

LÊNIO FERNANDES LEVY

**OS PROFESSORES, UMA PROPOSTA
VISANDO À TRANSDISCIPLINARIDADE E OS
ATUAIS ALUNOS DE MATEMÁTICA DA
EDUCAÇÃO PÚBLICA MUNICIPAL DE
JOVENS E ADULTOS DE BELÉM, PARÁ**

LÊNIO FERNANDES LEVY

**OS PROFESSORES, UMA PROPOSTA
VISANDO À TRANSDISCIPLINARIDADE E OS
ATUAIS ALUNOS DE MATEMÁTICA DA
EDUCAÇÃO PÚBLICA MUNICIPAL DE
JOVENS E ADULTOS DE BELÉM, PARÁ**

Dissertação apresentada ao Núcleo Pedagógico de Apoio ao Desenvolvimento Científico da Universidade Federal do Pará, para obtenção do título de Mestre em Educação em Ciências e Matemáticas (Área de Concentração: Educação Matemática).

Orientador: Prof. Dr. Adílson Oliveira do Espírito Santo

Co-orientador: Prof. Dr. Tadeu Oliver Gonçalves

Belém – Pará

2003

LÊNIO FERNANDES LEVY

**OS PROFESSORES, UMA PROPOSTA
VISANDO À TRANSDISCIPLINARIDADE E OS
ATUAIS ALUNOS DE MATEMÁTICA DA
EDUCAÇÃO PÚBLICA MUNICIPAL DE
JOVENS E ADULTOS DE BELÉM, PARÁ**

COMISSÃO JULGADORA

DISSERTAÇÃO PARA OBTENÇÃO DO GRAU DE MESTRE

Presidente e Orientador: Prof. Dr. Adílson Oliveira do Espírito Santo

2º Examinador: Prof^ª. Dr^ª. Elizabeth Teixeira

3º Examinador: Prof. Dr. Francisco Hermes Santos da Silva

Belém, 17 de Setembro de 2003

DADOS CURRICULARES**LÊNIO FERNANDES LEVY**

NASCIMENTO	27. 03. 1966 – MANAUS / AM
FILIAÇÃO	Carlos Nascimento Levy Maria Helena Fernandes Levy
1987/1990	Curso de Graduação Licenciatura Plena em Matemática Universidade Federal do Pará
2000/2001	Curso de Pós-Graduação em Educação Matemática, nível de Especialização, na Universidade do Estado do Pará
2000/	Professor Efetivo da Secretaria Municipal de Educação de Belém (SEMEC-BE)
2003/	Professor Efetivo da Secretaria de Estado de Educação do Pará (SEDUC-PA)

Aos meus pais.

À minha esposa Betânia.

Às minhas filhas Bianca,

Beatriz e Lia.

“A reforma que visualizo não tem em mente suprimir as disciplinas, ao contrário, tem por objetivo articulá-las, religá-las, dar-lhes vitalidade e fecundidade”.

Edgar Morin.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Diagnóstico quantitativo de relações estabelecidas entre a Matemática e outras disciplinas (e/ou áreas) pelos alunos da Escola Ida Oliveira, turma 443, em novembro de 2002.....	26
Tabela 2 – Diagnóstico quantitativo de relações estabelecidas entre a Matemática e outras disciplinas (e/ou áreas) pelos alunos da Escola Ida Oliveira, turma 342, em novembro de 2002.....	26
Tabela 3 – Diagnóstico quantitativo de relações estabelecidas entre a Matemática e outras disciplinas (e/ou áreas) pelos alunos da Escola Édson Luís, turma 441, em novembro de 2002.....	27
Tabela 4 – Diagnóstico quantitativo de relações estabelecidas entre a Matemática e outras disciplinas (e/ou áreas) pelos alunos da Escola Édson Luís, turma 341, em novembro de 2002.....	27
Tabela 5 - Diagnóstico quantitativo geral de relações estabelecidas entre a Matemática e outras disciplinas (e/ou áreas) pelos alunos das Escolas Ida Oliveira (turmas 443 e 342) e Édson Luís (turmas 441 e 341) em novembro de 2002.....	28

RESUMO

A teoria da complexidade, mormente o ideário do francês Edgar Morin, proclama a interligação das particularidades que se integram ao (ou “a um”) todo. “Distinção” e “união” são, assim, os pilares das manifestações naturais, acrescentando-se a esse binômio o fenômeno da “incerteza”, haja vista as associações implicarem desdobramentos indeterminados. A elevação quantitativa da cultura humana vem sendo acompanhada de uma progressiva especialização, e, não apregoando, em absoluto, a extinção das disciplinas/distinções/partes, o pensamento transdisciplinar moriniano defende a construção de ligações entre tais elementos, o que se mostra concordante com a díade natural união-distinção. Tomando por base a seguinte máxima transdisciplinar: “do todo em direção às partes e das partes rumo ao todo”, propõem-se nesta obra (em especial no que se refere ao segundo trecho da citação em foco) ações educacionais dirigidas pelas chamadas “duplas heterogêneas de professores” (DHP) - imaginadas pelo autor da dissertação -, que integram docentes com formação (cada um deles) em disciplinas (partes) diferentes, os quais, trabalhando em conjunto (inclusive com os alunos), no mesmo espaço-tempo pedagógico, buscam/buscariam construir ligações entre os conteúdos pertencentes aos (dois) campos de conhecimento em questão, efetivando-se um caminhar das partes e de suas mútuas (e múltiplas) conexões em direção ao todo. O público escolhido foi o da Educação de Jovens e Adultos - EJA (no ambiente da escola pública municipal), pois se acredita que as informações extra-escolares acumuladas pelo estudante jovem/adulto, apesar de sua educação formal deficitária, possam contribuir para que ele estabeleça, se corretamente orientado, relações/ligações intelectuais diversas. Ademais, a procura de soluções para a problemática da EJA, cuja clientela é formada por indivíduos marcados pela exclusão sócio-econômica, constitui-se em dever moral extensivo a todos os “verdadeiros” cidadãos. Apesar (ou além) das pesquisas exploratórias, em campo, que culminaram com resultados constantes em 5 (cinco) tabelas, predominam, quanto à metodologia adotada nesta investigação, o exame bibliográfico (de um lado) e (de outro lado) a análise - que é o seu cerne - de uma proposição (a DHP engendrada pelo mestrando) à luz dos conceitos abordados. Trata-se/tratou-se de demonstrar, em nível teórico, que a idéia de DHP harmoniza-se com as aspirações/esperanças/necessidades do alunado da EJA, com a “incerteza prigoginiana”, com a transdisciplinaridade moriniana, com a Psicologia Vygotskyana e com a modelagem matemática.

Palavras-chave: Complexidade; transdisciplinaridade; dupla heterogênea de professores; escola pública; EJA; ensino de Matemática.

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO.....	12
2	A TRANSDISCIPLINARIDADE E A EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS.....	21
3	O CONHECIMENTO CIENTÍFICO / MATEMÁTICO AO LONGO DO TEMPO: RELAÇÃO ENTRE ASPECTO QUANTITATIVO DA PRODUÇÃO E COMPARTIMENTALIZAÇÃO	30
3.1	Da Noite dos Tempos à Modernidade.....	32
3.2	Em Busca da Visão (de Totalidade) Perdida.....	37
3.3	Uma Proposta Pedagógica Transdisciplinar.....	40
4	O PENSAMENTO DE ILYA PRIGOGINE E UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA PAUTADA PELATRANSDISCIPLINARIDADE.....	44
4.1	O Desenvolvimento do Conhecimento sob uma Perspectiva Histórica.....	46
4.2	O Surgimento da Ciência Moderna.....	49
4.3	O Fim das Certezas.....	52
4.3.1	Sobre os Processos Reversíveis e a Simetria do Tempo.....	55
4.3.2	Sobre os Processos Irreversíveis e a Flecha do Tempo.....	57
4.3.3	Sobre Entropia, Instabilidade e Caos.....	59
4.3.4	Sobre as Incertezas e os Sistemas Não-Integráveis de Poincaré.....	62
4.3.5	Sobre a Descrição Estatística do Comportamento do Universo.....	65

4.3.6	Sobre a Reformulação da Física para sua Adaptação às Novas Concepções.....	65
4.3.7	Sobre os Métodos Utilizados para a Confirmação do “Fim das Certezas”.....	66
4.3.8	O Fim das Certezas na Prática Pedagógica.....	67
4.3.9	Algumas Considerações.....	69
4.4	A Complexidade do Universo.....	71
4.5	Pontos em Comum.....	73
4.6	Uma Alternativa Pedagógica Impregnada de Transdisciplinaridade.....	75
4.7	Tecendo Algumas Considerações.....	76
5	MORIN, AS PARTES E O TODO.....	77
5.1	A Proposição de um Fazer Pedagógico em Conformidade com as Diretrizes Morinianas.....	81
6	A PSICOLOGIA VYGOTSKYANA E UMA ALTERNATIVA TRANSDISCIPLINAR.....	84
6.1	O Ser e o Mundo.....	84
6.2	Os Conceitos de Vygotsky.....	90
6.3	Considerações sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal.....	94
6.4	A Teoria da Complexidade e o Paradigma Atualmente em Vigor nas Psicologias da Aprendizagem e do Desenvolvimento.....	97
6.5	A Inter e a Transdisciplinaridade na Elaboração de Concepções (as quais Envolvem o “Discurso”) acerca do Ensino-Aprendizagem, sobretudo no Âmbito Escolar.....	101

6.6	Piaget, Vygotsky, Construção do Conhecimento e Transdisciplinaridade.....	106
6.7	Uma Alternativa para os “Obstáculos” que Afetam os Processos de Significação.....	109
6.8	O Papel das “Previsões Discentes” na Construção do Conhecimento em Sala de Aula.....	112
7	A MODELAGEM, A MODELAGEM MATEMÁTICA E A TRANSDISCIPLINARIDADE.....	116
8	QUANDO SE É TRANSDISCIPLINAR?.....	122
9	CONCLUSÃO.....	128
	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	134
	Apêndice A.....	139

1 INTRODUÇÃO

A dificuldade discente quanto ao estabelecimento de relações entre os múltiplos campos do conhecimento causa-nos certa preocupação, em especial no que pertine aos alunos matriculados na rede pública municipal de Belém, onde ora exercemos o magistério, pois acreditamos que tal modalidade de educação (a pública), na função de instrumento de ampliação da consciência de seus partícipes (entre eles, as pessoas com parcas condições materiais), deva ser permanentemente resguardada e aperfeiçoada no que tange a seus processos. Procuramos focalizar - não apenas movidos por nossa formação acadêmica - a matemática escolar¹, conscientes de que seu papel é potencializado quando se a ministra/aprende de modo não-compartmentalizado / não-isolado.

