas. Logo, a autonomia e a solidariedade caminham juntas como um todo integrado, cada parte autônoma e solidária ao mesmo tempo. O princípio de autonomia e dependência introduz a ideia de processo auto-eco-organizacional. Para manter sua autonomia, a escola ou qualquer organização necessita da abertura ao ecossistema do qual se nutre e ao qual transforma (MORIN, 2004).

Morin explica esse processo ao escrever:

Todo o processo biológico necessita de energia e da informação do meio. Não há possibilidade de autonomia sem múltiplas dependências. Nossa autonomia como indivíduos não só depende da energia que captamos biologicamente do ecossistema, mas da informação cultural. São múltiplas as dependências que nos permitem construir nossa organização autônoma (2003b, p. 36).

Compreendo que a partir destes pressupostos se impõe o grande desafio da escola, sendo concebida como um ecossistema necessita compreender a sua dependência ecológica no que se refere à cultura, à comunidade e ao contexto para que possa conquistar sua autonomia organizacional.

Nesse sentido, o pensamento eco-sistêmico tenta superar a abordagem tradicional que não valoriza a autonomia, esquecendo-se que a escola para ser autônoma necessita se relacionar com o contexto, com a cultura, ser auto-eco-

organizada, reconhecendo que sua autonomia será sempre inseparável de sua dependência em relação ao ambiente e com os outros.

Martinazzo e Amaral enfatizam que:

O processo de aprendizagem, sob o ponto de vista da complexidade, desenvolve-se a partir de uma iniciativa autônoma que, no entanto, depende de um processo de troca, de interação e de diálogo com outros. [...] A construção da autonomia, assim como de todas as aprendizagens, é sempre compreendida como um processo complexo, relacional, interligado, autopoietico, de autoeco-organização, que se regula mediante a cooperação entre suas partes e componentes. O ser humano se autoeco-organiza como autônomo/dependente, num contexto de conexões e relações, mediante contínuas aprendizagens com os outros e na medida que está acoplado a seu ambiente (2012, p. 59).

A partir desses pressupostos, compreendo que a autonomia da escola depende de sua complexidade, pois quanto maior a complexidade biológica de um organismo maior será sua autonomia e sua capacidade de decisão e, da mesma maneira, quanto menor a complexidade de um organismo mais limitada será sua capacidade de autonomia. Assim, tudo deve ser concebido a partir e em virtude de sua organização, de sua ecologia, de seu ambiente.

Retomando mais uma vez, a escola como sistema, constituída de um pensar complexo, nesse contexto é que entendo o Pensamento Complexo como um pensamento que relaciona – que é uma forma de religação – de unir os saberes dispersos, como nos ensina Morin (2011).

Mariotti esclarece que o modelo sistêmico é não linear, pois se baseia no estudo do conjunto, padrões e totalidades. Enquanto o modelo linear-cartesiano é estrutural e se baseia no estudo dos componentes separados e em sua identificação. Este autor realça que:

os sistemas vivos são sistemas autoprodutores, isto é, produzem as suas próprias células e tecidos. Eles se auto-organizam com o objetivo de ampliar ao máximo sua sustentabilidade, isto é, seu equilíbrio em relação a si mesmos e ao meio ambiente (2010, p. 83).

Nesse sentido, Mariotti evidencia que

a sustentabilidade não é a conservação e a sobrevivência de uma parte isolada de um determinado sistema. É a conservação e a sobrevivência do sistema inteiro: a preservação do todo, de suas partes e das relações entre as partes entre si e destas com ele. A sustentabilidade das partes só pode existir se houver sustentabilidade do todo no qual elas estão contidas. A vida dos indivíduos só será sustentável se também o for a vida da sociedade e a do ambiente (2010, p.p. 83-84).

Seguindo essa mesma linha de pensamento, Assmann³⁰ (2011) enfatiza que a partir do momento em que a atenção se volta para os sistemas abertos, longe do equilíbrio, gradativamente, as teorias sistêmicas voltam-se mais e mais para o caráter processual e dinâmico desses sistemas abertos, desde as células até os processos sociais, o que deu origem a uma ‘virada epistemológica’. Os sistemas complexos – expressão muito usada na teoria da complexidade e da auto-organização – também são chamados de sistemas dinâmicos. São sistemas abertos, não isolados; no plano de trocas de energia, dependem das interações com o seu meio ambiente; no entanto, ao mesmo tempo, são operacionalmente “fechados” no plano relacional, isto é, têm uma certa autonomia para “administrar” suas interações com o meio. E o que caracteriza esses sistemas é sua “organização circular” sendo que esta circularidade opera em recursividade pois cria, constantemente, novas condições iniciais, possibilitando dessa maneira, novas propriedades emergentes. Assmann explica que na escola, na sala de aula, cada aluno e, especificamente, cada experiência de aprendizagem é um sistema complexo. E, esses conceitos que brotam em volta dessa temática não são abstrações, mas situações que efetivamente acontecem na relação pedagógica do dia a dia escolar (2011, p.p. 161-162).

Vale aqui lembrar as palavras de Petraglia (2012) que compartilha da mesma ideia, quando escreve que, constantemente, os sistemas abertos, inclusive o humano passam momentos de ordem, desordem e organização para a autoeco-organização. Ao se transformarem, também transformam o meio e são transformados por ele, em um processo, simultaneamente, recursivo, hologramático e dialógico. Essa autora realça: há ainda, que se compreender as necessidades imperativas específicas de cada pessoa envolvida no processo de aprendizagem: estudantes, docentes, família, comunidade, influenciam, sofrem influências e

³⁰ HUGO ASSMANN (1933-2008) filósofo, sociólogo e educador. Autor de diversos livros: *Metáforas novas para reencantar a Educação* e outros.

também demanda urgências que devem ser respeitadas e acolhidas no universo escolar (2012, p. 139).

3 UMA TRILHA COLETIVA?

3.1 Compreensões dos professores acerca da escola³¹

Comparando as respostas que os diferentes professores apresentaram quando questionados a respeito de como concebem a escola atual, compreendo que emergem concepções diversas, mas também semelhantes. E, nesse sentido, considero importante destacar um dos enunciados fundamentais da teoria da Biologia do Conhecer: “Viver é conhecer. Conhecer é viver”. Este aforismo, pois, ajuda-me a pensar a relação entre os professores e a escola e seu funcionamento.

Não apenas este aforismo, mas toda a teoria autopoietica me ajuda a compreender algumas dinâmicas dos seres vivos, pois para esses biólogos chilenos, o indivíduo, a família, a escola ou qualquer outra organização composta de pessoas como, por exemplo, uma indústria ou mesmo um grupo de estudos, constituem uma organização autopoietica que se auto-organiza. Assim que, cada ser vivo nas interações com o contexto muda sua estrutura para manter sua organização.

Compreendo, então, que uma escola, por sua vez, possui uma estrutura peculiar que a torna única e se diferencia das demais, seja pela localização geográfica ou pela cultura dos indivíduos, ou ainda pela proposta pedagógica. No entanto, essa estrutura escolar passa por ininterruptas mudanças que são desencadeadas pelas interações mútuas entre os seus componentes e o contexto. Nesse sentido, as inter-relações estabelecidas entre os componentes vão direcionar a organização tanto para preservá-la quanto para sua desintegração (MORIN, 2004).

Seguindo essa mesma linha de pensamento, posso dizer que os educadores são influenciados pela sua ontogenia – a história das modificações estruturais pelas quais passam durante toda a vida – e, ainda são influenciados pela cultura histórica, pelo contexto onde vivem, pela escola e pela sociedade. Isto é, são seres autopoieticos, têm sua história de vida, seus interesses e sonhos.

Para efeitos das reflexões que venho fazendo nesta dissertação, as emergências são as elaborações que surgem através do processo de interação, durante os encontros individuais ou coletivos. Nesse movimento circular interativo entre professores e todo o contexto que constitui a escola como um sistema

³¹ Todos os nomes dos professores, aqui citados, são fictícios, criados por esta pesquisadora.

emergem novas elaborações, qualidades ou propriedades: formas de pensar diferenciadas nascem entre os componentes de um sistema. Nesse sentido, o funcionamento da escola lembra o que nos revela Morin (2008): "as emergências são qualidades ou propriedades novas de um sistema que nascem das organizações viventes". Entretanto, penso que é importante lembrar que nem tudo são emergências. Sempre há estabilizações, resultados que conservam o próprio fluxo no seu movimento recursivo, na sua dinâmica circular em espiral evolutiva. Ou seja, o resultado é constituído como uma rede de conversações que emerge quando os componentes de um sistema atingem um estado satisfatório. E, isto também está de acordo com o pensamento de Morin, quando explica que "Todo o estado global apresenta qualidades emergentes" (1998, p. 433).

Aproximando ainda mais esse conceito ao sistema escolar compreendo que quando professores trabalham individualmente, isolados, isto é, com pouca ou quase nenhuma interação, o que acontece é simplesmente o cumprimento de tarefas a eles designadas. No entanto, quando professores trabalham interagindo uns com os outros, numa construção dinâmica e contínua, algo novo e diferente pode emergir dessas interações, como resultado dessa rede de conversações. Desse modo, esse algo novo que emerge é mais que a soma dos resultados individuais. É um padrão que nasce das interações entre os componentes de um sistema: uma emergência.

Em relação ao todo, Morin (1997, p. 17) enfatiza que um sistema "é o conjunto de partes diferentes, unidas e organizadas". O sistema, por sua vez, exprime a unidade complexa e fenomenal do todo, bem como o complexo das relações entre o todo e as partes. As interações que expressam as relações, ações e retroações realizadas pelo sistema; é a organização que representa "o caráter constitutivo destas interações – que é aquilo que forma, mantém, protege, regula, rege e se regenera" (MORIN, 2008a, p. 164).

Através desse conceito, compreendo que a escola se caracteriza como unidade complexa na qual pelo contato mútuo as partes se modificam e, conseqüentemente, modificam o todo, que é maior e menor do que a soma das partes. Ele é menos do que as partes porque existem qualidades presentes nos componentes que são inibidas pelo todo; e é maior porque a organização do sistema possibilita propriedades novas. Logo, a emergência é uma qualidade nova com relação às qualidades anteriores dos elementos e também do todo. Nas palavras de

Morin, “A emergência é um produto da organização que, apesar de inseparável do sistema enquanto todo, aparece, não apenas no plano global, mas eventualmente no plano dos componentes” (2008a, p. 138).

Em outras palavras, as emergências surgem no trabalho conjunto, das inter-relações, da construção coletiva do grupo. A minha percepção é que me permite identificar as emergências através do meu ato de observar. Assim, diante de um quadro educacional que, há muitos anos, vêm privilegiando a formação especializada e disciplinar, a escola de hoje necessita de um olhar mais próximo da realidade para entender e dar conta dos fenômenos contemporâneos que se tornam cada vez mais abrangentes. Para isso, a escola necessita conceber o mundo de outra maneira para melhor compreendê-lo, compreendendo a si mesma nesse sistema maior. Ou seja, a escola carece de uma reforma do pensamento, no sentido de substituir o pensamento redutor, disjuntivo, para torná-lo complexo – complexus: o que é tecido junto. Em outras palavras, a escola, através dos seus componentes – os professores e demais participantes do seu contexto – precisa pensar-se de modo mais contextual, que seja capaz de unir o individual ao coletivo, o local ao global, o social ao planetário. Somente assim, a reforma do pensamento poderá promover outras reformas que são igualmente fundamentais a esta. Afinal, como afirma Morin:

A reforma do ensino e a reforma do pensamento constituem um empreendimento histórico: não será, evidentemente, a partir desse primeiro evento que a reforma se efetivará. Trata-se de um trabalho que deve ser empreendido pelo universo docente, o que comporta evidentemente formação de formadores e a auto-educação dos educadores. Com efeito, apenas a auto-educação dos educadores que se efetiva com ajuda dos educandos será capaz de responder à grande questão deixada sem resposta por Karl Marx: *‘quem educará os educadore?’* Por meio dela, creio ser possível operar a ressurreição de uma missão que frequentemente acabava por se dissolver na profissão. Cito aqui uma frase célebre de Kant: *‘a educação depende das luzes, ao mesmo tempo que as luzes dependem da educação’* (2002, p.p. 35-36, grifos do autor).

Nesse contexto, expresso por Morin, é que entendo que a teoria da complexidade é originária de uma epistemologia complexa que pressupõe a mudança de atitude como caminho para a mudança de pensamento. Compreendo também que, é no universo docente, na autoformação que se efetiva juntamente com os educandos que a mudança se concretiza. É um ir e vir constante entre o pensamento que separa para o que une, tendo em vista a invenção do conhecimento novo.

Morin explica que a reforma deve originar-se dos próprios professores e não do exterior, pois a reforma do ensino e do pensamento se constitui um empreendimento histórico; já que as pessoas estão privadas da reflexão pela falta de contextualização, pela divisão entre cultura e ciência e a cultura da humanidade, pois já não basta situar-se no interior de uma disciplina para conhecer os problemas que lhe são pertinentes. Morin nos adverte sobre a falta de religação na escola e afirma que para conhecer o ser humano temos que contextualizá-lo no universo, porém, para isso, temos que fazer a religação dos saberes (2002, p. 35-37).

