



**UNIVERSIDADE DO ESTADO DO AMAZONAS**  
**ESCOLA NORMAL SUPERIOR**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO E ENSINO DE CIÊNCIAS**  
**NA AMAZÔNIA**  
**MESTRADO EM ENSINO DE CIÊNCIAS NA AMAZÔNIA**

William Costa da Silva

**COMPLEXIDADE – EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: UMA INTERFACE NECESSÁRIA**

**Manaus – AM**  
**2009**

**WILLIAM COSTA DA SILVA**

**COMPLEXIDADE – EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: UMA INTERFACE NECESSÁRIA**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Amazonas – UEA, na linha de pesquisa de meios e recursos para otimização do Ensino de Ciências na Amazônia, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Orientador: Prof. Dr. Amarildo Gonzaga

**Manaus – AM**

**2009**

**WILLIAM COSTA DA SILVA**

**COMPLEXIDADE – EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: UMA INTERFACE NECESSÁRIA**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Amazonas - UEA, como parte do requisito para a obtenção do título de Mestre em Ensino de Ciências.

Aprovado em \_\_\_\_\_ de \_\_\_\_\_ de 2009.

**BANCA EXAMINADORA**

---

Prof. Dr. Amarildo Menezes Gonzaga – (Orientador)  
Universidade do Estado do Amazonas – UEA

---

Prof. Dr. Manuel do Carmo – (Membro interno do programa)  
Universidade do Estado do Amazonas – UEA

---

Profa. Dra. Ana Cláudia Ribeiro de Souza (membro externo)  
Instituto Federal de Ciência e Tecnologia do Amazonas – IF-AM

---

Profa. Dra. Ierecê Barbosa - (membro interno do programa-suplente)  
Universidade do Estado do Amazonas – UEA

*À minha mãe Maria Helena e meu pai Noel Ferreira por tudo que me ensinaram, fizeram, fazem e representam em minha vida.*

*As minhas duas irmãs, Ellen Cristina e Kellen Cristiane pelo apoio incondicional em todos os momentos.*

*A todos aqueles que acreditam na educação como eu acredito e por ela realizam trabalhos transformadores.*

## **AGRADECIMENTOS**

Pela perspectiva complexa, o final desta jornada se torna apenas um novo recomeço. O início destes agradecimentos poderia se encontrar também no final deste trabalho escrito, pois, o final de um caminho é o início de um novo ciclo e os sujeitos sempre estiveram presentes antes do processo, durante o processo e alguns ainda poderão estar presentes neste novo ciclo que se inicia. Muitas pessoas e até mesmo acontecimentos, contribuíram para o êxito desta pesquisa. Entre tantos sujeitos envolvidos, não poderia deixar de destacar principalmente:

Mais um agradecimento a Deus por ter me abençoado e ter me dado todas as condições antes, durante e depois desta caminhada. Nos momentos que mais precisei de apoio, ele foi um refúgio e uma força. Agradeço por ele ter me concedido inteligência, força e saúde para aprender com esta experiência e poder ajudar as pessoas ensinando um pouco do que sei.

Meus sinceros agradecimentos ao meu orientador professor Dr. Amarildo Gonzaga por seu compromisso assumido comigo quando nem eu mesmo mais acreditava em mim. Ele fez por mim o que poucos orientadores fazem por seus alunos: foi um orientador, foi um pai e foi um amigo ao mesmo tempo. Obrigado por confiar em meu potencial e direcionar a pesquisa nos momentos mais difíceis. Com certeza, sem suas orientações, eu não teria terminado. Nunca esquecerei o seu exemplo e dedicação, pois, sei de todas as dificuldades que lhe causei neste processo. Aprendi muito e por toda minha vida serei eternamente grato em meu pensamento e em minhas ações.

Agradeço a minha família na pessoa de minha mãe Maria Helena, meu pai Noel Ferreira e minhas duas irmãs Ellen Cristina e Kellen Cristiane pela incansável luta do dia a dia em prol dos meus sonhos. Sempre estiveram presentes antes, durante e com certeza ainda estarão ao meu lado depois que todo este caminho se renovar.

Obrigado aos professores e doutores Raimundo Barradas e Ierece Barbosa pelas prestimosas contribuições no período da qualificação.

Obrigado ao professor Dr. José Luiz Pio, Pró-reitor de Pesquisa e Pós-graduação, por viabilizar as comunicações da pesquisa nos eventos realizados fora de nosso Estado.

Obrigado a FAPEAM pelo auxílio financeiro durante a realização da pesquisa. A sua participação foi muito importante por subsidiar todo este processo e ser um exemplo de compromisso com a pesquisa no Estado do Amazonas.

Agradeço também a todos os professores do mestrado, em especial ao professor Dr. Evandro Ghedin pelos debates, as orientações, o exemplo de vida, as repreensões e pela profunda amizade e respeito que lhe estimo. Meus primeiros passos na pesquisa foram sob suas orientações e com ele muito aprendi. Agradeço com carinho ao professor Dr. Fachín Téran por suas prestimosas contribuições no mestrado e nos meus estudos desde a época de graduação. A professora Dra. Irecê Barbosa, a professora Dra. Josefina Khalil, ao professor Dr. Yuri Espósito, ao professor Dr. Marcos Frederico, ao professor Dr. Alberto Marques, ao professor Dr. Roberto Nagem, a professora Dra. Fátima Bigi, a professora Dra. Elizabeth Santos e a professora Dra. Auxiliadora Ruiz. Todos contribuíram de alguma maneira nesta caminhada.

Agradeço de forma carinhosa aos meus irmãos do mestrado. Agradeço ao Whasgthon pela sua amizade, suas análises sensatas e racionais, seu exemplo de dedicação à pesquisa e sua alegria de viver. Um exemplo de como agir nos momentos difíceis. Ao amigo e irmão Josué pela sua inteligência, alegria e companheirismo. Em momentos difíceis esteve ao meu lado sempre com uma mensagem otimista. Apesar da diferença de idade aprendi muito com ele. A Sônia Cláudia, pela amizade, inteligência, pelo carinho, pelos conselhos que me deu em vários momentos difíceis, pelo exemplo de dedicação e perfeccionismo, e por confiar em meus conselhos e em minhas análises. A amiga Rosa, pela sua inteligência, pelo seu carinho, pelo seu exemplo de dedicação, organização e competência. A sua doçura transmite paz e sinceridade a todos. A amiga Darlisângela, pela dedicação aos estudos, pelo seu esforço, inteligência e doçura, sempre com uma palavra amiga de conforto. Aos amigos e amigas, Célia, Inês, Elisangela, Denílson, Marcelo Paranhos, Rosilene, Irlane e Joeliza. Meus companheiros de mestrado. Todos contribuíram de alguma maneira nesta caminhada.

Ao meu amigo Rodrigo Choji por seu companheirismo e amizade nos momentos alegres. Nos momentos difíceis sempre se portou como um irmão. Muito contribuiu para o término desta pesquisa sendo um exemplo do quanto uma amizade pode ser valiosa. Ao meu amigo Irailton pela sua amizade, sua inteligência, pelos debates epistemológicos, com os quais muito aprendi, e por todo os

momentos em que ouviu minhas reflexões, fez suas ponderações e acreditou em minhas análises. Para a amiga Hellen Bezerra pelo carinho, amizade e por suas revisões em alguns de meus textos.

As amigas que chegaram recentemente e já se encontram em meu coração. Obrigado a Maria de Jesus e Karen Suano, secretárias do mestrado, por nunca se negarem a me ajudar e por todo serviço prestado quanto aos trâmites burocráticos da pesquisa ao longo destes anos.

Agradeço a todo os meus professores de graduação por terem iniciado comigo um caminho que influenciou e me direcionou a este momento. Obrigado a todos os funcionários da Escola Normal Superior. A direção, a coordenação aos funcionários da secretaria, da biblioteca, dos serviços gerais e até mesmo aos seguranças.

*É impossível refletir sobre o tempo e sobre o mistério da criação o mundo sem uma dolorosa tomada de consciência dos limites da inteligência humana.*

*A.N.Whitehead*

## RESUMO

Este trabalho de pesquisa teve como objetivo geral demonstrar como se consolida a interface Educação em Ciências-Complexidade, através da adoção de marcos conceituais, de posicionamentos de teóricos e de professores pesquisadores que discutem ambas as questões, através das experiências de ensino e investigação desenvolvidas no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade do Estado do Amazonas. Os objetivos específicos, por sua vez, são: - Caracterizar a perspectiva teórica da complexidade, a partir da obra de Edgar Morin, considerando seus antecedentes históricos, seus princípios e perspectivas metodológicas; - Descrever o panorama histórico e conjuntural da Educação em Ciências evidenciado no Brasil; - Conhecer o que os professores e estudantes do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Amazônia que tiveram experiências com temáticas relacionadas à Complexidade e à Educação em Ciências pensam a respeito da possibilidade de estabelecimento da interface entre ambas; - Criar um meio, e ou recurso didático, para efeito de consolidação da interface Educação em Ciências-Complexidade. Fundamentamos teoricamente esta pesquisa a partir da Teoria da Complexidade de Edgar Morin, procurando relacioná-los com a Educação em Ciências. Comentamos a respeito dos fundamentos que a sustentam, levando em consideração, inclusive, os pontos marcantes do itinerário biográfico do respectivo teórico, assim como os antecedentes históricos, os princípios caracterizadores e as perspectivas metodológicas da respectiva teoria. Estabelecemos uma relação entre Educação em Ciências e a Complexidade. Discorremos a respeito do Ensino de Ciências no Brasil, considerando sua caracterização e respectivas tendências teórico-metodológicas. Por fim, o encerramos comentando a respeito da necessidade da proposição de uma Educação em Ciências que religue os saberes e reforme o pensamento através da possibilidade da proposta de uma educação planetária. O itinerário investigativo que percorremos, sustentou-se teoricamente na perspectiva transdisciplinar proposta por Nicolescu, assim como nos princípios organizadores da complexidade apontados por Morin. Para efeito de legitimação dos elementos norteadores que nos sustentaram teoricamente, fizemos um estudo investigativo do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade do Estado do Amazonas. Para tanto, adotamos os seguintes procedimentos: fizemos um estudo do Projeto Pedagógico do respectivo Programa, entrevistamos docentes e, por conseguinte, estudantes que diretamente discutiram questões relacionadas à temática dessa investigação. Feito isto, analisamos as informações obtidas, procurando fazer a triangulação daquelas, como demonstração de que a dialogicidade e a complementaridade, na condição de princípios norteadores da complexidade, são possíveis de aplicação, para efeito não só de discussão, mas também de consolidação do método, *na* e *para* a legitimação da complexidade.

**Palavras chave:** Complexidade. Educação em Ciências. Novo paradigma.

## RESUMEN

Este trabajo de investigación destinado a demostrar la forma en la interfaz general consolida-Complejidad Ciencias de la Educación, a través de la adopción de marcos conceptuales, las posiciones teóricas de los profesores e investigadores para discutir ambos temas a través de las experiencias de la enseñanza y la investigación llevada a cabo Programa de Maestría Profesional en Ciencias de la Educación de la Universidad del Estado de Amazonas. Los objetivos específicos, a su vez, son los siguientes: - Caracterizar la perspectiva de la complejidad de los trabajos de Edgar Morin, teniendo en cuenta sus antecedentes históricos, sus principios y perspectivas metodológicas - Describir el panorama histórico y económico de la Educación en Ciencias de relieve en Brasil - Conoce a los profesores y estudiantes de la Maestría Profesional en Ciencias de la Educación de la Amazonia que tienen experiencia en cuestiones relacionadas con la complejidad de Educación y Ciencia al pensar en la posibilidad de establecer la interrelación entre ellas - Crear un medio y la enseñanza de recursos o con el propósito de consolidar la interfaz ciencia-Complejidad en la Educación. Establecido teóricamente esta investigación a partir de la Teoría de la Complejidad de Edgar Morin, tratando de relacionarlas con la educación en la ciencia. Comentario sobre el argumento de que la reclamación, teniendo en cuenta, incluyendo los puntos más destacados de la ruta de su biográficos teórico, y los antecedentes históricos, principios y perspectivas metodológicas propias de su teoría. Hemos establecido un vínculo entre la Educación, la Ciencia y la complejidad. Hable acerca de la Enseñanza de la Ciencia en Brasil, teniendo en cuenta su caracterización y sus tendencias teóricas y metodológicas. Por último, el acabado de comentar sobre la necesidad de proponer una Educación en Ciencias en el conocimiento de que la religión y la reforma del pensamiento a través de la posibilidad de que la propuesta de una educación global. El viaje de investigación por venir, en teoría, se argumenta en el punto de vista propuestos por Nicolescu transdisciplinario, así como los principios organizadores de la complejidad señaló Morin. A los efectos de legitimar los elementos orientadores que apoya la teoría, hemos hecho un estudio del Programa de Maestría Profesional en Ciencias de la Educación de la Universidad del Estado de Amazonas. Por lo tanto, hemos adoptado los siguientes: realizamos un estudio del Proyecto del Programa de Educación, se entrevistó con los profesores y, por tanto, los estudiantes que se examinaron cuestiones relacionadas directamente con el tema de esta investigación. Hecho esto, analizamos la información recogida, tratando de hacer la triangulación de estos como prueba de que el diálogo y la complementariedad, siempre que los principios rectores de la complejidad, son posibles para la aplicación, no sólo con el propósito de la discusión, pero el método de consolidación, en y para la legitimidad de la complejidad.

**Palabras clave:** Complejidad. Educación en Ciencias. Nuevo paradigma.

## LISTA DE QUADROS

**QUADRO 1:** Relação de docentes e sua respectiva formação de acordo com o Projeto Pedagógico do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências na Amazônia.....63

**QUADRO 2:** Quadro de disciplinas do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências e acordo com o Projeto Pedagógico do Programa de Pós-Graduação do Mestrado Profissional em Ensino de Ciências na Amazônia.....66

## LISTA DE FIGURAS

**FIGURA 1:** Tetragrama elaborado por Edgar Morin.....51

**FIGURA 2:** Percurso – desenho linear-não-linear elaborado por Amarildo Gonzaga e William Costa da Silva.....103

## SÚMARIO

INTRODUÇÃO.....	14
CAPÍTULO I - A COMPLEXIDADE COMO PERSPECTIVA TEÓRICA.....	18
1.1 Complexidade e Educação em Ciências: a justificativa.....	18
1.2 A teoria da complexidade de Edgar Morin.....	20
1.2.1 Edgar Morin: o caminho de um humanista planetário.....	21
1.2.2 Antecedentes históricos da teoria da complexidade.....	23
1.2.2.1 A quebra do Paradigma da Ciência Moderna.....	23
1.2.3 Princípios legitimadores.....	32
1.2.3.1 Perspectivas metodológicas e complexas.....	32
CAPÍTULO II - COMPLEXIDADE - EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: FUNDAMENTOS.....	39
2.1 A Educação em Ciências na perspectiva da Complexidade.....	39
2.1.1 Do ensino de Ciências à Educação em Ciências no Brasil.....	40
2.1.1.1 Tendências teórico-metodológicas.....	41
2.1.1.2 Educação em Ciências como alternativa de Educação Planetária.....	43
2.1.1.3 A transdisciplinaridade como atitude na Educação em Ciências.....	47
2.1.1.5 A transversalidade como ação na Educação em Ciências.....	54
CAPÍTULO III - COMPLEXIDADE- EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: UM ENSAIO.....	58
3.1 Considerações sobre o Método.....	59
3.2 O percurso.....	60
3.2.1 Sobre o Projeto Pedagógico do Mestrado.....	61
3.2.2 Sobre as disciplinas vinculadas diretamente a esse percurso.....	67
3.2.2.2 A conversa com os professores.....	75
3.2.2.3 A conversa com os estudantes.....	94
UMA ALTERNATIVA PARA UM RECOMEÇO ATRAVÉS DA RECURSIVIDADE.....	102
REFERÊNCIAS.....	105
ANEXOS.....	111

## INTRODUÇÃO

A complexidade faz parte do mundo, mesmo que não a percebamos. Mais do que nunca, faz-se necessária ser refletida para efeito de apontar possibilidades de consolidação da Educação em Ciências como uma perspectiva que se propõe disposta a vislumbrar novas possibilidades e limites da prática pedagógica, em suas múltiplas dimensões em vista de uma contribuição para o exercício de uma proposta por uma cidadania planetária<sup>1</sup>.

Adentramos na necessidade de discussão do imperativo apresentado com mais precisão quando fomos aprovados na seleção do Programa de Mestrado dentro do Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia, da Universidade do Estado do Amazonas. Ainda durante o processo seletivo, entramos em contato com uma obra de Edgar Morin. Em seguida, cursamos a primeira disciplina intitulada *Contribuições da História da Filosofia da*

---

<sup>1</sup> Edgar Morin em sua obra *Terra-pátria* (2005c), explica que a era planetária seria uma evolução, um revolução perceptível na História do homem, dos seres vivos e do próprio planeta Terra ocorrida a partir de 1942.

*Ciência para o Ensino de Ciências*, ministrada pelo professor Dr. Evandro Ghedin que, através da proposta de um artigo científico, levou-nos a ler, discutir e debater a Teoria da Complexidade. Depois vieram as outras disciplinas que também contribuíram, direta e indiretamente, para buscarmos sentido sobre o pensamento complexo, como um paradigma emergente que ganha legitimidade, por meio de novas perspectivas e novas leituras. Buscávamos dar sentido cada vez maior por meio dos debates em sala de aula, procurando estabelecer articulações com os conhecimentos que problematizávamos, para compreensão das dimensões sociais, políticas, econômicas e históricas; dos aspectos subjetivos e objetivos, tudo na tentativa de estabelecer uma tessitura entre as partes e o todo, a partir da dialogicidade.

Cada vez mais ficava evidente para nós que o caminho trilhado sempre se encerrava para um novo recomeço, cada vez mais presente nas novas disciplinas cursadas, nas novas leituras para a construção dos trabalhos e da fundamentação teórica da pesquisa, no momento das discussões durante as orientações, e no próprio processo de análise do nosso objeto de estudo, ou seja, o Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade do Estado do Amazonas.

Percebíamos também, à medida que fazíamos a resignificação de tudo o que experienciávamos, que a possibilidade de se pesquisar a complexidade começou a se consolidar. O que era um ensaio escrito começou a tomar contornos organizacionais, visto que o problema da pesquisa era uma pergunta que surgia e ocultava-se nas disciplinas, ora vagando nas conversas, ora tomando um novo sentido nas indagações.

Assim, na busca de sentido às inquietações que surgiam no nosso percurso, cada vez mais nos convencíamos da possibilidade de uma grande contribuição que a complexidade pode nos proporcionar, para efeito de orientação das nossas reflexões e, quem sabe, apontando possíveis soluções para várias questões que se entrelaçam no âmbito educacional e científico. Não é à toa que a educação e o conhecimento interagem e retrocedem de inúmeras formas, a partir dos inúmeros problemas que se apresentam e, para tentar entendê-los, precisamos centrar-nos naqueles que emergem com mais precisão. Neste sentido, nosso itinerário investigativo partirá do seguinte questionamento: Como é possível consolidar a interface Educação em Ciências-Complexidade, através da adoção de marcos

conceituais, de posicionamentos de teóricos e de professores pesquisadores que discutem ambas as questões, através das experiências de ensino e investigação desenvolvidas no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade do Estado do Amazonas?

Como tentativa de apreensão do respectivo problema, construímos o seguinte objetivo geral: Demonstrar como se consolida a interface Educação em Ciências-Complexidade, através da adoção de marcos conceituais, de posicionamentos de teóricos e de professores pesquisadores que discutem ambas as questões, através das experiências de ensino e investigação desenvolvidas no Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade do Estado do Amazonas.

As questões norteadoras que nos conduziram ao problema a ser investigado são as seguintes: a) Em que incide a perspectiva teórica da complexidade, a partir da obra de Edgar Morin, considerando seus antecedentes históricos, seus princípios e perspectivas metodológicas? b) Que panorama histórico e conjuntural da Educação em Ciências evidencia-se no Brasil? c) O que os professores e estudantes do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Amazônia que tiveram experiências com temáticas relacionadas à Complexidade e à Educação em Ciências pensam a respeito da possibilidade de estabelecimento da interface entre ambas? d) Que meio e ou recurso didático podem ser criados, para efeito de consolidação da interface Educação em Ciências-Complexidade?

Os objetivos específicos, por sua vez, são: - Caracterizar a perspectiva teórica da complexidade, a partir da obra de Edgar Morin, considerando seus antecedentes históricos, seus princípios e perspectivas metodológicas; - Descrever o panorama histórico e conjuntural da Educação em Ciências evidenciado no Brasil; - Conhecer o que os professores e estudantes do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Amazônia que tiveram experiências com temáticas relacionadas à Complexidade e à Educação em Ciências pensam a respeito da possibilidade de estabelecimento da interface entre ambas; - Criar um meio, e ou recurso didático, para efeito de consolidação da interface Educação em Ciências-Complexidade.

O itinerário investigativo que percorremos foi o seguinte:

*A Complexidade como perspectiva teórica* denomina-se capítulo I. Abordamos a respeito dos pressupostos da Teoria da Complexidade de Edgar Morin, procurando relacioná-los com a Educação em Ciências. Comentamos a respeito dos

fundamentos que a sustentam, levando em consideração, inclusive, os pontos marcantes do itinerário biográfico do respectivo teórico, assim como os antecedentes históricos, os princípios caracterizadores e as perspectivas metodológicas da respectiva teoria.

*Complexidade - Educação em Ciências: Fundamentos* intitula-se o capítulo II. Estabelecemos uma relação entre Educação em Ciências e a Complexidade. Discorremos a respeito do Ensino de Ciências no Brasil, considerando sua caracterização e respectivas tendências teórico-metodológicas. Por fim, o encerramos comentando a respeito da necessidade da proposição de uma Educação em Ciências que religue os saberes e reforme o pensamento através da possibilidade da proposta de uma educação planetária.

*A Complexidade – Educação em Ciências: Um ensaio* intitula-se o capítulo III. Apresentamos a consolidação do itinerário investigativo que percorremos, sustentando-nos teoricamente na perspectiva transdisciplinar proposta por Nicolescu (1999), assim como nos princípios organizadores da complexidade apontados por Morin (2003, 2007a). Para efeito de legitimação dos elementos norteadores que nos sustentaram teoricamente, fizemos um estudo investigativo do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Universidade do Estado do Amazonas. Para tanto, adotamos os seguintes procedimentos: fizemos um estudo do Projeto Pedagógico do respectivo Programa; entrevistamos docentes e, por conseguinte, estudantes que diretamente discutiram questões relacionadas à temática dessa investigação. Feito isto, analisamos as informações obtidas, procurando fazer a triangulação daquelas, como demonstração de que a dialogicidade e a complementaridade, na condição de princípios norteadores da complexidade, são possíveis de aplicação, para efeito não só de discussão, mas também de consolidação do método, *na* e *para* a legitimação da complexidade.

Por fim, optamos, para não descaracterizar o próprio percurso, não incluímos as Considerações Finais. Optamos por “Uma alternativa para um recomeço através da recursividade”, cujo momento incide tanto na ênfase dada aos resultados obtidos das análises feitas no capítulo III, quanto na apresentação de um produto, que é um projeto para o IV SECAM (Seminário de Ensino de Ciências na Amazônia), a ser realizado no segundo semestre de 2009, cuja temática enfocará a interface Complexidade e Educação em Ciências.

## CAPÍTULO I

### A COMPLEXIDADE COMO PERSPECTIVA TEÓRICA

*Caminante no hay camino, se hace camino al andar.*

Antonio Machado

Em que incide a perspectiva teórica complexidade, a partir da obra de Edgar Morin, considerando seus antecedentes históricos, seus princípios e perspectivas metodológicas? Neste capítulo, procuramos respostas para a primeira questão norteadora da nossa investigação. Dialogamos com os fundamentos apresentados pelo teórico em pauta, procurando alinhavá-los, na busca de um sentido do nosso propósito. Como resultado desse momento, surgiram as unidades e subunidades a seguir.

#### **1.2 Complexidade e Educação em Ciências: a justificativa**

Pensar a partir da necessidade de consolidação da Educação em Ciências, como um imperativo imprescindível para a obtenção de uma cidadania planetária, nos remete à relação de interdependência que existe entre o conceito de educação e de ciências. Ambos, apesar de possuírem divergências, apresentam aspectos similares, pois se complementam recursiva e dialogicamente. Por outro lado, relacionar Educação em Ciências e Teoria da Complexidade é possível, mas ainda apresenta-se, principalmente, no âmbito acadêmico, como algo que apresenta certa desconfiança, talvez por sua condição inovadora. Decorrente disto é necessário que se lance mão de técnicas e instrumentos imprescindíveis, para efeito de consolidação da tessitura desse alinhavo que colocamos em questão. Através dela, acreditamos que será possível legitimar a Educação em Ciências, tão necessária para a obtenção de uma cidadania planetária.

Que caminhos podem ser trilhados, para legitimar a Educação em Ciências a partir da Teoria da Complexidade? Não existe resposta pronta e acabada para este questionamento, principalmente se levarmos em consideração que os problemas para a legitimação da Educação em Ciências são diversos. Por outro lado, é preciso ter responsabilidade científica para trabalhar com Educação em Ciências, somente assim far-se-á ciência com responsabilidade. A perspectiva complexa, por sua vez, através da dialogicidade, pode ser uma possibilidade, no sentido de vir a contribuir para que a Educação em Ciências se transforme em um terceiro termo incluído<sup>2</sup>, gerando possíveis propostas e subsídios necessários para o exercício da verdadeira cidadania.

Discussões sobre a Complexidade e a Ciência sempre estiveram presentes em várias obras de Edgar Morin (2007a, 2005a, 2005b, 2004b, 2003), podendo transformar-se em assuntos extremamente fecundos, caso procuremos problematizá-las através das práticas pedagógicas dos professores de Ciências, visto que estão centradas no progresso da ciência que, por sua vez, está ligado a consenso e conflitos, cujas decisões tidas como democráticas nem sempre atendem às minorias. Portanto, essa responsabilidade na prática, como fundamento nos processos de formação contínua e continuada de professores, pode possibilitar uma contribuição para a consolidação da sociedade planetária, visto que experienciamos realidades em que predomina a falta de solidariedade, a partir tanto da dificuldade em articulação do conhecimento científico, quanto do próprio entendimento da necessidade de consolidação da própria Educação em Ciências. Desta forma, não pretendemos transformar a relação Complexidade - Educação em Ciências como um dogma, mas enxergá-la como uma possibilidade principalmente porque um age sobre o outro de forma recursiva e interativa.

Ademais, vivemos em uma sociedade fortemente individualizada, cuja prática pedagógica do professor da Educação em Ciências sofre críticas constantes pela sua forma, maneira e resultados atingidos, predominando o dilema de que: “[...]”

---

<sup>2</sup> O terceiro incluído nos é apresentado por Basarab Nicolescu em sua obra *O manifesto da transdisciplinaridade* (1999) ao discutir que a revolução quântica nos trouxe a descoberta da existência de vários níveis de realidade. Ele nos apresenta a lógica transdisciplinar a partir dos princípios da complexidade, dos diferentes níveis de realidade e de percepção, da lógica da contradição e do terceiro termo de uma proposição. O terceiro incluído seria uma lógica complexa proposta por Stéphane Lupasco (1900-1988) multivalente (com três valores) e não contraditória que fica totalmente clara ao se relacioná-la aos níveis de realidade coexistindo num mesmo momento de tempo e gera uma tensão entre os contraditórios que promove uma unidade mais ampla que os inclui conciliando os opostos.

quem educará os educadores, se os próprios educadores, que deveriam educar, não receberam em sua formação o sentido da complexidade do mundo no qual estamos (MORIN, 2003, p. 45)”, ainda é uma tônica. Portanto, o nosso desafio está não no encontro de soluções, mas nos caminhos alternativos, através da possibilidade de divulgação da interface Educação em Ciências-Complexidade, a partir de debates acadêmico-científicos, cursos de formação contínua e continuada de professores e toda e qualquer estratégia capaz de disseminar esta nova forma de “observar” o mundo. Também não podemos deixar de enfatizar o sentido de uma utopia realista, como uma proposta de possibilidades ambivalentes e que deposita confiança na educação (MARTINAZZO, 2004).

Na unidade a seguir, adentraremos mais precisamente nos fundamentos dessa nossa discussão, e discorreremos a respeito da Teoria da Complexidade de Edgar Morin.

## **1.2 A teoria da complexidade de Edgar Morin**

Pensar complexo é entender que a própria complexidade se dá em todas as coisas (matéria) e, principalmente, no pensamento do homem. Abordar a complexidade é, obrigatoriamente, falar de várias teorias e de um dos seus grandes artesões: Edgar Morin. Decorrente de seu posicionamento predispor-se a falar de complexidade é traçar um caminho que aos poucos vai se definindo como incerto, instável, imprevisível e voltado para a intersubjetividade. Portanto, a “objetividade” não deixa de ser apenas o pretexto para o vislumbre da perspectiva de se conhecer pelo erro, pelo ensaio e pela estratégia. Dessa forma, abordar a complexidade é, obrigatoriamente, fazer um ensaio.

Inicialmente, apresentaremos um ensaio pela proposta de uma ótica complexa, una e múltipla de um caminho que iniciamos pela biografia deste autor. Primeiro passo para este “caminhar recursivo” que nos atrevemos a fazer.

### 1.2.1 Edgar Morin: o caminho de um humanista planetário

Discorrer sobre Complexidade implica em estabelecer um paralelo entre aquela e Edgar Morin, adotando os vários caminhos que percorreu, na condição de “alinhavo”. Caso centremos nosso olhar de observador sobre alguns fatos de sua vida, descobriremos que os diversos caminhos que ele percorreu são demonstrações claras de idas e vindas, o que não deixa de evidenciar momentos de desconstrução e reconstrução; ensaio na própria errância. Sua própria história de vida, na verdade, o levou em direção à construção de uma perspectiva de se pensar de forma complexa, construindo, inclusive, uma proposta de método.