No referido ambiente (o da escola pública municipal), pretendemos voltar nosso olhar à Educação de Jovens e Adultos (EJA), acreditando que a busca do sucesso de citada modalidade de ensino é um compromisso que deve mobilizar toda a sociedade, detentora de significativa parcela de responsabilidade no tocante àqueles que não tiveram oportunidades de acesso tempestivo e/ou de permanência suficiente nos bancos escolares. Concordamos com as seguintes palavras de Fonseca²:

A despeito das diversidades das histórias individuais, a identidade sociocultural dos alunos da EJA pode ser tecida na experiência das possibilidades, das responsabilidades, das angústias e até de um quê

¹ Com vistas a evitarmos uma investigação excessivamente genérica, elegemos o “ensino de Matemática” como uma de nossas constantes de análise ao longo deste processo, sem demérito, contudo, das demais disciplinas escolares.

² Maria da Conceição Ferreira Reis Fonseca é mestre em Educação Matemática pela UNESP de Rio Claro e doutora em Educação pela UNICAMP. É professora na Faculdade de Educação da UFMG.

de nostalgia, próprios da vida adulta; delineia-se nas marcas dos processos de exclusão precoce da escola regular, dos quais sua condição de aluno da EJA é reflexo e resgate; aflora nas causas e se aprofunda no sentimento e nas conseqüências de sua situação marginal em relação à participação nas instâncias decisórias da vida pública e ao acesso aos bens materiais e culturais produzidos pela sociedade (2002, p.28).

Defendemos a perspectiva transdisciplinar moriniana³, norteada concomitantemente pela consciência acerca da possibilidade de criação de vínculos entre as partes, entre os múltiplos elementos/campos culturais, bem como acerca da valorização do conjunto, do todo. Trata-se de recurso educacional pleno e vigoroso, porquanto implica um conhecimento não-fragmentado, conduzindo a uma noção mais fiel do universo/mundo.

Entendemos que a transdisciplinaridade tem o poder de despertar no aluno o prazer intelectual. A comunhão da Matemática com as Artes, as Tradições Orais, a História, a Língua Materna, a Política, as Religiões, as Tecnologias, as Ciências, as Profissões, além de conhecimentos outros, permite um gosto repleto de confiança naquilo que, sob essa ótica, deixa de se reduzir à exposição, no quadro-negro, de fórmulas e de símbolos estranhos e impalatáveis, sem nexo aparente, passando, com a nova roupagem (isto é, com a visão transdisciplinar), a aproximar-se da realidade da natureza, sendo, por conseguinte, digno da atenção do aluno e merecedor de estudo.

Percebemos haver, nas escolas da Secretaria Municipal de Educação de Belém (SEMEC-BE) em que exercemos o magistério, campo fértil para a

³ Edgar Morin é sociólogo, antropólogo, historiador e filósofo francês. É fundador do Centro de Estudos Transdisciplinares da Escola em Altos Estudos em Ciências Sociais (EHESC – Paris). É considerado um dos maiores pensadores do século XX.

aceitação/adoção das idéias que preconizamos, dada a preocupação recorrente de muitos dos seus professores com o fato de as disciplinas apresentarem-se distantes umas das outras, prevalecendo (por conta dessa distância) uma limitada visão discente de união e de totalidade.

No que concerne a tais propostas (as transdisciplinares), pensamos na clientela da EJA como nosso público-alvo em função (além dos fatores já mencionados) do considerável cabedal de informações de que são geralmente dotados os indivíduos ingressos no ensino supletivo, os quais, não obstante a baixa escolaridade, trazem em sua bagagem intelectual - adquirida ao longo dos anos - frutos burilados pelos eventos culturais específicos/peculiares de que participaram, o que lhes proporciona, assim acreditamos, condições favoráveis à confecção de (inúmeras) associações/interligações. Quanto ao arcabouço cultural das pessoas com diferentes idades, Fonseca esclarece que:

A idade cronológica tende a propiciar oportunidades de vivências e relações, pelas quais crianças e adolescentes, em geral, ainda não passaram. Mesmo que estruturas socioeconômicas e culturais imponham uma entrada cada vez mais precoce em algumas dimensões da vida adulta, os modos como os velhos, os adultos, os jovens, os adolescentes ou as crianças se inserem nessas dimensões são sensivelmente diferentes (2002, p.22).

Outrossim, é importante frisar que nossa proposta anuncia uma (possível) solução que perpassa por 3 (três) temas relevantes (mas que também pode ser estendida - a solução - à Educação como um todo, independentemente da área, do nível/grau ou da rede de ensino com que se trabalhe): a matemática escolar, a EJA e a escola pública.

Iniciamos nosso trajeto a partir da seguinte indagação (questão/problema):
“Como os professores devem agir para fomentar a elevação da visão de união e de totalidade de conhecimentos dos atuais alunos de Matemática da educação pública municipal de jovens e adultos de Belém, Pará?”

Desejamos elaborar um trabalho que represente referencial teórico consistente (nosso primeiro objetivo) para os educadores cujo intento seja o “transdisciplinar”, possibilitando-lhes uma fonte adicional de orientação quando de seus empreendimentos em tal perspectiva. Para tanto, propomos que as aulas sejam ministradas não por um único professor, mas pelo (mecanismo que concebemos e) que resolvemos chamar de “duplas heterogêneas de professores” (DHP). Eles - os professores dessas díades - trabalhariam em parceria (entre si e com os estudantes), no mesmo espaço-tempo pedagógico, permutando idéias, criando vínculos intra (referentes a tópicos internos das disciplinas) e interdisciplinares, buscando, em instância maior, uma proximidade cada vez mais estreita da visão de totalidade (o que equivale à transdisciplinaridade, isto é, ao processo entre as, através das e além das disciplinas).

Um dos educadores teria a necessária formação em Matemática⁴, e o seu parceiro, em disciplina que contemplasse um ou mais elementos cujas associações com a Matemática desejamos tornar evidentes.

Tratar-se-ia, portanto, de serem elaboradas relações, tópico x tópico se possível, entre os assuntos que, naquele momento, em plena sala de aula,

⁴ Para que nossa investigação não se torne demasiado generalista, resolvemos tomar essa disciplina – a Matemática – como uma “constante” nas DHP, lembrando, porém, que o espírito transdisciplinar não se restringe a um único elemento e/ou (sub)campo do conhecimento, tampouco se reduz ao contexto escolar.

estivessem a se confrontar (mantendo-se ou não as seqüências didáticas já consagradas pelo uso⁵), o que seria facilitado pela diversidade de formação dos educadores envolvidos no intento, constituindo-se tal procedimento (as ações conduzidas por DHP) em alternativa de prática transdisciplinar, podendo tanto haver sua conjunção com as atividades baseadas em temas geradores⁶, quanto seu caminhar (e tal é a sugestão central do presente trabalho) em sentido outro⁷, permitindo-se, neste último caso, o acesso aos temas/eventos gerais a partir do trato transdisciplinar dado aos conteúdos, os quais (os conteúdos), por estarem então localizados no começo do processo de ensino-aprendizagem, suscitariam, no que lhes diz respeito, a menor quantidade final possível de lacunas (ou seja, a menor quantidade final possível de assuntos e/ou de vínculos não abordados), pensamento (que achamos ser) harmônico com a teoria da complexidade, na qual a igual valorização do conjunto e das (ou melhor, “de todas as”) partes é pedra fundamental. Nesse sentido, Petraglia⁸ ressalta que:

Como tudo se liga a tudo, nós fazemos parte de um todo maior, somos partes vivas de Gaia, que na Antigüidade é a deusa grega Geia, que significa Terra, o nome do nosso planeta. Gaia simboliza a função materna de conceber e retomar a vida. E vida e ciência caminham de mãos dadas: onde há vida, há ciência, e onde há ciência, há vida...(2001, p.102).

⁵ A presente proposta é flexível quanto a esse aspecto porque conclama à formação de uma teia multilinear/multidirecional, a qual inclui e ultrapassa veredas monolinesares/unidirecionais.

⁶ Em nossa visão, quando se trabalha com temas geradores, inicia-se o percurso pedagógico pelo “todo” (ou seja, por uma situação/questão ampla/geral/global).

⁷ Sugerimos começar o processo educativo pelo (re)conhecimento das partes (disciplinas) e pelo estabelecimento de relações entre elas. Contudo, é oportuno ressaltar que a transdisciplinaridade moriniana harmoniza-se (assim entendemos) com ambas as proposições, daí a máxima: “Do todo às partes e das partes ao todo”.

⁸ Izabel Cristina Petraglia é pedagoga, psicóloga e doutora em “Educação: Administração Escolar” pela Universidade de São Paulo. É pesquisadora da complexidade e da transdisciplinaridade.

O ideário transdisciplinar moriniano não se opõe à “singularidade”, haja vista fundamentar-se na tríade distinção-união-incerteza. Apoiados em tal princípio, bem como na constatação de que o arcabouço cultural da humanidade progride geometricamente com o decorrer do tempo (o que faz aumentar cada vez mais o número de singularidades/distinções), vemos nas DHP um recurso válido, um caminhar seguro para o atingimento de algo mais próximo da união cabal dos conhecimentos trabalhados. Assim sendo, propomos uma trilha cujo ponto de partida são/sejam elementos distintos, ou, em termos práticos (com vistas a aproveitar a realidade escolar ora em vigor), as próprias disciplinas escolares. A abordagem das associações entre os conteúdos através das DHP representaria um passo seguinte, uma vez mapeado/organizado o terreno disciplinar. Com elas (as DHP), começaríamos a tecer as ligações entre (sub)conjuntos e/ou (entre) elementos (de um mesmo (sub)conjunto e/ou de (sub)conjuntos diferentes) que, a princípio, mostravam-se (ou pareciam estar) separados. Tem-se, pois, um trajeto cujo início dá-se nas disciplinas, passando, em seguida, por relações entre campos de conhecimentos distintos (aí entram em ação as DHP), aspirando-se, destarte, a uma visão de mundo a mais abrangente possível.