Desse modo, Morin afirma que

[...] *indivíduo/sociedade/espécie* são não apenas inseparáveis, mas coprodutores um do outro. [...] Estes elementos não poderiam, por consequência, ser entendidos como dissociados: qualquer concepção do gênero humano significa desenvolvimento conjunto das autonomias individuais, das participações comunitárias e do sentimento de pertencer à espécie humana. No seio desta tríade complexa emerge a consciência (2003b, p.p. 105-106, grifos do autor).

De acordo com essa afirmação, a escola como sistema auto-organizativo, faz parte de uma sociedade que é complexa. Além disso, é importante que a escola reconheça que o indivíduo/sociedade/espécie são coprodutores um do outro, como afirma Morin. E ao constituir-se coparticipante da comunidade, a escola se renova, dá vida a sua organização. E assim, fortalece a sua prática não só aumentando a flexibilidade, a criatividade e o potencial de aprendizado como também a auto-estima, as atitudes solidárias e a dignidade dos indivíduos que compõem a organização escolar. Em outras palavras, a valorização da vida e da auto-organização fortalece e capacita o indivíduo, criando vínculos saudáveis no ambiente de trabalho do ponto de vista mental e emocional, nos quais as pessoas sentem-se apoiadas na busca de realização dos seus próprios objetivos (CAPRA, 2005, p. 136).

Complementarmente, Capra define a concepção de auto-organização como sendo:

[...] a emergência de novas estruturas e de novas formas de comportamento em sistemas abertos, afastados do equilíbrio, caracterizados por laços de realimentação internos e descritos matematicamente por meio de equações não-lineares (1996, p. 80).

Essas reflexões permitem conceber a escola nesse processo constante de auto-organização em sua relação com a 'teia da vida'. Afinal,

[...] o processo da vida – a incorporação contínua de um padrão de organização auto-poietico numa estrutura dissipativa – é identificado com a cognição, o processo de conhecer [...] a mente não é uma coisa, mas sim um processo – o próprio processo da vida (CAPRA, 1996, p. 144).

Desta forma, entendo o processo da vida, o padrão de organização autopoético, o processo de conhecer. E ao compreender esse processo poderemos, nós educadores, mudarmos o pensamento, sairmos do modelo cartesiano, modelo tradicional que ainda continua incorporado na prática pedagógica de muitos educadores.

Nessa perspectiva, Assmann (2011, p. 35) afirma que

Hoje, o avanço da biociência nos foi mostrando que a vida é, essencialmente, aprender, e que isto se aplica aos mais diferentes níveis que se podem distinguir no fenômeno complexo da vida. Parece que se trata de veras de um princípio abrangente relacionado com a essência do “estar vivo”, que é sinônimo de estar interagindo, como aprendente, com a ecologia cognitiva na qual se está emerso, desde o plano estritamente biofísico até o mais abstrato plano mental. Aliás, nessa visão, o mental nunca se desincorpora da ecologia cognitiva que torna viável o organismo vivo.

Assim que, a escola concebida como sistema auto-organizativo, como uma organização que aprende, vai se transformando e formando-se simultaneamente. A transformação, aqui, é vista como o modo pelo qual as partes de um todo perdem qualidades e adquirem outras novas. A escola como um todo – a transformação da diversidade desordenada vai se transformando em diversidade organizada, e ao mesmo tempo, transformação da desordem em ordem. Num primeiro momento, educadores e educandos vão se desconstituindo, isto é, vão perdendo qualidades e vão adquirindo outras novas. E nesse interim, uma nova forma de pensar vai emergindo por intermédio das interações. Segundo Morin (2004) a relação ordem/desordem/organização é circular. Assim, a organização produz ordem que, por sua vez, mantém a organização que a produziu.

Mas, as observações que realizei durante a pesquisa confirmam o saber de senso comum a partir do qual sabemos que a escola de hoje ainda se mantém muito conservadora, influenciada pelo contexto onde está inserida e não tem acompanhado os avanços no campo da ciência. A organização e a estrutura da escola, assim como o seu funcionamento, continuam condizentes com uma prática pedagógica ainda muito influenciada pela abordagem científica tradicional. Exemplo

disso, podemos observar na fala da professora Maria Helena de Souza Leite, participante da pesquisa, que diz: *“pela força conservadora de sua cultura, a escola não se transforma e nem se iguala aos avanços no campo da ciência, por exemplo. E se a escola tenta mudar, a sociedade reage”*.

Então, penso que se a sociedade reage às mudanças da escola fazendo-a retroagir, é porque ambas, escola e sociedade, não estão suficientemente acopladas para se permitirem uma transformação. Ou seja, quando um organismo se sente afetado, ele muda, mas terá dificuldades para manter-se nessa nova condição se o sistema como um todo não incorpora em si essa mudança. Assim, penso que a dificuldade da escola em constituir mudanças reside no fato de que suas mudanças não conseguem produzir no contexto, no sistema como um todo, as mudanças para sua adaptação, sua incorporação. Afinal, o acoplamento estrutural pode ser entendido como um conjunto de relações que se estabelece numa relação dialógica entre as partes de um todo que interage para que a sua organização funcione. Em outras palavras, se a estrutura do sistema, que é o determinante operacional de todos os seres vivos (MATURANA e VARELA, 2001), não aceita o novo advindo da mudança, acaba inibindo a emergência em seus componentes.

Corroborar esta minha reflexão o pensamento de Moraes (2008a) quando explica que, nos últimos séculos, a sociedade vem sendo apresentada pelo pensamento newtoniano-cartesiano que determinou a reprodução e a fragmentação do conhecimento. Assim, a prática escolar ficou marcada pelo ato de repetir, escutar, ler e decorar. E, a ação pedagógica da maioria dos educadores tornou-se um simples processo de memorização e repetição, marcado como padrão na ação docente. No mesmo sentido, Mariotti (2010, p. 6) dá-nos uma descrição de duas das principais origens do modelo de pensamento dominante em nossas escolas:

Descartes sugeriu que o conhecimento pode ser melhorado por meio da fragmentação do objeto a ser estudado, seguido do exame das partes separadas. Newton afirmou que a função das ciências é sempre buscar leis universais que permitam uma relação simples e bem definida entre causa e efeito.

Esse é o modelo de pensamento que ainda predomina em nossa cultura. Nesse sentido, vale observar a fala do professor Jorge Antônio Padilha: *“cada professor entra para sua sala de aula e de lá só sai após os 50 minutos, e cada um*

faz à sua maneira, diário de classe, chamada dos alunos, todos os dias a mesma coisa...”.

A pesquisa mostrou, para não ficarmos na lógica do senso comum culpabilizando os professores pela má educação, que os mesmos vislumbram e desejam mudanças. Indagado se pudesse transformar a escola, quais mudanças seriam necessárias, tendo em vista o melhor desenvolvimento da aprendizagem? o professor da disciplina de química, Paulo de Freitas N. da Fontoura, declara que: *“a escola não tem laboratórios de química, física e nem de biologia, que para mudar penso que as escolas deveriam ter turno integral e mais recursos, como laboratórios”.*

Quase de maneira semelhante, o professor de matemática, João Luiz Maindarim, responde essa mesma pergunta da seguinte forma: *“as escolas deveriam ter mais recursos, horários diferenciados, informatização de qualidade, facilitando a vida do professor, criação de laboratórios, tempo para estudo e preparo das atividades”.*

Ou seja, os professores, componentes do sistema, enfatizam que a informatização das escolas, com turno integral, horários diferenciados, assim como a criação de laboratórios: física, química, artes, etc., facilitaria sua vida e poderia mudar a escola e a educação. Todavia, o que percebemos é que as condições para a mudança ainda não se configuram no contexto da escola. Nessa perspectiva, lembro as palavras de Edgar Morin, que salienta: *“essas modificações sozinhas não passam de reforminhas que camuflam ainda mais a necessidade da reforma de pensamento”* (2004, p. 99).

Morin concorda que é preciso haver mais investimentos, mais créditos, mais recursos pedagógicos e tecnológicos, porém isso só seria visível se as mentes fossem reformadas. E sobre isso, Morin (2004, p. 99) expõe que, aqui chegamos a um impasse: *“não se pode reformar a instituição sem prévia reforma das mentes, mas não se podem reformar as mentes sem uma prévia reforma das instituições”* (grifos do autor).

Refletindo sobre a fala de Morin, observo que há resistências múltiplas a essa reforma, pois a própria máquina da educação é rígida, inflexível, fechada, burocratizada. Observando essas características em outra perspectiva, o que percebemos é que na educação há mudanças que nada mudam. Nesse sentido, a professora de Língua Portuguesa, Leonora Moraes, referindo-se aos colegas

professores que são as pessoas mais próximas do ambiente escolar, é enfática ao dizer: *“a cada mudança de governo, muda tudo. As autoridades não escutam a voz dos mais interessados, que é o povo brasileiro”*.

A percepção que tive a partir de minhas ações de pesquisa é que muitos educadores atuais ainda estão instalados em seus hábitos e autonomias disciplinares e que a cada tentativa de reforma, por mais mínima que seja, sua resistência às mudanças aumenta. Acerca disso, Morin explica que, como as mentes, em sua maioria, são formadas conforme o modelo da especialização fechada, as possibilidades de um conhecimento para além desse, parecem ser insensatas. O especialista vive de ideias gerais e globais, e, além disso, arbitrarias, sem dar lugar à crítica, à reflexão. Nessa perspectiva, penso que na escola há necessidade de uma relação que não seja tanto de reflexo, mas de holograma e de recorrência. De holograma porque assim como um ponto único de um holograma contém em si a totalidade da figura representada, também a escola, em sua singularidade, contém em si a presença da sociedade como um todo. Recorrência, porque a sociedade produz a escola, que produz a sociedade. Dessa maneira e diante disso, Morin (2004, p. 100) questiona: “como reformar a escola sem reformar a sociedade, mas como reformar a sociedade sem reformar a escola?”

De acordo com esse pensamento, destaco a possibilidade de uma modificação na fala da professora de Ciências, Margarete Toneto Michelin que diz: *“que a escola de hoje virou assistência social. O aprender está em terceiro ou quarto lugar. O fracasso da educação, a sociedade culpa os professores”*.

A partir da fala dessa professora observo também que a escola está carecendo construir sua identidade, no sentido de definir o seu papel no atual contexto histórico, social e político. Assim, a escola enquanto estrutura organizacional educativa, não pode perder de vista que a construção da sua identidade passa, primeiro, pela construção individual da identidade de seus componentes, que são os sujeitos que compõem esse sistema e que são também sujeitos do processo do conhecimento que nessa escola se desenvolve. De acordo com Petraglia, é fundamental que o educador compreenda a teia de relações que envolve todas as coisas, a complexidade, que tudo está interligado – a escola, o humano, o contexto, a sociedade, o universo – ‘tudo se liga a tudo’. Para essa autora, o auxílio à mudança está no ‘aprender a aprender’, pois é o educador que pode transformar sua ação numa prática pedagógica transformadora (2008, p. 82).

Confirmam essa mesma perspectiva as palavras da professora de Física, Lucia Beatriz Amorim ao dizer: *“vejo que a escola de hoje está ficando sobrecarregada de outras funções e cheia de conflitos”*. Nesse sentido, Morin afirma que, “[...] a crise é, certamente, ambivalente: ela pode favorecer forças regressivas ou letais; pode favorecer, também, a imaginação criadora de soluções que permitam superá-las, modificando o sistema” (2010a, p. 266). Complementarmente as palavras de Petraglia me permitem compreender a afirmação acima, quando escreve que,

O conflito de ideias não é ruim, ao contrário, é da crise que emergem possibilidades de desenvolvimento e aprendizagem para a elaboração de novos paradigmas e a participação cidadã e política de cada indivíduo. [...] O conflito é rico porque gera oportunidades de mudança e novos meios de intervenção na realidade, desde que a ética demarque a reforma do pensamento (2012, p. 138).

Para reforçar essa ideia, busco o pensamento de Ilya Prigogine (2011) que diz que, a desordem e a instabilidade podem levar a mudanças qualitativas, demonstrando em seus estudos que a matéria como um todo e não somente os organismos vivos, é capaz de evoluir pela aprendizagem e superação criativa de limites. Então, uma organização escolar pode, por meio dos padrões de interação e participação, permitir e fomentar o surgimento de energias simultâneas catalizadoras de novas possibilidades de mudança. Mas, para isso, penso que seria necessário que os componentes da escola passassem a concebê-la como um sistema auto-organizado.

A escola, concebida como sistema auto-organizativo, reconheceria que os conflitos são inevitáveis, as contradições de ideias, as ambiguidades, ou seja, que a “desordem” poderia funcionar em seu proveito próprio, como fonte de aprendizagem na qual a sinergia entre seus membros poderia, a partir da reflexão crítica, vir a produzir alternativas, caminhos diferentes, estratégias de ação diversas. Assim, se tornaria uma organização que sabe que pode, a qualquer momento, vir a sofrer uma quebra, uma ruptura estrutural imposta pelo ambiente externo e ainda assim, tirar proveito de tal eventualidade para redefinir sua estrutura interna. E ao repensar as formas de ensinar e aprender, por exemplo, iria aos poucos se auto-organizando, mudando, integrando-se no todo.