David-Salomon Nahum nasceu em 8 de julho de 1921 em Paris – França – sendo filho de Vidal e Luna. Sua família, além de imigrante, era judia e, desde cedo, optou por chamá-lo de Edgar. Sua mãe não podia ter filhos, e Edgar nasceu contrariando os preceitos médicos, o que o fez alimentar um sentimento de culpa durante sua infância e adolescência. Na verdade, isto seria uma fonte de reflexão<sup>3</sup> sobre a contradição vida e morte, alegria e tristeza, esperança e desesperança, inocência e culpa, o que o fez incorporar, em sua existência, o sentido do princípio da incerteza<sup>4</sup>. A falta da mãe o leva a uma criação, feita pela tia, com excesso de cuidados. Tudo isso provocou-lhe angústia existencial pelo vazio e a dor da perda, tornando-o hostil em relação à sua família (PENA-VEJA et all, 2001).

A partir de sua adolescência, a sensibilidade do respectivo teórico foi marcada por problemas sociais e questionamentos antropológicos, passando a ter o primeiro contato com trabalhos e leituras de autores como Balzac (1799-1850), Zola (1840-1902), Romain Rolland (1866-1944), Anatole France (1844-1924), Tolstoi (1828-1910), Dostoievsky (1821-1881), que aumentaram sua compreensão do mundo. Daí

---

<sup>3</sup> A morte da mãe de Edgar Morin o marcou para o resto da sua vida. A morte se tornou um tema presente em algumas de suas obras e representa para ele um despertar da consciência semelhante aquele conhecido por nossa espécie em sua gênese. *Meus Demônios* (1997) é sua autobiografia intelectual. A experiência levando ao conhecimento através das contradições e vice versa. Ele aborda temas como epistemologia, ética e política, entre outros, apontando sua circularidade e suas retroalimentações. A questão não é exorcizar nosso demônios, mas sim compreendê-los e assumi-los procurando novas concepções de homem, de mundo e de conhecimento.

<sup>4</sup> Este princípio, como outros existentes na física quântica são exemplos utilizados pela perspectiva complexa. Neste caso exemplifica o indeterminismo pela restrição de ser impossível medir simultaneamente e com precisão absoluta a posição e a velocidade de uma partícula.

a contribuição da literatura em sua formação, complementada pelo amor ao cinema (PENA-VEJA et all, 2001).

Em sua história de vida, percorreu inúmeros caminhos. Em 1941, aos 20 anos, filiou-se ao Partido Comunista, no qual fez uma trajetória de dez anos. Libertou-se da tutela do pai e foi ser voluntário da Resistência Francesa, entre 1942 e 1944, dividindo-se entre um romantismo revolucionário e o realismo reformista. Finalmente encontra sentido na história, através de reflexões dialéticas pessoais e sociais (PENA-VEJA et all, 2001). Neste período, viveu um conflito de clandestinidade e de dupla identidade, adotando um pseudônimo: Morin - no lugar de Nahum – termo marrano usado para designar os judeus espanhóis, convertidos ao catolicismo, decorrente do medo às perseguições semitas do nazismo. Assim, registra o nome Edgar Morin, que o acompanha atualmente.

Morin transita pela Filosofia, Epistemologia, Geografia, História e Antropologia, desenvolvendo, assim, uma visão transdisciplinar em sua trajetória teórico--investigativa. Abordou ainda o cinema como uma de suas paixões. Trabalhou em revistas, jornais, no CNRS (Centro Nacional de Pesquisa Científica) e no CETSAN (Centro de Estudos Transdisciplinares, Sociologia, Antropologia e História da escola de Altos estudos em Ciências Sociais) (PENA-VEJA et all, 2001).

Publicou, ainda, inúmeros livros durante todo seu caminho, sua vida. Dentre suas inúmeras obras, podem ser destacadas: Autocrítica – 1959, Vidal e os seus – 1989, O Paradigma perdido: a natureza humana – 1973, Ciência com Consciência – 1982, Introdução ao pensamento complexo – 1990, Meus demônios – 1994, bem como, o Método 1- 1977, Método 2 - 1980, Método 3 - 1986, Método 4 -1991, Método 5- 2001, Método 6 -2003, entre outros (datas da publicação original francesa) (PENA-VEJA et all, 2001).

A partir do conhecimento de aspectos da vida do respectivo artesão e sistematizador da Teoria da Complexidade em questão, podemos iniciar uma leitura sobre os caminhos ou os antecedentes históricos que influenciaram o seu pensamento.

## 1.2.2 Antecedentes históricos da teoria da complexidade

Efetivamente, discutir a Complexidade, procurando estabelecer interface com a Educação em Ciências, perpassa a necessidade de se conhecer os antecedentes históricos, os caminhos, as interações/retroações que influenciaram a sistematização da Teoria da Complexidade. Neste sentido, percorreremos um caminho que ainda se encontra em processo de consolidação a partir de questionamentos sobre a quebra de paradigma da ciência moderna, em busca de uma nova forma de pensar e dialogar, abrangendo a incerteza, a transgressão, o uno e o múltiplo.

### 1.2.2.1 A quebra do Paradigma da Ciência Moderna

Utilizamos constantemente os termos *complexo* ou *complexidade* para definir aquilo que não conseguimos entender ou explicar. Agimos desta forma porque nossa educação sempre nos ensinou a separar, a isolar as coisas. Sendo assim, vivemos o tempo todo com nossos paradigmas, que orientam nossa percepção e nossa forma de pensar e agir.

A palavra *paradigma* ganhou destaque a partir de Thomas Kuhn (1922-1996), que mudou por completo a noção que se tinha sobre o progresso científico, ao afirmar que os grandes progressos da ciência não resultam de mecanismos de continuidade, mas sim de mecanismos de ruptura. Anteriormente, pensava-se que a ciência progredia de forma contínua, por melhoramentos consecutivos, que iam sendo adicionados por sucessivos cientistas (KUHN, 1996).

Em *A Estrutura das Revoluções Científicas*, publicado originalmente em 1962, o teórico em questão defendeu que uma ciência que evolui de forma contínua atravessa uma etapa do seu desenvolvimento, em que se considera o que constitui uma Ciência Normal. Durante esse período, o mundo ao qual essa ciência se aplica é visto por todos os seus praticantes a partir de uma mesma perspectiva. A certa altura, alguns dos praticantes dessa ciência começam a descobrir contradições internas, e chegam à conclusão de que a forma de ver o mundo em que essa ciência

se baseia não é a mais adequada. Assim, chega-se à conclusão de que existem diversas formas de ver o mundo. Estas formas foram denominadas, por Kuhn, de paradigmas. Assim, quando alguém descobre um novo paradigma, sobre o qual é possível basear o desenvolvimento de uma ciência, pode-se dizer que houve uma Revolução Científica. Por fim, se não existem paradigmas, o que existe são ciências imaturas, que nem mesmo podem ser consideradas ciências (KUHN, 1996).

Para ele, a ciência evolui por etapas, que em um momento pode ser de uma evolução normal, e em outro momento pode ser de uma ruptura revolucionária que pode contribuir para o progresso da ciência. A essas ciências, que rompem com os paradigmas, Kuhn as chamou de Ciências Revolucionárias (KUHN, 1996).

O conceito de paradigma tornou-se muito popular a partir das propostas de Kuhn, lançando uma poderosa interrogação sobre a atividade científica, os procedimentos intelectuais e institucionais, as características de sucesso e de crise, bem como operou um destaque à matriz histórica na compreensão de tais processos e fenômenos.

A partir desta explicação inicial, podemos dizer que a principal discussão sobre quebra de paradigmas se configura entre o que se denomina paradigma da Ciência Moderna e o novo paradigma. O paradigma tradicional da ciência se configura em diversos pressupostos epistemológicos, que surgiram a partir de várias descobertas científicas, presentes na ciência clássica e moderna, e desenvolvidos na Idade Moderna, a partir do século XVII, gerando um conhecimento determinista, compartimentado e disciplinarizado.

De acordo com Vasconcellos (2005), as três dimensões do paradigma da Ciência Moderna são: o pressuposto da simplicidade, o pressuposto da estabilidade do mundo e o pressuposto da objetividade. O pressuposto da simplicidade seria a crença em que é preciso separar as partes para entender o todo decorrendo disto, entre outras coisas, a atitude de análise e a busca de relações causais lineares. O pressuposto da estabilidade do mundo seria a crença de que o mundo é estável levando aos conceitos como determinação (previsibilidade dos fenômenos) e reversibilidade (controlabilidade dos fenômenos). O pressuposto da objetividade seria a crença de que é possível conhecer objetivamente o mundo tal qual ele é na realidade, e a exigência da objetividade como critério de cientificidade (VASCONCELLOS, 2005).

Vasconcelos (2005) afirma, ainda, que em relação às três dimensões, as Ciências Físicas adotaram, sem problemas, os três pressupostos epistemológicos. As Ciências Biológicas tiveram dificuldades em adotar os pressupostos de simplicidade e de estabilidade, mas especialmente o da estabilidade. E as Ciências Humanas tiveram dificuldades em adotar os três pressupostos, mas de modo muito especial o da objetividade.

A partir destes pressupostos, podemos destacar que muitas personagens influenciaram o paradigma da Ciência Moderna como Bacon (1561-1626) e seu método indutivo; Galileu (1564-1642) e seu método experimental; Descartes (1596-1650) e o seu método (duvido-cogito); Newton (1642-1727) com sua Física empírica que gerou um novo modelo de ciência em que as partes podem explicar o todo; e Comte com seu positivismo e sua análise dos três estágios (teológica, metafísica e positiva), como último exemplo, entre outros.

Os modelos de cientificidade disponíveis no paradigma da Ciência Moderna levaram às inúmeras dificuldades a respeito de como estes modelos poderiam ser trabalhados pelos cientistas. Muitas ciências acabaram sendo consideradas atrasadas em relação às demais por não se valerem apenas do empírico e do quantitativo. Neste sentido, as Ciências Humanas resgatam a convicção de que o ser humano não é um objeto simples, estático e que pode ser tratado com objetividade. Assim, começa a ruptura entre as Ciências da Natureza e as Ciências Humanas.

Em relação à trajetória do próprio termo *complexidade*, não podemos deixar de dizer que ela tem origem no latim *complectere* que significa religar, rejuntar, tecido em conjunto. Este termo já foi abordado por autores como Gaston Bachelar (1884-1962), Shannon (1916-2001) e Warren (1898-1969), dentre outros. Porém, a questão da Complexidade ainda está marginal no pensamento científico e, ausente, por exemplo, nos grandes debates epistemológicos anglo-saxões entre Popper (1902-1994), Khun (1922-1996), Lakatos (1922-1974), Feyerabend (1924-1994), Hanson (1963-1967), etc (MORIN, 2007a). Por outro lado, o primeiro grande texto sobre a Complexidade foi de Warren Weaver, co-autor do livro *Teoria Matemática da Organização*. No séc. XIX, ele afirmava ser o século da Complexidade Desorganizada, e que posteriormente iria dar lugar ao século da Complexidade Organizada.

A Complexidade foi tratada por grandes filósofos, mas não apareceu nos debates epistemológicos, com exceção do proposto por Gaston Bachelar (1884-1962), que a considerou um problema fundamental, mas não chegou a teorizar com profundidade a respeito daquela. Por outro lado, a Complexidade apareceu em uma linha marginal entre a Cibernética e a Teoria dos Sistemas e, precisa ser entendida pelo conhecimento multidimensional, que comporta, em seu interior, um princípio de incompletude e incerteza (MORIN, 2007a).

O novo paradigma da ciência em questão surgiu no século XX, especialmente em sua segunda metade, trazendo, a partir dos grandes avanços científicos, uma nova forma de percepção dos fenômenos e do próprio conhecimento, diferindo, em muito, do paradigma moderno (SANTOS, 2006).

As novas descobertas legitimaram a oportunidade de se pensar de forma sistêmica que, por sua vez, seria um vislumbre da perspectiva complexa. Muitos teóricos deram suas contribuições. Capra (2006) discorre a respeito de várias teorias para afirmar que tudo está interligado de forma sistêmica, o que contribui para o desenvolvimento de uma forma de percepção sistêmica. Não podemos deixar de destacar, a princípio, dois teóricos que, direta ou indiretamente, deram suas contribuições no desenvolvimento de um pensamento processual: Alexander Bogdanov (1873-1928) que, nas primeiras décadas do século XX, com a sua teoria da tectologia<sup>5</sup>, tentou sistematizar os princípios de organização que operam em sistemas vivos e não-vivos; Ludwig Bertalanffy (1901-1972), através da com teoria geral dos sistemas<sup>6</sup>, no início da década de 30, define os conceitos e princípios sistêmicos, argumentando como podem ser aplicados a partir de sistemas abertos e

---

<sup>5</sup> Bogdanov inventou a *tectologia* - ciência das estruturas - e descobriu que sistemas abertos que se afastam de equilíbrio e pela regulação e autoregulação, representam uma transição organizacional para um novo estado de equilíbrio.

<sup>6</sup> Bertalanffy tornou o pensamento sistêmico um movimento científico de primeira grandeza que levaria a aplicações em engenharia de sistemas, análises de sistemas, dinâmicas de sistemas, etc. Em sua visão, quando um sistema físico fica isolado ou “fechado” se encaminhará espontaneamente em direção a uma desordem sempre crescente - entropia, processos irreversíveis ou uma “seta do tempo” na ciência. A teoria de sistemas afirma que estes são abertos e sofrem interações com o ambiente onde estão inseridos. A interação gera realimentações que podem ser positivas ou negativas, criando assim uma auto regulação regenerativa, que por sua vez cria novas propriedades que podem ser benéficas ou maléficas para o todo independente das partes. Ele acreditava que uma vez que sistemas vivos abram uma faixa tão ampla de fenômenos, a teoria geral dos sistemas oferecerá um arcabouço geral para unificar as várias disciplinas científicas que se tornaram isoladas e fragmentadas.

afastados de equilíbrio (fluxo e mudanças contínuos), em muitos diferentes campos de estudo (CAPRA, 2006).

O que todas estas teorias que contribuíram para a formação do pensamento sistêmico não perceberam foi a intrínseca relação existente entre o pensamento sistêmico e os futuros pressupostos da Teoria da Complexidade. Na verdade, todas as áreas do conhecimento podem proporcionar contribuições em menor ou maior grau, para efeito de entendimento do que venha a ser a complexidade.

Prosseguindo, referente à trajetória histórica das descobertas científicas, também podemos destacar as contribuições da Cibernética e das Teorias da Informação, na década de 50 e 60. Durante a II Guerra Mundial, diversos matemáticos, neurocientistas, cientistas sociais e engenheiros desenvolveram um poderoso movimento intelectual. Norbert Wiener (1894-1964), Jhon Von Neumann (1903-1957), Claude Shannon (1916-2001) e Warren McCulloch (1898-1969), dentre outros. Posteriormente, diversos teóricos em áreas distintas contribuíram com suas pesquisas (CAPRA, 2006).

Desta forma, faz-se necessário relembrar a contribuição da Teoria da Informação da Cibernética para a perspectiva da teoria dos sistemas.

A Teoria Cibernética desenvolveu uma abordagem unificada de problemas de comunicação e de controle. Decorrente disso, surgiu idéias de retroação (*feedbacks*)<sup>7</sup> e circularidade. Desta forma, o conceito de ciclos retroativos não mais se adequava com o princípio de causalidade linear e, conseqüentemente, nos traz a idéia de círculo causal. Os dois aspectos dentro da Cibernética seriam o regulador, denominado *feedback* negativo, que impede que os desvios destruam os sistemas; e outro potencialmente destruidor, chamado de *feedback* positivo, que seria quando um sistema em vez de se desgovernar se transforma.

---

<sup>7</sup> A Teoria da Cibernética de Norbert Wiener é responsável pelo conceito de retroação (*feedback*) e circularidade. A idéia de ciclos retroativos rompe o princípio da causalidade linear e introduz a idéia de círculo causal, demonstrando a existência de interações mútuas entre causa e efeito, que se estende para todos os fenômenos naturais, sociais e biológicos, isto é, "A" age sobre "B" e "B" age, em retorno, sobre "A". A causa age sobre o efeito e o efeito sobre a causa. Essa recursividade tem dois aspectos: um regulador, denominado *feedback* negativo, que impede que os desvios destruam os sistemas; e outro amplificador, chamado de *feedback* positivo, que os fazem evoluir. Os sistemas complexos são movidos por *feedbacks* positivos e negativos que são respectivamente, processos nos quais um desvio ou instabilidade é ampliado ou reforçado, resultando no prolongamento da instabilidade e da desordem. No negativo, acontecem processos nos quais os desvios ou instabilidades são reduzidos ou constringidos, resultando no prolongamento da estabilidade e da ordem. Os processos de *feedbacks* são responsáveis pela instabilidade, não linearidade e da súbita emergência de novas formas de ordem, típicas da auto-organização, que ocorrem nos sistemas complexos, adaptativos ou não.

A Teoria da Informação é um instrumento que lida com a questão de como obter uma mensagem, codificada como um sinal, capaz de lidar com a incerteza, com o inesperado. De um ruído pode-se extrair algo de novo e, muitas vezes, surpreendente. É um mundo onde existem, simultaneamente, a ordem (a redundância), a desordem (o bruto), e o surgir de algo novo (a informação).

A Teoria dos Sistemas afirma que o todo é maior que a soma de suas partes. Dentre os critérios para resumir o pensamento sistêmico ou a linha do pensamento contextual, podemos dizer que o primeiro critério e o mais geral é a mudança das partes para o todo - sistemas vivos como totalidades integradas. O segundo critério, por sua vez, incide na sua capacidade de deslocar a própria atenção de um lado para o outro - diferentes níveis, sistemas dentro de sistemas, propriedades diferentes. O que vale no pensamento sistêmico não é o objeto, mas suas relações em seu contexto (CAPRA, 2006). Estes critérios, somados a outras descobertas, seriam grandes avanços, que contribuiriam na tentativa de Morin de sistematizar a Complexidade.

A Física Quântica também trouxe um novo olhar sobre novas perspectivas, questionamentos, relações, interações, transgressões e desordens para a Ciência Moderna. Na década de 20, a Teoria Quântica mostrou-nos que existem níveis subatômicos e interconexões, em que o todo é quem determina o comportamento das partes, enquanto que na Mecânica Clássica é as propriedades e o comportamento das partes que determinam o todo. As descobertas científicas, no começo do século XX, trilharam caminhos que originaram muitas teorias, como, por exemplo, a Teoria do Caos<sup>8</sup>, o Efeito Borboleta<sup>9</sup>, o Princípio da Incerteza<sup>10</sup>, a

---

<sup>8</sup> Na década de 1960, o meteorologista americano Edward Lorenz descobriu que fenômenos aparentemente simples têm um comportamento tão caótico quanto a vida. A teoria do caos é uma das leis mais importantes do Universo, estando presente na essência de quase tudo o que nos cerca. A essência da teoria do caos é que uma mudança muito pequena nas condições iniciais de uma situação leva a efeitos imprevisíveis e, as equações que explicam o comportamento de eventos imprevisíveis dão origem a gráficos conhecidos como fractais, figuras de geometria maluca e detalhes infinitos.

<sup>9</sup> O efeito borboleta aparece na década de 60 pelo meteorologista Edward Lorenz. Ele descobriu que o efeito borboleta na teoria do caos seria as “mudanças diminutas no estado inicial do sistema” que levarão ao longo do tempo a conseqüências em grande escala, ou seja, ele constatou que as soluções de suas equações eram extremamente sensíveis às condições iniciais e isto provocaria a impossibilidade de qualquer previsão em longo prazo, podendo levar a situações caóticas.

<sup>10</sup> Werner Karl Heisenberg (1901-1976) propôs um enunciado da mecânica impondo restrições à precisão com que se podem efetuar medidas simultâneas de uma classe de pares de observáveis. Segundo este físico é impossível medir simultaneamente e com precisão absoluta a posição e a velocidade de uma partícula, isto é, a determinação conjunta do momento e posição de uma partícula, necessariamente, contém erros não menores que a constante de Planck. Este princípio,

Geometria Fractal<sup>11</sup>, que ajudaram a mostrar caminhos diversos que conduzem ao “desafio da complexidade” (GLEICK, 1989; GLEISER, 2002).

A Física Quântica e suas descobertas nos levaram a descobrir outros níveis de realidade. Max Planck (1858-1947) introduziu a noção de descontinuidade no campo da Física, no qual a energia tem uma estrutura discreta e descontínua denominada *quantum*. Os fundadores da Física Quântica – Bohr (1885-1962), Einstein (1879-1955), Heinsnberg (1901- 1976), Dirac (1902-1984), Schrodiger (1887-1961), entre outros, estavam conscientes do desafio cultural e social de suas descobertas, avançando com grande prudência e enfrentando grandes polêmicas (NICOLESCU, 1999).

A Física Quântica também aboliu a causalidade da Física Clássica a partir do Teorema de Bell<sup>12</sup>, que inseriu o conceito da *não separabilidade das coisas*. No mundo quântico, as entidades continuam a interagir, mesmo quando se afastam umas das outras, ou seja, existe um fator de interação sempre presente e nunca redutível às propriedades dos diferentes indivíduos (NICOLESCU, 1999).

Heinsenberg (1901- 1976), também, contribuiu muito com a discussão que apresenta sobre o princípio da incerteza ao afirmar que não era possível localizar um *quantum* em um ponto preciso do espaço e um ponto preciso do tempo. O fato de não ser possível traçar uma trajetória bem determinada de uma partícula quântica comprova o *indeterminismo*, que não significa acaso ou imprecisão, mas um aleatório quântico construtivo, fundamental. Assim, o maior impacto desta revolução teórica foi colocar em questão o dogma filosófico contemporâneo da existência de um único nível de realidade. Contudo, isso não impede que o mundo da Física Clássica e o mundo da Física Quântica coexistam.

Por fim, reafirmamos a opção por abordar poucas teorias, para registrar o

---

como outros existentes na física quântica são muito exemplos utilizados pela perspectiva complexa.

<sup>11</sup> O francês Benoit Mandelbroit, forneceu uma linguagem matemática para escrever uma estrutura em escala fina dos atratores caóticos, que nos permitiria a descrever e analisar a complexidade das formas irregulares no mundo natural que nos cerca. A propriedade mais notável dessas formas (fractais) é que seus padrões característicos são repetidamente encontrados em escala descendente de modo que suas partes, em qualquer escala, são, na forma semelhante ao todo.

<sup>12</sup> O teorema de Bell consiste em uma classe de desigualdades e foi desenvolvido pelo físico teórico John Bell. Estabelece uma distinção absoluta entre a mecânica quântica e a mecânica clássica, ou seja, não existe regime de variáveis ocultas locais que reproduzam todos os resultados da mecânica quântica. O fenômeno do entrelaçamento quântico que esta por trás da violação da desigualdade de Bell é um dos elementos da física quântica que não pode ser representado em qualquer outra visão clássica da física.

impacto destas propostas, porém, não poderíamos deixar de destacar duas últimas teorias. A primeira seria a Autopoiese, palavra criada por Humberto Maturana e Francisco Varela que quer dizer autocriação – *auto* significa a si mesmo e *poiese* criação, construção. A teoria da autopoiese divulgada em 1970 seria a organização comum a todos os sistemas vivos. Trata-se de uma rede de processos de produção, nos quais a função de cada componente consiste em participar da produção ou da transformação de outros componentes da rede. Desse modo, toda rede, continuamente “produz a si mesma”. Ela é produzida pelos seus componentes e por sua vez produz esses componentes “num sistema vivo”. O produto de sua operação é sua própria organização (MATURANA 2000, 2001a, 2001b, 2005; MATURANA e VARELA, 2001).

A segunda teoria a ser destacada seria a das estruturas dissipativas de Ilya Prigogine, que foi a primeira ou talvez a mais significativa descrição detalhada de sistemas auto-organizadores. Prigogine desenvolve uma nova termodinâmica não-linear para descrever o fenômeno da auto-organização em sistemas afastados do equilíbrio introduzindo a noção de “estruturas dissipadas” que nos aponta uma mudança radical nesta concepção ao mostrar que nos sistemas abertos a dissipação torna-se uma fonte de ordem. Para ele, as estruturas dissipadas se mantêm num estado estável afastado de equilíbrio e pode também evoluir. A grande contribuição de Prigogine diante deste fenômeno notável é que nos mostrou que embora as estruturas dissipadas recebam sua energia do exterior, as instabilidades e os saltos para novas formas de organização são resultados de flutuação amplificadas por laços de realimentação positivos. Desse modo, a amplificação da realimentação que gera um “aumento dissipado” e que sempre foi olhada como destrutiva na Cibernética, aparece como uma nova ordem e complexidade na teoria das estruturas dissipativas (CAPRA, 1996).

Desta forma, após esta rápida retrospectiva dizemos que o pensamento complexo deve ser diferenciado do caos e do determinismo, por ser um conceito mais rico. Ao mesmo tempo em que não significa somente desordem ajustável, também não quer dizer fenômenos determinados por estudos científicos. Morin (2003) comenta que o pensamento complexo está em termos filosóficos. A ordem no pensamento complexo inclui constância, regularidade, repetição e se torna produtiva. A ordem não é absoluta, mas relacional e relativa, dependendo de suas condições de surgimento, existência e se reproduzirá incessantemente: A

“complexidade é um fenômeno não simplificável e traduz uma incerteza que não se pode erradicar no próprio seio da cientificidade.” (MORIN, 2003, p.48). Decorrente disso, aquela, por sua vez, afeta nossos sistemas lógicos e nos obriga a redefinir o papel da Epistemologia.

Decorrente do exposto, apresentamos os antecedentes históricos, demonstrando que a Complexidade, como perspectiva teórica, é um caminho que se iniciou e está em constante construção, apesar dos inúmeros desafios, a partir de varias áreas da ciência que buscam uma formalização científica da Complexidade como a Biologia, a Química, a Física Quântica, a Matemática, a Microbiologia, a Cibernética, Ecologia etc. Por isso, percebemos que existem várias vertentes de perspectivas complexas diferentes a partir de várias teorias, o que poderíamos denominar de *Ciências da Complexidade*, porém, entendemos que elas se complementam e por isso a nossa ênfase é a proposta sistematizada por Morin. Assim, em função da necessidade de problematizá-la ainda mais, apresentaremos alguns dos princípios que a legitimam, na subunidade a seguir.

### **1.2.3 Princípios legitimadores**

Antes de avançarmos nessa discussão, é necessário deixar claro que o autor afirma que a complexidade está no mundo, em todas as coisas e, por conseguinte, pode ou não refletir na forma como observamos o mundo. Destaca que precisamos também atentar para não nos equivocarmos com mal-entendidos em relação à forma de tratá-la como receita. É preciso sim, tratá-la como um desafio, como completude, e não como a incompletude do conhecimento (MORIN, 2007).

Edgar Morin foi o grande artesão desta tessitura. Não foi o primeiro a tratar da palavra complexidade, mas foi aquele que deu a ela o sentido de juntar e religar os conhecimentos que estão disciplinarizados pelas ciências, a partir de um pensamento simplificador. Considerando esse aspecto, trataremos, a seguir, de duas perspectivas uniduais apresentadas por ele: as complexas e as metodológicas.

#### **1.2.3.1 Perspectivas metodológicas e complexas em Edgar Morin**

Morin escreveu várias obras intituladas “O Método”, no sentido de elaborar instrumentos de conhecimento que permitam abordar a complexidade. Ele não inventou, e sim desenvolveu e agrupou teorias. Daí afirmar que seu conhecimento é transdisciplinar. Este autor nos apresenta os seus Métodos como uma nova proposta paradigmática que propõe um colapso da estrutura de idéias em nosso pensamento cartesiano (MORIN, 2005d, 2005e, 2005f, 2005g, 2005h, 2008).

Em primeiro lugar, enfatizamos que a única certeza contida por ele é negativa: a de que é impossível encerrar o real em algum sistema de pensamento e de classificação. Sua obra é uma busca por um Método a partir de várias dimensões do conjunto, mas que possuem cada uma sua autonomia e dependência. As obras transitam por temas maiores como *A Natureza da Natureza*<sup>13</sup>, *A vida da vida*<sup>14</sup>, *O Conhecimento do Conhecimento*<sup>15</sup>, *As Idéias*<sup>16</sup>, *a Humanidade da Humanidade*<sup>17</sup> e *A Ética*<sup>18</sup>. Estes, por sua vez, se dividem e ao mesmo tempo se misturam formando um verdadeiro conjunto, cujas reflexões são embasadas por teorias científicas e filosóficas, procurando ir além destas para não transformá-las em base, mas em transformação de conhecimentos. As obras propõem uma viagem em busca do que seja o pensamento complexo (MORIN, 2003, 2005e, 2007a).

Apresentaremos primeiramente a compreensão do teórico em debate sobre o que seria o pensamento complexo. Partimos do princípio de que a busca por um Método é uma viagem que busca um modo de pensar, respeitando o real pelo seu

---

<sup>13</sup> O Método 1: publicado em 1977, onde o autor discute a relação complexa entre a ciência do homem e a ciência da natureza, introduzindo a epistemologia da complexidade.

<sup>14</sup> O Método 2: publicado em 1980, onde o autor questiona a vida antes do surgimento do homem, seu papel auto-organizador e agente produtor e produto de sua espécie.

<sup>15</sup> O Método 3: publicado em 1986, aponta a necessidade de religar as ciências físicas, humanas e biológicas para superar a fragmentação e o reducionismo.

<sup>16</sup> O Método 4: publicado em 1991, estuda as idéias a partir de três aspectos fundamentais: a) a ecologia das idéias com suas influências culturais e sociais; b) a noosfera, que se explica pela relação de autonomia e dependência da vida do pensamento; c) a noologia, que discute a idéia em sua relação complexa com a lógica e a linguagem.

<sup>17</sup> O Método 5: publicado em 2001, trata da síntese da vida, abordando todos os temas das obras e o destino da humanidade, uma crise planetária, a fragmentação do conhecimento das ciências humanas e a própria reforma do pensamento.