No que diz respeito ao aperfeiçoamento cultural do corpo discente (nosso segundo objetivo, cujo alcance depende diretamente do sucesso referente à consecução do objetivo primeiro), a proposta acima tenderia a estimular a consciência transdisciplinar, elevando a capacidade (dos alunos) de estabelecimento de vínculos consistentes entre as partes, bem como entre elas e o todo, ou algo que dele (desse conjunto maior) se aproximasse, permitindo-lhes

concluir que “distinção” e “união” estão igualmente presentes no mundo e na sua representação (através de/dos conhecimentos engendrados) pela humanidade. Uma de nossas idéias básicas é a propositura da criação, via DHP, de relações entre a Matemática e outros campos, o que muitas vezes não acontece em aulas ministradas por apenas um professor, mesmo que este se esforce para construir tais associações, porquanto ele esbarra no problema de sua limitação referente ao domínio de outros ramos de conhecimento e/ou de outras disciplinas escolares.

Defendemos a viabilidade da conciliação/harmonia entre, de um lado, “formas usuais de ensino de Matemática” (em especial a “modelagem matemática”) e, de outro, ações transdisciplinares protagonizadas por duplas heterogêneas de professores. A referida conciliação/concordância ficará clara quando demonstrarmos - utilizando como recursos metodológicos a investigação bibliográfica e a análise de nossa proposição (DHP) à luz dos conceitos abordados - a possibilidade de confrontar, uns com os outros, os pensamentos/conceitos inerentes a tais “formas de ensino”, à transdisciplinaridade e às DHP, de modo que não haja perda de coerência decorrente desses encontros (de pensamentos/conceitos). Urge, ademais, que procedamos a uma exposição histórica acerca da origem e da evolução (quantitativa e qualitativa) do conhecimento, mostrando a progressiva intensificação de sua fragmentação (sobretudo a partir da Idade Moderna), bem como o paralelo/concomitante fortalecimento da idéia de que a natureza é regida por leis determinísticas, crenças (fragmentação e determinismo) antagônicas, conforme veremos, à teoria da

complexidade/transdisciplinaridade e ao ponto de vista prigoginiano⁹. Também recorreremos à Psicologia, sobremaneira ao ideário de Lev Vygotsky, para justificar o ensino através das DHP como recurso pedagógico válido/consistente. Outrossim, ao longo de todo o processo expositivo acima referido, colocaremos à mostra os conceitos inerentes à complexidade moriniana, os quais fundamentam nosso pensamento transdisciplinar.

O objetivo a que aspiramos (o resultado esperado) é a criação de um referencial teórico para os educadores cujo intento seja o transdisciplinar, e, por conseguinte, quando de suas práticas futuras, o alcance da consciência pelos alunos, em especial os da EJA, de que a Matemática (assim como qualquer outra disciplina) não é campo estanque de conhecimento, podendo-se relacioná-la, pois, intimamente, com as demais representações culturais, fato que lhes permitirá (aos alunos), em sua vida cotidiana, um maior uso do pensamento matemático (já não mais restrito à escola, conforme haverão de constatar !) para a resolução de problemas outros, ora ressaltando nossa defesa do princípio de que o ensino nos moldes transdisciplinares é mola propulsora da motivação dos estudantes (fomenta uma consciência que os aproxima do vislumbre da complexidade da natureza), tendendo a possibilitar reflexos positivos sobre os rendimentos escolares.

Além do mais, é importante asseverarmos que DHP não significa transdisciplinaridade. A dupla heterogênea de professores constitui-se em instrumento e/ou em recurso de trabalho. A transdisciplinaridade, por sua vez, diz

⁹ Ilya Prigogine: Cientista belga laureado com o Prêmio Nobel de Química. Foi professor da Universidade Livre de Bruxelas e da Universidade do Texas, Austin, EUA (faleceu em 2003).

respeito a uma (questão de) postura íntima, denotando visão privilegiada acerca dos conhecimentos diversos, das interações e da totalidade. Já o casamento entre a DHP e o espírito transdisciplinar é, em nosso entendimento, importante para o êxito da empreitada que propomos.

Por oportuno, admitimos haver um certo quê de utopia envolvendo esta proposição, a qual (a proposição), sob aspectos vários, mas não sob todos (porque ela também apresenta, dada a sua coerência, um dos pés fincado no chão), mostra-se diametralmente oposta a determinados princípios curriculares e a convenções já consagradas na (e pela) instituição escolar. Contudo, recorrendo aos eventos da (Pré-)História humana, fazemos a seguinte indagação: Sem a “chama da utopia”, será que teríamos conseguido nos aventurar, quando da “infância” de nossa espécie, para além das cavernas?

2 A TRANSDISCIPLINARIDADE E A EDUCAÇÃO DE JOVENS E ADULTOS

O decurso etário/temporal é crucial para a progressão da sedimentação de conhecimentos pessoais. O homem é, essencialmente, um ser pensante, e, como tal, desenvolve-se ao (re)processar as informações advindas dos eventos que permeiam, momento a momento, sua existência. A mente de um adulto encontra-se impregnada de idéias que (nela) não existiam (com tal complexidade estrutural) outrora, que não habitavam seu espírito quando este ainda saboreava os frutos da infância e/ou da adolescência. “A idade cronológica tende a propiciar oportunidades de vivências e relações pelas quais crianças e adolescentes, em geral, ainda não passaram” (FONSECA, 2002, p.22). Às experiências testemunhadas/construídas pelo indivíduo ao longo de sua existência, somam-se outros aspectos que, conjuntamente, determinam seu grau de competência cognitiva, havendo uma tendência cada vez mais robusta (entre psicólogos evolutivos) de não aceitação da hipótese de declínio das faculdades mentais em função do amadurecimento/envelhecimento corpóreo. A seguinte declaração de Fonseca é deveras pertinente:

Essa perspectiva de imputar à idade do aprendiz uma responsabilidade orgânica por eventuais dificuldades no aprendizado, apesar de freqüente no senso comum, não encontra respaldo em estudos (que, como vimos, são raros) sobre o funcionamento intelectual do adulto. Ao afirmar que “as pessoas humanas têm um bom nível de competência cognitiva até uma idade avançada (desde logo, acima dos 75 anos)”, Palácios (1995, p.312) aponta para um redimensionamento das considerações sobre a natureza das condições que determinam as possibilidades de aprendizagem e construção de conhecimento na idade adulta, apoiando-se na posição de psicólogos evolutivos, cada vez mais convencidos de que o que determina o nível de competência cognitiva das pessoas mais velhas não é tanto a idade em si mesma quanto uma série de fatores de natureza diversa. Entre esses fatores,

Palácios destaca o nível de saúde, o nível educativo e cultural, a experiência profissional e o tônus vital da pessoa (sua motivação, seu bem-estar psicológico...) (2002, p.21-22).

Não obstante a fragilidade escolar/acadêmica que caracteriza a maioria dos estudantes da EJA, é válido crer, haja vista os motivos citados, que atributos cognitivos outros, adquiridos (por eles) previamente, possam permitir-lhes lograr êxito em eventuais tentativas de construções transdisciplinares, porquanto o conhecimento produzido fora da escola também é componente da teia (complexa) cultural. Segundo Petraglia:

(...) Assim, tanto educadores como escola, enquanto estrutura organizacional educativa, não podem perder de vista que a construção da identidade da escola passa, primeiramente, pela construção individual da identidade de seus membros, que são sujeitos desse processo, como também do processo do conhecimento, que nessa escola se desenvolve.

E é sob esse prisma que se coloca o trabalho de Edgar Morin no sentido de provocar a reflexão da educação, pautada na consciência da complexidade presente em toda a realidade, ou seja, é fundamental que o educador compreenda a teia de relações existente entre todas as coisas, para que possa pensar a ciência una e múltipla, simultaneamente.

O subsídio de seu pensamento para a educação está na teoria e na prática do “tudo se liga a tudo”, e é no “aprender a aprender” que o educador transforma a sua ação numa prática pedagógica transformadora (2001, p.73).

A autora prossegue, asseverando que:

A transdisciplinaridade é fruto do paradigma da complexidade, fundamentada por uma epistemologia da complexidade, também estando presente em seu seio as interligações de Sujeito-Objeto-Ambiente.

(...) Nesse contexto, sempre devem ser refletidas e ampliadas as discussões acerca da importância das relações entre os conteúdos de uma disciplina e outra disciplina; entre as disciplinas e o curso; entre as disciplinas e a vida, e assim sucessivamente, a fim de não se estimular a elaboração de conhecimentos parcelados advindos do

pensamento linear, mas promovendo-se a construção de um saber uno, com visão conjunta e de um todo composto por muitos aspectos (Ibidem, p.75).

O manancial de conhecimentos previamente adquiridos/construídos necessita, contudo, de instrumental metodológico apropriado (sugerimos ações transdisciplinares dirigidas por DHP) para que seus detentores, os estudantes da EJA, consigam fabricar (os) fios da teia complexa (que, em tese, “liga tudo a tudo”), visto que tal confecção nem sempre é trivial (as eventuais dificuldades são parcialmente devidas à mentalidade compartimentalizada que se instaurou na cultura, sobretudo a ocidental, ao longo dos últimos séculos), a exemplo dos fatos a seguir relatados, os quais foram constatados por ocasião de investigação a que procedemos em ambiente escolar da EJA.