Tomando as respostas dos professores, quando indagados como veem a escola de hoje, destaco inicialmente a fala do professor de Matemática, Cicero Barretto, que responde: *“Vejo uma escola sucateada, onde faltam recursos materiais*

e pessoais. Na qual os alunos vêm porque os pais mandam. O ensino não tem uma sequência lógica e estrutural que, realmente, pense no aluno”.

Esse posicionamento mostra que realmente vivemos uma crise da educação, na qual os problemas enfrentados pela escola já não podem ser resolvidos com soluções mágicas e superficiais que até o momento, se tem praticado. Embora acredite que sejam necessários maiores investimentos, melhores recursos e reformas mais adequadas para os novos tempos, penso que se a escola de hoje fosse concebida como sistema auto-organizativo teria autonomia para iniciar as mudanças estruturais necessárias, e principalmente poderia reconfigurar o saber, que ora se encontra mutilado, disperso, parcelado. Como vem funcionando, sabemos que a escola não oferece, através das disciplinas a visão do todo, nem favorece a comunicação e o diálogo entre os saberes. Dito de outra maneira, não há articulação entre as disciplinas, conteúdos e programas. Dessa forma, não se complementam, dificultando a visão de conjunto, que favorece a aprendizagem.

De acordo com Morin, os problemas da educação já não são mais de natureza quantitativa e programática, mas de natureza qualitativa e paradigmática. Nesse sentido, Morin salienta que

A insuficiência para tratar nossos problemas mais graves constitui um dos mais graves problemas que enfrentamos. De modo que, quanto mais os problemas se tornam multidimensionais, maior a incapacidade de pensar a sua multidimensionalidade; quanto mais a crise progride, mais progride a incapacidade de pensar a crise; quanto mais planetário tornam-se os problemas, mais impensáveis eles se tornam. Uma inteligência incapaz de perceber o contexto e o complexo planetário fica cega, inconsciente e irresponsável (2004, p.p. 14-15).

Desse modo, esse pensamento me permite pensar que a escola, ao invés de se preocupar em corrigir realmente os seus problemas, submete-se a eles. E, assim, não percebe que a fragmentação dos conteúdos não só trouxe o fracionamento do trabalho, como também os inconvenientes do despedaçamento e confinamento do saber. Em relação a isso, Morin vai falar da cegueira e da ignorância (MORIN, 2004).

Acerca dessa necessidade de um pensamento complexo Morin assevera que:

[...] Na escola primária nos ensinam a isolar os objetos (de seu meio ambiente), a separar as disciplinas (em vez de reconhecer suas correlações), a dissociar os problemas, em vez de reunir e integrar. O brigam-nos a reduzir o complexo ao simples, isto é, a separar o que está ligado; a decompor, e não a recompor; e a eliminar tudo que causa desordens ou contradições em nosso entendimento. O pensamento que recorta, isola, permite que especialista e *experts* tenham ótimo desempenho em seus compartimentos, e cooperem eficazmente nos setores não complexos de conhecimento, notadamente os que concernem ao funcionamento das máquinas artificiais; mas a lógica a que eles obedecem estende à sociedade e às relações humanas os constrangimentos e os mecanismos inumanos da máquina artificial e sua visão determinista, mecanicista, quantitativa, formalista; e ignora, oculta ou dilui tudo que é subjetivo, afetivo, livre, *criador* (2004, p. 15, grifos do autor).

Por essas palavras de Morin, percebemos que a fragmentação dos conteúdos não só trouxe a divisão das disciplinas como também submeteu nossas crianças e jovens ao saber fracionado, ou seja, aprenderam apenas a separar os saberes mas não aprenderam a religá-los, reuni-los e integrá-los. Em tais condições, os estudantes perdem suas aptidões naturais para contextualizar os saberes e articulá-los em seus conjuntos. Nesse sentido vale lembrar a advertência de Morin (2004), ao afirmar que a aptidão para contextualizar e integrar é uma capacidade fundamental da mente humana, que necessita ser desenvolvida e não atrofiada.

Na perspectiva de alguma mudança nesse quadro geral, Capra (2012) assinala que as mudanças que estamos vivendo são mais amplas, envolvem o globo inteiro, considerando que a crise atual não é apenas uma crise de indivíduos, governos, é uma transição de dimensões planetárias. Todavia, é evidente que a escola, como instituição social, está entre dois mundos bem distintos: o mundo da modernidade – objetivo, mecânico, universal; e o mundo da contemporaneidade – aberto, local e global ao mesmo tempo. E isso está na base de todos os desafios que enfrenta a escola de hoje.

Como enfatiza Capra:

Uma tão profunda e completa mudança na mentalidade da cultura ocidental deve ser naturalmente acompanhada de uma igualmente profunda alteração nas relações sociais e formas de organização social – transformações que vão além das medidas superficiais (2012, p. 32).

Conforme essa compreensão, um caminho produtivo para a escola seria apostar mais no exercício de reflexão e ação como prática constante, que pode propiciar a aproximação entre teoria e prática, possibilitando gradativamente uma nova concepção pedagógica. Ainda que mantenha esta perspectiva de ação em

seus documentos, como seus princípios norteadores, e seja assim concebida, o que percebi é que os mesmos não passam a fazer parte do cotidiano escolar. Caso realizasse tal movimento recursivo, os conceitos novos passariam a ser incorporados ao vocabulário tanto dos educadores quanto dos estudantes e respectivas famílias. E, a partir desse momento, o processo de transformação passaria a fluir. Nessa dimensão nos ajuda a pensar Humberto Maturana quando afirma que:

As palavras que usamos não somente revelam nosso pensar, como também projetam o curso de nosso fazer. Ocorre, entretanto, que o domínio em que se realizam as ações que as palavras coordenam não é sempre claro num discurso, e é preciso esperar o devir do viver para sabê-lo. Entretanto, não é este último ponto que pretendo ressaltar, mas o fato de que o conteúdo do conversar numa comunidade não é inócuo para esta comunidade, porque arrasta consigo seus afazeres (2009, p. 90).

Desse modo, a incorporação das palavras ou de novos conceitos por parte de um determinado grupo de educadores já seria fator de mudança estrutural na escola. E a partir desse momento, o processo de transformação na escola começaria a emergir e tenderia a evoluir gradativamente, nascendo uma nova concepção de aprendizagem.

Para compreender isso, busquei apoio em Morin (2004) quando explica que a reforma das mentes começa de maneira periférica e marginal e como sempre a iniciativa só pode partir de uma minoria. Morin alerta, ainda, que no primeiro momento, pode ser incompreendida e, às vezes até perseguida. Porém, depois a ideia é disseminada e, quando se difunde, torna-se uma força atuante.

Capra enfatiza que a tendência reducionista que persiste até hoje em nossa cultura, acompanhou a humanidade e a Educação desde o século XVII. E, essa abordagem científica sustentada na filosofia de René Descartes e na física de Isaac Newton dominou o mundo ocidental durante uma longa trajetória. Dessa maneira, o método analítico de Descartes levou à fragmentação característica de nosso pensamento e das nossas disciplinas acadêmicas, e ainda provocou uma atitude de reducionismo na ciência – “a crença em que todos os aspectos dos fenômenos complexos podem ser compreendidos se reduzidos às suas partes constituintes” (CAPRA, 2012, p. 57).

A educação tradicional que era destinada, no passado, a uma pequena minoria, embora seu declínio tenha iniciado no movimento renascentista, sobrevive

até hoje em muitas de nossas escolas. A fragmentação do saber que se originou do próprio modelo cartesiano mecanicista resultou na constituição de diferentes disciplinas, desconectadas umas das outras. Assim que, esse modelo de escola constituído dessa forma continua ignorando a presença e a interferência das pessoas no seu próprio processo de conhecimento. Exemplo disso percebo na fala da professora de Língua Inglesa, Adriana Rosa da Silveira, que se manifesta da seguinte forma: *“o educando vem disposto a aprender, mas não aquilo que nos dispomos a ensinar e da maneira que ensinamos”*.

Nessa perspectiva, Freire (1980, p. 34) explica que “uma educação, para ser válida precisa considerar a vocação ontológica do homem, vocação de ser sujeito e as condições em que vive, neste exato lugar, neste momento, neste determinado contexto”. A partir dessa compreensão, o indivíduo vai construindo e reconstruindo seu mundo, conforme as inter-relações estabelecidas. E nesse contato com o ambiente, ele acrescenta algo novo, gera construções coletivas, se renova e toma decisões. E desse modo, se torna sujeito de sua própria história, colaborando com a cultura e com a evolução da humanidade, assim nos lembra Moraes (2011).

Esta autora, baseada em Maturana (1997), também nos lembra que o viver humano, o conhecer e o aprender acontecem a partir das relações. Conhecer pressupõe, como principal requisito, uma ação efetiva que pode ser física ou mental, mas através da qual emerge um mundo a partir do acoplamento estrutural que implica um processo de co-determinação; uma determinação mútua congruente entre sujeito e objeto, entre o operar do organismo vivo e o seu meio. Assim, a aprendizagem surge a partir do acoplamento estrutural entre sujeito e contexto no decorrer do desenvolvimento contínuo de um organismo em seu meio ambiente. Moraes evidencia que nós seres humanos não operamos no vazio, e que qualquer ação física ou mental envolve interações entre o indivíduo e o seu meio, pois o mundo não existe independentemente de nós. Nesse sentido, o conhecimento não parte nem do sujeito e nem do mundo, ou do objeto, mas da interação entre aquele que deseja conhecer e o fenômeno a ser conhecido. Logo, a interação é condição necessária para o conhecimento (MORAES, 2008b).

Petraglia (2008), apoiada em Morin, explica que a noção de sujeito compreende uma definição subjetiva e biológica, que é a qualidade própria do ser vivo que busca a auto-organização, pertencente a uma espécie, situado num espaço e num tempo e membro de um grupo ou de uma sociedade. Sujeito é o “eu” que se

coloca no centro do mundo, e sua concepção é complexa, por isto o “eu” necessita da relação com o “tu” e ambos pertencem ao mundo. Assim, o sujeito emerge ao mesmo tempo em que o mundo a partir de sua auto-organização, que é a capacidade que o ser humano tem de sempre se transformar (2008, p. 68-69).

A escola concebida como sistema auto-organizativo e amparada por esses referenciais teóricos reconhece que a aprendizagem implica em processos interativos nos quais fazem parte outros indivíduos, indicando dessa forma e ao mesmo tempo, a existência de processos de co-criação, ou de criação coletivas. Assim que, na escola, os estudantes com os educadores, com a cultura e o contexto, transformam-se mutuamente.

Ainda com relação à pergunta: como você vê a escola de hoje? A professora de ciências, Cíntia Amarin, responde: *“vejo a escola, como um centro de saber, conhecimento, disciplina, respeito, amor e educação”*. As palavras *amor e educação* remetem à teoria autopoietica de Maturana que nos revela que toda a atividade humana ocorre em conversações, num entrelaçamento da linguagem – nas coordenações de coordenações comportamentais consensuais – com o emocionar. De acordo com esse conceito, a escola, enquanto âmbito de formação humana e capacitação, além de uma ação-reflexão voltada para a ação docente, também deveria ter como uma de suas preocupações, envolver a dimensão humana, como acentua Maturana:

a separação conceitual das conversações de formação humana e capacitação permite, no entanto, duas coisas: primeira, treinar as emoções e o entendimento do professor ou a professora, de modo que possa sempre se relacionar com seus alunos na biologia do amor e interagir com eles sem corrigir seu ser; segunda, criar um espaço de conhecimentos reflexivos e capacidades de ação no professor ou na professora, de modo que possam, por sua vez, guiar seus alunos na contínua ampliação de seus conhecimentos reflexivos e de sua capacidade de ação apenas corrigindo o seu fazer e não o seu ser (2001b, p. 15).

Maturana evidencia que essas conversações de capacitação entrecruzam-se com as conversações de formação humana, as quais podem separar-se e juntar-se à vontade no ensinar. Para que isto ocorra, a escola como espaço de convivência e ambiente de aprendizagem – onde estudantes e educadores encontram-se – deve ser vivido como um espaço amoroso: um ambiente de ação/reflexão que possibilite o fazer e o conviver dessas pessoas para que juntas, possam vir-a-ser. Por isso também, Maturana aponta para ideia de que a escola não deve ensinar valores, e

sim vivê-los. E, a partir de uma educação fundamentada na biologia do amor, professores e alunos podem cultivá-los em sua corporeidade a partir do respeito a si mesmo, que surge no conviver e no respeito mútuo. Nessa perspectiva, esse cientista explica que as emoções têm efeitos distintos sobre a inteligência, considerando que a ambição, a inveja, a competição reduzem a inteligência, e que só o amor amplia a inteligência. Por isso, para que a escola seja um espaço de ampliação da inteligência e criatividade, não pode haver avaliações do ser dos estudantes, só de seu fazer (MATURANA, 2001b).