<sup>18</sup> O Método 6: publicado em 2004, através do qual o teórico em questão trata da ética do pensamento para, em seguida, relacionar ética, ciência e política. Apresenta a auto-ética e a sócio-ética onde a complexidade do mal separa, e a complexidade do bem religa.

caráter multidimensional, as suas riquezas e os seus mistérios sem deixar de atentar para as determinações sobre este modo de pensar que são oriundas do cérebro, da cultura, da sociedade, da história e que sempre vão co-determinar o objeto de conhecimento. Isto seria pela concepção deste autor o pensar complexo (MORIN, 2003, 2005e, 2007a).

O respectivo pensamento complexo propõe um caminho (método) com certas estratégias para aproximação da realidade, inventando e criando os princípios do próprio método - é uma ferramenta geradora de suas próprias estratégias. O Método é simultaneamente o programa e a estratégia do sujeito, porém, existe uma oposição entre ambos. O programa é organização, repetição sem improviso, quase sem risco. A estratégia é aberta, tira proveito dos erros, inova, reflete. O Programa constitui uma organização predeterminada da ação e necessita de condições estáveis para sua execução. A estratégia encontra recursos, desvios, evolui, improvisa – reflexão. O Método é um ensaio da estratégia e ao mesmo tempo a aprendizagem que nos permite conhecer o conhecimento. O Método é uma viagem que se inicia com a busca do método (MORIN, 2003, 2007a).

O pensamento complexo engloba também a experiência do ensaio. A expressão escrita é que dá o sentido e o valor ao ensaio como forma moderna de pensar. O sujeito deve partir do ensaio como uma atividade pensante de reflexão para desenvolver estratégias cognitivas. Desta forma, para compreender a complexidade humana e o devir do mundo, requer-se um pensar que transcenda a ordem dos saberes constituídos e a trivialidade do discurso acadêmico (MORIN, 2003). A complexidade da teoria somente se preserva às custas da recriação intelectual permanente - senão se simplifica. Na perspectiva complexa, a teoria não é nada sem o método, eles são componentes indispensáveis do conhecimento complexo. Assim, a relação teoria e método é recursiva. “O método, gerado pela teoria, regenera a própria teoria” (MORIN, 2003, p.24). O autor afirma que a teoria não é o conhecimento, ela permite o conhecimento; ela não é uma chegada, e sim sua possibilidade. A teoria, na perspectiva complexa, é composta de traços permanentes; e o método precisa de estratégias, iniciativa, invenção, arte.

Na perspectiva do pensamento complexo, ao se buscar o conhecimento por uma nova forma de pensar, conforme Morin, não devemos esquecer da importância da errância e do erro – caminho pelo erro - como uma visão diferente da verdade. O maior erro seria subestimar o próprio erro, pois o erro é fecundo, visto que pode se

transformar em “verdade” pelo seu processo de utilização para favorecer a diversidade e possibilidade de evolução pela vida (MORIN, 2003, 2007a). A idéia de se possuir uma verdade torna o homem insensível aos erros: “A idéia de verdade é a maior fonte de erro imaginável; o erro fundamental reside na apropriação monopolista da verdade” (MORIN, 2003, p.27). Sendo assim, a verdade não é inalterável, mas frágil (metaverdade). O erro transforma a verdade, mas não a destrói. A verdade é uma busca sem fim pelo ensaio e o erro, pelo vagar e pela itinerância. Para Morin, as teorias mais bem fundamentadas são aquelas que se baseiam em antierros - verdades que constituem antierros (MORIN, 2003, 2007a).

Morin afirma que o Método é importante e deve se tornar vital para nós a partir de todas estas reflexões anteriores e a partir de momentos como:

- quando há, necessária e ativamente, reconhecimento e presença de um sujeito procurante, conhecente, pensante;
- quando a experiência não é uma fonte clara, não equívoca do conhecimento;
- quando se sabe que o conhecimento não é acumulação dos dados ou informações, mas sua organização;
- quando a lógica perde seu valor perfeito e absoluto;
- quando a sociedade e a cultura permitem duvidar da ciência em vez de fundar o tabu da crença;
- quando se sabe que a teoria é sempre aberta e inacabada;
- quando se sabe que a teoria necessita da crítica da teoria e a teoria da crítica;
- quando há incerteza e tensão no conhecimento;
- quando o conhecimento revela e faz renascer ignorâncias e interrogações (MORIN, 2007a, p. 338-339).

Desta forma, percebemos que a busca por um Método está contida em nosso ser mesmo que não a percebamos, mas ao mesmo tempo se encontra muito distante de nós, quando não questionamos as verdades existentes em relação ao nosso conhecimento (MORIN, 2007a).

A partir do exposto sobre a concepção do que seja o Método, apresentamos os princípios que são trabalhados pelo teórico em questão, para se tentar abordar o desafio da complexidade e que precisam ser abordados de forma una e múltipla (MORIN, 2003, 2007a). Estes princípios ou operadores cognitivos seriam:

a) O Princípio Dialógico é um caminho que nos permite manter duas lógicas, dois princípios, unidos sem que a dualidade se perca nesta unidade. Pode ser

definido como a associação complexa de instâncias necessárias ao funcionamento, existência e no desenvolvimento de um fenômeno organizado. O princípio ajuda a pensar lógicas que se complementam e se excluem. Uma dualidade no interior da unidade associando dois termos (princípios, conceitos) simultaneamente complementares e antagônicos, que são indissociáveis e indispensáveis para a compreensão da mesma realidade. Como exemplo, temos as palavras ordem e desordem que são termos antagônicos, ou seja, um suprime o outro, mas ao mesmo tempo, em certos casos, colaboram e produzem organização e complexidade (MORIN, 2003, 2005d, 2007a).

b) O Princípio da Recursividade é um princípio de organização em que o processo vai além da retroatividade, ou seja, é um processo cujos produtos são necessários para a própria produção do processo (efeitos são causadores/produtores simultaneamente). Seria uma dinâmica - autoprodutiva e auto-organizacional (estados finais são necessários para gerar estados iniciais). Um exemplo seria a sociedade, que é produzida pelas interações entre os indivíduos e, uma vez produzida, retroage sobre os indivíduos e os produz. Esta idéia rompe com a idéia linear de causa / efeito, de produto / produtor, uma vez que tudo que é gerado volta, sobretudo o que o gerou, como se fosse um ciclo autogerador e auto-organizador (MORIN, 2003, 2005d, 2005e, 2007a).

c) O Princípio Hologramático é inspirado no holograma. Destaca que o ponto menor da imagem de um holograma contém a quase totalidade da informação do objeto que ele representa. Neste sentido, não apenas a parte está no todo, mas o todo está na parte. Desta forma, cada célula é uma parte de um todo – o organismo – porém, também o todo está na parte através do patrimônio genético, que está presente em cada célula individual. Outro exemplo seria a sociedade, da qual o indivíduo é uma parte, que está presente em cada indivíduo enquanto todo, através de sua linguagem, de sua cultura, de suas normas. Assim como no holograma, cada parte da sociedade contém a totalidade da informação do sujeito representado. (a sociedade está no homem por meio da linguagem, da cultura, regras e normas, etc.). A unidade no homem é o todo enquanto complexidade (MORIN, 2003, 2005c, 2005d, 2007a, 2008).

d) O princípio sistêmico ou organizacional - permite religar o conhecimento das partes com o conhecimento do todo e vice-versa. O todo é “mais que” e “menos que” a soma das partes. Este “mais que” designa as emergências - fenômenos

qualitativamente novos - como produto da disposição das partes (organização) no seio da unidade sistêmica. O “menos que” são qualidades inibidas, restringidas por efeito de retroação organizacional do todo sobre as partes (MORIN, 2003, 2005e, 2005d, 2007a, 2008).

e) O princípio da retroatividade - a causa age sobre o efeito, e o efeito retroage informacionalmente sobre a causa, permitindo a autonomia organizacional do sistema (rompimento da causalidade linear). Retroações negativas – estabilizam o sistema. Retroações positivas – são rupturas, desvio, ampliação da tendência, situação.

f) O princípio da autonomia/dependência – introduz a idéia do processo auto-eco-organizacional. O processo biológico necessita da energia e de informação do meio (organismo + ecossistema + informação cultural), que gera múltiplas dependências para construir nossa organização autônoma (MORIN, 2003, 2005e, 2007a, 2008).

g) O princípio de reintrodução do sujeito cognoscente em todo conhecimento –significa reintroduzir o papel do sujeito observador/conceituador/estrategista no conhecimento, organização –observador/estrategista. O sujeito constrói a realidade por meio dos princípios mencionados. O conhecimento não é acúmulo de dados, e sim sua organização a partir de uma construção sempre incerta, pois, além do sujeito está inserido na realidade que pretende conhecer, não existe ponto de vista absoluto - existe a objetividade (MORIN, 2003, 2005f, 2008).

Todos estes princípios estão interligados a muitos outros de forma recursiva, dialógica, hologramática e circular. Constituem, ainda, uma incerteza e foram refletidos dentro de sua pesquisa sobre o Método, pois o autor posiciona-se contra o princípio das abordagens disciplinares dos diferentes saberes e da especialização do conhecimento, propondo a navegação num oceano de incertezas e de verdades provisórias (MORIN, 2007a; MARTINAZZO, 2004). Por isso, na consolidação da complexidade, são propostos os seguintes seis eixos estratégico-diretrizes que precisam dos princípios geradores e estratégicos do método já citados anteriormente, que são:

**1 Eixo estratégico–diretriz conservador/revolucionante.** Perceber e gerar ações antagônicas e complementares. Fortalecer a sobrevivência da

humanidade e promover ações revolucionárias para o progresso humanidade-aperfeiçoamento da sociedade-mundo;

**2. Eixo estratégico-diretriz para progredir/resistindo.** Orientar para resistir à barbárie. Dialogo entre conservar a sobrevivência e revolucionar para o progresso;

**3. Eixo estratégico-diretriz** que permite problematizar e repensar o desenvolvimento e criticar a idéia subdesenvolvida de subdesenvolvimento. Repensar o conceito desenvolvimento humano (forma antropológica) a respeito da solidariedade, compreensão, compaixão, culturas em mais liberdade, comunidade na busca da plenitude e completude do indivíduo;

**4. Eixo estratégico-diretriz** que permite o regresso (reinvenção) do futuro e a reinvenção (regresso) do passado. Renovação da relação passado/presente/futuro como fim da educação restaurando a intensidade concreta da existência no eixo presente para restauração do futuro;

**5. Eixo estratégico-diretriz** para a complexificação da política e para uma política da complexidade, do devir planetário da humanidade;

**6. Eixo estratégico-diretriz** para civilizar a civilização. Reformar a civilização ocidental para uma consciência cívica planetária. (MORIN, 2003, p. 100)

A finalidade é de organizar a informação e a dispersão dos conhecimentos de nosso meio ambiente para a elaboração de uma mundologia cotidiana para: “compreender e sustentar nossas finalidades terrestres. Isto é, fortalecer as atitudes e as aptidões dos homens para a sobrevivência da espécie humana e para o prosseguimento da hominização” (MORIN, 2003, p.100).

Abordar as questões do método e do conhecimento é tratar de um dos principais objetivos de seus livros: buscar uma reforma geral do pensamento e uma reforma geral do ensino (MORIN, 2003, 2004b e 2005a). O primeiro passo já foi iniciado por Morin e incide na reformulação das bases teórico-metodológicas que ajudam o homo *sapiens/demens* a pensar de forma complexa. A questão de se pensar de forma complexa retoma a necessária reforma do método e a sua relevância, visto que a reforma do pensamento é inseparável de outras reformas, inclusive da reforma do próprio ensino.

No próximo capítulo, comentaremos a respeito da Complexidade e Educação em Ciências.

## CAPÍTULO II

### COMPLEXIDADE - EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: FUNDAMENTOS

*A missão da educação para a era planetária é fortalecer as condições de possibilidade da emergência de uma sociedade mundo composta por cidadãos protagonistas, consciente e criticamente comprometidos com a construção de uma civilização planetária.*

Edgar Morin

Que panorama histórico e conjuntural da Educação em Ciências evidencia-se no Brasil? Essa foi a nossa intenção, quando adentramos ainda mais na forma de enxergar o nosso objeto de estudo. Digressivamente, procuramos, a partir de um pequeno histórico do ensino de Ciências em nosso país, compreender as perspectivas de consolidação de uma Educação em Ciências, capaz de conduzir os indivíduos à construção de uma cidadania de cunho planetário, imprescindível na conjuntura em que nos encontramos. É o que podemos constatar nas unidades a seguir.

#### **2.1 A Educação em Ciências na perspectiva da Complexidade**

A Educação em Ciências é um caminho que também deve ser construído ao caminhar. Pressupõe um processo de interação entre ciência/educação, através de conhecimentos teóricos e práticos, que deveriam conduzir a uma educação focada no desenvolvimento da cidadania, contribuindo para a resolução dos problemas de nossa era planetária. Desta forma, na continuidade deste itinerário investigativo, a reflexividade far-se-á presente através da relação entre a Complexidade e a

Educação em Ciências. Para tanto, iniciaremos com um rápido histórico do ensino de Ciências no Brasil.

### **2.1.1 Do ensino de Ciências à Educação em Ciências no Brasil**

A perspectiva de uma Educação em Ciências no Brasil começou a ser discutida a partir do Ensino de Ciências. Até a década de 50, a transmissão de conhecimentos era centrada no professor, pautados no modelo positivista, e focados em verdades prontas e acabadas; procedimento que marcou o ensino de Ciências no Brasil (DELIZOICOV e ANGOTTI, 2002).

No período pós-guerra, com os grandes avanços científicos e o deslocamento do olhar para o aluno, como centro do processo de ensino-aprendizagem na sala de aula, ocorreu a necessidade da valorização do processo de obtenção do conhecimento científico, a partir de informações atualizadas do desenvolvimento científico da época e, principalmente, por aulas em laboratórios (KRASILCHIK, 1987).

A necessidade de formar futuros cientistas nos Estados Unidos criou os grandes projetos curriculares, reformulando as disciplinas científicas, estendendo-se, inclusive, até outros países, inclusive ao próprio Brasil, onde, através de reformas curriculares, os *projetos de ensino de Ciências* – no final da década de 50 - propunham planejamentos rigorosos e a utilização de todos os recursos tecnológicos disponíveis, a partir de projetos norte americanos, traduzidos das áreas de química, física e biologia (DELIZOICOV e ANGOTTI, 2002; KRASILCHIK, 1987).

Na década de 60, o Instituto Brasileiro de Educação, Ciência e Cultura – IBCEC- orientou os projetos desenvolvidos, modernizando e atualizando o ensino de Ciências, através de módulos e atividades experimentais e práticas, denominadas *método da redescoberta* (DELIZOICOV e ANGOTTI, 2002; KRASILCHIK, 1987).

Ainda contribuíram a Fundação Brasileira para o Ensino de Ciências – Funbec- e a criação, pelo Ministério da Educação, em 1963, do CECISP, em São Paulo, Cecimig, em Belo Horizonte, Cecigua no Rio de Janeiro, entre outros, através da cooperação de universidades e secretarias estaduais de educação, objetivando o propósito da democratização do ensino de Ciências.

A década de 70 foi conturbada por um retrocesso no ensino. A crise na formação docente, provocada pela licenciatura curta, leva o ensino a enfatizar o livro texto. Nesta época, o ensino começa a discutir as implicações sociais do conhecimento científico, bem como questões ambientais e energéticas (KRASILCHIK, 1987).

Na década de 80, o ensino de Ciências passou a focar os jogos, simulações, a informática e resoluções de problemas, para favorecer a tomada de decisões pelos alunos, a partir de preocupações com as implicações sociais do desenvolvimento científico e tecnológico, com destaque para inserção de temas como educação para saúde e educação tecnológica (KRASILCHIK, 1987).

Apesar dos esforços, nas décadas de 90 e no início do século XXI, o ensino de Ciências no Brasil ainda carece de pesquisas, e os poucos estudos apontam para o fracasso daquela natureza de ensino no Brasil, pois os relatórios internacionais colocam o ensino brasileiro entre os piores do mundo. Infelizmente, aquele ainda está baseado na transmissão de informações, nas aulas expositivas com ênfase no livro didático e na memorização (MENEZES, 2000; BIZZO, 1998). Desta forma, mesmos com tantos avanços e retrocessos, ainda se configura a necessidade de formulação de uma nova perspectiva de Educação em Ciências no Brasil.

### **2.1.1.1 Tendências teórico-metodológicas**

A fim de aprofundar a relação entre Complexidade e Educação em Ciências, além da necessidade de uma exposição histórica sobre o ensino de Ciências no Brasil, cremos ser necessário caracterizá-lo, apresentando as tendências teórico-metodológicas que fundamentaram as práticas pedagógicas no Brasil.

Para iniciarmos nossa reflexão, partiremos do princípio de que o ensino de Ciências no Brasil parte de dois pontos de vista distintos. O primeiro incide na forma como iniciou, de maneira pontual, objetiva e com ênfase na transmissão/recepção de conteúdos; que não difere da forma como se encontra, atualmente. O segundo incide nos esforços de renovação daquela modalidade de ensino, a partir da década de 80, decorrentes das críticas surgidas, assim como de algumas pesquisas, que sugeriram modificações na prática pedagógica dos educadores.

Os respectivos pontos de vista mencionados nos levam a duas tendências teórico-metodológicas, que buscam legitimação.

A primeira se sustenta na corrente de pensamento positivista/empirista, para a qual o conhecimento é considerado um conjunto de verdades, fundamentando a perspectiva da educação tradicional, cujos precursores são: Augusto Comte (1789-1857), Herbert Spencer (1820-1903), Émile Durkheim (1858 – 1917). No âmbito da pesquisa, são evidenciadas técnicas que se sustentam através de procedimentos que, digressivamente, sistematizam-se através da observação, experimentação, resultados, interpretação e conclusão; geralmente representados em forma de dados estatísticos. No âmbito do ensino, sustentam-se através de práticas pedagógicas focadas em aulas teóricas, de cunho expositivo, cujo processo de avaliação ocorre através de resultados, advindos de ações meramente focadas na memorização.

A segunda tendência incide na denominada construtivista, fundamentada nos princípios do escolanovismo - com foco nos princípios do pensamento de Emilia Ferreiro (1937), Paulo Freire (1921-1997), Piaget (1896-1980), Vigotsky (1896-1934), dentre outros (nascimento e morte). Em se tratando do ensino de Ciências, no âmbito da pesquisa, também encontram-se, por exemplo, as experiências centradas na Aprendizagem Significativa, com atenção aos campos conceituais, tendo, no Brasil, Moreira (1982, 1989), como um dos precursores. Referente às diretrizes do âmbito pedagógico, podemos observar, em destaque, inclusive, as orientações construtivistas, que se transformaram em documentos oficiais (Parâmetros Curriculares Nacionais - PCN), como forma de nortear o conhecimento intuitivo, passando a ser uma premissa para o conhecimento científico. Partem, inclusive, do princípio de que o professor é apenas um mediador do conhecimento, e, os alunos, os objetos centrais. Daí a ênfase deste processo ser, nas relações existentes entre os sujeitos, em prol de uma construção social.

A partir das respectivas tendências mencionadas, acreditamos ser necessário não tomarmos a iniciativa de problematizá-las, em uma perspectiva dual ou como fundantes das únicas práticas pedagógicas existentes atualmente, visto que, existem outras propostas sendo utilizadas. Pelo contrário, por exemplo, faz-se imprescindível trazermos à tona, através da dialogicidade, os elementos que as legitimam, para efeito de buscar sentido não para as Ciências Naturais, como um conjunto de disciplinas funcionais das áreas convencionais (Ciências Naturais, Física, Química, Biologia e Matemática), mas sim para uma Educação em Ciências, cujo foco incide

na busca de uma unidade na diversidade. Sendo assim, não existirá hierarquia de conhecimentos e de saberes, muito menos justaposição ou soma de partes para caracterizar um todo, visto que uma parte poderá ser um todo, dependendo da forma como aquela, circunstancialmente, se apresentar. O mais importante, acima de tudo, é que todas as naturezas de conhecimento e de saberes sejam percebidas, desconstruídos e reconstruídas como processos de consolidação de uma cidadania que possa atingir um status de planetária. A respeito disso, trataremos na subunidade a seguir.

### **2.1.1.2 Educação em Ciências como alternativa de Educação Planetária**

Se a Educação em Ciências é um caminho que deve ser construído ao caminhar, então, como realizar um processo de interação entre Ciência/Educação, através de conhecimentos teóricos e práticos que conduzam a uma educação que seja voltada para o desenvolvimento da cidadania? Uma possível resposta surge a partir da teoria da complexidade de Edgar Morin, como reflexão sobre o conhecimento produzido pelos seres humanos.

Inicialmente, não podemos ignorar algo, que se faz necessário destacar nesse momento: há várias décadas, muitos autores vêm trabalhando e discutindo a questão da evolução da ciência, bem como os avanços e os problemas oriundos daquela forma de construção do conhecimento. Paralelo a esse aspecto existe amplas reflexões sobre as faces da ciência e da tecnologia como componentes de algo maior, que seria a própria cultura, salientando os impasses e os desafios de nosso tempo, bem como a trajetória da viagem incompleta sobre a apaixonante história da ciência e suas maravilhas (MORIN, 2006, 2007b). A partir disso, dois aspectos nos chamam atenção, e que comentaremos a seguir.

Em primeiro lugar, mencionamos os avanços no campo da física, no séc. XX, que, por conseguinte, geraram grande influência principalmente na química que, por sua vez, aumentou ainda mais o seu diálogo com a biologia, proporcionando tanto o agraciamento de pesquisadores com inúmeros prêmios científicos, quanto o surgimento de novos saberes, nas mais diversas áreas. Em contrapartida, houve e há as guerras, consolidando situações de barbárie humana, devido ao uso

desenfreado do conhecimento científico, levando-o a uma última instância, desconsiderando-se o respeito e o direito de cidadania (MORAES, 2007; CHASSOT, 2004).

Em segundo lugar estão as indagações sobre a relação necessária entre a educação e a ciência, para efeito de consolidação de uma educação em ciências, como uma necessidade premente em nossa sociedade, que cada vez mais perde a noção de valor, em se tratando da condição humana dos indivíduos, assim como o tipo de tratamento que aqueles têm dado ao sentido de uma cidadania planetária. Dada à importância desse aspecto, perguntamo-nos: como a ciência pode se auto-avaliar em sua trajetória e em sua perspectiva? Como contribuir com o desenvolvimento de uma práxis educativa voltada para o conceito de cidadania?

Em busca de respostas a estes questionamentos, adentraremos em uma discussão cujo foco seja a possibilidade da construção e da consolidação, do ponto de vista teórico, da Educação em Ciências, visto que isto, ainda não existe, tomando como referencial norteador os fundamentos da Complexidade.

Partimos de um princípio básico, ou seja, o de que o conhecimento científico conduz a grandes descobertas, as quais são possíveis de caracterizar a ciência através de uma perspectiva de complementaridade, dando-lhe uma conotação de ambivalente, passando a ser nem boa ou nem má. Caso contrário, o lado mal tenderá a legitimar ainda mais a fragmentação do saber, o desligamento das ciências da natureza e das ciências do homem, aquisição de todos os vícios da especialização e o conhecimento como anonimato em banco de dados. Nesse processo, considerando o que procura dar status à dinamicidade da ciência, a técnica produzida por aquela transforma a sociedade, e a sociedade tecnologicizada tende a transformá-la. A partir disso, a ciência tende a não controlar sua própria estrutura de pensamento. Podemos citar Popper, Kuhn, Lakatos, Feyrabend, entre outros, para dizer que as teorias científicas são como icebergs com uma enorme parte imersa (MORIN, 2007a).

Decorrente disso, uma das alternativas possíveis de aproximar os saberes, através da dialogicidade dentro da Educação em Ciências, incide na tentativa de legitimação da perspectiva complexa, para efeito de quebra de paradigmas imperantes, a partir de uma necessária reforma do pensamento para, conseqüentemente, reformar-se o ensino.

Caso seja levada em consideração a respectiva alternativa, em primeiro lugar é preciso estabelecer três desafios do ensino: a) *O cultural* – o de união entre a cultura das humanidades (que procura ver na ciência apenas um amontoado de saberes abstratos ou ameaçadores), e a cultura científica (vê na cultura das humanidades apenas uma espécie de luxo estético); b) *O sociológico* – o da integração e dominação da informação pelo conhecimento, revisado pelo pensamento, que, é o capital mais precioso para o indivíduo e para a sociedade; c) *O cívico* – o fortalecimento da percepção e senso de responsabilidade global, além da necessidade de uma democracia cognitiva (MORIN, 2003).

A perspectiva da questão cultural, sociológica e cívica também pode ser aplicada na consolidação da Educação em Ciências, pois, apesar de os saberes estarem separados por áreas e disciplinas, na verdade, podem ser ligados entre si, já que o próprio conhecimento comporta, simultaneamente, separação e ligação, análise e síntese. Assim, faz-se necessário desenvolver uma inteligência geral que exercite a dúvida como estímulo a toda atividade crítica. Contextualizar e globalizar os saberes torna-se um imperativo da educação. Uma “cabeça bem-feita” requer um pensamento que situa todo o acontecimento, informação ou conhecimento em relação de inseparabilidade com seu meio ambiente cultural, político, econômico, social e natural, em outras palavras, um pensamento complexo (MORIN, 2005a).

É preciso renovar e reunir as ciências para, em conjunto, contribuir para o estudo de questões como: O que é o mundo? O que é a Terra? De onde viemos? Além de tentar inserir e situar a condição humana no Cosmo, na Terra e na Vida, devemos não apenas religar os saberes, mas também religá-los ao homem e a tudo que existe, visto que trazemos dentro de nós o mundo físico, o mundo químico, o mundo vivo, e, ao mesmo tempo, deles estamos separados por nosso pensamento, nossa consciência e nossa cultura (MORIN, 2003, p. 37). Dessa forma, ficará evidente que conceber o humano, não é separá-lo do universo, mas situá-lo nele.

Precisamos, mais do que nunca, através da Educação em Ciências, enfrentar as incertezas, tomando como ponto de partida a problematização do que nos apresentam as diversas ciências e disciplinas. Principalmente prevalecendo-nos do fato de que a maior contribuição de construção do conhecimento do século XX foi o próprio conhecimento dos limites do conhecimento, e a maior certeza foi a da indestrutibilidade das incertezas na ação e no próprio conhecimento.

A teoria da complexidade, por sua vez, como alternativa teórico-metodológica, é uma possibilidade a ser pensada, analisada e quem sabe aplicada, principalmente se considerarmos os fundamentos que predispõe como mecanismos para “enxergar o mundo”, no que tange, inclusive, prioritariamente, a religação dos saberes existentes, desconstruindo-os e reconstruindo-os, através de diálogos transculturais, consolidados em zonas fronteiriças (NICOLESCU, 1999).

Para efeito de consolidação da Educação em Ciências, far-se-á necessária uma interação entre a pesquisa científica e a prática escolar, precisando, inclusive, considerar dois aspectos: Em se tratando da primeira, existem tendências investigativas que evidenciam a ciência como uma atividade que deve servir ao bem estar da humanidade, enfocando que as pesquisas científicas devem estar atreladas a um ideal de homem e este sujeito a uma sociedade, aos outros sujeitos, à natureza e à própria vida; Referente à segunda, os PCNs, por exemplo, já exigem, mesmo com limitações, um ensino que conjugue harmoniosamente a dimensão conceptual com a dimensão formativa e cultural a partir do desenvolvimento de valores dentro do próprio conteúdo (CARVALHO, 2006).

Por outro lado, para atender a essa necessidade, que tende a gerar quebra de paradigmas, acreditamos ser imprescindível à adoção de uma atitude ímpar e tida, inclusive, como utópica por alguns teóricos: a atitude transdisciplinar, a respeito da qual comentaremos a seguir.

### **2.1.1.3 A transdisciplinaridade como atitude na Educação em Ciências**

O século XX foi o século da superprodução do conhecimento, o que pode ser justificado a partir dos seguintes aspectos: a quantidade existente de cientistas, a quantidade de livros publicados, a quantidade de acervos disponibilizados e a quantidade de disciplinas que se legitimam. (DOMINGUES, 2005). Sustentando esse feito estão as mudanças na forma de pensar e de tratar os saberes, decorrente, principalmente, da quebra de paradigmas que se mantiveram, por muitas décadas, na condição de imperantes, o que muito tem contribuído para o surgimento de novos paradigmas.

No incremento do respectivo processo está, inclusive, o tipo de tratamento dado aos saberes das inúmeras disciplinas, especificamente a necessidade premente de articulá-los, a partir de uma dialogicidade pautada na complementaridade. Atualmente, por exemplo, conforme Domingues (2005) existem vários tipos de perspectivas (abordagens) em relação ao objeto e às disciplinas, que são utilizadas ou não, para efeito de consolidação da Educação em Ciências, por exemplo:

a) a abordagem monodisciplinar, em que uma única disciplina é o único campo de pesquisa.

b) a abordagem multidisciplinar, em que se aproximam diferentes disciplinas para solucionar problemas específicos. Possui uma diversidade de metodologias, sendo que os campos disciplinares mantêm as suas fronteiras ficando imune a contatos.

c) a abordagem interdisciplinar, em que ocorre a aproximação dos campos disciplinares. Possui um compartilhamento de metodologias e os campos se fundem gerando novas disciplinas.

d) a abordagem transdisciplinar, em que ocorre a aproximação de diferentes disciplinas e áreas de conhecimento. Possui um compartilhamento de metodologias unificadoras, articuladas por métodos de várias áreas de conhecimento. Focaremos, nessa última a nossa discussão, nos parágrafos que seguem.

Nessa última abordagem mencionada pressupõe-se a ocupação de zonas de indefinição e dos domínios da ignorância de diferentes áreas do conhecimento. Ocorre um movimento inconclusivo do conhecimento e da pesquisa. Ainda é considerada uma proposta utópica, apesar de existir experiências que se aproximaram de sua legitimação, como a Escola de Sagres e a invenção e construção das Caravelas, ou que tentam se aproximar como a pesquisa desenvolvida pelo MIT (Massachussets Institute the Tecnology) sobre Inteligência Artificial, que conta com mais de 200 pesquisadores de áreas e disciplinas diferentes (DOMINGUES, 2005).