A indagação que norteia a presente obra (“Como os professores devem agir para fomentar a elevação da visão de união e de totalidade de conhecimentos dos atuais alunos de Matemática da educação pública municipal de jovens e adultos de Belém, Pará?”) foi motivada (em parte) pela pesquisa exploratória que realizamos em novembro/2002 com uma amostra de 61 (sessenta e um) estudantes da EJA de duas escolas públicas municipais de Belém, matriculados no 4º turno (à noite), quando lhes foi inquirido se concebiam algum tipo de relação - e qual(quais) seria(m) essa(s) relação(ões) - entre Matemática e: Artes, História, Geografia, Ciências, Português, Mundo Extra-Classe, Profissões/Trabalho, Política e Religião. Para tanto, receberam questionários impressos (Apêndice A), e foi-lhes disponibilizado o tempo de 40 (quarenta) minutos a fim de que concluíssem as respectivas apreciações/considerações, tendo-lhes sido informada

previamente a necessidade de que realizassem a tarefa na própria sala de aula (evitamos com isso a possibilidade de recurso a fontes outras, que não seus próprios conhecimentos, o que desvirtuaria a pesquisa). Buscávamos, pois, a obtenção de uma “radiografia” de sua criatividade no tocante ao estabelecimento de relações entre conhecimentos afetos a disciplinas ou a campos muitas vezes tidos como incomunicáveis entre si.

Cada uma das 4 (quatro) tabelas iniciais diz respeito a uma turma específica, de um total de 4 (quatro) pesquisadas (na Escola Ida Oliveira, as turmas nº 443 e nº 342, e, na Escola Édson Luís, as turmas nº 441 e nº 341). A 5ª (quinta) tabela dá-nos um panorama envolvendo os dois colégios. As linhas (dispostas horizontalmente) das tabelas indicam os nomes das disciplinas (ou dos campos) em questão e as quantidades (tanto em números absolutos quanto em percentuais) das respostas que julgamos aceitáveis (SIM), bem como daquelas que consideramos desconexas (NÃO), juntamente com as deixadas em branco (NÃO). O resultado final, ou seja, o constante na tabela (nº 5) correspondente à reunião de ambas as escolas, indica/indicou uma média de 70,30% de respostas em branco ou sem qualquer consistência plausível. No tocante ao percentual restante (29,69%), a grande maioria dos vínculos que confirmamos - a exemplo daqueles sinalizados em quantidade significativa das respostas dizentes aos itens “Trabalho” e “Mundo Extra-Classe” - restringe-se/restringiu-se a contagens e, quando muito, a operações aritméticas simplistas de adição e/ou de subtração (sabemos que a Matemática, mesmo a escolar, vai bastante além desse patamar), diagnóstico da pouca habitualidade estudantil (apesar de seus conhecimentos extra-escolares

prévios) no que concerne à produção de ligações entre os conteúdos/assuntos diversos, muito menos no que tange à transcendência inerente ao vislumbre da/de uma totalidade, atributos (visões de união e de totalidade) cuja consecução corresponde, grosso modo, ao objetivo da transdisciplinaridade.

Nas páginas seguintes, apresentamos os resultados (as tabelas) da sondagem que ajudou a motivar a questão que ora nos desafia (“Como os professores devem agir para fomentar a elevação da visão de união e de totalidade de conhecimentos dos atuais alunos de Matemática da educação pública municipal de jovens e adultos de Belém, Pará?”), os quais (os resultados) se constituem no flagrante de uma realidade discente impregnada de fragmentação, reflexo de um “fazer” docente também retalhado/fragmentado.

Cabe salientar que, mesmo antes de tais perquirições, nós sentíamos - em função dos contatos diários travados com os estudantes - a existência do problema, tanto que já cogitávamos sobre as DHP (nossa propositura) como eventual contribuição.

TABELA 1 – Distribuição das respostas de 20 (vinte) alunos da turma 443 - 4^a etapa (Escola Ida Oliveira – novembro/2002)

*Conseguiram estabelecer alguma relação entre Matemática e:

DISCIPLINAS	SIM		NÃO	
	Nº	%	Nº	%
ARTES.....	01	05,00	19	95,00
HISTÓRIA.....	05	25,00	15	75,00
GEOGRAFIA.....	04	20,00	16	80,00
CIÊNCIAS.....	11	55,00	09	45,00
PORTUGUÊS.....	01	05,00	19	95,00
O MUNDO EXTRA-CLASSE..	11	55,00	09	45,00
TRABALHO.....	07	35,00	13	65,00
POLÍTICA.....	08	40,00	12	60,00
RELIGIÃO.....	01	05,00	19	95,00
TOTAL	49	27,22	131	72,77

TABELA 2 – Distribuição das respostas de 18 (dezoito) alunos da turma 342 - 3^a etapa (Escola Ida Oliveira – novembro/2002)

*Conseguiram estabelecer alguma relação entre a Matemática e:

DISCIPLINAS	SIM		NÃO	
	Nº	%	Nº	%
ARTES.....	01	05,55	17	94,45
HISTÓRIA.....	02	11,11	16	88,89
GEOGRAFIA.....	02	11,11	16	88,89
CIÊNCIAS.....	02	11,11	16	88,89
PORTUGUÊS.....	01	05,55	17	94,45
O MUNDO EXTRA-CLASSE..	04	22,22	14	77,78
TRABALHO.....	08	44,44	10	55,56
POLÍTICA.....	03	16,66	15	83,34
RELIGIÃO.....	01	05,55	17	94,45
TOTAL	24	14,81	138	85,18

TABELA 3 – Distribuição das respostas de 11 (onze) alunos da turma 441- 4ª etapa (Escola Édson Luís – novembro/2002)

*Conseguiram estabelecer alguma relação entre Matemática e:

DISCIPLINAS	SIM		NÃO	
	Nº	%	Nº	%
ARTES.....	03	27,27	08	72,73
HISTÓRIA.....	06	54,54	05	45,46
GEOGRAFIA.....	05	45,45	06	54,55
CIÊNCIAS.....	06	54,54	05	45,46
PORTUGUÊS.....	02	18,18	09	81,82
O MUNDO EXTRA-CLASSE..	11	100,0	00	00,00
TRABALHO.....	07	63,63	04	36,37
POLÍTICA.....	08	72,72	03	27,28
RELIGIÃO.....	02	18,18	09	81,82
TOTAL	50	50,50	49	49,50

TABELA 4 – Distribuição das respostas de 12 (doze) alunos da turma 341 - 3ª etapa (Escola Édson Luís – novembro/2002)

*Conseguiram estabelecer alguma relação entre Matemática e:

DISCIPLINAS	SIM		NÃO	
	Nº	%	Nº	%
ARTES.....	04	33,33	08	66,67
HISTÓRIA.....	07	58,33	05	41,67
GEOGRAFIA.....	02	16,16	10	83,34
CIÊNCIAS.....	01	08,33	11	91,67
PORTUGUÊS.....	04	33,33	08	66,67
O MUNDO EXTRA-CLASSE..	09	75,00	03	25,00
TRABALHO	07	58,33	05	41,67
POLÍTICA.....	06	50,00	06	50,00
RELIGIÃO.....	00	00,00	12	100,0
TOTAL	40	37,03	68	62,97

TABELA 5 – Distribuição das respostas de 61 (sessenta e um) alunos das turmas 443, 342 (Escola Ida Oliveira), 441 e 341 (Escola Édson Luís) – novembro/2002

*Conseguiram estabelecer alguma relação entre Matemática e:

DISCIPLINAS	SIM		NÃO	
	Nº	%	Nº	%
ARTES.....	009	14,75	052	85,25
HISTÓRIA.....	020	32,78	041	67,22
GEOGRAFIA.....	013	21,31	048	78,69
CIÊNCIAS.....	020	32,78	041	67,22
PORTUGUÊS.....	008	13,11	053	86,89
O MUNDO EXTRA-CLASSE..	035	57,37	026	42,63
TRABALHO.....	029	47,54	032	52,46
POLÍTICA.....	025	40,98	036	59,02
RELIGIÃO.....	004	06,55	057	93,45
TOTAL	163	29,69	386	70,30

As diferenças/variações percentuais constatadas entre as turmas (em cada classe/turma, também ocorreram discrepâncias entre resultados afetos a disciplinas/áreas diversas) apenas reforçam/reforçaram a inviabilidade de se classificarem e/ou de se precisarem, de modo determinístico, o pensamento e o comportamento humanos, porquanto a “incerteza” é, hoje sabemos, marca indelével da complexidade do homem / da natureza. Entretanto, é razoável concluir que, no domínio pedagógico, existe muito que podemos (e devemos) realizar.

Apesar de os números serem, de um modo geral, pouco otimistas, reiteramos nossa concepção de que uma prática pedagógica orquestrada por DHP, em conjunção com o cabedal de conhecimentos prévios/acumulados de que é

dotada a clientela da EJA, poderia alterá-los (os números) para níveis mais aceitáveis. Frisamos, por oportuno, que as abordagens transdisciplinares não fazem parte (de maneira sistematizada) da rotina docente das duas escolas investigadas, embora sejam (algumas abordagens de tal gênero) sugeridas em reuniões de começo de ano. Acreditamos que a não concretização desse intento deva-se à pouca praticidade das idéias até hoje defendidas (entre as quais ainda não constaram aquelas acerca de ações transdisciplinares dirigidas por DHP).

Outrossim, com o intuito de melhor esclarecer o leitor quanto à metodologia da pesquisa relativa a esta dissertação, podemos delinear o seguinte trajeto cronológico: primeiramente, detectamos um problema (o conhecimento discente fragmentado); em seguida, incomodados por tal constatação, idealizamos a DHP; por fim, elaboramos a dissertação (a qual é, portanto, de cunho teórico, nela predominando a análise da proposta/DHP à luz dos conceitos abordados).

Ao longo dos capítulos seguintes, evidenciaremos a compatibilidade teórica que existe entre, de um lado, nossa proposição e, de outro lado, alguns dos sistemas filosóficos, psicológicos e pedagógicos de maior aceitação/credibilidade da/na atualidade.

3 O CONHECIMENTO CIENTÍFICO / MATEMÁTICO AO LONGO DO TEMPO: RELAÇÃO ENTRE ASPECTO QUANTITATIVO DA PRODUÇÃO E COMPARTIMENTALIZAÇÃO

No presente capítulo, almejamos colocar à mostra um processo que se sucedeu paralelamente ao crescimento cultural da espécie humana. Trata-se da paulatina fragmentação/especialização do conhecimento, o que passou a dificultar cada vez mais a construção de relações entre os compartimentos que se foram criando e foi obscurecendo progressivamente o senso de totalidade, gerando um distanciamento humano da realidade da natureza / do mundo.