Depreendo então que, pensar a escola – e a educação – de acordo com o pensamento sistêmico e autopoietico significa entender de forma muito particular a educação. Maturana (2009) explica que a educação é um processo em que a criança ou adulto convive e essa convivência proporciona espontaneamente transformações. Assim, Maturana afirma que por ser processo contínuo a educação nunca se esgota, pois sempre estamos aprendendo, de uma forma ou de outra, a todo o momento e de maneira recíproca, sendo que o ponto chave na convivência humana é o amor. A visão de Amor a que se refere esse autor remete à cooperação, aceitação de si e do outro. Nós, educadores confirmamos o mundo que vivemos ao sermos educados no educar.

O trabalho desenvolvido por este cientista propõe uma nova forma de refletir sobre a educação e a escola, tendo em vista uma perspectiva calcada na experiência, na linguagem, no amor, na perspectiva de uma alteridade. A não separação entre o biológico e o social vem estabelecer a unidade do humano. A autopoiese como “demanda contínua” propõe que a linguagem e cognição estejam sempre se constituindo em redes através de ações efetivas. Nesse sentido, a realidade é uma constante reelaboração (MATURANA, 2009).

Por outro lado, e respondendo a mesma pergunta, a professora de geografia, Maria Eulália S. Treviso, destaca que: *“o mundo hoje oferece tantos outros interesses, deveríamos dinamizar o conhecimento, lançando mão de todas as tecnologias existentes”*. Para dinamizar o conhecimento, a escola como sistema auto-organizativo, ao romper com a ideia do saber parcelado, se coloca diante da relação entre o todo e a parte. E assim, pode ser compreendida na noção de complexidade, que abrange vários elementos ou diversas partes. Morin (2008a) evidencia a necessidade de pensarmos sobre a complexidade da realidade física, biológica e humana, conforme os conceitos de ordem, desordem e organização que

estão presentes no universo e na sua formação; na vida, em sua evolução biológica, assim como também na história humana, em todas as suas vertentes.

Moraes (2008a) me ajuda nessa reflexão. Em relação à aprendizagem e ao conhecimento, um dos aspectos fundamentais da educação atual é aprender a religar e não apenas separar. E, ao mesmo tempo, é importante que o educador saiba ou aprenda a contextualizar e a problematizar. Nesse processo, envolve uma dinâmica não-linear presente nas relações recursivas, nas relações com o objeto, no sentido de reintegrar o objeto em seu contexto, reintegrando também o sujeito que fora esquecido pela epistemologia tradicional. Pensar de maneira complexa é o modo que se tem de não reduzir o complexo ao simples e nem dividir em pautas aquilo que é complexo e relacional.

Referindo-se às tecnologias existentes, essa autora entende que uma organização escolar não pode ficar alheia às tecnologias da Informação e da Comunicação e nesse sentido, é enfática ao declarar que:

Uma escola que não acompanha o desenvolvimento econômico e tecnológico do século XXI, que não prepara crianças, jovens e adultos para viver e atuar num contexto de incertezas e instabilidades, ela ainda continua trabalhando como se os antigos pressupostos de instabilidades e certezas ainda expressassem a realidade. A escola continua defasada, obsoleta, num processo de decadência acelerada, sem absorver as mudanças tecnológicas da sociedade em que vivemos. Não prepara o cidadão para viver e ganhar a vida (2011, p.132).

Ainda no sentido de aproximar uma concepção de escola da teoria da complexidade, lembro que Morin delinea três etapas para o desenvolvimento desse pensamento. Ele faz isso a partir do exemplo de uma tapeçaria contemporânea. Esta comporta fios de linho, de seda, de algodão, de lã, com cores diversas. Para conhecer essa tapeçaria seria interessante conhecer as leis e os princípios respeitantes a cada um destes tipos de fios. No entanto, a soma dos conhecimentos sobre cada um destes tipos de fio que compõem essa tapeçaria é insuficiente, não apenas para conhecer essa realidade nova que é o tecido – ou seja, as qualidades e propriedades próprias dessa tessitura – porém, além disso, é incapaz de nos ajudar a conhecer a sua forma e a sua configuração.

Na primeira etapa da complexidade Morin explica que: temos conhecimentos simples que não ajudam a conhecer as propriedades do conjunto. Uma constatação

banal que tem consequências não banais: a tapeçaria é mais que a soma dos fios que a constituem. *Um todo é mais do que a soma das partes que o constituem.*

Na segunda etapa da complexidade, o autor afirma que: o fato de existir uma tapeçaria faz com que as qualidades deste ou daquele tipo de fio não possam todas se exprimir plenamente. Elas são virtualizadas ou inibidas. *O todo é então menor do que a soma das partes.*

Na terceira etapa afirma: isto apresenta dificuldades para nosso entendimento e para nossa estrutura mental. *O todo é ao mesmo tempo mais e menos que a soma das partes (grifos do autor).*

Nessa tapeçaria, como na organização, os fios não estão dispostos ao acaso. Estão organizados, em função da talacarpa, de uma unidade sintética em que cada parte contribui para o conjunto. E a própria tapeçaria é um fenômeno perceptível e cognoscível, que não pode ser explicado por nenhuma lei simples (2011, p. 85-86).

Seguindo essa linha de pensamento, direciono o meu olhar para a escola que conforme essa explicação posso então compreender como uma organização que embora não seja empresarial no sentido de produzir coisas, objetos para o consumo, pode ser considerada uma Instituição que oferece serviços educacionais à sociedade. Assim, a escola ao oferecer serviços educacionais está ao mesmo tempo se autoproduzindo e os educadores e estudantes, por sua vez, são auto-criadores de seus próprios conhecimentos. Dessa maneira, a escola ao organizar seus serviços, se auto-organiza, se for necessário se auto-reorganiza para se manter sempre atualizada e para oferecer serviços educacionais que contemplem às necessidades de seus estudantes. Ou seja, a complexidade emerge nesse movimento de co-produção, de autopoiese: a escola produz a si própria. Morin (2011) evidencia que a complexidade surge neste enunciado: produz serviços e se autoproduz ao mesmo tempo; o produtor é seu próprio produto. Assim, esse enunciado coloca um problema de causalidade: a linear, a circular retroativa e a recursiva. Estas três causalidades encontram-se em todos os níveis de organizações complexas.

Conforme afirma Morin:

A sociedade, por exemplo, é produzida pelas interações dos indivíduos que a constituem. A própria sociedade, como um todo organizado e organizador, retroage para produzir os indivíduos pela educação, a linguagem, a escola. Assim, os indivíduos em suas interações, produzem a sociedade, que produz os indivíduos que a produzem. Isso se faz num circuito espiral através da evolução histórica (2011, p. p. 86-87).

Nesse sentido, Morin (2011) explica que de acordo com a causalidade circular ou retroativa, uma empresa necessita ser regulada para produzir em função de suas necessidades externas, de acordo com sua força de trabalho e capacidades de energia. Assim, os bons ou maus serviços podem retroagir para estimular ou desestimular a produção de objetos ou serviços por uma empresa. Nesse sentido, a Instituição escola como sistema auto-organizativo também terá que ter uma boa liderança que a oriente, que esteja o tempo todo interagindo com os seus componentes: educadores, estudantes e famílias, pois dessa força de liderança depende a evolução da organização. Nesse caso, os bons serviços educacionais são dependentes das inter-relações afetivas entre os seus componentes e o contexto, ou seja, a escola fica dependente do trabalho de equipe, da gestão escolar e da qualidade das partes. Dessa maneira, a qualidade das partes permanece em estado de potência, pois somente na ação é que essas qualidades e propriedades tornam-se reais, quando estiverem inter-relacionadas dinamicamente, interagindo entre si, em processo de autonomia e evolução.

Morin (2011) esclarece que a ação é também um desafio, é uma escolha, uma decisão, e que na noção de desafio existe a consciência da incerteza e do risco. Para este autor, a ação é estratégia, pois ela nos permite, a partir de uma decisão inicial, prever certos cenários para a ação, cenários que podem ser alterados, modificados, segundo as informações que vão chegar no curso da ação, segundo os acasos, imprevistos, que vão se suceder e perturbar a ação. A ação supõe a complexidade, ou seja, acasos, imprevistos, iniciativas, consciência das transformações. Assim, a palavra estratégia se opõe à programa. Este autor sugere que, para as sequências integradas a um contexto estável, convém utilizar programas, pois o programa não obriga a estar vigilante, ele não obriga a inovar.

Assim, como num time de futebol, no qual os jogadores, isoladamente, são apenas “craques da bola” enquanto que no jogo de futebol, quando se trata de estratégia em relação a um outro jogador, a boa estratégia utiliza-se dos erros do adversário para fazer lances involuntários à equipe adversária. A construção do jogo

se faz na desconstrução do jogo adversário e assim, o melhor estrategista – se ele se beneficia de qualquer chance – ganha. Nesse caso, o acaso não é apenas o fator negativo, é também a chance que se deve aproveitar.

Nesse sentido, a escola poderia inventar estratégias para sair da crise, pois a estratégia depende da reflexão, do pensamento, da intuição e dos dons pessoais, uma vez que qualquer crise é um acréscimo de incertezas. Nesse sentido, seria interessante abandonar os programas para sair da crise; abandonar certas soluções que somente remedeiam as antigas crises e elaborar novas soluções para evoluir. Assim, a complexidade situa-se no ponto de partida para a ação mais rica, menos mutiladora como nos lembra Morin (2011).

A escola concebida como sistema auto-organizativo compreende que a complexidade é a trama dos fatos, acontecimentos, das interações, das ações, dos conflitos, dos acasos que constituem o nosso mundo fenomênico. Os fenômenos físicos, naturais, sociais, educacionais se manifestam nas ações integradas, nas inter-relações entre cada uma dessas dimensões e o contexto. Morin (2004), para fundamentar a construção do pensar complexo, traz a reflexão de Blaise Pascal (1623-1662) quando afirma que:

Sendo todas as coisas causadas e causadoras, ajudadas e ajudantes, mediatas e imediatas, e todas elas mantidas por um elo natural e insensível, que interliga as mais distantes e as mais diferentes, considero impossível conhecer as partes sem conhecer o todo, assim como conhecer o todo, sem conhecer, particularmente, as partes (2004, p. 25).

Penso que por intermédio das relações de reciprocidade é possível observar como uma modificação do todo repercute sobre as demais partes envolvidas, assim como também, as modificações nas partes repercutem no conjunto, no todo. A essas ideias aproximo as palavras do professor de Física, Pedro Luis Fernandes Burgatti ao responder a questão: como você vê a escola de hoje? Ele afirma: *“Acho que algumas escolas estão um pouco perdidas com tantas mudanças e reformas; embora confusas, com tantas mudanças “governamentais”, continuam sendo um local de encontro, de conhecimento, de busca para se saber mais”*.

O que percebo nessa fala é que o contexto escolar atual tem apresentado poucos avanços em direção à solução de alguns de seus problemas educacionais, ainda que se mantenha, enquanto estrutura, fiel aos princípios de sua gênese. Além disso, acredito ainda que a dificuldade da maioria dos educadores de não

trabalharem constituídos de uma concepção sistêmica tem muito contribuído para a permanência desse contexto educacional que não avança, não se transforma.

O pensamento de Moraes (2011) me tranquiliza ao afirmar que um dos conceitos importantes a ser trabalhados em educação é o de auto-organização, pois poderia ajudar a estabelecer uma nova ordem nos sistemas caóticos. A capacidade de renovação e a criatividade permanente existente no universo demonstra também que os sistemas vivos podem escapar à entropia e alcançar novos estágios de desenvolvimento. Com base nesse enfoque, a aprendizagem resulta da construção realizada do indivíduo em razão de sua capacidade de auto-organização, dos processos internos, da capacidade de autoconstrução.

Concluo, então que a escola precisa ir além desse modelo cartesiano que produziu um pensamento que Morin entende ser mutilado e explica que:

O pensamento mutilado não é inofensivo: cedo ou tarde, ele conduz a ações cegas, ignorantes do fato de que o que ele ignora age e retroage sobre a realidade social, e também conduz a ações mutilantes que cortam, talham e retalham, deixando em carne viva o tecido social e o sofrimento humano (1986, p. 119).

Morin (2010a) salienta que a princípio, o ensino dos conhecimentos pertinentes deve consistir de uma aprendizagem sobre a contextualização, em religar o conhecimento abstrato a seu referente concreto. Enfatiza que o conhecimento abstrato é necessário, mas fica mutilado se não for acompanhado do conhecimento concreto. Seu pensamento aponta, aqui, para o que o autor chama de imperativo do conhecimento complexo: religar.

O grande discurso moderno centrado na educação escolar sempre conviveu com esse impedimento: o peso de uma tradição. Esta tradição podemos observar nas resistências às mudanças observadas entre professores e na escola como um todo e muito bem descrita nas palavras formuladas por Pierre Lévy: “ a escola é uma instituição que se baseia, desde há cinco mil anos, no falar/ditar do mestre” (1990, p. 11). Este mesmo sentido pode ser visto na fala da professora Scheila Maria de Carvalho, quando afirma que: *A escola de hoje ainda é a de anteontem.*

No contexto de grande parte de nossas escolas, ainda é o professor o único responsável pela transmissão do conteúdo e em nome dessa transmissão do conhecimento, ainda continua vendo o estudante como uma tábula rasa, imobilizado em seus movimentos de autonomia. A fala da professora Juliana Riese Alves

comprova essa afirmação, quando diz: *“que a aula expositiva dialogada é a que predomina, durante todo o ano letivo, e que, grande parte dos alunos são desinteressados, não querem nada com nada”*.