A palavra *trans*, traduzida em grego significa transladação, mudança explicação. Em latim a tradução significa passar, conduzir para o além. Também pode ser a traduzibilidade de um conceito, quando submetido de um ambiente lingüístico a outro campo, obtendo um sentido novo. O prefixo *trans* possui movimento e se radica após viagem por pólos intermediários (entre as, através das,

além das...). Procura por em contato várias disciplinas e saberes específicos, transfigurando-os em unidades de conhecimento (DOMINGUES, 2005; RANDOM in CETRANS, 2002).

A partir do I Congresso Mundial da Transdisciplinaridade, realizado em Arrábida, Portugal, 1994, e do I Congresso Internacional, realizado em Locarno, Suíça, 1997, foram definidos os três pilares da metodologia transdisciplinar: a complexidade, a lógica do terceiro incluído e os níveis de realidade. Do evento de 1994 surgiu a *Carta da Transdisciplinaridade*, com 14 artigos, redigida por Lima Freitas, Edgar Morin e Nicolescu com a proposta de uma atitude inovadora em direção a uma atitude política (RANDOM in CETRANS, 2002).

A proposta transdisciplinar, como atitude, pode ser uma alternativa para a consolidação da Educação em Ciências, uma vez que a superação do especialista disciplinar, em prol de um indivíduo com uma inteligência coletiva; característica imprescindível para o fomento da cidadania planetária. Por outro lado, é preciso uma definição precisa para a abordagem transdisciplinar, a partir da busca de um método que proponha uma religação de saberes; procedimento legitimador para a efetivação da Educação em Ciências, visto que, aquela vislumbra, acima de tudo, educar seres humanos para a utilização da ciência com consciência, na condição de um dos elementos constituintes na formação de uma cidadania planetária. Troca de experiências acadêmicas e escolares, dar um tratamento transdisciplinar a determinados temas emergentes, desenvolver projetos articulados, assim como outras inúmeras possibilidades, são contribuições que podem ser utilizadas para a legitimação da atitude transdisciplinar e, por conseguinte, da consolidação da educação em ciências, caso também esta seja um dos propósitos na legitimação da atitude transdisciplinar.

Faz-se importante lembrar que não existe uniformidade na abordagem caracterizadora da transdisciplinaridade. Pelo contrário, existem diferentes perspectivas. Autores como Nicolescu (1999), Morin (2005, 2007), D'Ambrósio (1997), Capra (2005), Behrens (2006), Vasconcelos (2007), Rocha Filho, Basso e Borges (2007) são exemplos, a partir das suas abordagens (epistemológicas, teóricas e metodológicas), das várias vertentes. Abordam, para efeito de caracterização da atitude em questão, sustentando-se em categorias como: quebra de paradigmas, pensamento moderno, transdisciplinaridade, respeito a vida, a ética, percepção, etc. Acabam, desta forma, apresentando uma diversidade de pontos de

vista, criando, inclusive, perspectivas de complementaridade em suas propostas, gerando, por conseguinte, uma proposta de religação de saberes, uma maneira diferenciada na legitimação de uma nova proposta epistemológica em prol do homem e da vida.

Decorrente da própria perspectiva de complementaridade apresentada, o processo de consolidação da atitude transdisciplinar, na condição de proposta, gerou alguns modelos, representados como desenhos, para efeito de visualização tanto da sua configuração, quanto da sua evolução. O primeiro modelo incide em uma pirâmide. O segundo modelo incide em uma árvore. E o terceiro modelo em uma rede, como uma perspectiva, mas sem hierarquização (DOMINGUES, 2005). Dentre eles, nesse momento, nos deteremos no modelo desenvolvido por Nicolescu (1999), incrementando-o com os princípios caracterizadores do conhecimento organizados por Morin e, procurando ao mesmo tempo, uma aproximação preliminar com a Educação em Ciências (2003, 2007a).

A respeito de Nicolescu, para efeito de conhecimento, aquele é físico teórico da Universidade de Paris VI, presidente do Centro Internacional de Pesquisas e Estudos Transdisciplinares, CIRET, Paris. Na obra “*O Manifesto da Transdisciplinaridade*”, apresenta a lógica transdisciplinar a partir dos princípios da complexidade, dos diferentes níveis de realidade e de percepção, da lógica da contradição e do terceiro termo de uma proposição. Desta forma podemos sintetizar a proposta das pirâmides como se fosse apresentada em três pontos: 1) a realidade possui níveis, ou seja, existe multiplicidade no interior da realidade; 2) a lógica do terceiro incluído que foi proposta por Stéphane Lupasco; 3) a abordagem sistêmica onde transitam conceitos como caos, complexidade e ciências não-lineares (NICOLESCU, 1999). Vale ressaltar que sua proposta sustenta-se tanto por teorias, quanto por metodologias específicas.

O respectivo teórico fundamenta-se em princípios dos fundadores da mecânica quântica que trouxeram, como novos pressupostos: o indeterminismo, causalidade global, a não separabilidade e a concepção da existência de outros níveis de realidade, que é “[...] um conjunto de sistemas invariantes sob a ação de um número de leis gerais” (NICOLESCU, 1999, pg. 31).

Para sustentar um dos seus princípios básicos, que é o nível de realidade, Nicolescu (1999) afirma que o cientificismo da ciência moderna nos legou apenas um nível de realidade, baseado em leis deterministas e objetivistas. Além disso,

comenta que é possível percebermos que os níveis de organização são diferentes dos níveis de realidade, pois vários níveis de organização pertencem a um único e mesmo nível de realidade com estruturas diferentes regidas pelas mesmas leis fundamentais. Os níveis de organização não pressupõem uma ruptura dos conceitos fundamentais. Os níveis de realidade, estes sim pressupõem uma ruptura dos conceitos entre pares contraditórios mutuamente exclusivos (NICOLESCU, 1999).

A transdisciplinaridade, além de ser uma atitude, também é uma teoria do conhecimento, visto que suscita um diálogo entre as diferentes áreas do saber, uma aventura do espírito, uma nova atitude, uma arte no sentido da capacidade de articular a multirreferencialidade e a multidimensionalidade do ser humano e do mundo. Através dela é possível a descoberta e experimentação dos diferentes níveis de realidade. Além disso:

[...] A transdisciplinaridade transforma nosso olhar sobre o individual, o cultural e o social, remetendo para a reflexão respeitosa e aberta sobre as culturas do presente e do passado, do Ocidente e do Oriente, buscando contribuir para a sustentabilidade do ser humano e da sociedade (CETRANS, 2002, p. 10).

Em se tratando dos princípios defendidos por Morin (2003, 2007a), a transdisciplinaridade deveria conduzir em direção a uma ruptura do paradigma das ciências humanas, a uma nova proposição epistemológica e uma nova visão político-social. Desta forma, esta perspectiva, na consolidação da Educação em Ciências se faz pertinente na análise do próprio processo, dos seus pressupostos, de suas metodologias, visto que, o próprio ato de ensinar é complexo, visto que é oriundo de um saber fragmentado e envolto por inúmeros problemas. Por exemplo, questões relativas ao Brasil e a própria Amazônia estão envoltas por inúmeros fenômenos complexos.

Considerando, apenas alguns dos fundamentos de Morin, a perspectiva complexa aborda questões como a incompletude, a incerteza, o erro, a desordem, e inúmeros outros conceitos complexos porque ela é tecida em conjunto através de ações, interações, e acasos. A Educação em Ciências, referente ao processo ensino-aprendizagem, necessariamente, envolve o homem, a natureza, a vida e a morte dos seres, e inúmeras outras temáticas antigas e novas. As respectivas temáticas, mais do que nunca emergentes, poderiam ser ensinadas através de uma

perspectiva de ecoorganização - lógica da vida autoprodutora – que constitui o processo autoprodutor e auto-regenerador e que só pode ser concebida pelo “Tetragrama” ordem-interação-desordem-organização (MORIN, 2005e). Para tanto, é preciso um conhecimento transdisciplinar. Esta perspectiva pressupõe um conhecimento multidimensional que atente para a dialógica do tetragrama que demonstra a auto-produção e auto-organização tornando cada ser vivo emissor e receptor de informação original:

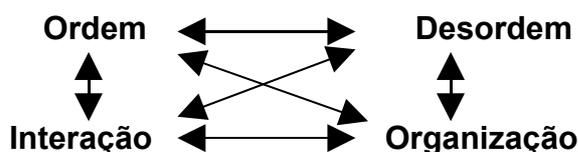


Figura 1: Tetragrama. Fonte: MORIN (2008).

Esta nova lógica da produção do conhecimento que surge a partir da sociedade, da cultura, das experiências individuais e coletivas, da unidade e diversidade, da ordem e desordem, do equilíbrio e desequilíbrio, é o resultado de uma dialógica. Uma nova forma de fazer Ciência, caracterizada nesse trabalho pelo termo Educação em Ciências, pode surgir, opondo-se ao determinismo, à objetividade e à ordem que sustenta o paradigma tradicional, assim como às suas teorias, aos seus postulados, às suas ideologias vigentes.

Morin, na busca da consolidação de um método, organizou certos princípios já citados que poderiam vir a ser discutidos como uma perspectiva de análise para a Educação em Ciências. Por exemplo, afirma que o método não precede a experiência, pois aquele emerge durante a experiência, modificando-se permanentemente, cujos princípios organizadores, inclusive, seriam: a) o *sistêmico* ou *organizacional* que pressupõe a religação dos conhecimentos, pois pelas partes podemos entender o todo e pelo todo podemos entender as partes; b) o *hologramático* em que cada parte contém a totalidade da informação; c) a *retroatividade* que vem romper com a causalidade linear; d) a *recursividade* que contém a dinâmica auto-produtiva; e) a *autonomia/dependência* onde observamos a auto-organização e onde existe a autonomia que vem de múltiplas dependências; f) o *dialógico* apresenta as lógicas que se complementam e se excluem; g) a reintrodução do sujeito cognoscente em todo conhecimento. (MORIN, 2003, 2007a).

Ao apresentarmos estes princípios, queremos deixar em nossa abordagem, aqui nesse trabalho, que a complexidade não é uma resposta para Educação em Ciências, mas sim um desafio na consolidação daquela, entre a completude e a incompletude que se apresentarão no seu processo de consolidação. Desta forma, esta perspectiva precisa em primeiro lugar ser uma atitude consciente tomada por todo os envolvidos na Educação em Ciências no sentido de se refletir e procurar relacionar estes pressupostos com vários temas. A dialógica proposta, por exemplo, é diferente da dialética elaborada por Hegel e posteriormente por Marx, pois ela não é um pensamento superior, e também não é superada por outras formas de pensamento (MORIN, 2004a).

Naquela, por sua vez, a práxis é o confronto de necessidades antagônicas e a criação de uma realidade nova dentro e fora do homem. Esta nova forma de percepção reflete o cérebro humano agindo segundo certos princípios que seriam os bioantropológicos, os culturais impressos e os do espírito individual que por fim formariam o anel recorrente. A práxis não é uma pseudo-síntese em que a ação devora o pensamento. A abstração sozinha mata o concreto e o concreto sozinho mata a inteligibilidade. A carência do subjetivismo ou a carência do objetivismo são errâncias. O pensamento humano vai além da tese e da síntese, pois as contradições humanas nunca encontram sua síntese. Na verdade ela aparece dentro das estruturas do pensamento e da ação. A perspectiva dialógica vai trabalhar tanto com o simbólico mitológico que é a incerteza, quanto com o empírico, o racional que seria a certeza.

A transdisciplinaridade, como atitude, prevê uma multidimensionalidade, uma diversidade biológica, uma diversidade de raças, nações, etnias, uma diversidade de culturas, religiões, tecnologias e idéias. Tudo isso leva a um conhecimento que ao mesmo tempo é físico, biológico, cerebral, mental, psicológico, cultural e social. Por outro lado, este conhecimento é fraturado por existir uma disjunção entre a Ciência e a Filosofia. Além disso, é estruturado em disciplinas fechadas desde a separação de Descartes entre o sujeito (*ego cogitans*) do objeto (*res extensa*); eis um grande desafio.

Partindo do exposto no último parágrafo, uma alternativa seria a utilização dos fundamentos epistemológicos, teóricos e metodológicos que sustentam o Ensino de Ciências, no ato de repensar, pela ótica complexa, o próprio planejamento educacional. É preciso perturbar, provocar desequilíbrios, investigar, trazer

informação e desenvolver capacidade crítica neste sujeito em função de contribuir com sua auto-organização. A atual forma de se fazer ensino, pesquisa, e até mesmo, em um âmbito social, como é o caso da política, é cartesiana. É preciso um olhar TRANS que reintegre o sujeito na construção do conhecimento, e o leve a novas aprendizagens.

Na próxima unidade trataremos da transversalidade, como uma ação necessária na legitimação da transdisciplinaridade como atitude, para efeito de consolidação da Educação em Ciências.

### **2.1.1.5 A transversalidade como ação na Educação em Ciências**

Partimos do princípio de que as perspectivas transversais não possuem muitos exemplos de práticas pedagógicas fidedignas a proposta tanto em pesquisas quanto no próprio dia a dia dos professores dentro de escolas e universidades em prol, por exemplo, de uma proposta para o desenvolvimento sustentável que envolva saberes globais e saberes locais (MORIN, 2004c). Por conseguinte, os princípios propostos por Morin ainda não estão presentes nas reflexões sobre a Educação em Ciências, porém, podemos apontar alguns exemplos de abordagens e propostas pedagógicas que poderiam vir a somar.

Como já havíamos explicado anteriormente, algumas áreas como a Física, a Biologia e a cibernética, entre outras, contribuem ou abordam com uma maior frequência e, de forma diferenciada, a questão da complexidade, mesmo esta ainda sendo considerada uma questão marginal. Outro exemplo que vale destacar da utilização destas perspectivas é a sua utilização em áreas como a medicina, em questões ambientais, psicologia, economia, engenharia, na administração de empresas, o que pode ser observado através da produção de livros (CUNHA, 2001; AGOSTINHO, 2003; CHIAVENATO, 1996), bem como em dissertações (GIOVANNINI, 2002; YONAMINE, 2006) e teses (AGOSTINHO, 2001; ANSELMO, 2005; BORGATTI NETTO, 2007) apresentadas em algumas universidades brasileiras. Vale ressaltar, que nos trabalhos *stricto sensu*, ainda pode ser encontrada questões complexas envolvendo temas diferentes como até mesmo a agricultura (SARTORI, 2005).

Em relação às abordagens pedagógicas, os princípios e conceitos são discutidos por autores brasileiros (BEHRENS, 2005, 2006; VASCONCELLOS, 2007; DEMO, 2002; DOMINGUES, 2005; MORAES, 2004, 2008; MENDONÇA, 2007) que abordam o novo paradigma por diferentes pontos de vista e, muitas vezes, o utilizando como um dos fundamentos de novas propostas pedagógicas para o ensino. Como exemplo podemos citar Moraes (2004) com sua proposta de se discutir e desenvolver um pensamento eco-sistêmico como fundamento para a implantação de um novo paradigma educacional. Esta autora propôs uma busca por explicitar aspectos epistemológicos de uma eco-pedagogia que ensine uma nova forma de percepção e de consciência ecológica não somente nos educadores mas em todas as pessoas do planeta. Os fundamentos produzidos desta procura originaram a proposta de uma *Ecologia de Saberes* para a Educação baseada na complexidade e na transdisciplinaridade com o intuito de ressignificar novas práticas educacionais (MORAES, 2008).

Outra proposta a ser discutida rapidamente é a dos PCNs utilizada no Brasil. A proposta dos temas transversais nasceu a partir da idéia de criação de um currículo nacional na Espanha, no início dos anos de 1990. A idéia foi bem aceita e bem sucedida por grande parte da comunidade docente espanhola pela grande adesão da comunidade docente à proposta e investimentos substanciais por parte do governo espanhol para a efetivação do projeto (SANTOS, 2007).

No período de 1995 a 1998, o Ministério da Educação e Desportos elaborou os Parâmetros Curriculares Nacionais (PCNs) que, vinculados à Nova LDB – 9.394, visam estabelecer diretrizes para o currículo do ensino fundamental (1ª a 8ª série) e servir como referência nacional, seja para a prática educacional ou para as ações políticas no âmbito da educação. No Brasil, a proposta inicial era a de que fossem ouvidos muitos representantes dos profissionais de ensino, das entidades de classes ligadas à educação, das universidades e especialistas em currículos, porém o governo FHC submeteu a proposta inicial elaborada por César Coll, Philippe Perrenoud e outros especialistas, a uma comissão nomeada pelo próprio governo, a fim de elaborar a proposta final se tornando questionável a representatividade deste grupo perante a sociedade (SANTOS, 2007).

Os Parâmetros Curriculares Nacionais, ou PCNs, são referências para a organização de conteúdos curriculares. Eles se enquadram em uma política de padronização dos currículos locais, sendo esta padronização em nível nacional

(BRASIL, 1997). Até hoje ainda há grande controvérsia<sup>19</sup> acerca dos PCNs e seu papel na realidade concreta das salas de aula.

Referente às análises acerca dos PCNs, acreditamos que um dos maiores problemas da proposta é o fato de a transversalidade ser entendida como temas a serem trabalhados de forma individual na prática pedagógica dos professores na escola, deixando de lado o sistêmico e o coletivo, assim como as relações e até mesmo outras temáticas pertinentes, que estão intimamente relacionadas com os problemas sociais, pois a escola sofre por causas externas, ao mesmo tempo em que influencia, também é influenciada pela sociedade.

A respeito da estrutura contida nos PCNs, é proposta de modo a integrar as disciplinas comuns dos níveis de ensino escolares, com uma perspectiva interdisciplinar, na forma de temas transversais que perpassam os conteúdos das disciplinas. Na verdade, a perspectiva interdisciplinar se mostrou complicada e sem um treinamento dos professores adequado provocou uma prática inoperante. Como sugestão para que o conhecimento pronto e as etapas exigidas de aprendizado dêem lugar a ações que levem a criança a buscar seu próprio conhecimento, propomos a possibilidade de se utilizar o uso de temas transversais como a Ética, a Pluralidade Cultural, o Meio Ambiente, a Saúde, a Orientação Sexual, bem como, o Trabalho e Consumo a partir dos princípios e conceitos da complexidade dentro da Educação em Ciências.

Uma reflexão desta natureza deveria ser pensada no sentido de se ampliar os temas transversais para outras temáticas que, ao mesmo tempo em que fossem contextualizadas de forma macro-social, seriam contextualizadas de forma micro-social através de princípios como a dialogicidade, a recursividade, a circularidade, o hologramático, o sistêmico, a autonomia-dependência. A proposta está lançada para uma futura reflexão epistemológica e uma futura ação na Educação em Ciências. Ela carrega a incerteza de se alcançar a Antropolítica como uma forma de

---

<sup>19</sup> As questões e debates começam pela própria forma como foi conduzida a concepção e o planejamento da proposta final dos PCNs. Passam pela centralização de um currículo, pela falta de um treinamento específico, ficando limitados ao âmbito da propaganda institucional, sem, no entanto, definir se eles constituem “parâmetros” ou diretrizes para a educação e, por fim, se estende até a premissa no plano nacional de educação de que todas as escolas até 2006 deveriam se enquadrar aos PCNs. Na verdade, este fato ainda não ocorreu, pois, os PCNs ainda apresentam grandes desafios para sua efetivação, que têm sido enfrentados, e às vezes superados, devido a iniciativas voluntárias de alguns docentes, porém, são uma medida educacional voltada para a implantação do modelo mercadológico que o Banco Mundial propôs para a educação brasileira, mais preocupada em medir o rendimento dos alunos das escolas, do que em construir um consenso sobre o que deve ser feito e como deve ser avaliado o ensino (SANTOS, 2007).

tratar a dimensionalidade dos problemas humanos e, a Antropo-ética com a decisão de assumir a complexidade da condição humana, buscando a compreensão da humanidade na consciência de cada ser, assumindo o destino humano em suas antinomias. Enfim, o TRANS em função da busca por uma identidade de cidadão da Terra-pátria, ou identidade planetária.

## CAPÍTULO III

### COMPLEXIDADE- EDUCAÇÃO EM CIÊNCIAS: UM ENSAIO

*Ao andar se faz caminho  
e ao olhar para trás  
vê-se a estrada que nunca  
voltar-se-á a pisar.*

*Antonio Machado*

O que os professores e estudantes do Programa de Mestrado Profissional em Ensino de Ciências da Amazônia que tiveram experiências com temáticas relacionadas à Complexidade e à Educação em Ciências pensam a respeito da possibilidade de estabelecimento da interface entre ambas? A resposta para essa pergunta, procuramos encontrar nesse capítulo que, inclusive, demonstramos através de um ensaio.

Inicialmente, comentamos sobre a concepção de método, na perspectiva de Edgar Morin, por conseguinte, analisamos o Projeto Pedagógico de um Programa de Mestrado em Ensino de Ciências aqui de nossa região, focando-nos nas ementas das disciplinas que procuraram evidenciar possibilidades de interface entre as duas categorias em questão (Transversalidade e Ensino de Ciências, Pedagogia de Projetos e Ensino de Ciências, Contribuições da História e da Filosofia para o Ensino de Ciências, Teorias da Aprendizagem e Ensino de Ciências). A partir disso, procuramos conhecer as opiniões tanto de professores, quanto de estudantes que experienciaram situações concernentes à possibilidade da consolidação da interface em questão.

#### **3.1 Considerações sobre o método**

O método e a pesquisa, a partir do pensamento complexo, não pressupõem um caminho linear, pré-estabelecido ou baseado em objetividades e certezas. Daí

acreditarmos que esta articulação pode possibilitar uma alternativa para a efetiva legitimação da Educação em Ciências, que ainda é pensada e caracterizada com o foco centrado no predomínio do método positivista com base na experimentação, verificação, neutralidade, determinismo etc.; reduzindo-a a um procedimento de caráter funcional.

Cientes da falta do desenvolvimento de pressupostos epistemológicos coerentes com uma efetiva perspectiva complexa da Educação em Ciências, dialogamos com autores que refletem sobre a Educação, para efeito de transposição de suas idéias para o campo da nossa pesquisa. Optamos por seguir a idéia de começar por um ensaio gerativo, que foi construído a partir da escrita (MORIN, 2003).

Este ensaio incide em desdobramentos de questões, objetivos e ações, resultando em um desenho que será apresentado ao termino deste capítulo para demonstrar a evolução do percurso feito. A intenção é demonstrar que, à medida que avançávamos na nossa caminhada, uma perspectiva próxima de um método ia se construindo, a partir de relações, interações, análises e ressignificações; indo e vindo muitas vezes ao ponto de partida da reflexão para um novo recomeço. Com esse procedimento, cada vez mais ficou evidente para nós que a realidade é complexa, e requer uma concepção ampliada de ciência, do ato educativo e da própria investigação educacional (GHEDIN & FRANCO 2008).

Evidencia-se, desta forma, que não escolhemos um método propriamente dito entre várias opções como a dialética, a fenomenologia ou a hermenêutica. Pelo contrário, pensamos que estas perspectivas se complementam, visto que o método tem uma dimensão mais filosófica, de caráter epistemológico e outra dimensão de caráter operativo. Ele é uma reflexão sistemática sobre o conhecimento que propõe os fundamentos de uma investigação e construção de saber (GHEDIN & FRANCO 2008).

Nesse percurso que fizemos, ou o ensaio sobre a busca de um método escolhido para a nossa pesquisa, partimos de uma perspectiva complexa, a ser vislumbrada quando chegássemos ao final do processo, visto que no início aquele só apontava a direção da investigação. Esta foi uma forma de afirmarmos que a proposta complexa para fundamentar uma pesquisa em Educação em Ciências não deve ser encarada como a única opção, ou a opção correta e verdadeira, mas uma opção que deve ser testada, confrontada, analisada, ampliada e ressignificada à luz

de outras teorias, como propósito da busca de novos caminhos para se compreender o fenômeno educativo.

Além do exposto, evidenciamos que o método pela perspectiva complexa pode ser uma alternativa que se aproxima da perspectiva dos *bricoleur,s* que também se baseia na complexidade do mundo real e em um novo patamar de autoconsciência e discernimento da pesquisa. Nos *bricoulers* o método é construído ativamente a partir do que temos em mão, rejeitando visões deterministas da realidade (KINCHELOE & BERRY, 2007).

Entendemos também que a pesquisa complexa faz com que unamos nossa visão do contexto da pesquisa à nossa experiência anterior com métodos de pesquisa, pois o nosso olhar vai construindo-se pelos significados das relações e pelas interpretações dos fenômenos a partir de um processo reflexivo constante, em que o sujeito influencia no objeto e o objeto influencia no sujeito. O sujeito transforma e é transformado (KINCHELOE & BERRY, 2007; GHEDIN & FRANCO 2008).

Na unidade a seguir, demonstraremos com mais precisão o que consolidamos, para efeito de caracterização do ensaio em questão.

### **3.2. O percurso**

O universo em que se deu nosso percurso investigativo foi a Escola Normal Superior, na cidade de Manaus. É uma das unidades acadêmicas da Universidade do Estado do Amazonas, na qual se concentram os cursos de Licenciatura em Biologia, Matemáticas, Geografia, Letras e Pedagogia. No âmbito da pós-graduação, temos o Mestrado em Ensino de Ciências da Amazônia, que é o foco desta nossa pesquisa.

#### **3.2.1 Sobre o Projeto Pedagógico do Mestrado**

Inicialmente, procuramos elementos capazes de subsidiarem o “mergulho” que estávamos predispostos a dar, para efeito de apreensão do nosso objeto de

estudo, principalmente porque estamos na fase de respostas da terceira questão norteadora que nos dispusemos a responder. Para tanto, centramo-nos no Projeto Pedagógico do Mestrado, e adotamos recursos da técnica análise de conteúdo, para compreendê-lo.

A respeito dessa técnica, Franco (2005, p. 20) assinala que:

A análise de conteúdo é um procedimento de pesquisa que se situa em um delineamento mais amplo da teoria da comunicação e tem como ponto de partida a mensagem. Com base na mensagem que responde as perguntas: O que se fala? O que se escreve? Com que intensidade? Com que frequência? Que tipos de símbolos figurativos são utilizados para expressar idéias? E os silêncios? E as entrelinhas?... e assim por diante, a análise de conteúdo permite ao pesquisador fazer inferências sobre qualquer um dos elementos da comunicação.

Bardin (2005, p. 7) enfatiza que a análise de conteúdo refere-se a:

Um conjunto de instrumentos metodológicos cada vez mais sutis em constante aperfeiçoamento, que se aplicam a “discursos” (conteúdos e continentes) extremamente diversificados. O fator comum destas técnicas múltiplas e multiplicadas – desde o cálculo de frequências que fornece dados cifrados, até a extração de estruturas traduzíveis em modelos – é uma hermenêutica controlada, baseada na dedução: a inferência. Enquanto esforço de interpretação, a análise de conteúdo oscila entre os dois pólos do rigor da objetividade e da fecundidade da subjetividade.

Considerando os princípios norteadores dos teóricos citados, procuramos, em primeiro lugar, definir as categorias de leitura mais evidentes no documento analisado: a identificação do programa, sua estrutura física, humana e a sua proposta de ensino e pesquisa.

a) Identificação do Programa: O mestrado Profissional em Educação e Ensino de Ciências na Amazônia foi criado através do Decreto número 21.666 de 1º de fevereiro de 2001, pela Universidade do Estado do Amazonas – UEA, credenciado pela CAPES e funcionando nas dependências da Escola Normal Superior.

b) Estrutura física e humana: destacamos três laboratórios de informática para ensino e pesquisa com sessenta computadores, quinze laboratórios de ensino

e pesquisa (Biologia, Física e Química) para estudos em química, física, animais peçonhentos, virologia, parasitologia, malária, leishmaniose, arbovirologia, anatomia, bioquímica, citologia/histologia, fisiologia, microbiologia, micologia e genética.

Conta também com salas de aula dotadas com televisões, computadores, DVDs e data shows portáteis. Uma biblioteca que está conectada a rede mundial de computadores e acesso irrestrito ao portal de periódicos da Capes. Conta ainda com inúmeros financiamentos, parceiros importantes e convênios de cooperação técnica e científica com várias instituições como o Instituto Nacional de Pesquisas – INPA, Universidade Federal do Amazonas - UFAM, Centro Federal de Educação Tecnológica do Amazonas – CEFET, Universidade de São Paulo – USP, Universidade de Brasília – UNB e Fundação Getulio Vargas – FGV.

O programa em questão possui docentes com titulação de doutor, em sua maioria obtida no Brasil, sendo algumas no exterior. São doutores em Ciências Biológicas, em Educação, em Química, em Física, em Teologia Moral, em Ecologia, em Zoologia e em Letras, ou seja, são titulados em diversas áreas afins. No conjunto, doze professores estão cadastrados como permanentes, e três como colaboradores.

Os respectivos docentes possuem experiência em cursos de graduação de universidades estaduais e federais, públicas e particulares, em programas de pós-graduação como orientadores e como avaliadores de banca, bem como em orientação de discentes na iniciação científica. Estão cadastrados em grupos de pesquisa do Diretório de Grupos de Pesquisa do CNPq, em sua maioria em linhas de pesquisa relacionadas à área de formação de professores e metodologias para o ensino de ciências, conforme quadro abaixo.