Contudo, por estarmos imbuídos do ideário complexo/transdisciplinar (coadunando-nos, mais especificamente, com a visão de Edgar Morin), entendemos haver compatibilidade entre “distinção/individualização” e “união/relação”. Petraglia (2001) reforça tal ponto de vista quando afirma que o “cerne do pensamento complexo é: distinguir, mas não separar”. É possível confirmar que existem, ao mesmo tempo, diversidade em um conjunto e interações dos diferentes elementos que o constituem (interações dos elementos entre si, bem como deles com esse “todo”), fenômeno (distinção e união) peculiar à própria natureza e, portanto, suscetível de extensão aos conhecimentos acumulados pela humanidade, os quais são/trazem a nossa visão/interpretação do mundo.

Aludindo à aurora da humanidade, Weil¹⁰ afirma que:

¹⁰ Pierre Weil é doutor em Psicologia pela Universidade de Paris e Presidente da Fundação Cidade da Paz, em Brasília, DF.

Não havia distinção entre arte, conhecimento filosófico, científico ou religioso, pois o conhecimento do Real era direto; tampouco havia distinção entre ciência e tecnologia.

Pode-se, eventualmente, ter uma idéia aproximada dessa fase em certas cerimônias indígenas, onde todo o mundo está celebrando a harmonia com a natureza. Nessas celebrações, a expressão do sagrado faz-se através da música, da tatuagem e dos tótems, da dança e da poesia, e o conhecimento é “recebido” por visualização ou intuição direta em outro estado de consciência, o estado transpessoal (1993, p.16).

O processo de dissociação que se seguiu a essa fase primeva deveu-se à ampliação dos conhecimentos humanos. Crema¹¹ assevera que:

O enfoque disciplinar analítico gerou a especialização. A sua necessidade deveu-se à vastidão do conhecimento humano, especialmente a partir da Revolução Científica, e à divisão de trabalho, a partir da Revolução Industrial. Diante do acúmulo crescente do saber-e-fazer humano, foi sepultado o ideal do gênio enciclopédico e pluriapto, do “homem total”. O especialista, expert na parte, passou a ser o novo herói. Navegante do minúsculo, vidente do mínimo, o que sabe quase tudo de quase nada, caracterizado pela unilateralidade de visão e de ação: o exótico que todos somos, após algumas décadas de estudo e clássica modelagem educacional (1993, p.131-2).

Urge que se complemente tal limitação (a disciplinar) com a busca da visão de união e de totalidade, condição *sine qua non* para que o homem possa sentir-se em verdadeira harmonia com o universo/mundo, no qual imperam ligações/relações entre os mais diversos elementos, bem como entre estes e o(s) todo(s).

¹¹ Roberto Crema é psicólogo, antropólogo e 2º Vice-Presidente da Fundação Cidade da Paz.

3.1 Da Noite dos Tempos à Modernidade:

Regredindo alguns milhares de anos na saga humana sobre a Terra e observando a época anterior às primeiras civilizações, deparamo-nos com grupos humanos isolados e errantes/nômades, haja vista a reduzida quantidade de indivíduos que então habitavam o globo, bem como a inexistência de tecnologias necessárias ao cultivo agrícola e à domesticação de animais. Os conhecimentos, ainda escassos quantitativamente, não eram, pois, dissociados/fragmentados. Outrossim, não havia divisão do trabalho nem classes sociais, porquanto não se tratava de sociedades com a diversidade de relações e de interesses característica dos períodos seguintes. Miorim¹² afirma que:

(...) Não existia, ainda, a separação entre os que deveriam trabalhar e os que deveriam aprender, ou melhor, entre o trabalho manual e o intelectual. Todos aprendiam tudo e da mesma maneira, espontaneamente e sem repreensão (...) (1998, p.7).

O posterior domínio das tecnologias concernentes à produção agrícola e à domesticação dos animais gerou o sedentarismo e acelerou o crescimento populacional, o que aumentou a complexidade das tarefas, fazendo com que os afazeres passassem a ser repartidos distintamente entre os membros da comunidade. O maior ou menor valor atribuído a esta ou àquela atividade deu início a uma estratificação, a uma separação da sociedade em classes. Coube a algumas pessoas a realização de trabalhos de planejamento e de administração dos assuntos e dos interesses inerentes à coletividade, o que representou a formação de

¹² Maria Ângela Miorim é professora-assistente Doutora da Faculdade de Educação – UNICAMP.

uma classe pensante/dominante, alheia ao (e acima do) trabalho braçal. Segundo Miorim (1998), surge assim uma nova categoria de indivíduos - os funcionários - responsáveis pela organização de determinadas tarefas fundamentais para a aldeia. Na chamada Idade Antiga, tal modelo de convivência (sedentarista e estratificado) já se encontrava arraigado em uma parcela significativa das sociedades então existentes.

Não obstante o paulatino crescimento do arcabouço cultural das civilizações antigas, tratava-se de conhecimento ainda incipiente, pouco complexo (em comparação ao de épocas ulteriores), sendo fácil o alcance da visão de conjunto por intermédio da percepção/construção de relações entre as suas partes (e vice-versa, caminhando-se, então, tanto das partes ao todo quanto do todo às partes), o que efetivamente acontecia.

No que tange aos efeitos do contínuo desenvolvimento/alargamento dos conhecimentos, Miorim (Ibidem) destaca que, a certa altura, mais especificamente na Grécia Clássica - berço da Civilização Ocidental -, começou a florescer uma oposição entre os defensores da cultura literária/retórica (os sofistas) para a formação (para o sucesso no mundo material) do cidadão e os que pregavam o aperfeiçoamento (a elevação espiritual) do ser humano através da filosofia/matемática (pitagóricos, socráticos e platônicos), denotando-se uma divisão disciplinar que perdura até os nossos dias.

Os gregos, contudo, elaboravam (razoavelmente bem) relações entre os conhecimentos de campos distintos. Observe-se que distinção não era (não é/não será) fator impeditivo quanto ao estabelecimento de ligações entre elementos

diversos com vistas à representação de conjuntos mais amplos. A Matemática, por exemplo, conduziria, na visão dos pitagóricos e dos platônicos, à formação do “homem ideal”, o qual, por seu intermédio, seria alçado ao “verdadeiro mundo”, ao “mundo inteligível”, ao mundo das formas abstratas e perfeitas. Tratava-se, pois, de uma ação transdisciplinar a partir da Matemática e da Metafísica/Religião. Miorim assevera que:

Formada por aristocratas, a escola pitagórica, seita de caráter político-filosófico-religioso, fundada por Pitágoras, encontrou nos números os elementos essenciais para a justificativa da existência de uma ordem universal, imutável, tanto na sociedade quanto na natureza (1998, p.14).

Os sofistas, por sua vez, também estimavam o valor do conhecimento matemático, embora com o intento de formar o cidadão que alcançasse sucesso no mundo material, que fosse capaz de discorrer sobre todos os temas, inclusive os abstratos, estes representados pela Matemática (havendo, pois, consonância com a transdisciplinaridade, a exemplo do que se verificava com o ideário pitagórico/platônico).

(...) Segundo eles (os sofistas), para ser um bom orador, além do conhecimento da arte da persuasão e das regras da retórica, seria também fundamental saber falar sobre qualquer assunto e, portanto, conhecer todos os assuntos (...)

(...) os jovens deveriam estudar a fundo as quatro disciplinas propostas pelo pitagorismo: aritmética, geometria, música e astronomia. (Ibidem, p.16).

Tinha-se a cabal consciência de que os campos de conhecimento eram distintos. Entretanto (e nisso vemos uma atitude transdisciplinar), a relação que se

percebia haver (ou que se estabelecia) entre eles era enfatizada, porquanto dela dependia a consecução do objetivo traçado, fosse tal meta alcançar o “mundo ideal” (espiritual) dos pitagóricos ou formar o “cidadão retórico” (mundano, material) dos sofistas.

Na Europa, ao longo da Idade Média, conforme observação de Miorim (1998), houve um notável declínio das manifestações/construções educacionais clássicas em prol de uma dedicação substancial ao tema religioso, tendo-se dado ênfase maior ao ensino que era/fosse ligado ao objetivo espiritual/cristão. Daí o estudo do Latim voltado para a leitura de textos sagrados e de histórias de santos; e a dedicação à aprendizagem de certos itens das Matemáticas com vistas à compreensão mais profunda das escrituras sagradas, o que incluía o cálculo preciso das datas da Páscoa, do nascimento de Cristo etc.

Segundo D’Ambrósio¹³ (1993), a Europa Medieval se caracterizou pela construção de uma doutrina religiosa, a qual, no mundo islâmico, já estava consolidada (no Alcorão), restando à intelectualidade árabe exercitar-se no que não constava em seu livro sagrado, a exemplo dos textos gregos. Outrossim, os freqüentes contatos travados entre europeus e muçulmanos permitiram a retomada, no Ocidente, de muitos dos temas clássicos que haviam sido colocados de lado pelo poder religioso, fato que contribuiu para a instauração do Renascimento Cultural (séculos XV e XVI).

É ponto pacífico que a fragmentação cultural ficou mais exacerbada a partir da Idade Moderna, época do surgimento da Ciência também dita Moderna.

¹³ Ubiratan D’Ambrósio é doutor em Matemática pela Universidade de São Paulo e pesquisador da visão holística em Ciência, Educação, História, Arte, Religião e Filosofia.

Conseqüência - ou talvez um dos sinônimos - da Renascença (período de intensa retomada dos temas clássicos pelos europeus, dessa feita sem os filtros impostos pela Escolástica), a nova Ciência, de caráter eminentemente antropocêntrico, esmerou-se em afastar a influência religiosa da produção intelectual. A condição para se obter a “imparcialidade” seria o “distanciamento” entre sujeito (inclusas as suas concepções) e objeto do conhecimento. Morin afirma que:

Descartes, ao propor o problema do conhecimento, determina dois campos de conhecimento totalmente separados, totalmente distintos. De um lado, o problema do sujeito, do “ego cogitans”, do homem que, por assim dizer, reflete sobre si mesmo, e esse problema vai ser, deve ser aquele da filosofia. De outro lado, o problema daquilo que ele chama de “res extensa”, quer dizer, dos objetos que se encontram num espaço, e o universo da extensão do espaço é aquele oferecido ao conhecimento científico (2001b, p.27).