O primeiro aspecto que se destaca nessa fala é o de que assim como a sociedade, os professores também estão imersos em uma corrente de culpabilização. Ou seja, professores e sociedade se produzem uns aos outros nessa lógica do culpar o externo, o outro; o que aponta para sua dificuldade de observar-se a si mesmos e, portanto de se perceberem como sistemas vivos, capazes de mudanças.

Outro aspecto é que se durante todo ano letivo, ainda predomina esse tipo de aula expositiva, isso nos mostra que os estudantes continuam retidos ao espaço reduzido de suas carteiras; estudantes enfileirados são silenciados em suas falas e impedidos de expressarem seus pensamentos. Como nos lembra Freire (1987) é uma educação “bancária” que “deposita” no aluno informações, fatos, dados, uma educação em que o professor é quem detém o saber. Ele é a autoridade, é quem decide, direciona o processo e representa um modelo a ser seguido. Assim que, o ensino expositivo, centrado na memorização e na reprodução, é uma forma de ensino que narra um contexto estático, compartimentado e bem-comportado.

Aqui, quero frisar que a aula expositiva dialogada não necessita ser totalmente eliminada da prática pedagógica do educador. A meu ver, essa prática poderia ceder espaço para contemplar outras ações ou procedimentos que possibilitassem ao estudante tornar-se elemento ativo de seu processo de aprendizagem. Por exemplo, o educador poderia encorajar a cooperação entre os estudantes, abrindo caminho para a aprendizagem colaborativa. Nesse sentido, as trocas, dúvidas, dificuldades e experiências seriam compartilhadas entre os estudantes, e desse modo novos cenários de aprendizagem poderiam surgir. Assim, aos poucos, educador e estudantes passariam do modelo predominante individual, onde um fala e outros escutam, para uma produção coletiva.

Mas, para adotar essa abordagem – aprendizagem colaborativa – o educador necessita inicialmente, definir o que ele entende por aprendizagem. Conforme Freire, “aprender é um processo que pode deflagrar no aprendiz uma curiosidade crescente, que pode torná-lo mais e mais criador” (2011, p. 26). Compreendo que esse aprender ocorre através de reflexões e interações mútuas entre os constituintes do todo. Além disso, o educador já conhecedor dos saberes dos

educandos poderá propor desafios, e assim motivá-los para essa nova modalidade de aprendizagem. Dessa maneira, pode ocorrer mudança de foco do ensino meramente transmissor para a aprendizagem colaborativa, valorizando os diferentes diálogos, as inter-relações e as construções coletivas. Vale destacar aqui, que para Maturana e Varela (2001) o processo de conhecer se confunde com a própria dinâmica da vida, numa organização autopoietica, na qual a pessoa se auto-organiza. Dessa forma, a aprendizagem colaborativa pode promover a autonomia individual dos estudantes e colaborar no processo de construção do conhecimento.

Nessa perspectiva, a escola concebida como sistema auto-organizativo, trabalha para que a rigidez da lógica clássica seja corrigida por uma dialógica capaz de perceber noções simultâneas complementares e antagônicas, que o conhecimento da integração das partes ao todo seja completado pelo reconhecimento do todo no interior das partes (MORIN, 2002).

Esse modelo secular, no qual um fala e os demais escutam, esgotou-se. Nessa perspectiva, Pellanda evidencia que esse paradigma,

Está mostrando sinais evidentes de esgotamento face ao surgimento de objetos cada vez mais complexos no trabalho científico que estão a desafiar as formas tradicionais de pesquisa. O paradigma cartesiano considera, por um lado, a realidade de forma linear, fragmentada como se fosse uma coleção de coisas e estável, e, por outro, o sujeito que estuda essas questões e é sempre externo a elas (2009, p.14).

Por isso, a escola não pode mais permanecer artesanal nem ficar à parte, reclusa; necessita se encaminhar para a transformação. Entretanto, não é o que podemos observar nas falas das professoras Maria Eunice de Lima Bissol e Teresinha de Castro Fruet, que se manifestam da seguinte forma: *“A própria sociedade quer uma escola ‘como a do meu tempo’, e isto, impossibilita em muito qualquer mudança”*. *“Os próprios pais reagem com conservadorismo e saudosismo”*.

Nas palavras das professoras, percebo que elas têm consciência de que a escola necessita acompanhar os avanços científicos, transformando-se. Porém, por outro lado, dão a entender que os pais são muito conservadores e que ainda não perceberam que a escola necessita mudar para acompanhar a evolução da ciência, ou seja, eles não têm consciência da necessidade dessa transformação. E, assim, mantém-se a lógica da culpabilização.

Conforme Capra, a consciência é caracterizada pela autopercepção que está vinculada à linguagem. E para compreendemos a linguagem temos que entender o processo de comunicação. Assim que esse autor cita Maturana ao dizer que a comunicação não é uma transmissão de informações, mas uma coordenação de comportamento entre os organismos vivos por meio de um “acoplamento estrutural” mútuo (1996, p. 224-226).

Petraglia (2008), baseada em Morin, enfatiza que a consciência surge no mundo, inspirando inclusive a auto-reflexão. Explica que o sujeito é único para si mesmo e age como centro de referência. O ser humano sabe o que quer, porque escolhe e decide: é um ser livre. Trata-se de sua capacidade reflexiva e de sua consciência. Nesse sentido, considera Morin (1980), citado por Petraglia (2008, p. 71).

A consciência humana, última filha da subjetividade, surgiu tremendo no mundo. Embora seja oscilante, embora seja tão frágil diante do medo de si mesma que cada um dos seus ímpetos fulgurantes é sempre seguido dum queda, ela entra por sua vez na vida e é no seu próprio devir que vai jogar-se o devir-sujeito do homem.

O ser humano vive a construção de sua própria identidade e isso pressupõe liberdade e autonomia para ser sujeito a partir de suas necessidades, como, por exemplo, da escola, da família, da linguagem, da cultura, da sociedade, etc. Nessa perspectiva, o nosso sistema de ensino, ao invés de investir nessa formação, muitas vezes, se sujeita a ela. Na escola básica leva-se o estudante a reduzir o complexo ao simples, ou seja, a separar as partes do todo, a decompor esse todo em partes a fim de compreendê-lo – focando-se quase que exclusivamente no que podemos chamar de cultura do ensino, escolar, acadêmica –, esquecendo-se de lhe propiciar também a experiência da recomposição – focando suas ações em uma cultura do aprender, da experiência, da humanidade. Assim, elimina tudo que cause desordens ou contradições – elementos próprios de uma abordagem complexa – no processo de aprendizagem das crianças. Segundo Morin, a maneira que temos para resolver essa equação difícil é apostar na emergência de outra inteligência, que se proponha aos desafios de refazer a ligação dessas duas culturas dissociadas na escola. Em outras palavras, o autor propõe uma reforma paradigmática que possibilite ao aluno reorganizar seus modos de pensar. Ilustra essa ideia a sua defesa de que

[...] o conhecimento não insular, é peninsular, e para conhecer, é necessário ligá-lo ao continente de que faz parte. Sendo o ato de conhecimento ao mesmo tempo biológico, cerebral, espiritual, lógico, linguístico, cultural, social, histórico, o conhecimento não pode ser dissociado da vida humana e da relação social (MORIN, 2008b, 26).

Nesse outro cenário, a educação poderá incorporar a ideia de que não há conhecimento que não esteja, em algum grau, permeado pelo erro e pela ilusão. Afinal, sabemos que toda a aprendizagem comporta esse risco e o maior erro seria subestimar a presença do erro e da ilusão. O conhecimento em forma de ideia, de palavra ou de teoria é fruto de uma interpretação que fazemos na linguagem e, por conseguinte, está sujeito ao contraditório assim como a vida (MORIN, 2004).

Petraglia, inspirada em Morin, defende

a necessidade de se pensar a educação numa perspectiva 'complexa', capaz de se compreender e viver a solidariedade em diversas dimensões e sob os mais variados e múltiplos aspectos também dentro da escola, partindo-se da ideia de processo auto-eco-organizador que todo sujeito desenvolve (2008, p.78).

Morin afirma mais uma vez que:

As crianças aprendem a história, a geografia, a química e a física dentro de categorias isoladas, sem saber, ao mesmo tempo, que a história sempre se situa dentro de espaços geográficos e que cada paisagem geográfica é fruto de uma história terrestre; sem saber que a química e a microfísica têm o mesmo objeto, porém em escalas diferentes. As crianças aprendem a conhecer os objetos isolando-os, quando seria preciso, também recolocá-los em seu meio ambiente para melhor conhecê-los, sabendo que todo ser vivo só pode ser conhecido na sua relação com o meio que o cerca, onde vai buscar energia e organização (2001, p.p. 1-2).

Já não é mais possível que a escola permaneça enclausurada em modos de pensar disjuntivos e redutores, carecendo incorporar um pensamento que seja complexo, contextual, cuja palavra de ordem seja a religação. E a partir desse processo organizador poderá se transformar, pois como instituição social está inserida num contexto maior, fazendo parte de um sistema e da sociedade como um todo.

Nessa linha de raciocínio, quero frisar que não se pode mudar de modo de pensar através de atividades ou exercícios de simples passo a passo. Nem muito menos por receitas milagrosas. Não se pode pensar em mudar a escola, por abordagens frágeis e com discursos superficiais mágicos. Por outro lado, de acordo

com minhas vivências no âmbito escolar, há resistências e obstáculos a serem questionados para que tal mudança aconteça. Observo essa forma de pensar na fala da professora Regeane Albuquerque que diz: *“que são poucos os professores que estão a fim de mudar; que os professores são mal remunerados e trabalham como no meu caso, em três escolas (60 horas) e não se tem apoio pedagógico adequado”*.

Entendo que alguns professores não estão a fim de mudar, pois pelo determinismo estrutural e de acordo com a teoria de Maturana e Varela (2001), cada indivíduo reage de uma forma e a reação de cada um decorre da estrutura do próprio indivíduo, de sua própria ontogenia. Então, de acordo com esse pensamento, faz parte da estrutura de cada ser humano desejar enfrentar certos desafios ou não querer aceitá-los.

Contribuindo com essa perspectiva, encontro, aqui, a contribuição de Paulo Freire que afirma: “todo o ser desenvolve (ou se transforma) dentro de si mesmo, no jogo de suas contradições. Os condicionamentos externos, ainda que necessários, só são eficientes se coincidem com aquelas potencialidades” (1987, p. 133).

Conforme essas palavras de Freire e Maturana, entendo que a compreensão da escola como sistema auto-organizativo implicará ter o cuidado ao planejar certas estratégias que permitam conhecer pelo menos um pouco a estrutura de cada participante. Isto é, criando dinâmicas de aprendizagem que favoreçam reconhecer e respeitar que cada professor ou estudante é uma estrutura organizada e, ao mesmo tempo, única e multidimensional.

Nesse sentido, Moraes nos chama atenção para o fato de que a aprendizagem é um processo interativo que “depende da estrutura, da ação e atuação do sujeito sobre o meio ambiente” (2003, p. 47). Nesse processo criativo e dinâmico, a escola pode ser considerada um sistema social, cuja organização incorpora diferentes características de suas partes. Conforme pontua Martinazzo: “um sistema é formado por um conjunto de partes que, embora com características diferentes, constituem uma unidade organizada” (2004, p. 54). Ou seja, essa outra compreensão de escola passa pela reforma do pensamento de seus participantes para que a mesma possa organizar-se para um modo complexo de pensar, considerando as incertezas, porque é capaz de unir, reunir, contextualizar, globalizar e ao mesmo tempo, reconhecer o individual, o singular, o concreto.

Conforme Morin (2003), a complexidade é a união entre a unidade e a multiplicidade. Desse modo, o desafio da escola está em compreender que, ela está imersa na natureza, em uma grande teia. Nesse sentido, Boff evidencia que

[...] todos nós somos inter-retro dependentes uns dos outros, que formamos uma vasta teia que é a grande comunidade dos seres da terra, do universo. De que somos um elo, de que falávamos antes da cadeia da vida, e de que tudo tem a ver com tudo em todos os pontos, em todos os movimentos (1999, p. 96).

E esclarece que

[...] O universo não é a soma de todas as coisas que existem, o universo é a articulação de todas as relações que existem, porque todos estamos enredados nessas relações. Então, o que se impõe é respeitar toda a alteridade, respeitar cada ser (2005, p. 41).