<b>Mestrado – UEA</b>		
<b>Docentes</b>	<b>Titulação</b>	<b>Docente permanente</b>
Ademir Castro e Silva.	Doutor em Ciências Biológicas pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia – INPA.	Não
Alberto dos Santos Marques.	Doutor em Química pela Universidade Estadual de Campinas - UNICAMP.	Sim
Amarildo Menezes Gonzaga.	Doutor em Educação pela Universidade de Valladolid – UVA – Espanha.	Sim
Antonio dos Santos.	Doutor em Ecologia pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR.	Sim

Augusto Fachín Terán.	Doutor em Biologia Geral pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA.	Sim
Elizabeth da Conceição Santos.	Doutora em Educação pela Universidade Federal de Mato Grosso – UFMT.	Sim
Evandro Ghedin.	Doutor em Educação pela Universidade de São Paulo – USP.	Sim
Irecê Barbosa Monteiro.	Doutora em Educação pela Universidade Federal do Rio Grande do Norte – UFRGN.	Sim
João dos Santos Cabral Neto.	Doutor em Física pela Universidade Federal de São Carlos – UFSCAR.	Não
José Anglada Rivera.	Doutor em Física Geral pela Universidade de Rostov Del Don – URD – Rússia.	Sim
Josefina Barrera Kahlil	Doutora em Educação pela Universidade de La Habana – UH – Cuba.	Sim
Manuel do Carmo da Silva Campos.	Doutor em Teologia Moral pela Pontifícia Faculdade de Teologia N. S. da Assunção.	Sim
Marcos Frederico Kruger Aleixo.	Doutor em Letras pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro – PUCRJ.	Sim
Maria de Fátima M. Acácio Bigi.	Doutora em Zoologia pela Universidade Estadual Paulista Julio de mesquita Filho.	Sim
Vera Fonseca de Almeida e Val.	Doutora em Biologia Geral pelo Instituto Nacional de Pesquisas da Amazônia - INPA.	Não

Quadro 1

FONTE: Projeto Pedagógico do Programa de Mestrado (2008).

Como é possível observar, o quadro docente apresentado não é uniforme. Pelo contrário, é diversificado, facilitando a criação de alternativas capazes de contribuir para a consolidação de um diálogo transcultural, tão necessário na busca de qualquer unidade, inclusive, por exemplo, o estabelecimento da interface complexidade-educação em ciências.

c) A proposta de ensino e pesquisa: originou-se das atividades decorrentes dos Grupos Integrados de Pesquisa da Escola Normal Superior que desenvolvem atividades científicas desde a fundação da Universidade do Estado do Amazonas, que sustenta o seu funcionamento nos seguintes princípios: “universidade de conhecimento”; “indissociabilidade entre ensino, pesquisa e extensão”; “liberdade de aprender, ensinar, pesquisar e divulgar a cultura, o pensamento, a arte e o saber”; “liberdade de expressão, pluralidade de idéias e de concepções pedagógicas” e “valorização do profissional de educação”, conforme disposto no Decreto número 21.666 de 1º de fevereiro de 2001.

A área básica do respectivo Programa é o Ensino de Ciências e Matemática, através da qual se sustentam duas linhas de pesquisa, que são:

**a) Formação de professores para o Ensino de Ciências na Amazônia:** objetiva o desenvolvimento de pesquisas, com vistas à análise e proposição de diagnósticos e alternativas transformadoras para questões relacionadas ao processo de formação de professores, centrando-se em fundamentos epistemológicos, teóricos e metodológicos, a fim de potencializar e maximizar a aprendizagem escolar e o processo de formação docente para o Ensino de Ciências Naturais no Ensino Fundamental, assim como o Ensino de Química, de Física e de Biologia, no Ensino Médio na Amazônia;

**b) Meios e recursos didático-pedagógicos para otimização do Ensino de Ciências:** objetiva avaliar, elaborar, implantar e implementar meios e recursos didático-pedagógicos centrados no ensino de Ciências Naturais, de Biologia, de Química e de Física e o conhecimento produzido pelas populações tradicionais da Amazônia, a partir de metodologias e tecnologias desenvolvidas em ambientes acadêmicos e escolares, para efeito de otimização do Ensino de Ciências na Amazônia.

Apesar de possuírem as suas especificidades, uma vez que a primeira trata de aspectos intrínsecos e extrínsecos do processo de formação docente, e a segunda de elementos norteadores e necessários na caracterização do respectivo processo, ambas se complementam, conforme os seus graus de abrangência, visto que estão focadas em um fator determinante, que incide em processos e produtos tanto no, quanto para a legitimação do Ensino de Ciências. Decorrente disso existe a possibilidade, a partir das proposições apresentadas, da utilização dos próprios elementos legitimadores do Ensino de Ciências, como pretexto para a consolidação da Educação em Ciências, através, inclusive, da adoção da complexidade como perspectiva teórica.

A respeito dos objetivos que norteiam o Projeto Pedagógico em questão, temos os seguintes objetivos:

**Objetivo Geral:** capacitar recursos humanos para atuar na docência e na pesquisa em ensino de ciências, pautando-se na proposição e aplicação de pressupostos teóricos e metodológicos conseqüentes de problematizações fomentadas a partir das linhas de pesquisa do programa, contribuindo para o desenvolvimento da pesquisa, ensino-aprendizagem na Região.

**Objetivos Específicos:** a) contribuir para a melhoria do ensino de ciências na Amazônia, a partir do desenvolvimento de estudos sobre situações relacionadas ao processo de formação de professores, centrando-se nos fundamentos epistemológicos, teóricos e metodológicos para efeito de criação e proposição de alternativas transformadoras para as práticas pedagógicas e, respectiva potencializarão e maximização da aprendizagem escolar e do processo de formação docente para o Ensino de Ciências

Naturais no ensino fundamental e médio; b) avaliar, elaborar e implementar meios e recursos didático-pedagógicos centrados no Ensino de Ciências Naturais de Biologia, de Química e de Física, a partir de metodologias e tecnologias desenvolvidas em laboratórios e ambientes acadêmicos e escolares, para efeito de otimização do Ensino de Ciências na Amazônia.

Os objetivos apresentados na citação acima se complementam, em um processo digressivo, visando, acima de tudo, a caracterização ainda mais evidente das linhas de pesquisa do respectivo Programa, coadunando para trazer à tona os elementos norteadores do perfil de profissional que se quer formar. Em outras palavras, o Mestre em Ensino de Ciências, pós-graduado pela Universidade do Estado do Amazonas, opta, na sua formação, por uma das duas vertentes: ou por uma relacionada a questões voltadas para a formação de professores que atuam no Ensino de Ciências, ou pela outra, relacionada com a otimização dos meios e recursos didático-pedagógicos do Ensino de Ciências. Por outro lado, pela experiência que tivemos, como aluno do Programa, na própria prática pedagógica dos docentes não existe como fazer a dissociação entre ambas, visto que ao se discutir a respeito dos fundamentos da formação docente, necessariamente é preciso focar-se nos meios e recursos que as legitimam.

Referente à possibilidade de articulação dos objetivos propostos com a consolidação da interface complexidade-educação em ciências pode-se dizer que a forma como os objetivos se apresentam não deixa de ser uma abertura para a busca de diálogos que enfoquem experiências referentes ao propósito em questão.

Concernente à proposta de sistematização do currículo de formação, destaca-se o conjunto de disciplinas. Conforme o quadro abaixo, consta um total de 17 disciplinas, com cargas horárias de 90 e 60 horas, correspondendo a 3 créditos (60h), e 4 créditos (90h), recebendo, também, o status de obrigatórias e não obrigatórias.

<b>Mestrado – UEA</b>			
<b>Disciplinas</b>	<b>Obrigatória</b>	<b>Carga horária</b>	<b>Créditos</b>
Ciência Tecnologia e Sociedade.	Não	60h	3.0
Conservação de recursos naturais amazônicos.	Não	60h	3.0
Contribuições da História da Filosofia da Ciência para o Ensino de Ciências.	Sim	90h	4.0

Ecologia da Amazônia.	Não	60h	3.0
Estatística aplicada à pesquisa no Ensino de Ciências.	Não	60h	4.0
Física aplicada à tecnologia.	Não	60h	3.0
Instrumentação para o Ensino de Ciências.	Não	60h	4.0
Limnologia da Amazônia.	Não	60h	3.0
Metodologia da pesquisa científica.	Não	60h	3.0
Mitos e saberes populares amazônicos.	Não	60h	3.0
Pedagogia de projetos e Ensino de Ciências.	Não	60h	3.0
Tendências investigativas contemporâneas no Ensino de Ciências.	Sim	90h	4.0
Teorias da aprendizagem e Ensino de Ciências.	Não	60h	3.0
Tópicos de Biologia.	Sim	90h	4.0
Tópicos de Física.	Sim	90h	4.0
Tópicos de Química.	Sim	90h	4.0
Transversalidade e Ensino de Ciências.	Não	60h	3.0

**Quadro 2:** Quadro de disciplinas do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências.

**Fonte:** Projeto Pedagógico do Programa de Mestrado (2008)

No conjunto, apresenta-se uma diversidade de disciplinas, afastando a possibilidade de uma uniformidade. Podemos até arriscar dizendo que se sustentam a partir de três aspectos caracterizadores: o primeiro se sustenta a partir daquelas de cunho pedagógico, o segundo em disciplinas que objetivam uma reflexão sobre as questões emergentes que envolvem os seres vivos e o meio ambiente, e a terceira as temáticas específicas das áreas convencionais do Ensino de Ciências (Biologia, Química e Física, principalmente). Acreditamos ser esse aspecto algo positivo, visto que permite, através de um planejamento integrado, gerar diálogos transculturais, a partir de uma perspectiva complexa, inclusive; tão necessários no processo de consolidação da Educação em Ciências.

### 3.2.2 Sobre as disciplinas vinculadas diretamente a esse percurso

Feita a análise do Projeto Pedagógico do Programa de Mestrado Profissional, apresentaremos, a partir de agora, os registros. Priorizamos aquelas que, direta e indiretamente têm relação com o nosso objeto de estudo. A partir da escolha das disciplinas, definimos os docentes que as ministraram, para serem os sujeitos entrevistados. Por conseguinte, adotamos o mesmo critério na escolha dos estudantes entrevistados, ou seja, aqueles que cursaram as respectivas disciplinas.

Começamos a análise das disciplinas a partir de leituras 17 ementas de disciplinas que nos foram disponibilizadas pela secretaria do Programa. Após a leitura, identificamos quatro que atendiam às exigências do nosso propósito nesse estudo. Porém, como tínhamos a intenção de aplicar a técnica da triangulação, limitamo-nos apenas a três delas, escolhidas, nesse momento, aleatoriamente. As ementas selecionadas foram: a) Contribuições da História da Filosofia da Ciência para o Ensino de Ciências; b) Transversalidade e o Ensino de Ciências; c) Pedagogia de Projetos no Ensino de Ciências.

Após a respectiva descoberta, centramo-nos na análise das ementas das três disciplinas, considerando as seguintes categorias: objetivo geral, ementas e bibliografia, conforme consta no Projeto Pedagógico do Programa em estudo.

Referente à disciplina denominada Contribuições da História da Filosofia da Ciência para o Ensino de Ciências, seu objetivo geral incide em:

Compreender que a ciência construiu sua história a partir das perspectivas epistemológicas materializadas nos processos, produtos e autores que contribuíram para a constituição da filosofia da ciência que pode sustentar e fundamentar teorias e práticas pedagógicas no Ensino de Ciências na Amazônia.

Conforme o objetivo geral da disciplina em discussão é perceptível a existência de uma abertura para tratar de temáticas variadas, inclusive sobre a Complexidade, como perspectiva teórica, já que essa pode ser uma das “perspectivas epistemológicas materializadas nos processos e produtos”, assim como também foi evidenciada por “autores que contribuíram para a constituição da filosofia da ciência”.

Além disso, se levarmos em consideração que a Educação em Ciências se dá no processo, ressignificado através das múltiplas formas de representação,

retroalimentadas pelas teorias e práticas pedagógicas, refletidas na zona fronteiriça, que no caso do nosso estudo é o Programa de Mestrado em Ensino de Ciências na Amazônia, surge mais uma possibilidade de a interface Complexidade – Educação em Ciências ganhar indícios de consolidação, através da execução dessa disciplina.

Na condição de ementa da disciplina Contribuições da História da Filosofia da Ciência para o Ensino de Ciências consta, no Projeto Pedagógico, o seguinte:

A história da Filosofia da Ciência e suas implicações para o Ensino de Ciências. A Filosofia da Ciência nas abordagens científicas contemporâneas e sua repercussão no Ensino de Ciências. Os filósofos da ciência e sua relação com o Ensino de Ciências. Investigações teórico-conceituais sobre a relação entre História, Filosofia e Ensino de Ciências. Os modelos pós-positivistas da racionalidade científica. Problemas contemporâneos acerca da natureza e o valor cognitivo das teorias.

Caso observemos minuciosamente a citação acima, as temáticas apresentam-se digressivamente, estabelecendo relações complementares, e coadunando sempre para uma unidade, que é apreender a ciência, na condição de objeto de estudo, procurando observá-la como um processo que precisa ser problematizado em perspectivas tanto intra, quanto interdialogicas. Decorrente disso, além de se desconstruir e reconstruir as representações cartesianas imperantes que temos de ciências, surgirão campos férteis de investigação, podendo, inclusive, caso o direcionamento teórico-metodológico dado seja focado em uma perspectiva teórica complexa, e metodológica inter e transdisciplinar, capazes de contribuir na instituição de um fazer ciência que seja gerador de pressupostos para uma Educação em Ciências.

Referente à bibliografia indicada para sustentar a execução da disciplina Contribuições da História da Filosofia da Ciência para o Ensino de Ciências, encontramos um total de quarenta e sete obras. Dentre os teóricos, destacam-se Comte (1990, 1972), Kant (1989, 1990, 1988), Laudan (1996, 1990, 1984), Popper (1980, 1994, 1975, 1992), Bachelard (1971), Japiassu (1982), Kuhn (1989, 1996, 1957) e Rorty (1994, 1997). Apesar de não termos encontrado nenhuma referência a teóricos que discutem diretamente sobre a Complexidade, o Paradigma Sistêmico e a Educação em Ciências, podemos arriscar que as obras A Epistemologia (BACHELARD, 1971), assim como A Tensão Essencial, A Estrutura das Revoluções Científicas e a Revolução Copernicana (KUHN, 1989, 1996, 1957); Nascimento e

Morte das Ciências Humanas (JAPIASSU, 1982) podem trazer contribuições significativas para discussões consolidadoras da interface Complexidade – Educação em Ciências.

A segunda disciplina selecionada denomina-se Transversalidade e Ensino de Ciências, e tem como objetivo geral Identificar a importância da transversalidade frente aos novos desafios impostos pelo mundo contemporâneo.

O objetivo geral apresentado centra-se no verbo na sua forma nominal infinitiva “Identificar”, dando uma caracterização reducionista ao próprio processo, visto que limita a respectiva ação à importância de algo, nesse caso, a transversalidade, que se encerra nela própria, quando colocada na condição de um paralelo a ser estabelecido entre aquela e “os novos desafios impostos pelo mundo contemporâneo”.

Referente aos “novos desafios impostos pelo mundo contemporâneo”, surgem os seguintes questionamentos: O que podemos chamar de novos desafios? Em que circunstâncias são impostos pelo mundo contemporâneo? Em que incide a adjetivação “contemporâneo”, a qual é atribuída ao termo “mundo”?

Ao atribuir-se o termo “novos desafios”, automaticamente, insinua-se que existem velhos desafios, conotando-se uma idéia de dualidade, distorcendo-se, assim, a forma de enxergar o que se manifesta como fenômeno, na condição de um processo dinâmico e sistêmico, passando a comprometer a possibilidade de legitimação das relações complementares, necessárias no estabelecimento da dialogicidade e da recursividade, imprescindíveis na construção da tessitura, como fundamento metodológico norteador do pensamento complexo.

Sobre as circunstâncias impostas pelo que é denominado mundo contemporâneo, a forma como ele se apresenta no respectivo objetivo gera questionamentos sobre em que incide a própria contemporaneidade, se caso levarmos em consideração as discussões que buscam legitimá-la a partir do real sentido do respectivo termo. Ora, se a preocupação incide na apreensão de objetos a partir da sua condição atual, sem se levar em conta sua relação com o seu processo histórico, não acontecerá de aqueles passarem a ser pensados a partir de um reducionismo pragmático, comprometendo os processos e produtos legitimadores de um pensar complexo?

A respeito das temáticas que caracterizam a ementa da disciplina Transversalidade e Ensino de Ciências, constam as seguintes:

Fundamentos do Ensino de Ciências. O status das teorias no Ensino de Ciências. A reestruturação das Teorias Científicas. Complexidade, Interdisciplinaridade e Transdisciplinaridade: a ética universal e a noção de valor. Marcos conceituais para o desenvolvimento da Interdisciplinaridade. A Interdisciplinaridade: necessidade das Ciências Modernas o imperativo das Questões Ambientais. Educação Transdisciplinar: a ética universal e a noção de valor. Educação a partir da Transversalidade. Transversalidade e Ensino de Ciências. Contextualização dos Temas Transversais nos Projetos Pedagógicos do Ensino Básico. O conflito curricular dos Temas Transversais. A pesquisa da Transversalidade e as áreas convencionais do Ensino de Ciências.

Os temas caracterizadores da ementa citada apresentam-se, inicialmente, em um processo digressivo, visto que os primeiros assumem uma condição de abrangentes, cuja finalidade, pressupõe-se incide na caracterização do próprio Ensino de Ciências, na condição de um segmento que possui um status de agregador de um conjunto de saberes. Por outro lado, os demais conceitos-chave para a compreensão dos postulados do paradigma emergente, como Complexidade, Interdisciplinaridade, Transdisciplinaridade e Transversalidade, quando são direcionados às questões ambientais, colocando-as como o principal referencial norteador do conjunto de saberes denominado Ensino de Ciências, acabam dando uma condição reducionista à dimensão epistemológica que aquele possui.

Das obras citadas para sustentar as discussões das temáticas, referente aos teóricos que discutem sobre a Complexidade e a Educação em Ciências, merecem destaque Temas Transversais e Áreas Curriculares, Temas Transversais e Educação de Valores (LUCINI, 1995, 2000); Ciência com Consciência, O problema epistemológico da Complexidade (MORIN, 1996, 1998); Pensamento Sistêmico: o novo paradigma da ciência (VASCONCELOS, 2005); Hacia um educación global desde la diversidad (RAMOS, 2000). Do conjunto de obras destacado, todas discutem sobre o paradigma emergente, adentrando com profundidade nos conceitos-chave que o legitimam.

A terceira que analisamos é denominada de Pedagogia de Projetos e Ensino de Ciências, e tem como objetivo geral

Compreender como professores em formação percebem a educação por projetos, ao confrontarem as situações que experienciam no respectivo momento de sua trajetória formativa, com as múltiplas vivências e experiências oriundas de teóricos e de professores que legitimam esta alternativa pedagógica.

Conforme o objetivo apresentado, diretamente, não existe uma abordagem centrada nos conceitos-chave necessários para a consolidação da interface Complexidade-Educação em Ciências. Contudo, se levarmos em consideração que a metodologia de projetos é uma alternativa que pode ser adotada na legitimação da interdisciplinaridade, a partir de articulações centradas nos temas transversais, é possível concebê-la como uma das disciplinas capazes de contribuir na respectiva consolidação.

Na condição de temas sustentadores do propósito da terceira disciplina analisada, temos os seguintes:

Do tempo técnico à cultura do projeto; O projeto e os modos de antecipação; O projeto hoje: uma necessidade em face das situações da vida cotidiana; O projeto como preocupação científica; A intenção de instruir a prova de sua equivocidade: as múltiplas facetas do projeto pedagógico; Elementos para uma metodologia da conduta do projeto; Pensar uma antropologia do projeto; Concretização dos temas transversais no Ensino de Ciências; Os projetos de trabalho: uma forma de organizar os conhecimentos escolares e legitimar pressupostos teórico-metodológicos relacionados ao Ensino de Ciências.

Conforme os temas que constituem a respectiva ementa, existe uma preocupação em estabelecer um vínculo entre Cultura de Projetos - Transversalidade – Ensino de Ciências, como pressuposto imbricativo para a legitimação de uma proposta metodológica diferenciada e divergente daquelas que imperam atualmente. Além disso, o desdobramento dessa articulação não deixa de ser um campo fértil, possível de contribuir no processo de consolidação da interface Complexidade – Educação em Ciências, pois tanto o vínculo entre os três conceitos-chave são uma tentativa de tessitura, quanto qualquer metodologia a partir dele oriunda tende a ser uma alternativa para a legitimação do educar a partir e para a própria ciência.

Do conjunto de obras que sustentam a bibliografia da terceira disciplina analisada, referente aos conceitos – chave necessários para uma discussão focada

tanto na Complexidade, quanto na Educação em Ciências, percebemos uma significativa limitação, sendo apenas três que foram identificadas com esse propósito. Dentre elas estão: A organização do currículo por projetos de trabalho (HERNÁNDEZ, 1998), Los valores latentes del Currículum centrado em las disciplinas (POPKEWITZ, 1985), Temas Transversais: em busca de uma nova escola (YUS, 1998).

Nesse momento triangularemos as informações resultantes das três disciplinas analisadas. Procuraremos nos focar, também, nos três aspectos que sustentaram a nossa análise, que foram os seguintes: os objetivos, as ementas e as bibliografias que as constituem.

A respeito dos objetivos, referente à disciplina Contribuições da História da Filosofia Ciência para o Ensino de Ciências, aquele não trata diretamente sobre os conceitos-chave necessários para a consolidação da interface em estudo, mas apresenta uma abertura para tratar de temáticas variadas, inclusive sobre a Complexidade, como perspectiva teórica. Na disciplina Transversalidade e Ensino de Ciências, cuja denominação é a única, dentre as três analisadas, que busca dar sentido à consolidação da interface em estudo, em se tratando do objetivo geral proposto, aquele acaba comprometendo a intencionalidade do processo que se pretende legitimar, visto que pleiteia uma ação em que seu caráter infinitivo se encerra nele próprio, ou seja, "Identificar".

Na disciplina Pedagogia de Projetos e Ensino de Ciências, conforme o objetivo proposto, também apresenta uma abertura para múltiplas discussões, mas se centra bem mais nos aspectos metodológicos, que nos aspectos epistemológicos.

Tratando-se das temáticas que constituem as ementas da disciplina Contribuições da História da Ciência para o Ensino de Ciências, pode-se observar um aspecto peculiar, que incide na forma como se apresentam, ou seja, digressivamente, estabelecendo relações complementares, e coadunando sempre para uma unidade, que é apreender a ciência, na condição de objeto de estudo, procurando observá-la como um processo que precisa ser problematizado em perspectivas tanto intra, quanto interdisciplinares. Diferente do que ocorre com as temáticas da disciplina Transversalidade e Ensino de Ciências que, apesar de, inicialmente, apresentarem-se, também, em um processo digressivo, visto que os primeiros assumem uma condição de abrangentes, cuja finalidade incide na caracterização do próprio Ensino de Ciências, que assume o status de agregador de

um conjunto de saberes, posteriormente, em se tratando dos conceitos-chave, para a compreensão dos postulados do paradigma emergente, como Complexidade, Interdisciplinaridade, Transdisciplinaridade e Transversalidade, no momento em que são focados prioritariamente nas questões ambientais, dando uma condição reducionista à dimensão epistemológica que aquela natureza de paradigma possui. Na disciplina Pedagogia de Projetos e Ensino de Ciências, diferente das duas disciplinas anteriores analisadas, apesar de apresentar uma digressão, aquela não dá abertura para discussões vinculadas à interface Complexidade – Educação em Ciências, visto que foca sua proposta na metodologia de projetos, exclusivamente.

Na triangulação das bibliografias que sustentam as ementas das três disciplinas analisadas, constatamos o seguinte: na disciplina Contribuições da História da Filosofia da Ciência e suas Contribuições para o Ensino de Ciências, o conjunto de obras que levantamos, por acreditarmos serem capazes de contribuir em discussões para a consolidação da interface Complexidade – Educação em Ciências, por serem de cunho filosófico, podem trazer à tona elementos de cunho mais epistemológico, para a compreensão e consolidação do respectivo processo. Por outro lado, a disciplina Transversalidade e Ensino de Ciências, as disciplinas que destacamos, por terem uma relação direta com o nosso objeto investigado, além de serem capazes de ressignificarem os aspectos caracterizadores da perspectiva teórica da complexidade, podem também oferecer subsídios necessários para a legitimação dos conceitos-chave, imprescindíveis na construção de fundamentos teóricos utilizados em percursos investigativos que venham a buscar na complexidade o seu significado. A disciplina Pedagogia de Projetos e Ensino de Ciências, diferente das demais, não apresenta uma bibliografia nem específica, e muito menos direcionada aos conceitos-chave da interface em estudo, mas se considerarmos a dimensão metodológica que aquela procura legitimar, adotando a transversalidade como uma ação integradora, sua intencionalidade ganha sentido, a partir de múltiplas perspectivas.

Além disso, não podemos nos esquecer de que, caso olharmos a partir de uma perspectiva sistêmica não somente para as disciplinas apresentadas, mas também para o conjunto de disciplinas que constituem o Programa em questão, procurando problematizá-las na sua diversidade, será possível encontrar aspectos do princípio hologramático e da recursividade em evidência. Os pontos poderão ser ressignificados como causa e efeito ao mesmo tempo, podendo agir de uma forma

recursiva pela interação de fatos e indivíduos produzindo um fluxo ininterrupto, ainda são produzidos pelos indivíduos dentro das disciplinas, demonstrando que o todo do Programa de Mestrado está nas partes, bem como as partes estão no todo. (MORIN, 2003, 2007a).

A partir das constatações detectadas, destacamos três pontos principais, para efeito de consolidação da perspectiva complexa, a partir da interseção sobre as disciplinas:

1) a necessidade de uma inserção do sujeito nas obras de Morin e não apenas em um ou dois livros;

2) a necessidade de se relacionar esta epistemologia com a realidade do estudante fazendo uma transposição para a prática pedagógica e conseqüentemente para a sua formação;

3) a necessidade de se desenvolver um ensino que articule as disciplinas.

### **3.2.2.2 A conversa com os professores**

Continuamos trabalhando, nessa segunda fase entrevistamos tanto docentes, quanto estudantes, através das quais obtivemos subsídios que se configuraram em registros sistematizados. Decorrente disso desdobramos o desenho conceitual anterior, conduzindo-o a um novo status. Para esse feito, centramos as entrevistas em três professores do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências na Amazônia que adotaram, em suas práticas pedagógicas, elementos relacionados tanto à complexidade, quanto à Educação em Ciências. Infelizmente, daqueles docentes, apenas dois dispuseram-se a colaborar, fato que nos levou a contatar com um outro docente do Programa que adotou, indiretamente, na disciplina em que ministra, discussões sobre a necessidade de consolidação da Educação em Ciências.

O primeiro professor entrevistado ministrou a disciplina Pedagogia de Projetos e Ensino de Ciências, e iremos chamá-lo de P1. Doutor em Educação, e possui experiência no desenvolvimento de projetos e vasta publicação científica sobre temas diversos como Currículo, Educação, Educação Científica,

Transdisciplinaridade, Paradigma Sistêmico, entre outros, com trabalhos apresentados a nível regional e nacional.

Referente ao primeiro docente entrevistado, informamos o seguinte, concernente à primeira pergunta:

- Quais as suas impressões a respeito da possibilidade de consolidação da interface Educação em Ciências-Complexidade, a partir da execução do Projeto de Mestrado em Ensino de Ciências da UEA?

A respeito desse questionamento, assim se posicionou o P1:

Conhecendo o projeto de mestrado e relacionando o que conheço desse curso com a abordagem, tanto de uma perspectiva de uma Educação em Ciências, quanto da perspectiva teórica da Complexidade, sinceramente não consigo perceber, pelo menos na forma como as disciplinas se apresentam possibilidades de consolidação da respectiva abordagem. Um dos aspectos que pode sustentar esse meu posicionamento incide na falta de articulação entre as disciplinas. A impressão que passa é a que estão justapostas, exclusivamente para atender as exigências que são necessárias para o comprimento dos créditos. Ora, se a complexidade tende a se legitimar através da tessitura, da ligação entre os conhecimentos, uma alternativa seria, ainda, a adoção do planejamento integrado. Será que isso acontece?

É possível perceber, no discurso de P1, suas impressões a respeito de que não existem possibilidades de consolidação da perspectiva complexa. Aquele aponta falta de articulação entre as disciplinas, confirmando o que anteriormente constatamos na análise que fizemos do conteúdo das três disciplinas, em que deixamos evidente a falta de articulação entre aquelas, assim como as limitações nas formas como são abordadas. Desta forma, percebemos que os operadores cognitivos da complexidade começam a não se fazer presentes de forma consciente entre as disciplinas. Eles existem por serem intrínsecos à realidade, mas não são percebidos de uma maneira intencional e consciente a partir de uma recriação intelectual, mas, apenas primitivamente no discurso e superficialmente na execução de algumas metodologias. (MORIN, 2003, 2007a). Isso se confirma na continuação das observações de P1:

Outro aspecto que também pode sustentar esse meu posicionamento, se observarmos a ementa da maioria das disciplinas, é a preocupação com o aspecto funcional do ensino e nem todas as disciplinas tendem a conduzir para uma discussão que seja capaz de levar para reflexões em que a

ciência venha a servir de referencial norteador para a criação de mecanismos e possibilidades do exercício da cidadania.

Como é possível observar, no registro acima da fala de P1, aquele tece críticas ao aspecto funcional das disciplinas do Programa, prioritariamente considerando o que consta em suas ementas. Deixa evidente que os conteúdos assumem um caráter mais funcional do ensino. Ora, se assim os conteúdos se apresentam, então o indício de departamentalizá-los acaba se tornando evidente e, por conseguinte, pode até contribuir para o isolamento das disciplinas. Caso isso ocorra, as dificuldades na possibilidade da criação de alternativas para a construção de uma tessitura tornam-se remotas. Principalmente porque, em se tratando de alternativas no processo de consolidação da interface Complexidade - Educação em Ciências, precisa ser levado em consideração o que se chama *tessitura reconstrutiva política* da aprendizagem, como forma de agregar a dinâmica das relações de poder, e colocar na berlinda o processo de formação de sujeito capaz de mudar a sua história pela reflexão e ação (DEMO, 2002).

A segunda pergunta que fizemos para o P1 foi:

- Quais seriam os maiores entraves na consolidação do pensamento complexo, a partir de metodologias centradas em práticas transdisciplinares, através do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências da UEA?