O crescimento, então mais veloz, do cabedal científico da humanidade, aliado ao (e decorrente parcialmente do) uso ostensivo dos métodos dedutivo/cartesiano e indutivo/baconiano (compatíveis com uma visão determinista e fragmentada), fez-se acompanhar de uma intensificação do processo de especialização, denotando proporção direta entre o aspecto quantitativo dos conhecimentos e a sua compartimentalização.

3.2 Em Busca da Visão (de Totalidade) Perdida:

Sempre é possível, contudo, descobrirem-se/construírem-se relações entre partes distintas de um todo. Em se tratando da relação entre a Matemática e a Física, Lecourt¹⁴ declara:

Com os “Principia Mathematica Philosophiae Naturalis” (Princípios Matemáticos da Filosofia da Natureza), de Newton, em 1687, o poder da Matemática tornou-se indiscutível. Mais ainda, a partir de então a Matemática passou a ser uma ciência posta nos píncaros. Descobre-se que uma mesma lei de atração liga os corpos mais pequenos e os maiores – os átomos e as estrelas – do universo infinito. Mas esta lei só pôde, afinal, ser formulada e ficar estabelecida graças a uma transformação da própria Matemática. O mérito imortal de Isaac Newton consistiu efetivamente em aproximar as entidades matemáticas da Física, em submetê-las ao movimento, em deixar de considerá-las no seu “ser”, para as conceber no seu “devir” ou no seu “fluir” (1990, p.13).

E prossegue asseverando (agora acerca da relação Matemática/Biologia) que:

Veremos nos próximos anos novos setores das ciências da vida abrirem-se à matematização (...).
 (...) A descoberta dos “genes de desenvolvimento” que modelam o “padrão” do organismo poderia muito bem vir a conferir validade à intuição que ele (Arc Thompson¹⁵) teve da existência de uma estrutura biológica que ligasse a evolução a variações morfológicas matematicamente mensuráveis (...) (Ibidem, p.16).

Finalmente, no que pertine à relação Matemática/Economia, afirma:

Quanto à Economia Política, há mais de um século e meio que aspira abertamente à matematização. (...) Foi o politécnico e filósofo francês Antoine-Auguste Cournot (1801-1877) quem pela primeira vez

¹⁴ Dominique Lecourt é diretor da coleção denominada *Questões de Ciência*, da qual faz parte a obra *O Poder da Matemática*, de Moshé Flato.

¹⁵ Arc Thompson (1860-1948) fez pesquisas no campo da Morfologia Animal, divulgadas na sua obra *On Growth and Form (Sobre o Crescimento e a Forma)*.

formulou o programa sistemático dessa “algebrização” na obra “Recherches sur les principes mathématiques de la théorie des richesses” (Investigações sobre os Princípios Matemáticos da Teoria das Riquezas).

(...) Cournot não inovou em matéria de Matemática: limitou-se a aplicá-la tal como a conhecia (estatísticas e cálculo diferencial) a um objeto, o “mercado”, pensando em termos de mecânica para fins explicitamente normativos de instauração ou restauração de um “equilíbrio” ideal (LECOURT, p.17).

Não se trata de criar uma oposição incondicional à especialização, cuja utilidade - haja vista esse fenômeno estar na origem da maioria das conquistas culturais da humanidade nos últimos séculos - não pode ser desprezada. É preciso, contudo, complementar a especialização com a construção de relações entre as partes/disciplinas, fato que nos aproxima da visão do todo, o qual nossos antepassados, cujo “mundo” era menor, vislumbravam mais facilmente. Não obstante o armazenamento de informações ora ser maior, a progressão rumo à consciência de totalidade é (sempre será) possível. Para tanto, basta que se mude a atitude mental, fazendo-se valerem (concordando-se com) os ditames da teoria da complexidade, pautada por: distinção, união e incerteza. Distinção: porque é inevitável admitir que o/um todo é composto por partes, por unidades, por elementos distintos; União: porquanto o/um todo não é constituído por partes que não se relacionam, sob pena de ser (uma) totalidade não-coesa, possibilidade inaceitável pelo bom senso; Finalmente, incerteza: resultante das interações, dos contatos entre as partes (bem como dos vínculos entre as partes e as totalidades), em processo inalcançável por leis determinísticas, dado o caráter aleatório das relações (o que condiz com o pensamento do consagrado cientista Ilya Prigogine, expresso na obra “O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza”), mas que

(as interações), exatamente em função da incerteza, permitem um comportamento, tanto do homem quanto do restante da natureza, impregnado de criatividade, de liberdade, de livre-arbítrio, o que não existiria em um mundo regido por leis deterministas.

Trata-se, pois, de complementar a visão compartimentalizada, de expandir/ultrapassar a concepção fragmentada da natureza, acrescentando a ela o “pensamento complexo”, mediante o qual o ser humano certamente estará mais harmonizado com o mundo à sua volta.

Referindo-se a uma nova estrutura educacional que contemple a complexidade, Morin propõe:

Assim, vivemos num mundo em que é cada vez mais difícil estabelecer ligações, quando se trataria de enraizar outra estrutura de pensamento. Para isso é preciso, evidentemente, uma ruptura do ensino, que permita juntar ao mesmo tempo que separa. O conhecimento complexo conduz ao modo de pensar complexo, e esse modo de pensar complexo, ele mesmo, tem prolongamentos éticos e existenciais, e talvez até políticos (2002a, p.18).

Petraglia (2001, p.69), em consonância com Edgar Morin, afirma que “a necessidade das relações das partes que integralizam o todo se dá a partir da complexidade que se explica pelos múltiplos aspectos influentes no processo do pensar”

“Distinção com união, união com distinção”: eis a idéia básica. Não é concebível uma natureza cujos elementos não estejam associados uns aos outros. O conhecimento humano, significando e/ou abrangendo nossa visão (nossa

criação/recriação) da natureza, não pode, portanto, ser concordante com a existência de compartimentos que não se comuniquem. Seria como imaginar o desenvolvimento da humanidade sem que seus indivíduos jamais se tivessem unido para esse fim. Distinção sem união é inconcebível, seja na natureza, seja na sua representação/recriação (através dos conhecimentos acumulados), seja, enfim, no conjunto formado pelos responsáveis (a humanidade) por tal representação/interpretação.

Entendemos que o compromisso do homem moderno no que pertine ao avassalador aumento dos conhecimentos científicos/matemáticos é, sobretudo, o de não se deixar perder na irrealidade da compartimentalização, cultivando um pensamento de união de/das partes, buscando, com isso, aproximar-se da realidade do “todo universal”, ao qual ele, o homem, também pertence, não obstante a visão cartesiana. Trata-se, então, de encontrar-se (de conhecer-se) a si próprio, conforme apregoava Sócrates.

3.3 Uma Proposta Pedagógica Transdisciplinar:

Asseveramos, ao longo deste capítulo, que sempre é (foi e será) possível criar relações entre elementos distintos de / e um conjunto, por maior que seja a quantidade de partes a associar (e, normalmente, tal quantitativo é elevado, pois “o universo é a complexidade por excelência”). Mas, como fazê-lo em sala de aula? Como transformar o afã de interação e de totalidade em trabalho frutuoso?

Nossa proposta diz respeito ao fomento de uma prática docente impregnada de transdisciplinaridade, o que permitiria ao aluno a construção de conhecimentos mais fiéis à realidade da natureza / do mundo, posto que seriam conhecimentos marcados por associações recíprocas com vistas a uma proximidade maior da(s) totalidade(s), e tal compatibilidade entre a abordagem transdisciplinar e a natureza / o mundo constitui-se em caráter (motivacional) conveniente/necessário. Nosso público-alvo é formado sobretudo por alunos da Rede Pública Municipal de Belém, matriculados na chamada “Educação de Jovens e Adultos” (ou ensino supletivo), que trabalham durante o dia e, à noite, cansados e geralmente desmotivados, tentam assistir às nossas aulas. Trata-se de estudantes predominantemente carentes e com sérias dificuldades de aprendizagem, notadamente em Matemática, para os quais seria um grande alento/estímulo (é nisso que apostamos!) trabalhar com a visão transdisciplinar.

A consciência acerca da união de áreas diversas do conhecimento proporcionaria ao aluno uma noção mais vigorosa do valor e da utilidade da construção intelectual. Preconizamos a busca de relações entre a Matemática e os demais campos de estudo.

Para tanto, as aulas não seriam ministradas por um único professor, mas por duplas heterogêneas de professores. Aconteceria, pois, em nossa atividade pedagógica, a materialização da tríade complexa distinção-união-incerteza. “Distinção” porque as áreas abordadas continuariam sendo percebidas pelos alunos como campos distintos, individualizados. “União” porque seriam enfatizadas todas as correlações (entre os conhecimentos em foco, bem como

entre “a(s) totalidade(s) vislumbrada(s)” e os referidos conhecimentos) construídas/detectadas pelos dois educadores e/ou pelos estudantes. “Incerteza” porque a própria ação docente, mesmo a que não é transdisciplinar, constitui-se em momento único, não-repetitivo, portanto criativo, incerto (apesar dos necessários planejamentos dos quais não nos podemos furtar), acentuando-se, evidentemente, o aspecto da indeterminação na prática que levantasse a bandeira da transdisciplinaridade, onde a diversidade de relações/associações criadas ultrapassaria em larga escala os limites daquilo tido como certeza, proporcionando-nos miríades de desdobramentos inesperados que enriqueceriam nossa visão de mundo.

Para nós, é imperativo que toda prática pedagógica seja transdisciplinar, harmonizando-se com a tríade distinção-união-incerteza, sob pena de cair na superficialidade e afastar o aluno de uma visão mais clara do mundo, deste mundo pródigo em situações marcadas pela incerteza, mundo que se constitui, ele próprio, na incerteza, a exemplo das partículas (sub)atômicas distintas cujas interações dão origem a comportamentos aleatórios, ajudando a compor enormes grupos galácticos que navegam, eles também, num mar revolto e incerto.