Compreendo, a partir dessas colocações, que quando nos constituímos de uma nova forma de pensar, automaticamente também mudamos nossas ações, atitudes e comportamentos. Nossa fala, inclusive, já não será mais a mesma, passando a ter outro tom, e também nossas opiniões, ideias, conceitos e experiências de vida; ou seja, tudo se modifica. Se entendermos a vida como uma grande teia, como referencia Capra (2012), estaremos nos abrindo a outras possibilidades de compreensão de como somos. E, abrir-se a outras percepções altera certos hábitos que nos mantinham presos a rotinas fechadas, autoritárias e radicais. Nessa direção, Assmann (2011) explica que cada organismo forma seu caminho individual, único, de mudanças estruturais no processo de desenvolvimento; pois os sistemas vivos necessitam estar em constante processo de conhecer, de aprender e de interagir com o meio ambiente para poder continuar vivo e agir.

Assim, penso que para que, a escola não apenas passe a ser concebida, mas realmente transforme-se em sistema auto-organizativo tem como desafio abrir espaços para que se possa vivenciar a complexidade em seu interior, privilegiando atitudes e ações que conduzam para a unidade do sistema e não mais para a separação e a desintegração do próprio sistema. Nesse sentido, pensar de forma diferente é também abrir a mente para as diferenças e a diversidade, procurando sair dos condicionamentos, modelos e formatações. Conforme Mariotti (2010), para mudar a escola, primeiramente temos que mudar a nossa forma de pensar.

Conceber e fazer com que a escola funcione como um sistema auto-organizativo, implica, também compreendê-la como um todo que, faz parte de um contexto maior que é a sociedade: um todo organizado e (des)organizador de que fazemos parte. Nessa perspectiva, a fala da professora de Matemática, Maria Helenice Viegas torna importante: *“A escola de hoje está fora da realidade, uma instituição receptora de pessoas, pois o fracasso da educação, a sociedade pega em cima dos professores”*. Essa afirmação vem mostrar que a escola está retida em si, distante do contexto da sociedade; que há um descompasso entre a verdadeira função da escola, a cultura e a sociedade. Enquanto outros espaços procuram recriar sua cultura, seus valores, a escola permanece afastada, não interagindo com o meio. Isso nos mostra, que de fato, a escola estaria em um processo de afastamento de sua própria estrutura, de suas funções sociais, uma vez que aquelas pessoas que a constituem e integram não se sentem integrados nela.

As reflexões de Vitor Henrique Paro (2008, p. 23) me ajudam nesta reflexão, quando o mesmo anuncia que a “educação consiste na apropriação da cultura” – “visa à formação do homem em sua integralidade”. Em seguida, esse autor esclarece ainda mais esse conceito, ao afirmar que:

[...] a educação como apropriação da cultura apresenta-se, pois, como “atualização histórico-cultural”. Atualização aqui significa a progressiva diminuição da defasagem que existe em termos culturais entre seu estado no momento em que nasce e o desenvolvimento histórico no meio social em que se dá seu nascimento e seu crescimento. Significa que ele vai-se tornando mais humano (histórico) à medida que desenvolve suas potencialidades, que à sua natureza vai acrescentando cultura, pela apropriação de conhecimentos, informações, valores, crenças, habilidades artísticas, etc. etc. (2008, p.p. 24-25).

Essa concepção mostra que a escola dissociada de seu contexto dificulta a atualização histórico-cultural dos seus participantes – alunos, professores e gestores - pois os impede de construírem a sua própria experiência de pensar-se ao estarem pensando a própria escola, da reflexão. Nesse sentido, Cardoso (2011, p. 200) enfatiza que:

Esse conceito deixa mais óbvio que a retenção ou qualquer outra solução para o fracasso do processo ensino-aprendizagem que signifique impedir ou dificultar a atualização histórico-cultural da criança, do adolescente, do jovem ou do adulto só pode ser considerada antieducativa, pois os impede de construir a própria experiência por meio da reflexão.

Vale lembrar mais uma vez, que na abordagem sistêmica nada pode ser completamente compreendido isoladamente. O mundo é visto não como uma coleção de objetos isolados, mas como uma rede de fenômenos que estão interconectados e são interdependentes. A compreensão do sentido da palavra “complexidade”, que vem do latim *complexus* e significa: “aquilo que é tecido em conjunto” (2011, p. 13) nos leva perceber isso. Isto é, que fizemos parte de uma tessitura comum que coloca como sendo inseparavelmente associados o indivíduo e o meio, a ordem e a desordem, o sujeito e o objeto, o professor e o aluno e todos os demais que regem os acontecimentos, as ações e as interações que tecem a trama da vida (MORAES, 2012). E, desta, faz parte a escola.

Entretanto, a cultura vigente na escola hoje evidencia-se, por exemplo, na fala do professor de História, Jordano de Lima Assis Brasil, ao afirmar que: *“se a escola está deficiente é porque, infelizmente, ela é o espelho da sociedade moderna, onde a – célula - de tudo é a família e esta, infelizmente, com o passar dos tempos foi destruída (ninguém respeita ninguém). Para melhorar a escola do futuro, temos que repensar a família. Trazer a família como o grande suporte da escola e do professor”*. Isto é, volta à tona a ideia anteriormente destacada acerca da necessidade de que haja uma mudança de mentalidade dos indivíduos, dos seus coletivos primeiros, como é o caso das famílias, para que a escola possa modificar-se.

Essa mesma perspectiva é enfatizada também nas palavras da professora de Educação física, Marilena Schmith Alvarez, que se manifesta da seguinte forma: *“todas as deficiências ou a grande maioria reflete o espelho das famílias, ou seja, a comunidade é capaz de transformar tanto para contribuir para melhoria como desmotivar”*.

Parece-me, nesse sentido, importante retomar outra abordagem anteriormente compartilhada, acerca da teoria sistêmica, especialmente o fato que a mesma se apoia nos princípios da Cibernética, cujo enfoque está nas relações, nas interações de seus componentes. Retomo, assim, a contribuição de Bertalanffy que define sistema como um complexo de elementos em interação. Nesse sentido, o sistema surge como modelo de compreensão dos contextos que envolvem a família, a escola, a sociedade, pois para esse cientista “todo organismo vivo é essencialmente um sistema aberto” (2010, p. 65). Compreendo através desse pensamento que, ao fazer trocas com o contexto, não apenas o indivíduo, mas a família como um todo,

também se relaciona internamente com outros sistemas e suprassistemas, estando em permanente interação com o meio, trocando incessantemente energia, matéria e/ou informação.

De acordo com Maturana

nós, seres humanos, podemos ser membros de muitos sistemas sociais, simultânea ou sucessivamente. Basta que, no processo de viver, cheguemos a realizar as condutas próprias de cada sistema social no lugar oportuno (1997, p. 203).

Com isso, depreendo que o conceito de sistema aberto é possível de ser concebido tanto para a organização individual, quanto para a familiar e também para organização escolar. Afinal, essa organização mantém dinâmica de relações que configuram como tal. Nesse sentido, a família constitui um grupo de pessoas que integradas, de forma organizada operam e interagem para um propósito em comum. A família se fundamenta pelas pessoas que dela fazem parte e pela rede complexa de relações que se estabelece entre os seus componentes, o mesmo ocorrendo com a escola.

De acordo com Maturana e Varela (2001) os seres vivos são autônomos, ou seja, são autoprodutores, são capazes de produzirem seus próprios componentes ao interagir com o contexto. Enquanto seres vivos, os componentes de uma família são autopoieticos porque, em todo momento, estão se reconfigurando, se recompondo, nesse sentido, a família como um todo é autoprodutora e produto de si mesma, assim como a escola.

Nesta perspectiva, entendo que escola concebida como sistema auto-organizativo trabalha com as famílias, proporciona momentos de troca de experiência e conhecimento sobre o universo estudantil; incentiva a participação ativa da família na educação das crianças; oportuniza à família momentos de reflexão e formação; aborda temas que vão ao encontro de seus interesses no que diz respeito à educação dos filhos, sobre os valores éticos e demais questões pertinentes e o faz, em encontros de reflexão coletiva. A escola ao manter relações integradas com as famílias, contribui com o processo de aprendizagem e formação humana de todos os componentes do sistema.

E nesse contexto, ambas se educam a si mesmas, como referencia Maturana:

o educar se constitui no processo em que a criança ou adulto convive com o outro e, ao conviver com o outro, se transforma espontaneamente, de maneira que seu modo de viver se faz progressivamente mais congruente com o do outro no espaço de convivência (2009, p. 29).

E nessa relação recíproca,

o educar ocorre, portanto, todo o tempo e de maneira recíproca. Ocorre uma transformação estrutural contingente com uma história no conviver, e o resultado disso é que as pessoas aprendem a viver de uma maneira que se configura de acordo com o viver da comunidade em que vivem (2009, p. 29).

Maturana elege, com isso, o diálogo como estratégia essencial à reflexão e à mudança, ao afirmar que:

Todo ato humano ocorre na linguagem. Toda ação na linguagem produz o mundo que se cria com os outros, no ato de convivência que dá origem ao humano, por isso toda ação humana tem sentido ético. Essa ligação do humano é, em última instância, o fundamento de toda ética como reflexão sobre a legitimidade da presença do outro (2001, p.12).

Nesse sentido, pois, é que podemos compreender a educação como um processo permanente que perdura por toda a vida, no qual o educar é um processo no qual o educador e educando se fazem mutuamente na convivência. E por sua vez, os educadores confirmam o mundo que viveram ao serem educados no educar (MATURANA, 2009).

Essa abordagem confirma, ainda, o fato de “a sociedade é produzida pelas interações dos indivíduos que a constituem. A própria sociedade, como um todo organizado e organizador, retroage para produzir os indivíduos pela educação, pela linguagem, a escola” (MORIN, 2011, p. 87). Mas, penso ser importante compreender que isso acontece num circuito espiral por intermédio da evolução histórica. Essa compreensão requer uma mudança bastante profunda de nossas estruturas mentais para que possamos entender o que Morin nos explica com sabedoria ao escrever que “nós produzimos a sociedade que nos produz” (MORIN, 2010a, p. 190).

Logo, o mundo em que fazemos parte e vivemos é o mundo que construímos por intermédio de nossas estruturas de percepção. Todavia, o mundo tem suas próprias estruturas e assim, ele também nos constrói, num processo de construções mútuas e contínuas, determinadas pelas nossas interações (MARIOTTI, 2010). Nessa simples explicação Mariotti salienta que temos que aprender a pensar de

forma diferente, pois a realidade cotidiana é construída coletivamente por meio de nossas redes de conversação. Trata-se, entendo, da construção social da realidade. Isso significa que aquilo que foi construído pode ser desconstruído e reconstruído de outras formas. É assim que se muda de modo de pensar, explica Mariotti (2010).

Seguindo essa lógica não-linear, reformar o pensamento para renovar as bases epistemológicas que fundamentam as ações, as práticas dos docentes, é, atualmente, condição básica e fundamental para a melhoria da educação em geral. Na mesma direção, Morin afirma que

A reforma do pensamento é que permitiria o pleno emprego da inteligência para responder a esses desafios e permitiria a ligação de duas culturas dissociadas. Trata-se de uma reforma não pragmática, mas paradigmática, concernente a nossa aptidão para organizar o pensamento (2004, p. 20).

Todavia, se vivemos em um mundo complexo e interligado, e novas informações nos fazem, a toda hora, mudar de planos, por que a escola ainda teima em ensinar certezas e conhecimentos que parecem únicos e absolutos? É nesse sentido, pois, que Morin propõe uma nova estrutura para a educação, que implica também em uma reforma do pensamento.

Na mesma linha de pensamento, Capra chama a atenção, especialmente afirmando que a mudança de paradigma requer de nós cidadãos um movimento ecológico, não somente nas formas de pensar e de conceber o mundo, mas no sentido de convencer nossos líderes políticos e gestores educacionais acerca dos benefícios do novo pensamento. Todavia, Capra enfatiza que, isso é somente parte da história. A mudança de paradigma requer uma expansão não apenas em nossas percepções e forma de pensar, mas também e, principalmente, de nossos valores.

Para tal, há a necessidade de uma conexão nas transformações entre pensamento e valores. Uma mudança de auto-afirmação para a integração. São duas tendências: a auto-afirmativa e a integrativa – que são aspectos essenciais de todos os sistemas vivos. Capra (1996) explica que o saudável é o equilíbrio dinâmico entre as partes. E, se olharmos para a nossa cultura ocidental, vamos notar que enfatizamos em excesso as tendências auto-afirmativas, voltadas para valores de competição, expansão, dominação, como também valorizamos a forma de pensar reducionista, que é extremamente racional e linear. E deixamos de lado, as tendências integrativas, como os valores de cooperação, parceria, conservação, que bem se harmonizam com o pensamento intuitivo, holístico e não-linear. Nesse

sentido, há a necessidade de mudança mais equilibrada de valores na perspectiva de um paradigma que inclui uma mudança na organização social, uma mudança de hierarquia para redes, isto é, uma nova concepção para as ciências da vida. (CAPRA, 1996, p. 28-29).

4 UMA POSSÍVEL CHEGADA

A partir das perturbações iniciais e do objetivo desta investigação apresento algumas considerações com as quais pretendo encerrar, como sempre, provisoriamente, o registro decorrente das ações de pesquisa.

De acordo com a fala dos professores, observo que os princípios que fundamentam a escola atual se apoiam, ainda e basicamente, nos princípios de Descartes segundo os quais, quando um fenômeno é complexo, se deve “dividir cada uma das dificuldades [...] em tantas parcelas quantas possíveis e quantas necessárias fossem para melhor resolvê-las” (1973, p. 46).