A respeito dessa pergunta, assim se posicionou o P1:

Diante dos maiores entraves apontarei três:

- a) o desconhecimento e o modo de lidar com o novo, visto que o pensamento complexo é emergente e praticamente ignorado nas comunidades científicas das áreas convencionais do ensino de ciência;
- b) a escassez do desenvolvimento de práticas interdisciplinares (tanto no ensino quanto na pesquisa) que poderiam ser um avanço para se experienciar as práticas transdisciplinares;
- c) a legitimação de políticas e práticas de avaliação dos diferentes segmentos que ainda definem os instrumentos e as técnicas de avaliação a partir de uma técnica eminentemente cartesiana.

Não desmerecendo os entraves b e c, comentaremos especificamente o primeiro, visto que não deixa de ser um fator determinante para a consecução tanto do segundo, quanto do terceiro. O fato de a maioria dos docentes darem um tratamento de “desconfiança” ao que se apresenta como o “novo”, especificamente

aquilo que emerge no âmbito da comunidade científica, prioritariamente nas áreas convencionais do Ensino de Ciências (Física, Química, Biologia e Matemática), como é o caso do paradigma complexo, é, acreditamos, um dos pontos centrais da nossa discussão, principalmente porque não é novidade que nas respectivas áreas, o ensino e a aprendizagem ainda estão fincados na legitimação do paradigma tradicional de reprodução de conhecimento, desconhecendo ou negando o respectivo paradigma emergente (BEHRENS, 2005).

Por outro lado, deixamos tranqüilo o fato de que, considerando a nossa experiência discente, essa realidade não chega a ser uma regra geral, visto que no Programa em questão há professores, inclusive aqueles que ministram as disciplinas analisadas anteriormente, que discutem e procuram aprofundar o pensamento de teóricos que tratam da complexidade como, por exemplo, Edgar Morin. Infelizmente, na maioria das disciplinas lecionadas pelos demais professores do Programa, percebemos que tanto pela prática do planejamento do ensino focado em uma perspectiva cartesiana, quanto pelo próprio desconhecimento a respeito do paradigma emergente em questão, ainda há um certo distanciamento das discussões que evidenciem a perspectiva complexa (VASCONCELLOS, 2007).

Além disso, um aspecto interessante está no fato de que tanto o planejamento, quanto as práticas pedagógicas oriundas das disciplinas analisadas nesse estudo, inclusive a ministrada pelo P1, não se configuram em estratégias caracterizadoras de uma obrigação metodológica, mas sim em alternativas focadas na integração, privilegiando, inclusive, o pensamento complexo. Esse aspecto é visível no momento em que criam, naturalmente, estratégias de superação de abordagens superficiais sobre temáticas vinculadas à uma Educação em Ciências, através da dialogicidade e da complementaridade.

A respeito do que mencionamos no parágrafo anterior, temos como exemplo duas disciplinas que cursamos no Programa em questão e que, inclusive, serviram de referencial na análise que fizemos nesse estudo. Uma é a disciplina Pedagogia de Projetos e Ensino de Ciências, quando nos propôs a percepção de que precisávamos nos ver como sistemas interligados a outros sistemas mais complexos, e que necessitávamos construir nossos projetos de vida a partir dessa nova realidade, o que não deixou de ser uma alternativa para trazer à tona a necessidade de se pensar na legitimação de uma cidadania planetária. Outra disciplina é a História da Filosofia da Ciência e suas contribuições para o Ensino de

Ciências que, apesar de não ter focado diretamente as suas discussões no pensamento complexo, apresentou-nos aquele como uma das perspectivas legitimadoras do paradigma emergente, a partir de pontos de vista de teóricos, por exemplo, como Thoms Kuhn (1996) e Boaventura de Souza Santos (2006). Sendo assim, caso haja mais articulação entre as disciplinas do Programa, através de um planejamento integrado, é possível ser colocada por terra a departamentalização e, por sua vez, o individualismo, que sempre primaram pela funcionalidade do ensino e da aprendizagem, legitimando o princípio de que a ciência também é funcional e pragmática.

Além disso, um planejamento integrado pode, inclusive, superar o entrave c, mencionado pelo P1, pois as práticas interdisciplinares, tanto no ensino quanto na pesquisa, e a legitimação de políticas e práticas de avaliação dos diferentes segmentos poderão superar a condição eminentemente cartesiana que tem sido dada ao conhecimento, limitando o ensino a uma condição meramente funcional, distanciamento as possibilidades das ações científicas serem utilizadas para educar os indivíduos através da legitimação de uma consciência planetária, visto que precisamos, mais do que nunca, ver o real por uma aproximação da valorização da liberdade de imaginação criadora com a abordagem multidimensional dos fenômenos complexos, percebendo as contradições existentes na redução, na tensão entre o discurso científico e a práxis social direta, pois assim construiremos uma autonomia institucional acadêmico - científico mediada pelos valores éticos, podendo, posteriormente, consolidar uma gestão da prática interdisciplinar e interparadigmática<sup>20</sup> focada na formação de redes horizontais de colaboração, através de novos desenhos institucionais, assim como de processos de socialização e de reprofissionalização (VASCONCELOS, 2007).

O segundo professor, P2, ministra a disciplina História da Filosofia da Ciência para o Ensino de Ciências, o qual, no momento da pesquisa ele também ocupava o cargo de coordenador do Mestrado em Ensino de Ciências. Possui o título de Doutor em Educação, e uma vasta produção científica por áreas como Filosofia, Epistemologia, Currículo, metodologias de pesquisa, bem como pela reflexão apresentada em suas respostas.

Sobre a primeira pergunta que fizemos a ele, aqui ratificada, ou seja:

---

<sup>20</sup> É a ampliação o conceito de interdisciplinaridade segundo Vasconcelos (2007) abarcando o inter, o trans e até mesmo o que esta entre os paradigmas.

- Quais as suas impressões a respeito da possibilidade de consolidação da interface Educação em Ciências-Complexidade, a partir da execução do Projeto de Mestrado em Ensino de Ciências da Universidade do Estado do Amazonas?

Obtivemos como resposta o seguinte:

Eu poderia dizer que a Educação em Ciências já envolve um traço de natureza complexa na abordagem do objeto enquanto condição de conhecimento, então isso posto na execução do projeto de mestrado me parece que o projeto tem isso como pressuposto, essa interface entre ensino de ciências e Educação em ciências e a perspectiva que desenham as ciências contemporâneas que são, ou seja, a ciência só expande o seu campo de ação e de sua ação na sociedade na medida em que ela educa essa sociedade para esse conhecimento.

Na fala do P2, fica evidente tanto a importância da Educação em Ciências, quanto o seu incremento a partir da proposta do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências para a nossa sociedade, e que ainda não havia sido destacado por nós. Além disso, percebemos que o P2 também deixa evidente que existe uma imbricação entre Ensino de Ciências e Educação Científica, sendo o primeiro uma perspectiva do segundo, demonstrando uma articulação fecunda entre a epistemologia e o próprio Ensino de Ciências (CACHAPUZ, 2005).

Em sua fala, P2 aborda também outra questão importante, que é a própria complexidade, inerente à Educação em Ciências enquanto objeto de estudo e, em consonância a isso, apresenta, como perspectiva, o próprio desenho do Projeto do Programa de Mestrado em questão, como uma perspectiva capaz de consolidar uma outra interface, que é a entre o ensino de ciências e a educação em ciências.

Outro aspecto que nos chamou atenção na fala de P2 foi o seguinte:

E é claro que as formas de educar a sociedade para o conhecimento que a ciência detém não são as mesmas daquelas que possibilitam que a ciência produza os seus conhecimentos. Portanto isso quer dizer que as ciências têm um objeto em si mesmo, cada ciência tem os seus objeto por um lado e a educação em ciência é um outro objeto que não é a ciência.

A relevância deste trecho da fala de P2 configura, por analogia, com o princípio de que é preciso fazer ciência com consciência e não uma ciência mutilada

e privada de reflexão (MORIN, 2007a). Sendo assim, P2 também alerta para a necessidade de superação da existência de um pensamento dissimulado, observado a partir de uma *paradigmatologia*, que incide sobre as próprias idéias, sua natureza, sua organização e condições de emergência sobre a ciência-técnica-sociedade.

Reforçando a fala de P2, ressaltamos ainda que, a partir de uma transmutação de um no outro, o que vemos são princípio de disjunção e redução (MORIN, 2005f). “A revolução paradigmática depende de condições históricas, sociais e culturais, que nenhuma consciência seria capaz de controlar. Mas depende também de uma revolução própria à consciência (MORIN, p.289, 2005f)”.

Em seguida o P2 reflete sobre a interface de maneira mais direcionada à realidade do Programa em estudo, dizendo:

Então como é que se consolida a interface Educação em Ciências-Complexidade, a medida que os discentes, os docentes e o próprio programa desenvolverem ou levarem a cabo esta relação de que educar para a ciência ou educar em ciência é por si só ou envolve em si uma condição de conhecimento complexa. Ou seja, um projeto de ciências como é o do mestrado só é possível se pensarmos na sua complexidade.

Com um olhar focado na dimensão epistemológica do Programa, P2 alerta para uma evidência que, talvez, nem nós discentes, e quem sabe, os próprios docentes do Programa ainda não atentamos, que é o reconhecimento da própria complexidade em que se sustenta a proposta do próprio Programa. Buscar sentido para essa evidência incide na tomada de decisão implica na superação dos desafios que impedem a legitimação de uma prática pedagógica emergente e necessária que se sustenta, segundo Behrens (2005, p.109-110) em:

- a) maior tempo em pesquisas para instrumentalizar as atividades e textos;
- b) buscar o envolvimento do aluno em trabalhos coletivos;
- c) organizar atividades diferenciadas e desafiadoras;
- d) buscar resultados consensuais como resultado efetivo da cidadania;
- e) Valorizar a elaboração própria e a construção coletiva;
- f) demonstrar e valorizar o lado prático dos conhecimentos propostos;
- g) correr o risco e ousar.

Trazendo a possibilidade de aplicação dessa proposta no Programa em estudo, não podemos nos esquecer de que uma prática pedagógica emergente não pode fugir de antigas propostas já existentes e até mesmo de uma configuração inicial em certos momentos determinista (BEHRENS, 2005). Além disso, um outro risco é o distanciamento entre o planejado e o executado. Conforme P2, o Projeto do respectivo Programa “só é possível se pensarmos na sua complexidade”, mas onde é possível dela ser vista, na prática pedagógica dos docentes, através dos fundamentos teóricos em que se sustentam, assim como nas metodologias que aplicam?

Em seguida, a fala do P2 ratifica nossas reflexões sobre a necessidade da transposição das fundamentações paradigmáticas, na compreensão de que a própria busca de uma interface entre Complexidade – Educação em Ciências incide na busca de entendimento da própria condição do *complexus* da complexidade, assim como das múltiplas possibilidades de complexidade em que a Educação em Ciências pode se apresentar. Principalmente quando comenta o seguinte:

A minha impressão da interface Educação em Ciências -Complexidade é a de que a educação em ciências é por si de natureza complexa. Ou seja, o seu conhecimento para o desenvolvimento do projeto de pesquisa que produz um conhecimento nesse campo, há de necessário o conhecimento tanto específico de cada ciência, dos campos de conhecimentos e de transmissão de conhecimento vinculados ao ensino, a didática, a didática geral e a didática das ciências, ao mesmo tempo estas ciências devem encontrar os seus pontos de interseção para que elas possam educar, portanto para além das disciplinas este projeto e esta educação em ciências deve ser pensada para além do universo disciplinar. Ou seja, o ponto de partida neste caso seria perceber que o conhecimento traduzido pela educação em ciências deve necessariamente ser pensado a partir de sua natureza interdisciplinar.

Chama-nos também atenção, no trecho da fala do P2, a evidência que dá à perspectiva interdisciplinar, como uma alternativa metodológica a ser pensada. Esta questão, inclusive, nos reporta à discussão levantada por Vasconcelos (2007), quando sustenta a necessidade do desenvolvimento de práticas interdisciplinares. Para tanto, não podemos nos esquecer de que é preciso religar os saberes a partir de um duplo problema de importância capital:

- 1) o desafio da globalidade, isto é, a inadequação cada vez mais ampla, entre um saber fragmentado em elementos desconjuntados e compartimentados nas disciplinas de um lado e, de outro, entre as realidades multidimensionais, globais e os problemas cada vez mais transversais, polidisciplinares e até mesmo transdisciplinares;
- 2) a não-pertinência de nosso modo de conhecimento e ensino, que nos leva a separar e isolar os objetos, as disciplinas e não reunir o que na verdade faz parte de um mesmo tecido (MORIN, 2005b, p.14).

Por outro lado, a grande questão talvez não esteja apenas na formação deficiente em relação a novos paradigmas, mas na necessidade de uma formação que esteja aberta a novas perspectivas e a um novo olhar pautado na problematização da complexidade, de maneira que se leve em consideração que ela:

[...] não está no conhecimento em si, mas está basicamente nos objetos com os quais as ciências lidam. Então a complexidade do conhecimento educação em ciências não está exclusivamente nos métodos que as ciências utilizam para conhecer mais está na natureza do objeto, portanto a dificuldade que teríamos no caso do projeto de mestrado nesta interface Educação em Ciências é a percepção de que a complexidade não está nos métodos ou nas metodologias de investigação, mas nos objetos investigados. Ou seja, os objetos é que são complexos na verdade (P2).

Pensar a partir do ponto de vista apresentado pelo P2 implica em assumir a condição de que a visão cartesiana com que enxergamos a formação, o ensino, o ser político e o pesquisar precisa ser deve problematizada para que, por conseguinte, perca o *status quo* imperante, o qual tanto tem contribuído para legitimar a idéia de que o método é o caminho linear para se chegar a algum lugar, quanto para ignorar as questões emergentes que sustentam estudos que apontam na direção de alternativas investigativas com objetos complexos voltados para a pesquisa em Educação (PIMENTA, GHEDIN & FRANCO, 2006), um exercício imprescindível na consolidação da Educação em Ciências.

Em relação à segunda pergunta, que é a seguinte:

- Quais seriam os maiores entraves na consolidação do pensamento complexo, a partir de metodologias centradas em práticas transdisciplinares, através do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências da Universidade do Estado do Amazonas?

Como resposta, o P2 assim se posicionou:

Portanto na compreensão que eu tenho é de que a Educação em Ciências, ela transcende os campos específicos da disciplina no espaço de ensino, portanto qual maior entrave, é justamente a dificuldade dos discentes e dos docentes oriundos das diversas ciências de abrirem mão de seus métodos de seus poderes de seus paradigmas em função do novo paradigma. De um novo paradigma que está vinculado à ciência contemporaneamente.

O comentário apresentado por P2 reforça a necessidade que temos de superar um grande desafio que ainda ganha dimensão no meio acadêmico, que é a necessidade de superarmos a fragmentação do conhecimento na formação em Ciências, verificada pela fragmentação do aprendizado, pela descontextualização e pela linearização, deixando de extrapolar os limites de cada campo disciplinar (MALDANER & ZANON in MORAES & MANCUSO, 2006). Além disso, essas constatações vêm a somar com as nossas observações a respeito do que comentou o P1, ao dizer que os problemas são também o desconhecimento, a falta de práticas interdisciplinares e de políticas que considerem a diversidade como um dos fatores determinantes.

Continuando com o comentário a respeito da fala do P2, percebemos sua preocupação em demonstrar a necessidade de ratificar os aspectos referentes à discussão em evidência, quando afirma que:

Os paradigmas já consolidados nas ciências tradicionais, ou historicamente já consolidados, não são modelos suficientes necessários para atender às necessidades, à profundidade e à complexidade do que implica um programa de pós-graduação que articula entre outros conceitos o Pensamento Complexo, Transdisciplinaridade e Educação em Ciências.

Conforme o P2, é imprescindível um olhar diferenciado, como alternativa para a compreensão da condição sistêmica existente no Programa em estudo, principalmente no processo de articulação entre os conceitos Pensamento Complexo, Transdisciplinaridade e Educação em Ciências. Para tanto, esse olhar diferenciado precisa estar despido de elementos que legitimam os paradigmas já consolidados nas ciências tradicionais. Por conseguinte, é preciso ousar, não confundindo desafios com obstáculos, e muito menos temer a errância como fator

determinante na consolidação do percurso investigativo que caracteriza o processo de construção do conhecimento.

Tratando-se de um Programa de Pós-Graduação, como é o caso do Mestrado em Ensino de Ciências, aqui caracterizado como nosso objeto de estudo, a transdisciplinaridade poderia vir a ser uma perspectiva a ser pensada, mesmo que em um primeiro momento houvesse um trabalho pautado na interdisciplinaridade. Assim defendemos porque a legitimação de uma proposta transdisciplinar pressupõe um árduo processo de re-ligação de saberes, caracterizado, inclusive, por alguns teóricos como utópica, visto que evidencia um discurso muito longo à procura de um método que não se revela por nenhuma evidência primária e que deve ser elaborado por esforço e risco. Decorrente disso retomamos as indagações de Morin (2007a) de que a questão não é “fazer transdisciplinar” mas “que transdisciplinar é preciso fazer?”

Ainda a respeito dessa discussão, o P2 comenta o seguinte:

[...] então deste modo poderia dizer que a primeira dificuldade neste processo é a compreensão por docentes e discentes que são oriundos de diversas áreas do conhecimento em compreender que estão lidando com objetos complexos o que envolve a transcendência ao campo disciplinar onde cada um deles foi formado, isto implica uma resignificação do conhecimento, dos seus processos e dos seus produtos, portanto a maior dificuldade neste processo é uma dificuldade de compreensão, portanto é uma dificuldade de interpretação. A um esforço necessário a ser feito para interpretar que o objeto Educação em Ciências e Ensino de Ciências está vinculado a um novo paradigma da ciência e não o paradigma tradicional.

Esse trecho da fala do P2 nos remete a Nicolescu (1999), quando apresenta os passos na busca de um diálogo transcultural, no processo de legitimação de uma metodologia transdisciplinar. Assim associamos porque atender ao que comenta P2 exige desprendimento e superação das amarras, assim como humildade científica e superação dos preconceitos que foram inculcados sutilmente, através da legitimação de paradigmas tradicionais, que ganharam *status* de verdade absoluta. Além disso, aquele que assim se dispuser precisa estar consciente de que a sua ida para a zona fronteira dependerá do nível dos conhecimentos específicos da sua área de formação, caso contrário poderá comprometer o diálogo transcultural, como alternativa na legitimação de uma metodologia centrada em perspectivas transdisciplinares.

O segundo entrave apresentado pelo P2 tem ligação e influencia diretamente o primeiro, conforme o seguinte comentário:

[...] a segunda dificuldade é de ordem institucional que é de fato as diversas ciências que a universidade promove e pesquisa compreenderem-se dentro dos programas articulados transdisciplinarmente, que vai além do conhecimento das disciplinas já consolidadas na história da ciência. Então nós temos uma dificuldade de compreensão dos docentes e discentes da natureza deste programa, uma dificuldade institucional, ou seja, das diversas ciências que a universidade promove compreenderem que este programa é um programa que envolve um grau de complexidade mais aprofundado, porque implica e tem como pressuposto a superação do campo disciplinar para sua atuação, portanto, tanto quem fizer o curso, como quem vai trabalhar no curso tem que dispor-se a esta abertura, a um conhecimento que extrapola o campo de cada uma das suas ciências.

O comentário feito pelo P2 leva-nos a problematizar sobre o tipo de autonomia que é dado aos processos de ressignificação das ciências nos âmbitos institucionais, especificamente na academia, através das políticas institucionais, das práticas pedagógicas dos professores, e no desenvolvimento de pesquisas. Caso essa autonomia esteja centrada em princípios cujo foco seja pautado na legitimação de uma formação que prima por uma visão cartesiana do ensino e da realidade, logo, a ciência gerará processos e produtos que farão com que ela se veja de maneira cartesiana, contribuindo para que o professor, que é aquele que forma, tenha uma visão de mundo cartesiana (MORIN, 2007a), gerando um contínuo espiral que tende a retroalimentar os paradigmas tradicionais, impedindo que o paradigma emergente ganhe legitimidade.

Paralelo a isso está o isolamento existencial, que não deixa de ser um grande desafio a ser superado, levando à tentativa de uniformização da visão sobre as ciências, fixando idéias nos indivíduos através do *imprinting* e normalização. Além disso, também não podemos nos esquecer de que as teorias científicas não podem refletir sobre si próprias, visto que repelem a articulação de juízo de fato e de valor e, por fim, repelem os problemas filosóficos fundamentais (MORIN, 2007a).

Nesse outro trecho da fala do P2, chama-nos atenção o comentário que faz a respeito do terceiro entrave, especificamente por relacioná-lo ao fato de que a forma como a Ciência está organizada tem relação direta com a questão epistemológica de se refletir e se praticar a pesquisa científica. É o que podemos conferir a seguir:

A outra dificuldade é de que as ciências tradicionalmente consolidadas são pensadas, organizadas e estruturadas rigidamente a partir de um único método de pesquisa como referência para produção de conhecimento. Esta é uma dificuldade de natureza epistemológica que está articulada a um imaginário de ciência que tem o pesquisador e a sociedade, este imaginário é construído pelos diversos modelos de ciência que nos temos, então além das dificuldades administrativas que temos todo um sistema burocrático de administração e gerenciamento da instituição que é pensada numa burocracia centrada numa ciência tradicional e não numa ciência revolucionária, não num pensamento complexo, não numa prática transdisciplinar. Então a estrutura burocrática da instituição não facilita a consolidação do programa tendo em vista que o programa é de natureza transdisciplinar ou até multidisciplinar, mais transdisciplinar, pensar a sua natureza complexa, enquanto os processos gerenciais desta ciência, ou do modelo que a instituição tem para gerar o conhecimento é um modelo centrado na ciência tradicional.

Conforme o exposto, a articulação não deve se restringir apenas aos professores e aos alunos, mas também a todos os segmentos da universidade como um todo sistêmico e complexo, por conseguinte, às demais instituições de ensino e de pesquisa parceiras, bem como, à própria sociedade (MORIN, 2003, 2004b). Devido o gerenciamento da Universidade do Estado do Amazonas ser baseado num modelo cartesiano, conseqüentemente, necessita ajustar-se ao modelo do Estado e da ideologia dominante. Isso está em sintonia com o que se denomina de segunda identidade social: o grande Leviatã. Um ser de terceiro tipo, um Estado como uma forma de cérebro que domina e que possui uma mega-máquina manipuladora e que, paradoxalmente, ao mesmo tempo se intitula emancipador e civilizador. Desta forma ele cria intercomunicações cerebrais/mentais entre os indivíduos mas sem desenvolvimento de consciência nos mesmos (MORIN, 2005f).

O terceiro professor, P3, entrevistado não leciona nenhuma das três disciplinas analisadas, mas discute questões relacionadas ao paradigma emergente, tomando como foco a ação transversal, principalmente a partir de diálogos entre algumas áreas de conhecimento, como a Educação e a Psicologia. Este foi o motivo principal, inclusive, que nos levou a convidá-lo para colaborar com o nosso estudo, visto que o docente que deveria ser entrevistado, na condição de peça-chave nesse estudo, por ministrar a disciplina Transversalidade e Ensino de Ciências, uma das disciplinas aqui analisadas, apesar de ter acordado se prontificado em colaborar, conforme acordo verbal, não chegou a responder as questões referentes à

entrevista, enviadas com um mês de antecedência, mesmo com os inúmeros recados que encaminhamos para a sua caixa de mensagem eletrônica.

Ressaltamos, ainda, que sua formação perpassa graduação em Pedagogia, mestrado e doutorado em Educação abordando áreas como educação, comunicação, psicanálise, cultura, ensino-aprendizagem, engenharia de produção, gênero e semiologia. Possui inúmeros trabalhos publicados.

Queremos, inclusive, deixar aqui registrado que a experiência obtida com a entrevista do P3 foi um aprendizado, uma vez que tínhamos certo receio de que com a ausência da entrevista do docente que acreditávamos ser peça-chave nesse momento da investigação prejudicaria o processo. Pelo contrário, o olhar descompromissado e sem obrigação para com a temática acabou gerando uma contradição explícita, demonstrando que a interface Complexidade-Educação em Ciências no processo de formação tanto dos docentes, quanto dos discentes do Programa investigado é uma necessidade premente.

Sobre a primeira pergunta, referente às suas impressões da possibilidade de consolidação da interface Educação em Ciências - Complexidade a partir da execução do Projeto de Mestrado em Ensino de Ciências da UEA, o P3 assim respondeu:

Penso que a possibilidade de consolidação da interface Educação em Ciências – Complexidade é possível a partir da execução do Projeto de Mestrado em Ensino de Ciências, mas para isso se faz necessário não só uma metodologia interdisciplinar, mas também um projeto exequível e recursos para viabilizá-lo. Outro detalhe que não pode passar despercebido é a constituição de um grupo interdisciplinar capacitado, que treine os demais participantes do projeto (alunos, professores, administrativos e gestores) para que todos compreendam os conceitos-chave, saibam delimitar questões que possam ser investigadas, compartilhem as atividades e socializem os resultados. O agir complexo exige um pensar complexo, sem isso a tessitura se perde, os fios ficam soltos e ficamos perdidos procurando uma ancoragem disciplinar, que foi o nosso porto seguro durante séculos.

P3 considera possível a legitimação da interface Complexidade-Educação em Ciências como um referencial norteador no processo de formação do Programa investigado, demonstrando sua opinião a partir de um olhar pedagógico. Chama-nos atenção o fato de que recomenda um percurso formativo centrado no tratamento

interdisciplinar, como alternativa para a possibilidade que defende. Como uma forma de sustentar seu posicionamento, apresenta dois pontos, aqui ressaltados: a ênfase dada à formação continuada dos docentes do Programa a partir de uma perspectiva interdisciplinar, e a necessidade de priorizar e delimitar questões – problema de estudos investigativos, cujos conceitos-chave possam contribuir tanto para a reflexão sobre uma formação interdisciplinar, para efeito de discussões e investigações. Na verdade, isso é a repercussão do tema dentro do programa do mestrado e irei abordar a questão dentro desta triangulação sobre os professores.

A respeito do primeiro ponto, concordamos plenamente com o P3, visto que não é possível instituir novos paradigmas sem a contribuição daqueles que têm como um dos fatores determinantes da sua profissão o ato de ensinar, ou seja, os professores. Caso o Programa em estudo queira optar pela complexidade como um dos postulados teóricos na legitimação da Educação em Ciências, precisará investir nos aspectos que sustentam os fundamentos epistemológicos, teóricos e metodológicos da prática pedagógica de seus docentes, visto que a sua legitimação ocorre a partir das disciplinas que eles ministram, das pesquisas que desenvolvem e das pesquisas que orientam. Logo, percebe-se que a dimensão do processo não é apenas de cunho pedagógico, mas também existencial. É uma questão de mudança de postura, é assumir a proposta como uma causa, que só poderá ganhar uma dimensão maior se for percebida e experienciada na coletividade, no compromisso, no envolvimento, na dedicação. Para tanto, os professores precisarão problematizar o que desenvolvem, como desenvolvem, e também para que costumam desenvolver suas práticas pedagógicas. Afinal de contas, são formadores que precisam, a partir da formação contínua, retroalimentar os fundamentos que norteiam tanto a sua dimensão humana, quanto profissional, pois somente a partir disso poderão gerar mudanças, através da quebra e, por conseguinte, legitimação de novos paradigmas.

Sobre a necessidade de priorizar e delimitar questões – problema de estudos investigativos, cujos conceitos-chave possam contribuir tanto para a reflexão sobre uma formação interdisciplinar, para efeito de discussões e investigações, que é o segundo ponto mencionado pelo P3, sem dúvida alguma é uma estratégia determinante no processo de legitimação da interface Complexidade – Educação em Ciências. Assim pensamos porque sem a pesquisa é impossível a construção de novos conhecimentos, assim como a instituição de novos paradigmas. Aquela precisa ser consolidada a partir de outras perspectivas, como a interdisciplinar, por

exemplo, conforme P3. Desta forma, a partir disso, além de ser possível a superação da cultura das ações pedagógicas centradas especificamente no ensino (que tende a reproduzir conceitos e estados de consciência focados em modelos que obtiveram êxito, em um determinado momento, mas que nem sempre tende a assim acontecer em outras situações), também ocorrerá a geração de novos estados de consciência, construídos a partir de saberes articulados, que se dialogam e se complementam, na busca de sentido principalmente para a condição em que se encontram os seres humanos, nas articulações que estabelecem entre si, e com o próprio planeta. Assim, acreditamos, ocorrerá uma Educação em Ciências; a segunda não é um mero instrumento para, mas sim uma parceira imprescindível, na dialogicidade, na caracterização identitária da primeira.

Em relação à segunda pergunta, ou seja, quais seriam os maiores entraves na consolidação do pensamento complexo, a partir de metodologias centradas em práticas transdisciplinares através do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências da UEA, o P3 assim respondeu:

A falta de entendimento do que seja a complexidade e como operacionalizá-la. Geralmente nos deparamos com professores que dominam a teoria mais esbarram em como colocá-la em prática no cotidiano escolar. O discurso é transdisciplinar, mas a prática é disciplinar, deixando os alunos confusos.

P3 cita justo o que acreditamos ser um dos maiores entraves na consolidação da interface Complexidade-Educação em Ciências, nesse trecho da sua fala. Ou pela falta de embasamento teórico, ou pela dificuldade de delinear um novo percurso fora dos padrões convencionais do processo de construção do conhecimento, muitos professores não conseguem, pelo menos, aproximar os fundamentos teóricos da prática que desenvolvem. Decorrente disso surge discursos vazios, sem sustentabilidade alguma, na maioria das vezes gerando descrenças e deturpações do real sentido de uma determinada teoria. Referente à complexidade não tem sido diferente. Temos visto constantemente professores e pesquisadores que se dizem adeptos dessa nova forma de pensar e construir o conhecimento, mas que adotam, em suas práticas pedagógicas e em suas pesquisas, metodologias cuja tendência coaduna para a legitimação do pensar e do construir o conhecimento em uma perspectiva cartesiana. O mais complicado dessa situação é quando esses alunos

estão iniciando o contato com essas perspectivas teóricas, e já começam com uma visão deturpada dos fundamentos epistemológicos, teóricos e metodológicos que sustentam a respectiva forma de pensar e de construir o conhecimento.