A cada dia que passa, surgem mais e mais conhecimentos. Outrossim, a velocidade de tais construções é cada vez maior. Todavia, ligando os pontos diversos, à semelhança do que fez Teseu (herói da Mitologia Grega) com o novelo que lhe fora dado por Ariadne, não nos perderemos no “labirinto” da compartimentalização. O prazer inerente ao vislumbre da totalidade compensa os desafios (as dificuldades) das ligações a serem feitas. As DHP representam o (ou

“um tipo de”) “novelo” que ajudaria a vencer o Minotauro da ignorância especializada, elevando a (nossa) consciência transdisciplinar.

4 O PENSAMENTO DE ILYA PRIGOGINE E UMA PROPOSTA PEDAGÓGICA PAUTADA PELA TRANSDISCIPLINARIDADE

Ora objetivamos evidenciar e/ou criar relações entre o ideário do consagrado cientista russo, naturalizado belga, Ilya Prigogine, ganhador do Prêmio Nobel de Química em 1977, e a teoria transdisciplinar, ou, mais especificamente, entre a “realidade da incerteza” e a proposição pedagógica de “duplas heterogêneas de professores”.

Com escopo introdutório, adentraremos no contexto histórico anterior à Idade Moderna, mais precisamente naquele correspondente ao Cristianismo Medieval, que, sob muitos aspectos, preparou terreno (conforme veremos) para a ulterior manifestação renascentista, junto à qual e/ou em conseqüência da qual (re)afioraram os métodos científicos indutivo e dedutivo. Abordaremos o acento determinista de tais regras de pesquisa, bem como a importância que a fragmentação/especialização do conhecimento passou a assumir, desde então, no mundo das ciências. Afora algumas possibilidades construtivas que essa simplificação/reducionismo do pensamento possa (pôde) acarretar, cuja identificação também é premente, deter-nos-emos na contra-partida, isto é, nas limitações resultantes da especialização e da crença no determinismo.

Apresentaremos, a certa altura, o pensamento de Ilya Prigogine no que pertine ao indeterminismo das leis da natureza (concepção diametralmente oposta às metas que o homem esperava originalmente alcançar mediante o uso do indutivismo e do dedutivismo) e no tocante à sua posição favorável às realidades dos processos irreversíveis e do tempo, as quais (as realidades em foco) estão

apoiadas no (e são apoiadoras do) citado indeterminismo. Ademais, mostraremos que Prigogine exorta a necessidade de retorno a um pensamento não-fragmentado, em que sujeito e objeto do conhecimento, assim como um e outro objetos distintos, tenham suas relações (tanto as deles entre si, quanto aquelas entre eles e o todo) consideradas. Tais interações, aliadas à referida idéia de “incerteza”, constituem-se (conforme veremos) na ponte entre a obra de Prigogine e o pensamento complexo/transdisciplinar que norteia nosso trabalho.

Por fim, discorreremos acerca de nossa proposta pedagógica, cuja implementação tenderia a reduzir (assim acreditamos) as dificuldades de aprendizagem herdadas de processos disciplinares, nos quais a compartimentalização do conhecimento é aspecto que impera em detrimento da melhor compreensão das partes, do todo e das suas relações (elemento x elemento, elemento x conjunto).

Prigogine assevera:

Pessoalmente, sinto que chegamos hoje à percepção de estarmos entranhados no mundo como um todo. Estamos descobrindo um vínculo sem recorrer a nenhum misticismo externo, estranho. Já a interpretação desse vínculo entre o homem e a natureza fica a critério de cada um (...). A física clássica vê um mundo transparente, em completa oposição à nossa própria opacidade. (...) Chegamos a um mundo mais opaco do que o descrito pela física clássica. Chegamos a uma relação mais estreita entre o que vemos por dentro e por fora (1997, p.230).

Entendemos que essa declaração diz respeito a um pensamento/comportamento que ganha cada vez mais adeptos no mundo atual.

4.1 O Desenvolvimento do Conhecimento sob uma Perspectiva Histórica:

O período a que se convencionou chamar de Idade Média foi marcado por grande subordinação aos ditames religiosos, havendo o Cristianismo, após a derrocada do Império Romano do Ocidente, atuado como instituição aglutinante das diferentes culturas européias, como força mantenedora da unidade continental diante das sucessivas pressões/ameaças externas, sobremaneira das exercidas pelo Islã.

D'Ambrósio, reportando-se aos primórdios do Cristianismo e à respectiva carência de fundamentação teórica, destaca que:

Era essencial para a igreja cristã entrar num período de intensa atividade intelectual, criativa, para construir uma doutrina coerente, profunda, sofisticada. O primeiro e decisivo passo nessa escalada intelectual foi a conversão ao cristianismo, em 387, de Agostinho¹⁶, intelectual algeriano. Pode-se dizer que começou, então, a Idade Média, que na Europa se caracterizou pela busca de uma doutrina do cristianismo (1993, p.105).

Mais adiante, o autor prossegue:

(...) Naturalmente, compatibilizar isso com o conhecimento grego, essencialmente identificado com uma estrutura religiosa politeísta, era difícil e desafiou a intelectualidade européia por toda a Idade Média. O interesse naquilo a que seriam chamadas ciências (matemática, física etc.) estava subordinado a uma missão maior que era prover o cristianismo de uma doutrina (Ibidem, p.106).

Coube aos doutores da Igreja, a exemplo de Santo Agostinho, buscar “adaptar” o pensamento grego, alicerce do conhecimento ocidental, às

¹⁶ Agostinho (Santo) (Tagasta, 354 D.C. - 430 D.C.) foi bispo de Hipona, filho de Santa Mônica. Teólogo, filósofo, moralista, dialético, procurou conciliar o platonismo e o dogma cristão, a inteligência e a fé.

necessidades que a doutrina cristã, então em construção, demandava. Referido trabalho de “adaptação” é indicativo do quanto o poder religioso tinha sob seu controle a produção de conhecimento.

Curiosamente, tal desafio, malgrado os “filtros” utilizados ao longo desse processo, conduziu a cristandade a uma ampliação/extrapolação da visão grega, o que somente se tornou mais notório posteriormente, a partir da época renascentista. Já os muçulmanos, contemporâneos poderosos dos europeus medievais (traçar um paralelo entre ambas as civilizações é inevitável) e que haviam igualmente bebido na profícua fonte de cultura grega, entendiam não existirem desafios religiosos a serem superados, porquanto acreditavam que o Alcorão preenchia-lhes todas as necessidades doutrinárias. Segundo D’Ambrósio (1993), a Civilização Árabe não se deparou com problemas do mesmo quilate daqueles propostos aos teóricos da Igreja Cristã, como, por exemplo, as indagações acerca da “Santíssima Trindade” e os questionamentos suscitados pelo fenômeno da “transmutação”; nem se defrontaram os muçulmanos com os desafios práticos impostos aos cristãos, a exemplo da construção de grandes catedrais (que exigia conceitos arquitetônicos novos) para a congregação de muitos fiéis¹⁷; da representação pictórica em perspectiva (que estava além do alcance da geometria euclidiana) de eventos da História Cristã¹⁸ e a exemplo de cálculos matemáticos referentes à condução de negócios/finanças¹⁹.

¹⁷ Os maometanos, a seu turno, rezavam onde se encontravam, e as preces eram individuais, sem exigência de espaços significativos.

¹⁸ No mundo islâmico, a pintura de formas da natureza, inclusive do homem, era proibida (para evitar idolatria).

¹⁹ No Islã, a aplicação de juros era vetada (D’AMBRÓSIO, 1993).

Tais desafios, entre outros, acabaram por promover a melhoria da Engenharia, das Artes, da Matemática e de diversas áreas do conhecimento, colocando os europeus, ao final da Idade Média, em posição privilegiada de desenvolvimento diante da cultura árabe, assentada parcialmente sobre bases gregas já esgotadas conceitualmente desde o período dito alexandrino.

Uma ocorrência, contudo, desempenhou papel relevante no crescimento cultural europeu a que nos referimos acima: Foi a iniciativa da civilização árabe em ser guardiã de manuscritos/conhecimentos clássicos ao longo do período medieval, à semelhança do que fizeram os conventos/mosteiros europeus. Estes, porém, com objetivos predominantemente religiosos. Os fartos intercâmbios que se processaram entre ambas as civilizações (além de - e em função de - guerras e transações comerciais) contribuíram sobremaneira para que a Europa resgatasse o verdadeiro espírito clássico. Em tal sentido, Miorim, atendo-se mais especificamente ao conhecimento matemático, afirma:

Entretanto, foi devido ao avanço das navegações e ao florescimento das atividades comerciais e industriais, com as suas inerentes necessidades de melhor compreender as propriedades e transformações que ocorrem no mundo concreto, que o estudo e o ensino das matemáticas começaram a se desenvolver e a se modificar no território europeu.

Isso, entretanto, só foi possível em virtude do contato com os árabes, que, durante grande parte da Idade Média - especialmente entre os séculos VIII e XII - traduziram todas as contribuições disponíveis dos clássicos gregos (1998, p.33).

D'Ambrósio, referindo-se ao fato de o próprio Renascimento (período cultural magnífico e posterior à Idade Média) não haver tido sua origem dentro

das fronteiras do Islã, dada a poderosa ferramenta cultural clássica de que dispunham os maometanos, afirma que:

(...) Ao desenvolvimento da ciência islâmica faltou o desafio que abundava na Idade Média européia, sobretudo em função da necessidade de se criar um sistema religioso novo, baseado numa personagem (Jesus) cuja existência era discutível, numa doutrina cuja essência era “três em um” e num culto apoiado na transmutação.
 (...) Não houve e não poderia haver Reforma ou Renascimento a partir do Islamismo durante a Idade Média Islâmica. O Império Islâmico jamais se recuperou das cruzadas e as idéias reformistas não foram recebidas como vanguarda de progresso (1993, p.107-8).

No Ocidente, ao contrário, manifestações como as citadas nos parágrafos anteriores, e pelos motivos que expusemos, prenunciavam uma explosão cultural que iria ser comparada à Época de Ouro da Grécia Antiga.

4.2 O Surgimento da Ciência Moderna:

O processo de maturação intelectual da Civilização Ocidental gerou, na era cristã, frutos mais notórios a partir de meados do segundo milênio, o que coincidiu com (e até contribuiu para) o início da Idade Moderna. Tratou-se da época renascentista, período em que a bandeira clássica foi novamente levantada, dessa feita com cores mais vivas do que as emanadas anteriormente do estandarte escolástico.