Como consequência desse pensamento da fragmentação, a prática pedagógica organizou-se nos moldes da disjunção, da redução por áreas de conhecimento. Assim, a escola continua fortemente marcada pela subdivisão do conhecimento em disciplinas e trabalha com listas de conteúdos, isolados. Essa não articulação dos saberes impede o fluxo de relações existentes entre as disciplinas e as áreas de conhecimento. Nesse sentido, vigorando o princípio da fragmentação, da simplificação, da divisão e da redução, temos como resultado a descontextualização da prática pedagógica e a didática passa a ser simplesmente uma disciplina técnica fechada, sem vínculo com os demais saberes. De acordo com Petrágliã (2008) os princípios da disjunção e da simplificação se concretizam na educação através de uma estrutura disciplinar do conhecimento. Assim, com essa estrutura disciplinar o professor acredita que a soma das partes que compõem a grade curricular da escola significa o todo do conhecimento. Entendo dessa forma a educação, o professor sente-se incapaz de estabelecer relações entre os conhecimentos e o contexto. E, em decorrência disso, os estudantes saem da escola com uma *cabeça bem cheia* de conhecimentos justapostos, como salienta Morin (2004).

Acredito que o professor ao entender a complexidade como um conjunto de circunstâncias ou coisas que apresentam ligação entre si vai compreender que os integrantes da escola são membros e participantes de um todo que está, por sua vez, em processo constante de reinvenção. Nesse sentido, não basta apenas compreender que o todo é a unidade complexa. Mas, também que esse todo não se reduz a mera soma dos elementos que constituem as partes. É necessário perceber que tanto as partes quanto o todo são muito mais do que isto, pois cada parte

quando separada, apresenta características que no todo se inibem, da mesma forma que o todo, quando dividido perde características que possui enquanto todo e que ambos – partes e todo - modificam-se reciprocamente. Assim, a escola como todo é uma unidade complexa que para ser modificada carece de mudanças em suas partes e para que suas partes se modifiquem carecem de mudanças no todo. Ou seja, se nós, educadores, pensarmos dessa maneira, vamos entender que a escola em sua complexidade é o que não atua a partir de ações individuais e isoladas, mas em suas ações integradas e dependentes assumem outra forma de expressão, fazendo com que também seus integrantes se modifiquem, transformando, por sua vez, atitudes, comportamentos e práticas.

Outra consideração importante está no fato de que nesse processo, a escola pensada e como sistema auto-organizativo liga, através da interação, elementos ou acontecimentos ou indivíduos diversos que se tornam os componentes de um todo. Ou seja, a teoria da complexidade ou o pensar complexo ao propor a religação dos saberes disciplinares nos oferece uma perspectiva de superação desse modelo e a reorganização da escola.

As observações realizadas com as ações desta pesquisa mostraram que a gestão da escola está representada pela legislação e pelo regimento escolar, com suas normas, regras, princípios e valores. Além disso, pude perceber através das falas dos participantes desta pesquisa, que o princípio da certeza está muito presente no contexto escolar. De modo geral, permito-me afirmar que no estágio em que se encontra hoje, a escola se mantém pela repetição de normas, de valores, de regras conforme o regimento escolar. Observo aqui, a certeza e a ordem. Nesse sentido, a escola alcança somente uma visão parcial de si mesma e de seus integrantes, funcionando como uma organização, determinista e reducionista, pois compreende-se apenas a soma das partes e desse modo nem ela como um todo e tampouco as partes se desafiam à mudança.

Em outras palavras, a pesquisa mostrou que a escola de hoje ainda se encontra fundada em sua tradição cartesiana, privilegiando o conhecimento das partes como modo de acesso ao conhecimento, sendo esta uma tendência dominante, tanto no ensino como na forma de pensamento.

Os educadores por sua vez, também preferem a certeza, a repetição na forma de ministrar as aulas, porque já conhecem e sabem de cor os conteúdos; os instrumentos de avaliação são sempre os mesmos, repetitivos, que conferem a

reprodução de determinados conteúdos ministrados em um determinado tempo anterior. Instrumentos que já estão padronizados na mente dos estudantes que já sabem suas regras e nesse sentido, os estudantes também preferem a certeza porque também já conhecem.

Mariotti (2010, p. 177) ao tratar da repetição, diz “que a repetição é um tipo de estagnação”. Segundo ele, a escola formatada por ideologias ou por outros tipos de condicionamentos faz a escolha pela ignorância e não pela inteligência. Para este autor, o conhecimento necessita de incerteza, de mudança e de diferença. Se a escola escolher a ignorância, ela estará negando essa dinâmica e com isso, alcançará a estagnação e a repetição. A repetição simples, permanente faz com que a ignorância cresça sem parar. Assim, a repetição leva a comportamentos repetitivos, à certeza e essa certeza leva à ideia de verdade e à padronização de comportamento esperado pelos professores com relação aos estudantes e destes com relação àqueles, sendo ambos, de longe, acompanhados por atitudes semelhantes dos pais.

Desse modo, a escola passa a repetir sempre os mesmos conteúdos, a mesma forma de aprender, com aulas do tipo expositivas que seguem sempre o mesmo padrão e os estudantes cujas mentes já formatadas, cheias de supostas certezas, passam a ser cada vez menos ativos e autônomos reflexivos porque se expiram em seus exemplos: adultos que fazem parte dos seus contextos. Nesse sentido, a escola cria um círculo vicioso, no qual a mente formatada formata outras, que por sua vez a formatam.

Assim, a escola que já marcou suas escolhas impõe sua marca a outras mentes, que por sua vez retroalimentam essa marca. Em suas reflexões, Mariotti (2010) evidencia que a tendência de separar e manter separado o sujeito (observador) e o objeto (o observado) implica que o sujeito não faz parte do sistema observador/observado. Dessa forma, quanto menos diálogo e participação em planejamentos e ações educativas conjuntas de estudantes e educadores, menos reflexão e mais certezas e ordem. Assim, tanto os estudantes e educadores quanto, nós, educadores se a nossa mente está formatada por uma determinada forma de pensar, só seremos capazes de perceber o mundo e tentar compreendê-lo por meio desse padrão.

Além disso, de acordo com as falas dos participantes desta pesquisa, a ideia de separação sujeito-objeto leva os educadores buscarem as causas dos problemas

educacionais apenas em fatores externos e isso pode significar que não querem ou então, não podem resolver determinados problemas, que são de ordem e desordem interna, estrutural. Ou seja, o fato de vermos as coisas separadas revela apenas a limitação das nossas percepções. Afinal, como defendem Maturana e Varela (2001) “O observador faz parte daquilo que observa” assim, se compreender que modifica o fenômeno observado terá que admitir que também é modificado, como por aquilo que percebe.

Morin (2004) esclarece que muito dos nossos problemas advém dessa compreensão de fragmentar o mundo e ignorar as inter-relações e a interligação dinâmica entre todas as coisas, desconhecendo que o universo é constituído como um holograma. Morin explica (2004) que tudo no universo faz parte de um contínuo holomovimento, por conta da sua natureza ativa e dinâmica.

Observei também que a escola não desenvolve estratégias de aprendizagem que valorize o estudante como sujeito ativo do processo de aprendizagem e de construção de seu próprio conhecimento. Assim, não promove a integração das dimensões teóricas práticas para que o estudante se torne participante, construtor e transformador da aprendizagem, tornando-se consciente e responsável pelo contexto para assim, conhecer-se e compreender a si mesmo e ao mundo que está a conceber. Prova disso está no fato de que os educadores não aproveitam outros recursos didáticos ou metodologias como, projetos interdisciplinares ou temáticos ou de formação humana e nem estudo de casos, e também não lançam mão de recursos lúdicos, como jogos para desencadear o processo de aprendizagem ou como montagem de peças de teatro na tentativa de ousar um pouco mais na direção de uma relação efetiva e afetiva com seus pares.

Na escola, por exemplo percebi pouca inserção tecnológica, principalmente, o uso da *internet* por parte dos estudantes e também por parte de alguns professores que preferem não utilizar o laboratório de informática (equipado com 36 computadores com acesso a banda larga) disponível na escola, alegando não terem domínio pedagógico. Alguns professores utilizam essa tecnologia de forma pontual ou complementar apenas para consultas esporádicas, focando mais o ensino tradicional. Alguns professores pensam que as tecnologias complicam mais do que facilitam. Assim, a escola continua persistindo no modelo presencial e nas aulas expositivas como o mais conveniente para o professor.

Quanto a este aspecto, penso que a escola poderia estender-se um pouco mais, investindo e organizando um ambiente virtual de aprendizagem – como atividade semipresencial – para que os estudantes pudessem interagir uns com os outros. O professor por sua vez, poderia criar novas práticas, projetos interdisciplinares e pesquisas combinadas com atividades de interação e de colaboração. Para isso, poderia usar algumas ferramentas que auxiliam nesse tipo de aprendizagem, como por exemplo, a ferramenta *Wiki*, que é própria para se desenvolver a aprendizagem colaborativa. Como os jovens já têm familiaridade com a internet, redes sociais, celulares e multimídia muito mais do que os adultos, ficaria fácil interagirem mais a partir dessa nova modalidade. Assim, vejo que os estudantes já vivem o semipresencial em muitas outras situações, enquanto que o professor e a escola não estão acompanhando-os. Nesse sentido, a aprendizagem poderia se tornar mais aberta, mais focada no estudante, orientada pelo professor.

Como pude observar, a escola ainda não têm um projeto consistente de educação ambiental, sendo que algumas datas comemorativas são inseridas nas atividades pontuais de algumas disciplinas, como biologia e língua portuguesa. Embora a política nacional de educação ambiental prevê a incorporação da dimensão ambiental na formação dos estudantes e educadores, nesse sentido, alguns professores argumentaram possuir alguma formação para trabalhar com essa temática e outros não. Sobre o conhecimento da abordagem sistêmica e da teoria da complexidade na formação dos professores, quando questionados, argumentaram que essa produção teórica ainda é desconhecida da maioria dos professores. Percebi também que alguns deles têm necessidade de saber mais, gostariam de tempo para se atualizarem, e dois deles me solicitaram referências para leitura.

Cabe, aqui fazer um registro quanto à concepção de estrutura no que diz respeito à escola. A referência que venho fazendo ao longo do texto remete à estrutura da mesma enquanto sistema auto-organizativo, na perspectiva de seu funcionamento vivo. Por outro lado, há a estrutura física da mesma, à qual me refiro agora.

A escola, na qual realizei a pesquisa, apresenta uma boa estrutura, um prédio bem conservado, com salas de aula espaçosas, todas contendo ar-condicionado; quadra de esportes coberta, salão multifuncional e ambiente de recreação amplo com jardins. Apesar de estar inserida num contexto periférico, mas localizada num

bairro de classe média e os estudantes provindos de diversos contextos próximos, a escola é considerada para uma pequena elite, pois todos pagam uma mensalidade de acordo com a renda familiar.

Quanto à dimensão estrutural de funcionamento, percebi que o planejamento é elaborado pelos supervisores da escola e diretor e ainda organizado, na forma tradicional. Os educadores apenas elaboram um planejamento individual, organizado no início do ano letivo, entregam na supervisão e durante os meses seguintes, possivelmente, não é revisto, nem retomado ou complementado. Os professores não trabalham com planos de aula ou por unidade de estudos.

O mesmo sentido da estrutura funcional complexa, professores e estudantes ainda estão muito distantes de si mesmos e do contexto, parecendo que ainda não se encontraram, não estraram em sintonia. A meu ver, falta-lhes perceber que o viver não se separa do conhecer como enfatizam Maturana e Varela (2001). Afinal, acredito que se assim fosse, os educadores poderiam refletir sobre os seus métodos pedagógicos tradicionais ao ver neles formas de aprender mecânicas, muito formais, estranhas ao viver. Outro aspecto observado é que os estudantes e professores quase não aproveitam o acervo da biblioteca, pois não é incentivada à aprendizagem pela pesquisa. Assim, as aulas ainda seguem as normas tradicionais e os ambientes de estudo ainda mantém estudantes enfileirados com poucos trabalhos em grupos e ainda na forma, um faz e outros copiam.

Através das conversações, percebi que o termo complexidade gera polêmicas ao movimentar discussões em torno da superação da fragmentação do saber, da compartimentação do conhecimento. Quanto a isso, penso que a visão simplista de aprendizagem é um dos grandes entraves da evolução da educação, por não entender o educador e o estudante como sistemas complexos. Acredito que a organização autopoietica e os princípios da Biologia do Conhecer de Maturana e Varela poderiam oportunizar estudos e reflexões no sentido de direcionar o caminho, possibilidades de compreenderem o processo de conhecer, porém, o que pude observar é que lhes falta tempo para essa formação (continuada).