Neste momento, realizaremos a triangulação dos resultados das entrevistas do P1, do P2 e do P3.

A respeito da primeira pergunta: Quais as suas impressões a respeito da possibilidade de consolidação da interface Educação em Ciências - Complexidade, a partir da execução do Projeto de Mestrado em Ensino de Ciências da UEA? O P1 afirma que não existe a possibilidade de consolidação, sustentando a sua afirmativa a partir da forma como as disciplinas se apresentam no próprio Projeto do Programa. Alega também que não existe uma tessitura entre as disciplinas, que aquelas estão mais para atender à realidade das linhas de pesquisa e do sistema de créditos, mas ainda coloca uma possibilidade remota para que ocorra a consolidação, caso seja adotado o planejamento integrado. O P2 tem um posicionamento distinto do P1, pois acredita que “a Educação em Ciências já envolve um traço de natureza complexa na abordagem do objeto enquanto condição de conhecimento”, sendo esse um pressuposto contido no próprio projeto do Programa. O P3 concorda com o P2, quando afirma que existe a possibilidade de consolidação da interface Educação em Ciências – Complexidade, a partir da execução do Projeto de Mestrado em Ensino de Ciências. Por outro lado, chama atenção para o fato de que o projeto por si só não é capaz de sustentar tal feito, ressaltando, inclusive, os recursos financeiros necessários para a viabilização.

A respeito dos pontos de vista triangulados, ainda chamamos atenção para os seguintes aspectos:

- O P1, apesar de não ter um posicionamento favorável à pergunta feita, deixa claro, como possibilidade remota, de que se caso houver um planejamento integrado, mesmo na condição em que as disciplinas se encontram, seria possível haver consolidação da interface em discussão. Sendo assim, sua visão transpõe o aspecto funcional e adentra em um plano de cunho mais pedagógico, demonstrando que a partir do princípio da incerteza, sustentada dialogicidade e da complementaridade (MORIN, 2003, 2007a), pode-se inverter o quadro. O P2, na condição de quem apresenta uma afirmativa como resposta, a partir de um olhar de cunho mais epistemológico, percebe não somente a complexidade como perceptiva teórica, mas também a complexidade que existe no próprio objeto e sujeito que

constroem o processo, dando-nos a oportunidade de pensar no plano da meta-complexidade, o que não deixa de ser uma alternativa a mais que pode contribuir na retroalimentação do processo de consolidação da interface em evidência, capaz de ser sustentada pela própria recursividade do processo. O P3, na condição de quem deu uma resposta afirmativa à pergunta, também faz suas observações a partir de um olhar pedagógico, com um diferencial, que é a atenção que dá à forma de como fazer pesquisa, alegando que os conceitos-chave, e todo percurso investigativo precisa ser pensado em uma perspectiva interdisciplinar.

- Apesar de haver divergências entre P1, P2 e P3 a respeito da consolidação da interface Complexidade-Educação em Ciências na execução do projeto do Programa de Mestrando em estudo, um aspecto aparece como similar: nenhum deles se apresenta como desfavorável à proposta de consolidação. Pelo contrário, apresentam, inclusive, sugestões e alternativas para que ela venha a ocorrer. Decorrente dessa constatação, acreditamos que é possível até dizermos que a legitimação do processo iniciou, antes mesmo de nos darmos conta.

A respeito da segunda pergunta: Quais seriam os maiores entraves na consolidação do pensamento complexo, a partir de metodologias centradas em práticas transdisciplinares através do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências da UEA?

Centrar-nos-emos em apenas alguns aspectos básicos, que consideramos norteadores no respectivo processo, apresentados a seguir. Tanto o P1, quanto o P2 e o P3 foram unânimes ao afirmarem que existem inúmeros entraves. P1, por exemplo, exalta a falta de articulação entre as disciplinas, que é um fator imprescindível na consolidação do respectivo processo, pois sem o diálogo entre os diferentes não é possível o estabelecimento de uma tessitura, religando saberes, desconstruindo e reconstruindo conhecimentos. P2 destaca tanto a alienação curricular, quanto o desconhecimento dos fundamentos teóricos que sustentam as respectivas questões, colocando-os como entraves possíveis de serem superados a partir de uma dimensão filosófico - pedagógica. P3 ressalta tanto a burocracia cartesiana institucional, quanto a falta de uma tomada de decisão e consciência tanto dos docentes quanto dos discentes em relação ao novo, deixando evidente que a prática interdisciplinar não se limita apenas a uma ação pedagógica limitada ao espaço de sala de aula. Pelo contrário, começa ainda na forma como são pensadas as políticas públicas e a própria forma como a instituição está estruturada,

o que se evidencia na sua rotina do cotidiano. Sendo assim, seu olhar vai além do pedagógico, esbarrando, inclusive, nos aspectos políticos e administrativo.

Tanto a partir das constatações obtidas dos resultados da triangulação das informações da primeira pergunta, quanto da segunda, fica evidente que a proposta Transdisciplinar ainda é utópica, mas que pode ser iniciada através da perspectiva interdisciplinar, aos poucos, através de erros e acertos, na própria errância (MORIN, 2007a), atentando para o fundamento de que “não existe o caminho, o caminho se faz no próprio caminhar” (MACHADO, apud MORIN, 2003).

Fica evidente também que existe a necessidade de os professores do Programa tomarem cada vez mais ciência do tipo de tratamento que estão dando aos objetos que investigam, principalmente da ideologia cartesiana que estes processos carregam em seu interior, assim como das dicotomias existentes no seio da academia, a partir, inclusive, das divergências de opiniões existentes e que sempre existirão.

Dessa forma será possível reconhecer a própria complexidade da Educação em Ciências, como um primeiro pressuposto necessário para a legitimação da perspectiva interdisciplinar, pensada a partir do respeito às características e às peculiaridades individuais que ainda existem nas áreas específicas que integram o conjunto de saberes em que se sustenta o processo de consolidação da Educação em Ciências.

Assim delineamos a segunda etapa do percurso que fizemos:

### **3.2.2.3 A conversa com os estudantes**

Após as duas fases anteriores, escolhemos, aleatoriamente, três estudantes, entre aqueles que cursaram as disciplinas do Programa que foram analisadas, sendo um de cada disciplina. Fizemos a eles as mesmas perguntas que havíamos feito aos professores entrevistados.

A primeira estudante entrevistada, que chamaremos de E1, cursou tanto a disciplina Contribuições da História da Filosofia da Ciência para o Ensino de Ciências, quanto à disciplina Transversalidade e o Ensino de Ciências.

A respeito da primeira pergunta: Quais as suas impressões a respeito da possibilidade de consolidação da interface Educação em Ciências - Complexidade, a

partir da execução do Projeto de Mestrado em Ensino de Ciências da UEA?, E1 assim respondeu:

Em relação à complexidade, eu posso dizer que tive os primeiros contatos com essa questão no Mestrado, foi que me possibilitou conhecer. Antes, apesar de eu ter saído de uma formação bem recente, esses temas sobre disciplinas, ensino de ciências nenhum momento foi tratado dessas questões, nem de autores como Morin, nenhum contato com esse autor na graduação. Nem nas disciplinas de Ensino de Ciências no caso metodologia e fundamento nem nas outras disciplinas que falavam de transdisciplinaridade, sobre interdisciplinaridade, então foi o mestrado que possibilitou.

Pela escassez de discussões focadas em conceitos-chave do pensamento complexo, E1 nos remete à importância de o Programa tratar a respeito daquela natureza de abordagem, que mesmo com todas as dificuldades que cita, ainda consegue oferecer novas perspectivas teóricas aos estudantes, ou seja, vem cumprindo com sua função de aprimorar a formação.

Podemos inclusive dizer que essas ações são efeitos complexos do paradigma da ciência tradicional que está indo em direção a *Krisis* e mudanças invisíveis que somente podem ser percebidas mais tarde numa perspectiva que poderia ser denominada de *Transparadigmatologia* onde o diálogo pode ocorrer entre as concepções de mundo que eram impensáveis e separáveis (MORIN, 2005f).

E1 também cursou a disciplina Contribuições da História da Filosofia da Ciência para o Ensino de Ciências, e assim relacionou à mencionada disciplina a resposta que deu à primeira pergunta:

Eu vi isso mais específico nas disciplinas de Contribuição da História da Filosofia da Ciência onde foi situado a questão, mas através da qual não conseguimos discutir. O andamento o cronograma da disciplina tinha pensado a discussão, mas não foi possível, nos demoramos os filósofos mais modernos e não chegamos aos contemporâneos que onde iríamos trabalhar Morin, Maturana, Capra, Boaventura, mas foi situado apenas a questão. Na disciplina Transversalidade no Ensino de Ciências também foi visto de forma mais panorâmica já falando um pouco mais das questões do Morin.

No comparativo que faz entre as duas disciplinas, E1 incide, em ambas situações, sobre as discussões que foram feitas pelas turmas sobre os teóricos, sem

o embasamento necessário. Alerta também para o fato de que as atividades vinculadas às obras não se apresentam articuladas, o que, por conseguinte, compromete o real sentido das discussões, quando relacionadas ao propósito do pensamento complexo.

Chamou-nos atenção o fato de E1 ter dado destaque a uma outra experiência que obteve, a partir de uma outra disciplina que nem sequer foi mencionada por nós, visto que não apresentou, no projeto em estudo, nenhum indício de que discutiria as questões relacionadas ao pensamento complexo. É o que poderemos observar no seguinte trecho da sua fala:

Mas a disciplina que deu oportunidade de estudar uma obra do Morin foi Instrumentação em Ensino de Ciências, onde trabalhamos com a obra Ciência com Consciência, aí podemos compreender um pouco melhor, uma introdução a este, mas desde a seleção do mestrado já vínhamos vendo as obras de Morin, uma das obras da seleção era dele Educar na Era Planetária, então na verdade o Mestrado possibilitou o primeiro contato com essas idéias da teoria da complexidade e todas as disciplinas de um modo ou de outro tentaram tocar nesta questão de falar da importância do pensamento do Morin pra essa Educação em Ciências, então eu tinha minha dissertação de Mestrado eu senti a necessidade de discutir essa questão de quebra de paradigmas a ciência.

Pensando em uma perspectiva local, para a compreensão do global, novamente a relevância do aspecto individual do Programa é confirmada nas palavras da E, visto que valoriza a formação obtida, assim como a visão construída e as novas possibilidades que descobriu, e o direcionamento que deu à sua investigação, evidenciada na sua dissertação. E1 também demonstra criticidade, ao analisar o Programa como um todo, a partir do que comenta a respeito das disciplinas e dos professores:

[...] se nós formos falar da organização do mestrado e da concretização dessa idéia de Morin no curso, a gente não conseguiu perceber que os professores e o curso tenha conseguido assim, porque a nossa turma como primeira turma, os professores tiveram intuito de trabalhar em conjunto, as salas tinham dois professores, e verdade não conseguiam este dialogo nem os professores da disciplina, uma falta de comunicação, diálogo, dessa interdisciplinaridade que se tentou no projeto MS mesmo os professores na mesma disciplina nos percebemos disparidade entre o que começava e o que terminava. Aquilo que um começa o outro parecia que era outra disciplina diferente, então a gente não conseguiu ver esse dialogo esses saberes, essa transdisciplinaridade na prática, vimos no discurso, mas mesmo alguns o discurso eram incoerentes, porque falavam na idéias de

Morin, mas era um professor que não conseguia se libertar daquela idéia de ciência ainda determinada, objetiva, neutra que Morin critica tanto. Eu coloco a partir da minha reflexão, da minha observação, interpretação do curso a minha proposta é interessante ela contribuiu para minha visão de ciência, pra minha forma de pesquisar, pra minha percepção do objeto de estudo que investiguei mas na verdade ainda não esta na pratica dos professores.

Suas reflexões confirmam de forma contundente as afirmativas apresentadas por P1, P2 e P3 sobre a necessidade de uma compreensão maior sobre a Complexidade, Educação em Ciências e o Ensino de Ciências, bem como a necessidade de uma prática interdisciplinar.

Como resposta à segunda pergunta feita, ou seja, - Quais seriam os maiores entraves na consolidação do pensamento complexo, a partir de metodologias centradas em práticas transdisciplinares, através do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências da Universidade do Estado do Amazonas? Assim E2 respondeu:

O entrave principal que eu percebo é essa dificuldade do especialista dialogar com o outro, então a formação do professor, a parte do professor que ele foi formado, a experiência dele que produziu ao longo do tempo, é difícil ele sair disso e dialogar com o outro. Nós estamos numa área do curso que ela é fronteira então a disciplinas de ciências eu precisam dialogar as disciplinas pedagógicas e as disciplinas da área dura a gente percebe essa extrema dificuldade desses professores conseguir fazerem esse dialogo em função da sua formação, das experiências, da forma como eles conduzem ciência e fazem ciência.

A falta de uma compreensão maior sobre estes temas nos remete a uma outra palavra: o diálogo. A falta de compreensão é a falta de diálogo, de aceitar o diferente, de um novo olhar, de perceber o complexo. A dialogicidade está presente na complexidade e nos remete novamente em aceitar e tentar compreender as relações, as inter-relações, ou alguém sabe as multi-relações (MORIN, 2005f). Suas reflexões precisas direcionam-se a uma perspectiva auto-trans-meta-sociológica em que não deixa de observar as condições históricas, sócias e culturais de seu processo de conhecimento, mas ele é submetido e emerge da dialógica e da recursividade existente no programa transformando-se em objeto e sujeito, em examinador e examinado (MORIN, 2005f).

O segundo estudante, denominado E2, quando consultado a respeito de suas impressões a respeito da possibilidade de consolidação da interface Educação em Ciências-Complexidade, a partir da execução do Projeto de Mestrado em Ensino de Ciências da UEA respondeu o seguinte:

Considero que ainda existe uma longa caminhada para esta consolidação. Entretanto, existem indícios de que esta nova perspectiva epistemológica pode ser legitimada no Programa, tendo em vista a maneira teórico-metodológica como as disciplinas Contribuições da História e da Filosofia da Ciência para o Ensino de Ciências e Pedagogia de Projetos foram trabalhadas no último semestre, pois ambas tentaram articular os conteúdos trabalhados em sala de aula numa perspectiva interdisciplinar, levando em consideração a própria formação e experiência dos mestrandos.

E2 centra o foco da sua abordagem em duas disciplinas que cursou no Programa que é objeto de nossa investigação.

Novamente percebemos, nesse trecho da fala E2, não somente a relevância do Programa, mas a contribuição positiva das duas disciplinas citadas que, mesmo não sendo o ideal pretendido em aprofundamento teórico e articulação disciplinar, conseguiram contribuir para a formação dos alunos de forma variada. Novamente percebemos a recursividade e a dialogicidade presentes no programa.

A respeito dos maiores entraves na consolidação do pensamento complexo, a partir de metodologias centradas em práticas transdisciplinares através do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências da UEA, E2 respondeu o seguinte:

A dificuldade dos professores relacionarem a sua formação original ao Ensino de Ciências; O número reduzido de publicações produzidas pelos professores sobre esta temática; A falta de intercâmbio com outras instituições; A falta de apoio da direção no sentido de viabilizar a publicação e comunicação dos resultados das pesquisas.

A resposta de E2 também confirma o que foi refletido por P1 e P2, assim como por E1. Inclusive, questões como a compreensão do processo de construção, assim como da própria questão institucional são referendadas por ele, demonstrando como estas observações seguem uma lógica de análises dos sujeitos. A falta de produções sobre a temática seria o resultado desta ausência de uma interface pela complexidade.

E3 foi o terceiro estudante entrevistado, para efeito de contribuição na investigação em questão. Sobre a primeira pergunta, quando consultado a respeito de suas impressões a respeito da possibilidade de consolidação da interface Educação em Ciências-Complexidade, a partir da execução do Projeto de Mestrado em Ensino de Ciências da UEA, respondeu o seguinte:

A preocupação constante em romper com a fragmentação do conhecimento fez emergir paradigmas que atendessem a necessidade de superar a problemática ameaçadora da própria condição existencial do ser humano, e suas raízes estão sustentadas no antigo paradigma clássico, tradicional ou newtoniano-cartesiano. Os novos paradigmas que surgem para romper com as limitações existentes entre o sujeito e o objeto estabelecem o pensar interligado e interdependente em que o mundo pode ser concebido em toda a sua totalidade, ou seja, um pensar sistêmico e complexo, fazendo emergir a ciência contemporânea que se apresenta em três dimensões, ou três eixos norteadores, que farão o avançar de uma ciência tradicional para uma ciência complexa, partindo do pressuposto da simplicidade para o da complexidade; do pressuposto da estabilidade para o da instabilidade e o da objetividade para o da intersubjetividade. Neste sentido as impressões serão positivas, pois o Ensino de Ciências circunscreve em seu arcabouço epistêmico e metodológico, características peculiares que contemplam essa interface.

E3 faz uma abordagem panorâmica, inclusive parafraseando Vasconcelos (2005), no momento em que busca respostas para a primeira pergunta. Decorrente disso é possível até dizermos que sustenta uma preocupação com a questão focada na pergunta, mesmo que não consiga focá-la na possibilidade, ou não de consolidação da interface em estudo, a partir do Programa de Mestrado.

Chama-nos atenção, também, nesse comentário feito por E3, mesmo de forma implícita, a sua preocupação com um aspecto epistemológico imprescindível no processo de consolidação da interface Educação em Ciências – Complexidade, que é a condição interparadigmática que aquele precisa ser pensado. Isso implica dizer que qualquer mudança, por mais ínfima que venha a ser, exige, necessariamente, quebra de paradigmas, exigindo novas atitudes, posturas e estados de consciência dos seres humanos.

E3, referente à segunda pergunta, sobre quais seriam os maiores entraves na consolidação do pensamento complexo, a partir de metodologias centradas em práticas transdisciplinares através do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências da UEA, respondeu de forma objetiva e direta que seriam: “a) Alienação curricular;

b) Desconhecimento dos Novos Paradigmas principalmente o da Complexidade; c) Rigidez do currículo predominantemente cartesiano”.

Quando E3 apresenta a alienação curricular como um entrave, não deixa claro em que incide essa alienação, gerando múltiplas possibilidades de interpretação, caso considerarmos o sentido restrito daquele termo.

Referente ao segundo aspecto que ele menciona, acreditamos este ser, realmente, um fator determinante, na condição de entrave para a transdisciplinaridade consolidar-se. Não podemos nos esquecer de que a prática precisa, necessariamente, estar atrelada à teoria, quando se trata de legitimação dos conhecimentos científicos. De nada adianta gerar discussões que não apresentem uma base teórica sustentável, quando se busca a ressignificação tanto de práticas pedagógicas alternativas e inovadoras, quanto de percursos investigativos cujo método tenha como finalidade caracterizar o que se pleiteia, enquanto teoria a ser legitimada.

Quando menciona, na condição de terceiro entrave, “a rigidez do currículo predominantemente cartesiano”, referente ao predomínio de matizes cartesianas até concordamos com E3, visto que se observarmos inclusive as estruturas das ementas do Programa aqui em estudo, teremos a oportunidade de comprovar esse fato. Por outro lado, associando também ao Projeto Pedagógico do Programa, não conseguimos ver a mesma coisa, tratando-se da caracterização “rigidez”, visto que o posicionamento dos professores entrevistados, assim como E1 e E2 demonstram uma certa negação a essa observação.

Triangulando os posicionamentos de E1, E2 e E3 sobre ambas perguntas, tivemos a oportunidade de descobrir o seguinte:

Existe um entrecruzamento entre os seguintes pontos:

- A importância do programa: mesmo com todas as dificuldades já citadas, o mestrado ainda consegue oferecer novas perspectivas teóricas aos discentes, ou seja, vem cumprindo com sua função de aprimorar a formação dos mestrandos do programa. Este fato pode ser confirmado no discurso da E1 quando diz que aprendeu um pouco sobre Edgar Morin nas aulas e até mesmo antes de entrar para o Programa, visto que uma das obras daquele teórico era referência obrigatória;

- A abordagem superficial sobre a literatura das obras dos teóricos; A falta de articulação e diálogo entre os docentes; A dissonância existente entre o discurso dos docentes e suas práticas pedagógicas, quando se trata da necessidade de

legitimação de uma prática interdisciplinar; A falta de apoio institucional, devido ao excesso de burocracia; O desconhecimento dos Novos Paradigmas, principalmente o da Complexidade;

Estes seis pontos entrecruzados refletem novamente os pontos complementares existentes no Programa em estudo. Arriscaremos, inclusive, comentar que os pontos entrecruzados estão em mesmo nível de percepção<sup>21</sup> e não no mesmo nível de organização<sup>22</sup>, visto que a forma institucional de organização da Universidade em que o Programa está inserido é cartesiana e já consolidada na forma de agir de muitos docentes. Por outro lado, não podemos deixar de dar relevância ao fato de que mesmo com essas dificuldades, existe um grupo de docentes e estudantes do Programa que estão legitimando, pelo menos perspectivas que podem ser adotadas na consolidação da interface Complexidade – Educação em Ciências, mais do que nunca necessária como um dos referenciais norteadores tanto da prática pedagógica, quanto da formação de seres humanos focados na construção de uma consciência de cidadania planetária.

---

<sup>21</sup> O nível de percepção está ligado diretamente ao sujeito transdisciplinar e a um nível de consciência, sendo que, ele realiza interação com os níveis de realidade (NICOLESCU, 1999).

<sup>22</sup> Os níveis de organização são estruturas diferentes (ex: teoria de Marx e a física clássica) das mesmas leis fundamentais. Eles são radicalmente diferentes dos níveis e realidade. Vários níveis de organização pertencem a um mesmo nível de realidade.

## UMA ALTERNATIVA PARA UM RECOMEÇO ATRAVÉS DA RECURSIVIDADE

Escolhemos esse momento de chegada para apresentar, por intermédio de um desenho, o percurso metodológico não como algo definido, mas como um *caminho para*, um caminho trilhado, uma forma especial de olhar a pesquisa na sua relação sujeito-objeto. Por outro lado, somos conscientes de que não realizamos um ensaio como a complexidade do real exige, visto que a própria complexidade pressupõe que nossa percepção está mais no nível do observador do que imbricado na verdadeira relação sujeito-objeto.

A incerteza, por sua vez, veio acompanhada da certeza de termos pelo menos utilizado alguns dos operadores cognitivos da complexidade para nossa análise. Tentamos utilizar o terceiro incluído e os níveis de realidade de Nicolescu (1999) a partir de seu desenho, mas encontramos muitas dificuldades principalmente pelo pouco tempo da pesquisa. Optamos por um olhar que, de certa forma, busca o TRANS. Assim justificamos se aceitarmos, mesmo com as limitações, que no lado direito de nosso desenho está o sujeito (eu-pesquisador) e no lado esquerdo o objeto (universo, problemas, sujeitos pesquisados) de forma una e múltipla, sem esquecer a unidualidade, então, algo mínimo da proposta de Nicolescu (1999) apareceu. Por isso, o desenho (TRANS) é denominado linear-não-linear. Para efeito de visualização, o desenho segue um determinado movimento no tempo e espaço relativo a pesquisa que parece fixo, mas a partir de cada olhar percebemos que pode ser e pode não ser, por causa das maiores ou menores relações analisadas, ou até mesmo, do que se supõe que não foi analisado.

Nesse momento queremos destacar que este desenho expressa as relações intersubjetivas existentes em nosso olhar. É o momento em que o operador do conhecimento deve tornar-se ao mesmo tempo objeto do conhecimento mesmo com as limitações impostas pelo nível de nosso olhar. Com limitações na nossa prática, porém, procurando fazer a intuição e a sensibilidade dialogarem com a razão científica para o surgimento de idéias. É uma pena não termos privilegiado vários enfoques e dimensões (social, biológico, cultural, histórico, cultural, psicológico). Através dos operadores cognitivos, lançamos um olhar procurando a interseção entre a Educação em Ciências e Complexidade e encontramos possíveis alternativas, recomendações e incertezas.

As possíveis repostas surgem como um novo percurso que se inicia a partir da visualização de nosso desenho. Eis o fim do caminho iniciado neste ensaio e um provável retorno, quem sabe, para um novo recomeço devido seu inacabamento:

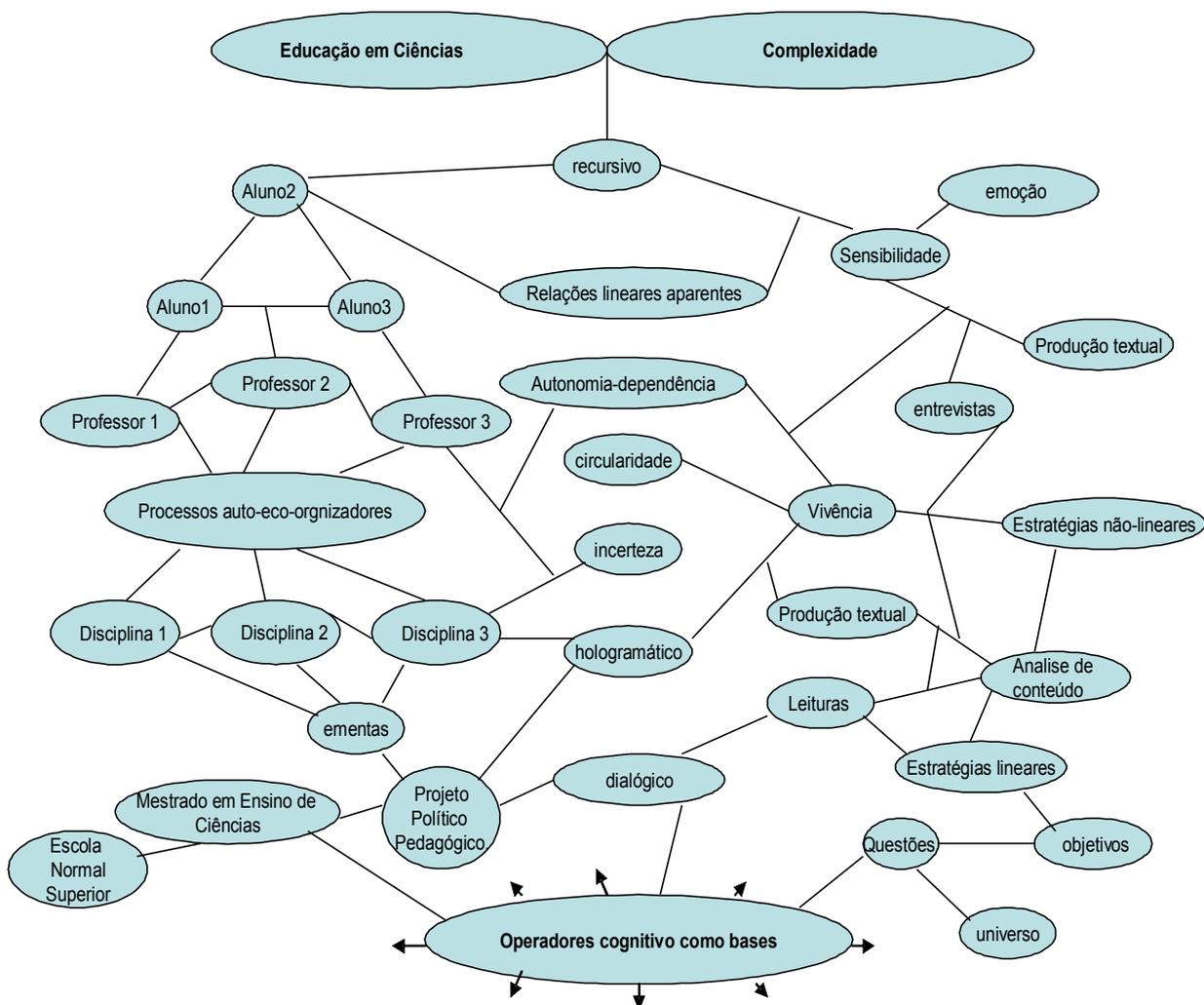


Figura 2: Percurso – desenho linear-não-linear.  
 Autores: Amarildo Gonzaga e William Silva.

Caso observemos o desenho acima minuciosamente, chegaremos à conclusão de que não existem respostas prontas e acabadas para estes questionamentos, principalmente se levarmos em consideração que os problemas para a legitimação da Educação em Ciências são diversos, porém, podemos dizer que uma das possibilidades pode surgir a partir da interface Educação em Ciências-Complexidade como um foco de discussão e análises.

Acreditamos que algumas recomendações não podem ser ignoradas nesse momento, visto que elas justificam, inclusive, o que apresentaremos como resposta

para a nossa quarta questão norteadora. As recomendações que acreditamos serem possíveis como perspectivas complexas para a Educação em Ciências são:

- a necessidade da criação de múltiplas possibilidades de acesso à obra de teóricos que discutem tanto sobre a Complexidade, quanto sobre a Educação em Ciências, a fim de que não se limitem apenas a ensaios, artigos e comentários superficiais sobre os fundamentos que norteiam ambas categorias ressignificadoras da interface em discussão;

- a necessidade de se criar alternativas metodológicas que possam conduzir os docentes e estudantes a relacionarem a epistemologia em questão com as suas realidades, levando-os a perceberem que é possível transpor as descobertas oriundas daquilo que experienciarem tanto para a prática pedagógica, quanto para a própria formação humana;

- a necessidade do desenvolvimento de um ensino que articule as disciplinas, primeiro pela perspectiva interdisciplinar e segundo por uma tentativa de se atingir uma perspectiva Transdisciplinar a partir da seleção do que seja pertinente pesquisar de forma Transdisciplinar;

- Por fim, a última proposição, em forma de pergunta: Que meio e ou recurso didático podem ser criados, para efeito de consolidação da interface Educação em Ciências-Complexidade? Para tanto, gerar processos e produtos, na condição de meios e ou recursos que possam legitimar o que pensamos, como pensamos e para que pensamos a Educação em Ciências a partir e para um novo olhar, de um novo enxergar as coisas, as pessoas e o próprio mundo. Decorrente disso segue a nossa contribuição, como resposta à quarta questão norteadora do percurso investigativo que fizemos, apresentada como anexo desse texto.