Vejo que a escola de hoje necessita repensar sua missão e a saída para a reforma do pensamento poderia seguir alguns caminhos, como: articular as disciplinas dispersas, estabelecer ligação entre os conhecimentos parciais e articulá-los com o conhecimento em esfera global; os educadores pela autoformação e os estudantes pela escuta de suas necessidades atuais e os pais pela reflexão, pela

partilha e comunhão mútua. Afinal, como Morin (2003a, p. 93), acredito que “ensinar a compreensão entre as pessoas como condição e garantia da solidariedade intelectual e moral da humanidade” é a principal missão da educação escolar.

A escola, vale destacar mais uma vez, concebida como sistema auto-organizativo necessita compreender a sua dependência do contexto, no que se refere à cultura, ao ambiente, à natureza como um todo para que possa ter sua autonomia e valores assegurados para então, responder às transformações que ocorrem no mundo ao seu redor. Isto é, a escola ao valorizar o contexto e a cultura pode perceber que a autonomia depende das inter-relações com o mundo exterior, dos fluxos nutridores advindos do contexto e da cultura; depende também das informações que influenciam nossas ações e reflexões.

Nessa perspectiva, penso que a escola auto-organizativa é, ao mesmo tempo, uma escola autopoietica, é uma organização que tem convicção que pode manter-se com seus próprios recursos internos, porque possui todo o potencial necessário para sua ascensão. Uma organização que reconhece que os conflitos, as contradições, as turbulências – a ordem e a desordem – são inevitáveis e que procura tirar proveito desses fenômenos como fonte de aprendizado, criatividade e inovação. Compreendida e posta a funcionar como um sistema assim, a escola poderá ser uma organização que convive com altos padrões de interação e conectividade entre os seus constituintes, educadores, estudantes e contexto, no sentido de sempre revitalizar, energizar e revigorar todas as partes do sistema, pois a riqueza das partes é que vai garantir a vitalidade do sistema e fazer emergir novas elaborações e possibilidades para atualizar o conhecimento.

Concebida dessa forma, a escola passa a ser vista como uma organização que aprende, pois como todo sistema aberto, troca energia, matéria e informação com o seu ambiente e é também influenciada por ele. Nesse sentido, a escola autopoietica é produtora de si mesma, pela sua constante produção e atualização em congruência com as mudanças ambientais. Sempre atenta e observadora procura orientar sua organização conforme orientações estabelecidas pelo todo. De acordo com esse pensamento, a escola como organização viva, sente-se e assim, se torna o centro de si, ou seja, de suas funções sociais. Mas, para a escola ser considerada uma organização viva necessita ter a capacidade de auto-organização e de auto-criação. Conforme salienta Capra:

Os sistemas sociais vivos são redes autogeradoras de comunicações. Isso significa que uma organização humana só será um sistema vivo se for organizada em rede ou conviver em redes menores dentro de seus limites. [...] As redes vivas. É preciso que sejam redes de um tipo especial, pois cada comunicação gera pensamentos e um significado, os quais dão origem a novas comunicações. Dessa maneira, a rede gera a si mesma, produzindo um contexto comum de significados, um corpo comum de conhecimentos, regras de conduta, um limite e uma identidade coletiva para os seus membros (2005, p.p. 117-119).

Complementarmente, vale enfatizar, conforme Morin (2004) que para a escola – compreendo aqui todos os seus integrantes – é necessário uma reforma no pensamento sociológico de natureza epistemológica, que substitua o princípio determinista e mecanicista por um princípio dialógico onde ordem/desordem e organização estejam em relação, ao mesmo tempo, complementar e antagônica, onde as transformações estão submetidas às bifurcações, às instabilidades e aos acasos. Seria uma reforma com base em uma concepção ecossistêmica da realidade, capaz de integrar relações complexas entre as partes e o todo e reconhecer a autonomia a partir dos conceitos de sistemas abertos e dos processos auto-eco-organizativos. Isso implica o reconhecimento da causalidade recursiva complexa do indivíduo/sociedade/espécie e a integração do observador na sua observação e na concepção de sua própria obra. (Moraes, 2008a).

Acredito ser importante ressaltar, por fim, que a abordagem sistêmica e o pensar complexo ao propor a religação dos saberes permitiu-me perceber a escola e seu funcionamento, a partir das observações e falas dos professores em uma perspectiva de busca pela superação desse modelo e pela possibilidade da reorganização dessa instituição como sistema social complexo. Assim, as interações que pude manter com os integrantes da escola, bem como aquelas que ainda pretendo fazer, abrem possibilidades para que também os professores, os estudantes e suas famílias possam ir, aos poucos, criando espaços em que a problematização dos limites do atual modelo de educação possam dar lugar à emergência de outros modos de concebermos o nosso pensar-aprender.

REFERÊNCIAS

ASSMANN, Hugo. *Reencantar a Educação rumo à sociedade aprendente*. Petrópolis, RJ: 2011.

BARBIER, R. *A pesquisa-ação*. Tradução de Lucie Didio. Brasília: Liber Livro Editora, 2007.

BERTALANFFY, L. *Teoria geral dos sistemas: fundamentos desenvolvimento e aplicações*. Tradução de Francisco M. Guimarães. 5ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2010.

_____. *Perspectiva em la teoria general de sistemas*. 3ª ed. Madri: Alianza Editorial, 1986.

BOFF, L. *Saber cuidar: Ética do Humano – compaixão pela Terra*. Petrópolis: Vozes, 1999.

_____. *A ética da vida*. Rio de Janeiro: Sextante, 2005.

CAPRA, F. *A teia da Vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos*. São Paulo: Editora Cultrix, 1996.

_____. *As conexões ocultas: ciência para uma vida sustentável*. Tradução de Marcelo B. Cipolla. São Paulo: Cultura, 2005.

_____. *O Ponto de Mutação*. Tradução de Álvaro Cabral. São Paulo: Cultrix, 2012.

CARDOSO, N. F. John Dewey: os conceitos de experiência e educação na análise da Escola Plural. In: PARO, V. Henrique (Org) *Administração Escolar*. À luz dos clássicos da pedagogia. São Paulo: Xamã, 2011.

DECARTES, R. *Discurso do método*. Tradução de J. Guinsburg e Bento Prado Junior. São Paulo: Abril cultural, 1973. (Coleção Pensadores)

_____. *Discurso do método*. Tradução de Maria Ermantina de Almeida Pedro Galvão. São Paulo: Martins fontes, 2007.

_____. DUPUY, J. P. *Nas Origens das Ciências Cognitivas*. Tradução de Roberto leal Ferreira. São Paulo. Editora da Universidade Estadual Paulista, 1996. (Biblioteca Básica).

FREIRE, P. *Pedagogia do Oprimido*. 17ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1987.

_____. *Conscientização: teoria e prática da libertação – uma introdução ao pensamento de Paulo Freire*. São Paulo: Cortes & Moraes, 1980.

_____. *Pedagogia da autonomia: saberes necessários à prática educativa*. São Paulo: Paz e Terra, 2011.

GATTI, B. A. *A construção da pesquisa em educação no Brasil*. Brasília: Liber Livro Editora, 2007.

LÉVY, P. *As tecnologias da inteligência: o futuro do pensamento na era da informática*. Rio de Janeiro: 1990.

MARIOTTI, H. *Pensando diferente: para lidar com a complexidade a incerteza e a ilusão*. São Paulo: Editora Atlas S. A., 2010.

_____. *As Paixões do Ego. Complexidade, Política e Solidariedade*: São Paulo, Palas Athena, 2000.

MARTINAZZO, C. J.; AMARAL, R. Autonomia e Complexidade: A construção das aprendizagens humanas. *Impulso*, Piracicaba, nº 22, Jan-abril, p. 49-61, 2012.

_____. *A Utopia de Edgar Morin: da complexidade à concidadania planetária*. 2ª ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2004.

MATURANA, H.; VARELA, F. *A Árvore do Conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana*. Tradução de Humberto Mariotti e Lia Diskin. São Paulo: Palas Athena, 2001a.

_____. *Ontologia da Realidade*. Cristina Magro, Mirian Graciano e Nelson Vaz (org.). Belo Horizonte: Ed. UFMG, 1997.

MATURANA, H.; REZEPKA, S. N. *Formação Humana e Capacitação*. Tradução de Jaime A. Clasen. 2ª ed. Petrópolis, RJ: Vozes, 2001b.

_____. *Emoções e Linguagem na Educação e na Política*. Tradução de José Fernando Campos Fortes. 1ª ed. Atualizada, Belo Horizonte: Ed. UFGM, 2009.

MORAES, M. C. *Pensamento Eco-sistêmico: Educação aprendizagem e cidadania no século XXI*. Petrópolis, RJ. Editora: Vozes, 2008a.

_____. Educação à distância e a resignificação dos paradigmas educacionais: fundamentos teóricos e epistemológicos. In: MORAES, Maria C.; PESCE, Lucila; BRUNO, Adriana R. (orgs.). *Pesquisando fundamentos para novas práticas na educação online*. São Paulo: RG Editores, 2008b.

_____. VALENTE, J. A. *Como pesquisar em Educação a partir da Complexidade e da transdisciplinaridade*. São Paulo: Paulus, 2008c.

_____. *Educar na biologia do amor e da solidariedade*. Petrópolis, RJ: Vozes, 2003.

_____. *O Paradigma Educacional Emergente*. 16ª edição. Campinas, SP: Papyrus, 2011.

_____. Edgar Morin: peregrino e educador planetário. In: MORAES, C. M.; ALMEIDA, C. M. (Orgs). *Os Sete Saberes Necessários à Educação do Presente: por uma educação transformadora*. Rio de Janeiro: Walk Editora, 2012.

MORIN, E. *Para sair do Século XX*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1986.

_____. *A Cabeça bem Feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. Tradução de Eloá Jacobina. 9ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

_____. *Sociologia – A sociologia do microsocial ao macroplanetário*. Sintra: publicações Europa América, 1998.

_____. *O método*. 1. A Natureza da natureza. Tradução de Elana Heinelberg. 2ª ed. Porto Alegre: Sulina, 2008a.

_____. *Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios*. Maria da conceição e Edgar de Assis Carvalho (orgs.). São Paulo, Cortez, 2002.

_____. *Meu caminho*. Entrevistas com Djéname K. Tager. Tradução de Edgar de Assis Carvalho e Mariza P. Bosco. Rio de Janeiro. Bertrand Brasil, 2010b.

_____. *Introdução ao Pensamento complexo*. Tradução de Elaine Lisboa. 4ª ed. Porto Alegre: Sulina, 2011.

_____. *O método* 5. A Humanidade da Humanidade. 3ª ed. Porto Alegre: Sulina, 2005.

_____. *O método* 3. O conhecimento do conhecimento. Tradução de Juremir Machado da Silva. 4ª ed. Porto Alegre, Sulina, 2008b.

_____. *O Paradigma perdido: a natureza humana*. Sintra publicações América: 1990.

_____. *Os sete saberes necessários à Educação do Futuro*. Tradução de Catarina Eleonora F. da Silva e Jeanne Sawaya. Revisão de Edgar Assis Carvalho. 8ª ed. São Paulo: Cortez. Brasília, DF: UNESCO, 2003a.

_____. *Educar na era planetária: o pensamento complexo como método de aprendizagem pelo erro e incerteza humana*. Elaborado para a Unesco por Edgar Morin, Emílio R. Ciurana, Raul D. Motta. Tradução de Sandra T. Valenzuela. Tradução técnica de Edgar de Assis Carvalho. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2003b.

_____. *Ética, Cultura e Educação*. Pena-Vega; Cleide Almeida e Petraglia (orgs). São Paulo: Cortez, 2001.

_____. Complexidade e ética da solidariedade. In: CASTRO, Gustavo de, et al. (Orgs). *Ensaio de complexidade*. Porto Alegre: Sulina, 1997.

_____. *Ciência com Consciência*. Tradução de Maria D. Alexandre e Maria Alice Sampaio Dória. Ed. modificada pelo autor. 14ª ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2010a.

PARO, V. H. *Educação como exercício do poder: crítica ao senso comum em educação*. São Paulo: Cortez, 2008.

_____. *Administração escolar. À luz dos clássicos da pedagogia*. São Paulo: Xamã editora, 2011.

OLIVEIRA, Clara C. *A Educação como processo auto-organizativo*. Lisboa: Instituto Piaget, 1999.

PELLANDA, N. M.C. *Maturana & a Educação*. Belo Horizonte: Autêntica Editora, 2009.

PETRAGLIA, I. *Edgar Morin: a educação e a complexidade do ser e do saber*. 10ª ed. Revista ampliada. Petrópolis, RJ: Vozes, 2008.

_____. Educação e complexidade – os sete saberes na prática pedagógica In: MORAES, C. M.; ALMEIDA, C. M. (Orgs). *Os Sete Saberes Necessários à Educação do Presente: por uma educação transformadora*. Rio de Janeiro: Wak Editora, 2012.

_____. *Pensamento Complexo e Educação*. São Paulo: Editora Livraria da Física, 2013. (coleção contexto da Ciência).

PRIGOGINE, Ilya. *O fim das Certezas: tempo caos e as leis da natureza*. Tradução de Nelson Leal Ferreira. São Paulo: Editora Unesp, 2011.

PRIMO, A. *Interação mediada por computador: comunicação, cibernética, cognição*. 3ª ed. Porto Alegre: Sulina, 2011.