## REFERÊNCIAS

AGOSTINHO, Márcia Cristina E. **A organização emergente: gerenciando o processo de auto-organização.** Tese (Doutorado) – COPPE, UFRJ. Rio de Janeiro, 2001.

\_\_\_\_\_. **Complexidade e organizações: em busca da gestão autônoma.** São Paulo: Atlas, 2003.

ANSELMO, Estevão. **Modelo de gestão não linear: a teoria do caos e complexidade aplicada a gestão de empresas de alto crescimento em ambientes dinâmicos e imprevisíveis.** Tese (Doutorado em administração) São Paulo, USP, 2005.

BACHELARD, G. **A epistemologia.** São Paulo: Livraria Martins Fontes, 1971.

BARDIN, Laurence. **Análise de Conteúdo.** 3ª ed. Edições 70, Lisboa, Portugal, 2005.

BEHRENS, Marilda Aparecida. **Paradigma da complexidade: Metodologia de projetos, contratos didáticos e portfólios.** Petrópolis, RJ: Vozes, 2006.

BEHRENS, Marilda Aparecida. **O paradigma emergente e a prática pedagógica.** Rio de Janeiro: Vozes, 2005.

BIZZO, Nelio. **Ciências: fácil ou difícil?** São Paulo: Editora Atica, 1998.

BORGATTI NETTO, Ricardo. **Perspectivas da complexidade aplicadas a gestão de empresas.** Tese (Doutorado em Engenharia) - São Paulo: USP, 2007.

CACHAPUZ, A. (et al.). **A necessária renovação do ensino de ciências.** São Paulo: Cortez, 2005.

CAPRA, Fritjof. **A teia da vida: uma nova compreensão científica dos sistemas vivos.** São Paulo: Cultrix, 2006.

CARVALHO, Anna Maria Pessoa de. **Ensino de Ciências: unindo a pesquisa e a prática (org.).** São Paulo: Pioneira, Thomson Learning, 2006.

CETRANS. **Educação e transdisciplinaridade II.** São Paulo: TRIOM, 2002.

CHASSOT, Attico. **A ciência através dos tempos.** 2 ed. São Paulo: Moderna, 2004.

CHIAVENATO, Idalberto. **Os novos paradigmas: como as mudanças estão mexendo com as empresas.** São Paulo: Atlas, 1996.

COMTE, A. **Corpúsculos de filosofia social: 1819-1828.** São Paulo: Edit. USP, 1972.

\_\_\_\_\_. **Discurso sobre o espírito positivo**. São Paulo: Martins Fontes, 1990.

CUNHA, Miguel P. et al (Orgs). **Empresas, caos e complexidade**. Lisboa: RH, 2001. Cap. IV.

DELIZOICOV, Demétrio e ANGOTTI, José André. **Metodologia do Ensino de Ciências**. São Paulo: Cortez, 2002.

DEMO, Pedro. **Complexidade e aprendizagem: a dinâmica não linear do conhecimento**. São Paulo: Atlas, 2002.

DOMINGUES, Ivan (org.). **Conhecimento e transdisciplinaridade II: aspectos metodológicos**. Belo Horizonte: Editora da UFMG, 2005.

FRANCO, Maria Laura Puglisi Barbosa. **Análise de Conteúdo**. 2ª ed. Liber Livro Editora, Brasília, 2005.

GHEDIN, Evandro. FRANCO, Maria Amélia Santoro. **Questões de método na construção da pesquisa em educação**. São Paulo: Cortez, 2008.

GIOVANNINI, Fabrizio. **As organizações e a complexidade: um estudo dos sistemas de gestão da qualidade**. 204p. Dissertação (Mestrado em Administração) – FEA, USP. São Paulo, 2002.

GLEICK, James. **Caos: a criação de uma nova ciência**. Rio de Janeiro: Campus, 1989.

GLEISER, Ilan. **Caos e complexidade**. Rio de Janeiro: Campus, 2002.

HERNÁNDEZ, Fernando e Montserrat Ventura. **A organização do currículo por projetos**. 5 ed. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998.

MATURANA, Humberto R. **A ontologia da realidade**. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2001a.

MATURANA, Humberto R. **Cognição, ciência e vida cotidiana**. Belo Horizonte: Ed. UFMG, 2001b.

MATURANA, Humberto R. **Emoções e Linguagem na Educação e na Política**. 4ª edição. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2005.

MATURANA, Humberto R. **Formação humana e capacitação**. Petrópolis, RJ: Vozes, 2000.

MATURANA, Humberto R. e Francisco J. Varela. **A árvore do conhecimento: as bases biológicas da compreensão humana**. São Paulo: Editora Palas Atenas, 2001.

JAPIASSU, H. **Nascimento e morte das Ciências Humanas**. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1982.

KANT, I. **Crítica da Razão Pura**. 2 ed. Lisboa: Fundação Calouste Gulbenkian, 1989.

\_\_\_\_\_. **Princípios metafísicos da ciência a natureza**. Lisboa: Edições 70, 1990.

\_\_\_\_\_. **Prolegómenos a toda Metafísica Futura**. Lisboa: Edições 70, 1988.

KINCHELOE, Joe L. BERRY, Kathleen S. **Pesquisa em educação: conceituando a bricolagem**. Porto Alegre: Artmed, 2007.

KRASILCHIK, Miriam. **O professor e o currículo das ciências**. São Paulo: EPU- Editora da Universidade de São Paulo, 1987.

KUHN, Thomas. **A estrutura das revoluções científicas**. São Paulo: Perspectiva, 1996.

\_\_\_\_\_. **A Tensão Essencial**. Lisboa: Edições 70, 1989.

LAUDAN, L. **Beyond Positivism and Relativism: theory, method and evidence**. Oxford: Westview Press, 1996.

\_\_\_\_\_. **La Ciencia y el Relativismo: controversias básicas em Filosofia da Ciência**. Madri: Alianza, 1990.

\_\_\_\_\_. **Science and Values**. Berkeley: California Press, 1984.

LUCINI, F.G. **Temas Transversales y Areas curriculares**. 2 ed. Madrid: Via Gráfica, 1995.

LUCINI, F.G. **Temas Transversales y Educación en valores**. 7 ed. Madrid: Lavel, 2000.

MALDANER, Otavio Aloisio. ZANON, Lenir Basso. in MORAES, Roque. MANCUSO, Ronaldo. **Educação em ciências: produção de currículos e formação de professores**. 2 ed. Ijuí: Ed. Unijuí, 2006.

MARTINAZZO, Celos José. **A utopia de Edgar Morin: da complexidade a concidadania planetária**. 2 ed. Ijuí: Editora Unijuí, 2004.

MENDONÇA, Terezinha. **Homo-creator: ética e complexidade na reprogramação a vida**. Porto Alegre: Sulina, Rio d Janeiro: Editora PUC Rio, 2007.

MENEZES, Luís Carlos de. **Ensinar ciências no próximo século**. in: HAMBURGER, Ernest W. e MATOS, Cauê (orgs). **O desafio de ensinar ciências no século XXI**. São Paulo: EDUSP, 2000.

MORAES, Maria Cândida. VALENTE, Jose Armando. **Como pesquisar em educação a partir da complexidade e da transdisciplinaridade**. São Paulo: Paulus, 2008.

MORAES, Maria Cândida. **Ecologia dos saberes: complexidade, transdisciplinaridade e educação**: novos fundamentos para iluminar novas práticas educacionais. São Paulo: Antakarana - WHH - Willis Harman House, 2008.

\_\_\_\_\_. **Pensamento eco-sistêmico**: educação, aprendizagem e cidadania no século XXI. Rio de Janeiro: Vozes, 2004.

MORAES, Regis de. **Evoluções e revoluções da ciência atual**. São Paulo: Campinas, Editora Alínea, 2007.

MOREIRA, M.A. MASINI, E.F.S. **Aprendizagem significativa**: a teoria da aprendizagem de David Ausubel. São Paulo: editora Moraes, 1982.

MOREIRA, M.A. **Aprendizagem significativa**. Brasília: Editora UNB, 1999.

MORIN, Edgar. **A cabeça bem-feita**: repensar a reforma, reformar o pensamento. 11 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005a.

\_\_\_\_\_. **A religação dos saberes**: o desafio do século XXI. 5 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2005b.

\_\_\_\_\_. **Ciência com consciência**. 10 ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2007a.

\_\_\_\_\_. CIURANA, Emilio. MOTTA, Raúl. **Educar na era planetária**: o pensamento complexo como metodo da aprendizagem no erro e na incerteza humana. São Paulo: Cortez; Brasilia, DF: UNESCO, 2003.

\_\_\_\_\_. **Cultura de massas no século XX**: Necrose. 3 ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2006.

\_\_\_\_\_. **Cultura de massas no século XX**: Neurose. 9 ed. Rio de Janeiro: Forense Universitária, 2007b.

\_\_\_\_\_. **Em busca dos fundamentos perdidos**: textos sobre o marxismo. 2 ed. Porto Alegre: Sulina, 2004a.

\_\_\_\_\_. KERN, Anne-Brigitte. **Terra-pátria**. 5 ed. Porto Alegre: Editora Sulina, 2005c.

\_\_\_\_\_. **Meus Demônios**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1997.

\_\_\_\_\_. **Método I**: a natureza da natureza. 3 ed. Porto Alegre: Sulina, 2005d.

\_\_\_\_\_. **Método II**: a vida da vida. 3 ed. Porto Alegre: Sulina, 2005e.

\_\_\_\_\_. **Método III:** o conhecimento do conhecimento. 4 ed. Porto Alegre: Sulina, 2008.

\_\_\_\_\_. **Método IV:** as idéias – habitat, vida, costumes, organização. 4 ed. Porto Alegre: Sulina, 2005f.

\_\_\_\_\_. **Método V:** a humanidade da humanidade – a identidade humana. 3 ed. Porto Alegre: Sulina, 2005g.

\_\_\_\_\_. **Método VI:** A Ética. 3 ed. Porto Alegre: Sulina, 2005h.

\_\_\_\_\_. O problema Epistemológico da Complexidade. Portugal: Europa-América, 1998.

\_\_\_\_\_. **Os sete saberes necessários à educação do futuro.** 9. ed. São Paulo: Cortez; Brasília, DF: UNESCO, 2004b.

\_\_\_\_\_. **Saberes globais e saberes locais.** 5 ed. Rio de Janeiro: Garamond, 2004c.

NIOLESCU, Basarab. **O manifesto da transdisciplinaridade.** São Paulo: TRIOM, 1999.

PENA-VEJA Alfredo. ALMEIDA, Cleide R.S. PETRAGLIA, Isabel (orgs.) **Edgar Morin:** ética, cultura e educação. 2 ed. São Paulo: Cortez, 2001.

PIMENTA, Selma Garrido. GHEDIN, Evandro. FRANCO, Maria Amélia Santoro. (Orgs.) **Pesquisa em educação:** alternativas investigativas com objetos complexos. São Paulo: Loyola, 2006.

POPPER, K. **A Lógica da Investigação Científica.** São Paulo: Abril Cultural, 1980.

\_\_\_\_\_. **Conjecturas e Refutações.** Brasília: UnB, 1994.

\_\_\_\_\_. **Conhecimento Objetivo.** Belo Horizonte: Itatiaia, 1975.

\_\_\_\_\_. **O Realismo e o Objetivo da Ciência.** Lisboa: Dom Quixote, 1992.

RAMOS, R. Y. Hacia una educación global desde la Transversalidad. 2 ed. Madrid: Lavel, 2000.

RANDOM, Michel. **O território do olhar.** In: CETRANS: Educação e Transdisciplinaridade II. São Paulo: TRIOM, 2002.

RORTY, R. **A Idéia de uma Teoria do Conhecimento.** In: A Filosofia e o espelho da natureza. Rio de Janeiro: Relume-Dumara, 1994.

RORTY, R. **Objetivismo, Relativismo e Verdade.** Escritos Filosóficos. Rio de Janeiro: Relume-Dumara, 1997.

Vivência
Disciplina 2

SANTOS, Boaventura de Souza. **Um discurso sobre as ciências**. 4 ed. São Paulo: Cortez, 2006.

SANTOS, Pablo Machado Bispo dos. **Os Parâmetros Curriculares Nacionais e os Temas Transversais**. 2007.

SARTORI, Renata Coelho. **O pensamento ambiental sistêmico**: um análise da comunicação científica da ESLQ-USP. Dissertação (Mestrado em Ecologia de Agroecossistemas) - Piracicaba: USP, 2005.

VASCONCELOS, Eduardo Mourão. **Complexidade e pesquisa interdisciplinar**: epistemologia e metodologia operativa. 3 ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2007.

VASONCELLOS, Maria José Esteves de. **Pensamento Sistêmico**: o novo paradigma da ciência. Campinas: Papirus, 2005.

YONAMINE, Reinaldo Koei. **Complexidade e diversidade de saberes na transformação organizacional**: a percepção de profissionais diretamente envolvidos com projetos bem sucedidos. Dissertação (Psicologia Social) - São Paulo, USP, 2006.

# **ANEXOS**

## IV SEMINÁRIO DE ENSINO DE CIÊNCIAS NA AMAZÔNIA

**TEMA:** Educação em Ciências e Complexidade na Amazônia

**LEMA:** Traçando novos caminhos para a superação de desafios no Ensino de Ciências

### 1 CARACTERIZAÇÃO DO EVENTO

A Universidade do Estado do Amazonas aprovou o funcionamento do Programa de Pós-Graduação em Educação e Ensino de Ciências, funcionando nas dependências da Escola Normal Superior desde 2006. O mencionado Programa cada vez mais ganha credibilidade, com a influência significativa da execução do Projeto Pedagógico do *Curso de Mestrado Profissionalizante em Ensino de Ciências na Amazônia*, aprovado também no ano de 2006, o qual, inclusive, está na sua terceira turma. O respectivo mestrado possui duas Linhas de Pesquisa: 1. Formação de Professores para o Ensino de Ciências na Amazônia; 2. Meios e recursos didático-pedagógicos para otimização do Ensino de Ciências.

Uma das estratégias pedagógicas e de divulgação do projeto de mestrado profissionalizante em questão é o Seminário de Ensino de Ciências na Amazônia (SECAM). O evento regional em questão caminha para a sua quarta versão, visto que o 1º. Seminário ocorreu o 9 de novembro de 2006, o 2º Seminário de Ensino e Ciências na Amazônia foi realizado entre os dias 13 e 17 de agosto de 2007, e 3º. Seminário entre os dias 11 e 13 de setembro de 2008; todos nas dependências da Reitoria da Universidade Estadual do Amazonas (UEA), e da Escola Normal Superior (UEA).

A intenção em continuar investindo nessa natureza de evento decorre principalmente do fato de que o conhecimento numa instituição é determinante de sua futura contribuição à evolução social, política e econômica, uma vez que processos de ensino, em todos os níveis, são os responsáveis pela absorção e pela

projeção de perspectivas que possibilitam o desenvolvimento social. Como cada tempo histórico e cada espaço geográfico possui sua especificidade cultural e suas necessidades sociais, científicas e tecnológicas, faz-se necessário refletir, permanentemente, sobre os problemas que nos permitem avançar na medida em que o mistério do real vai se desenvolvendo pela coragem de conhecê-lo. O mundo é misterioso porque não o conhecemos profundamente. O poder das ideologias sobre nós se dá a medida do avanço e do limite de nosso saber sobre as coisas que nos atingem. Quanto mais conhecemos, mais aumentamos nossas possibilidades de eliminar a ignorância que nos prende a uma visão curta do cosmo, da ciência e de nós mesmos. Um caminho possível de se atingir essa realidade é a adoção de formas diferenciadas e libertadoras para o pensar, o fazer e o problematizar a ciência, ou seja, legitimar a Educação em Ciências, considerando como uma possibilidade de contribuir para que os seres humanos se humanizem cada vez mais, adotando valores como a solidariedade, a ética e a cidadania, dentre outros.

Por outro lado, não podemos esquecer de que a discussão, o debate, a socialização e o diálogo em torno dos processos de construção do conhecimento, seja a partir da pesquisa, ou do ensino, precisam ser revigorados com o ânimo de novas buscas e de alternativas significativas que nos permitam religar saberes, compreender o horizonte em sua distância e alargamento; daí a importância da inserção do pensamento complexo no respectivo processo.

Assim, resumimos o sentido de querer realizar uma discussão sobre a pesquisa como fundamento epistemológico do ensino na universidade, no IV SEMINÁRIO DE ENSINO DE CIÊNCIAS NA AMAZÔNIA, cujo tema proposto incide no seguinte: Educação em Ciências e Complexidade na Amazônia. Sustentado pelo seguinte lema: *Traçando novos caminhos para a superação de desafios no Ensino de Ciências.*

Pretende-se no IV SECAM, além do exposto, aprofundar as bases epistemológicas tanto do pensamento complexo, quanto da Educação em Ciências que, por suas inter-relações e situações vivenciadas com que se identificam, não podem ser pensadas separadamente das Ciências do Homem e da Sociedade, em virtude, da riqueza de suas práticas e da complexidade de um diálogo multi-referencial essencialmente transdisciplinar.

## **2 OBJETIVOS E PÚBLICO ALVO**

### **Objetivo Geral:**

Discutir sobre as perspectivas de legitimação da interface Educação em Ciências – Complexidade, adotando como fundamentos teórico-metodológicos norteadores os processos e produtos oriundos do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências, para efeito de se traçar novos caminhos para a superação de desafios no Ensino de Ciências na Amazônia.

### **Objetivos Específicos:**

- Refletir sobre os fundamentos que sustentam as perspectivas teóricas e metodológicas do Mestrado em Ensino de Ciências na Amazônia, adotando como referencial norteador o pensamento complexo.
- Socializar processos e produtos oriundos das pesquisas desenvolvidas no Mestrado em Ensino de Ciências, como alternativas de otimização da Educação em Ciências na Amazônia.
- Apresentar propostas e alternativas complexas, possíveis de contribuir para a superação de desafios no Ensino de Ciências na Amazônia.

### **Público Alvo:**

- Estudantes do Curso Normal Superior, Pedagogia, Licenciatura em Biologia, Licenciatura em Matemática, Licenciatura em Física, Licenciatura em Química, Professores e Mestrandos de Ensino de Ciências na Amazônia.
- Professores das redes públicas e privadas das escolas de Educação Básica do Estado do Amazonas, estudantes de graduação e pós-graduação em Ensino de Ciências (Física, Química, Biologia) e Matemática.

**Número esperado de participantes: 300**

**Composição do Comitê de Avaliação dos Trabalhos:** Professores doutores do Programa de Mestrado em Ensino de Ciências na Amazônia da Universidade do Estado do Amazonas.

**Modalidades de Apresentação:** As atividades incluirão: Mesas redondas, Sessões temáticas (ateliês), oficinas, além de momentos artísticos e culturais. Elas oportunizarão apresentação de comunicações, reflexão, debates e troca de experiências entre os participantes do seminário.

### **3. PROGRAMAÇÃO DO EVENTO**

A programação vai consistir em Conferências, Mesas redondas, Salas temáticas, Minicursos, Exposição dos Projetos de Pesquisa dos mestrandos da Turma 2008, Apresentação de resultados parciais da Turma 2007, assim como Oficinas nos seguintes locais e horários:

**IV SEMINÁRIO DE ENSINO DE CIÊNCIAS NA AMAZONIA – UEA (16, 17 e 18/Set/09)**  
**PROGRAMAÇÃO**

**16.08.09 – Quarta-feira**

<p>8h às 9h</p> <p>9h às 9:30h</p> <p>9:30h às 12h</p>	<p>Entrega do material aos participantes/ Montagem dos Pôsteres.</p> <p><b>Abertura: Apresentação Cultural</b> – Escola de Artes e Turismo -UEA</p> <p>Exposição dos Projetos de pesquisa dos mestrandos em Ensino de Ciências na Amazônia – Turma 2008 (PÔSTER)</p> <p>Exposição dos Primeiros Resultados dos Projetos de pesquisa dos mestrandos em Ensino de Ciências na Amazônia – Turma 2007 (PÔSTER)</p>	<p>Hall da ENS</p>
<p>14h às 17h</p>	<p><b>Salas Temáticas</b></p> <p>1 – Formação de Professores em Ensino de Ciências - <i>Prof. Dr. Evandro Ghedin</i></p> <p>2 – Meios e Recursos Didático-Pedagógicos para o Ensino de Ciências - <i>Prof<sup>a</sup>. Dr Augusto Fachín Terán, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Elizabeth Santos</i></p> <p>3 – Tendências investigativas no Ensino de Ciências - <i>Prof. Dr. Amarildo Gonzaga</i></p> <p>4 – História, Filosofia e Epistemologia da Ciência e o Ensino de Ciências - <i>Prof. Dr. Manuel do Carmo</i></p> <p>5 – Aprendizagem e o Ensino de Ciências – <i>Prof.<sup>a</sup> Dr.<sup>a</sup> Ierecê Barbosa</i></p> <p>6 – Ciência, Tecnologia, Sociedade e Ambiente - <i>Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Maria Clara</i></p> <p>7 – Ensino de Biologia, Química, Física e Matemática na Amazônia - <i>Prof. Dr. Augusto Terán, Prof<sup>a</sup>. Dr<sup>a</sup>. Josefina B. Kalhi,   Prof. Dr<sup>a</sup> Ana Maria Frazão</i></p>	<p>Sala – ENS</p>
<p>19h às 21h</p>	<p><b>Conferência</b></p> <p>Tema: <i>Perspectivas e Possibilidades de Educação em Ciências na Amazônia</i></p> <p><i>Prof<sup>a</sup>. Dr. Arlindo Serpa Filho (FIOCRUZ),</i></p> <p><b>Coquetel</b></p>	<p>Auditório/ Reitoria</p>

8h às 12h	<b>Montagem dos Banner na escola Normal Superior (ENS) Mini-cursos</b>	Sala -ENS
14h às 17h	<b>Oficinas de Ensino de Ciências</b>	Sala -ENS
17h às 17:30h	<i>Coquetel e Apresentação Cultural - Escola de Artes e Turismo -UEA</i>	Hall da ENS

**17.08.09 – quinta-feira**

**18.08.09 – sexta feira**

	<b>Encerramento</b>	Local
9h às 9:30h	<i>Apresentação Cultural – Escola de Artes e Turismo -UEA</i>	Auditório/ Reitoria
9:30h às 11:30h	<b>Conferência de Encerramento</b> Tema: Complexidade – Educação em Ciências: uma interface necessária para o ensino e a pesquisa na Amazônia Prof. MSc William Souza	Auditório/ Reitoria
11:30h às 12:00h	<i>Apresentação dos mestrandos da turma de 2009</i>	Auditório/ Reitoria
12:00h	<i>Coquetel</i>	Auditório/ Reitoria

## **|4. Equipe envolvida**

### **4.1 EQUIPE**

Seq.	Nome	CPF	Instituição	Responsabilidades no projeto	CH semanal
01	Augusto Fachín Terán	511.974.482-68	UEA	Coordenador	30
02	Amarildo Menezes Gonzaga	273.355.772-68	UEA	Vice-Coordenador	30
03	Irecê Barbosa Monteiro	014.238.352-04	UEA	Colaborador	30
04	Evandro Luis Ghedin	225.437.242-49	UEA	Colaborador	30
05	Maria Clara Silva Forberg	341.501.439-20	UEA	Colaborador	10
06	Manuel do Carmo da Silva Campos	050.025.592-04	UEA	Colaborador	10
07	Marcos Frederico Krüger Aleixo	012.060.792-15	UEA	Colaborador	10
08	Maria Auxiliadora de Souza Ruiz	073.626.252-00	UEA	Colaborador	10
09	Josefina Barrera Kalhil	521.108.008-33	UEA	Colaborador	10
10	Elizabeth da Conceição Santos	035.052.782-20	UEA	Colaborador	10
11	Ana Maria Frazão	580.076.012-87	UEA	Colaborador	10

## 4.2 EQUIPE/EXPERIÊNCIA

Seq.	Experiência da Equipe
01	<p><b>AUGUSTO FACHÍN TERÁN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Como Organizador do <b>I Seminário do Programa de Fomento a Iniciação Científica</b>. Universidade do Estado do Amazonas-Escola Normal Superior. 28 e 29 de abril de 2005.</li> <li>• Como Organizador do <b>II Seminário do Programa de Fomento a Iniciação Científica</b>. Universidade do Estado do Amazonas-Escola Normal Superior. 15 setembro de 2006.</li> <li>• Como Organizador do <b>IV Seminário do Programa de Fomento a Iniciação Científica</b>. Universidade do Estado do Amazonas-Escola Normal Superior. 14 agosto de 2007.</li> </ul>
02	<p><b>AMARILDO MENEZES GONZAGA</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Realização de 08 eventos científicos</li> </ul>
03	<p><b>IERECÊ BARBOSA MONTEIRO</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizadora da <b>V Semana de Pesquisa da Escola Normal Superior</b>. 2007.</li> </ul>
04	<p><b>EVANDRO GHEDIN</b></p> <ul style="list-style-type: none"> <li>• Organizador do <b>I Seminário de Ensino de Ciências na Amazônia</b> realizado pela Universidade do Estado do Amazonas. 2006.</li> <li>• Organizador do <b>II Seminário de Ensino de Ciências na Amazônia</b> realizado pela Universidade do Estado do Amazonas. 2007.</li> <li>• Organizador do <b>III Seminário de Ensino de Ciências na Amazônia</b> realizado pela Universidade do Estado do Amazonas. 2008.</li> <li>• Organizador do <b>II Seminário de Formação do Professor do Campo</b>. 2008. UEA (Congresso).</li> <li>• Organizador do <b>I Seminário de Formação do Professor do Campo</b>. 2007. UEA.</li> <li>• Organizador do <b>I Seminário de Pós-Graduação e Pesquisa da FSDB</b>. 2007.</li> <li>• Organizador do <b>V Semana de Pesquisa da Escola Normal Superior</b>. 2007. UEA.</li> <li>• Organizador do <b>III Fórum Nacional de Pedagogia</b>. 2006. USP (Congresso).</li> </ul>
05	Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ensino de Ciências
06	Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ensino de Ciências
07	Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ensino de Ciências
08	Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ensino de Ciências
09	Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ensino de Ciências
10	Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ensino de Ciências
11	Professor do Programa de Pós-Graduação em Educação em Ensino de Ciências

## 5. Cronograma de preparação e execução do evento

Apresentar o cronograma mensal de desenvolvimento do evento.

Meta/Atividade/2009	JAN	FEV	MAR	ABR	MAI	JUN	JUL	AGO	SET
Apresentação do Projeto para a FAPEAM	X								
Avaliação e aprovação do Projeto		X	X						
Planejamento das atividades com formação de equipes de trabalho.			X	X					
Divulgação do Seminário				X	X	X	X	X	X
Recebimento de propostas de Salas temáticas, Conferências, Minicursos e oficinas					X	X			
Submissão de trabalhos						X	X		
Recepção de trabalhos completos selecionados								X	
Inscrição no evento							X	X	
Divulgação dos trabalhos selecionados								X	
Realização do IV Seminário de Ensino de Ciências na Amazônia.									X
Preparação e Publicação dos anais do evento								X	X
Avaliação do evento pelos organizadores.									X

**6. Resultados esperados** (máximo de 2 páginas – não alterar a formatação)

Detalhar a quantidade de Palestras, apresentações orais, painéis, Mesa-Redonda, etc. Detalhar, formas de divulgação (Resumo, resumo expandido, trabalho completo) e meios de divulgação (impresso, digital, eletrônico, etc). Especifique o retorno estimado para as marcas FINEP – FAPEAM

<b>Tipos de atividades no evento</b>	<b>Quantidade</b>	<b>Forma de Divulgação</b>	<b>Outros meios de Divulgação</b>	<b>Retorno estimado FINEP-FAPEAM</b>
Apresentação de resultados parciais da Turma de mestrado 2007	20	Resumo Expandido	Pôsteres	20 Pôsteres com a divulgação do apoio e do logo da FAPEAM
Exposição dos Projetos de Pesquisa da Turma de Mestrado 2008	20	Resumo Expandido	Pôsteres	20 Pôsteres com a divulgação do apoio e do logo da FAPEAM
Salas temáticas	7	Trabalho Completo	Impresso e Digital	2 Faixas com logo da FAPEAM no local, bem como o destaque para o apoio no conteúdo da produção.
Conferências	2	Trabalho Completo	Impresso e Digital	1 Faixas com logo da FAPEAM no local, bem como o destaque para o apoio no conteúdo da produção e nas exposições orais.
Minicursos	6	Resumo Expandido	Impresso e Digital	2 Faixas com logo da FAPEAM no local, bem como o

				destaque para o apoio no conteúdo da produção.
Oficinas	6	Resumo	Impresso e Digital	2 Faixas com logo da FAPEAM no local, bem como o destaque para o apoio no conteúdo da produção.

**7. Experiência do coordenador** (máximo de 1 página – não alterar a formatação)

Indique cronologicamente desde o presente ano, os principais eventos dos quais participa ou participou nos últimos 5 anos, indicando o valor do financiamento, o financiador, sua função no projeto (coordenador/pesquisador/técnico/estudante).

Participação em Eventos	Valor do Financiamento	Financiador	Função
Como Organizador do I <b>Seminário do Programa de Fomento a Iniciação Científica</b> . Universidade do Estado do Amazonas-Escola Normal Superior. 28 e 29 de abril de 2005.	R\$ 20.520,00	FAPEAM	COORDENADOR
Como Organizador do II <b>Seminário do Programa de Fomento a Iniciação Científica</b> . Universidade do Estado do Amazonas-Escola Normal Superior. 15 setembro de 2006.	R\$ 18.468,00	FAPEAM	COORDENADOR
Como Organizador do III <b>Seminário do Programa de Fomento a Iniciação Científica</b> . Universidade do Estado do Amazonas-Escola Normal Superior. 13-14 março de 2007.	Fundo comum administrado pela Fundação MURAKI.	FAPEAM	COORDENADOR
Como Organizador do IV <b>Seminário do Programa de Fomento a Iniciação Científica</b> . Universidade do Estado do Amazonas-Escola Normal Superior. 14 agosto de 2007.			