O antropocentrismo renascentista, em inevitável oposição ao teocentrismo religioso, estimulou, no que diz respeito à “produção de conhecimento”, um sensível distanciamento entre Ciência e Igreja. A busca da verdade passou a exigir que fossem trilhados caminhos diversos daqueles do misticismo e da metafísica, e

os métodos científicos indutivo e dedutivo, cujas bases já eram conhecidas desde a Antigüidade, ressurgiram com roupagem moderna, ajudando a acelerar a paulatina libertação da Ciência em relação às interferências religiosas. Morin, abordando tal questão, afirma que “(...) isso equivale a dizer que o conhecimento deve ser tornado público e pesquisado quaisquer que sejam as conseqüências morais” (2001b, p.27). Prosseguindo em seu raciocínio, Morin destaca:

(...) O desenvolvimento da Filosofia e da Ciência seguiu a direção fixada por Descartes. A Filosofia tornou-se cada vez mais uma filosofia reflexiva, do sujeito que por si próprio tenta sondar-se, conhecer-se, enquanto o conhecimento científico fundou-se excluindo por princípio o sujeito do objeto do conhecimento (Ibidem, p.28).

A Ciência Moderna tomou como alicerces, de forma cada vez mais veemente, duas conhecidas premissas que se mantêm, até hoje, arraigadas no modo de pensar e de agir da maioria dos indivíduos da sociedade ocidental, quais sejam:

1ª) O Determinismo das Leis da Natureza:

Trata-se da crença na invariância e na inviolabilidade das regras do universo, vinculada à idéia de um Deus Todo-Poderoso e Determinista. Prigogine (1997) afirma que a Ciência Ocidental nasceu na época absolutista e que o cientista, tanto quanto o monarca ou Deus, possuía uma sabedoria eterna. A verdade tinha, pois, que ser eterna e imutável.

2^a) A Fragmentação/Especialização do Conhecimento:

É fruto da tentativa de separação entre sujeito e objeto do conhecimento, a que aludimos há pouco, bem como daquela entre os próprios objetos. Se, por um lado, tal reducionismo propicia um estudo mais seguro de sistemas simples, fato que, segundo Prigogine (1997), fez com que prevalecesse a princípio, permitindo que a Ciência evoluísse além das constatações aristotélicas, por outro lado torna deveras difícil a construção de relações/interações entre as partes/disciplinas e, também, a consciência de totalidade. Reconhecendo as limitações da fragmentação, Whitehead²⁰ afirmou que “o mundo real não se manifesta através da Álgebra, Geometria ou Física, mas mostra-se no seu todo” (apud D’AMBRÓSIO, 1993, p.82). O grande prejuízo derivado da fragmentação do pensamento é o nosso distanciamento de uma visão mais fiel do universo.

Mesmo diante de incertezas (objetivas e/ou subjetivas) e das diversas conexões existentes entre os elementos que compõem a natureza, o homem moderno, por vezes, senão sempre, faz uso de um modelo íntimo de raciocínio determinista e compartimentalizado, colocando-se a uma considerável distância da cabal resolução de seus problemas.

O intento maior do presente capítulo, estabelecido em seu prólogo, é a identificação de relações entre o pensamento de Ilya Prigogine (indeterminismo das leis, fim das certezas) e a visão transdisciplinar (com ênfase na propositura das DHP), o que ora se mostra cabível de apresentação, porquanto chegamos ao termo do prévio esclarecimento histórico a que nos propusemos, principalmente

²⁰ Alfred North Whitehead: Matemático britânico (1861 – 1947), um dos fundadores da Lógica Matemática.

no tocante ao nascimento da Ciência Moderna e ao fato de ela haver adquirido configuração determinista e especialista, cuja abordagem (a da configuração) deve forçosamente anteceder a dos tópicos a que daremos início, com vistas ao correto entendimento destes.

4.3 **O Fim das Certezas:**

A crença na capacidade humana de predição absoluta do comportamento do universo atingiu seu clímax entre os séculos XVII e XIX, simbolizada pelo mecanicismo newtoniano e pelas idéias (inclusive na seara filosófica) provenientes (umas) e/ou fomentadoras (outras) dele. O mundo era visto como um grande engenho mecânico regido por normas que, uma vez descobertas, poderiam conduzir o homem ao alcance pleno dos pormenores das manifestações naturais futuras, o que significava afirmar que o “porvir” estaria completamente catalogado na/pela ordem universal.

Entretanto, as construções intelectuais dos últimos cem anos - decorrentes, curiosamente, de uma ciência forjada e desenvolvida em berço determinista, mas que teve de se curvar diante de evidências revolucionárias - conduziram (têm conduzido) o homem à observação da natureza sob o prisma da incerteza. Nesse contexto, destaca-se Ilya Prigogine, laureado com o Prêmio Nobel de Química por sua contribuição à Termodinâmica Irreversível, especialmente à teoria das estruturas dissipativas.

Prigogine desenvolve suas idéias descortinando ambientes inerentes à Química, à Física Clássica e à Física Quântica²¹, penetrando também na Biologia e na Cosmologia, além de frisar pensamentos - de alguns filósofos - que se coadunam (ou não!) com os seus, quais sejam, o da existência do “tempo” e o da realidade da “incerteza”.

O ideário prigoginiano questiona o consagrado determinismo das leis naturais e a correspondente simetria (ou seja, a inexistência) do tempo, alicerces científicos tidos como inabaláveis até a aurora do século XX.

O livre-arbítrio existe? O mundo é regido por leis que alcançam o porvir? O futuro é dado ou posso construí-lo? O tempo é uma realidade? Estas são algumas das questões que ecoam ao longo do conjunto da obra de Prigogine, e as respostas sugeridas por esse autor, mesmo que ainda controversas dentro da comunidade acadêmica, certamente trazem um alento aos defensores da liberdade e da criatividade humanas, conforme veremos.

Na Grécia Antiga, destaca Prigogine (1996), sucedeu-se o “dilema de Epicuro²²”, partidário da hipótese de que os átomos movimentavam-se paralelamente, portanto sem colisões mútuas, obedecendo a leis deterministas. Epicuro também cria no vínculo entre os fenômenos atômicos e os demais acontecimentos do mundo, incluindo-se aí as atitudes humanas. Mas, como o homem poderia construir, inventar e opinar num universo governado pelos

²¹ A Física Quântica diz respeito a um sistema físico cujas grandezas observáveis assumem valores discretos, de tal modo que a passagem de um determinado valor para outro ocorre de maneira descontínua, segundo as leis da *Mecânica Quântica*.

²² Epicuro, filósofo grego (341-270 a . C.), ensinava que o prazer é o bem máximo; mas, longe de o fazer consistir nos gozos materiais, Epicuro situava-o na cultura do espírito e na prática da virtude.

movimentos regulares e deterministas das partículas atômicas? Tentando solucionar o problema, ele imaginou o *Clinamen*, algo que, eventualmente, perturbaria tal ordem, dando espaço às incertezas e, por conseguinte, à liberdade humana. Retomaremos oportunamente o dilema de Epicuro, dessa feita sob a luz das idéias prigoginianas.

As leis da Física apregoam um conhecimento que pretende alcançar a certeza. “Dadas as condições iniciais, tudo pode ser determinado”, aspecto que, segundo historiadores, reflete o papel do Deus Cristão, Legislador Todo-Poderoso, que teria, assim, o universo sob o seu controle. Prigogine cita a indagação (pró-determinismo) de Einstein, qual seja:

Se a lua, enquanto efetua o seu eterno curso ao redor da Terra, fosse dotada de consciência de si mesma, estaria profundamente convencida de que se move por sua própria vontade, em função de uma decisão tomada de uma vez por todas. (...) O homem defende-se contra a idéia de que é um objeto impotente no curso do universo. Mas o caráter legal dos eventos, que se afirma de maneira mais ou menos clara na natureza inorgânica, deveria cessar de se verificar ante as atividades de nosso cérebro? (PRIGOGINE, 1996, p.20-21).

Popper²³, contrariamente, proclama que “o determinismo laplaciano²⁴ é o obstáculo mais sólido para o caminho de uma explicação/apologia da liberdade, da criatividade e da responsabilidade humanas” (apud PRIGOGINE, 1996, p.21).

No mesmo sentido, Bergson²⁵ interroga:

²³ Sir Karl Popper: Filósofo austríaco naturalizado britânico (1902-1994).

²⁴ Pierre Simon de Laplace: Astrônomo, matemático e físico francês (1749-1827). É sobretudo célebre por sua hipótese cosmogônica, segundo a qual o sistema solar proviria de uma nebulosa primitiva (Acad. Fr.).

²⁵ Henri Bergson: Filósofo francês (1859-1941). Seu sistema repousa sobre a intuição concebida como o único meio de conhecimento da duração e da vida (Acad.Fr.; Prêmio Nobel, 1927).

De que serve o tempo?...o tempo é o que impede que tudo seja dado de uma só vez. Ele atrasa, ou antes, ele é o atraso. Deve, pois, ser elaboração. Não seria, então, o veículo de criação e de escolha? A existência do tempo não provaria que há certa indeterminação nas coisas? (1970, p.1333).

Prigogine assevera que, para Popper e Bergson, como para si próprio, o realismo e o indeterminismo são solidários. Nas próximas linhas, exporemos o ideário prigoginiano, cujo valor, no que tange à mudança de nossa visão acerca da natureza, é incontestável.

4.3.1 **Sobre os Processos Reversíveis e a Simetria do Tempo:**

As Físicas Clássica, Quântica e Relativista repousam na crença da inexistência do tempo, o que implica haver tão somente fenômenos reversíveis, que são regulares, estáveis, repetitivos, isto é, processos que podem retornar espontaneamente (reversão) à sua situação inicial. Um exemplo claro de reversibilidade é o movimento de um pêndulo em que atritos/resistências são desprezíveis (condições ideais). Tal movimento, caso fosse filmado por um observador e depois projetado sobre uma tela, produziria a mesma impressão se o filme corresse de trás para a frente ou da frente para trás. Em ambos os sentidos, valeriam as mesmas leis físicas, tornando-se descartável o papel do tempo. Einstein disse em várias ocasiões: “O tempo é ilusão” (apud PRIGOGINE, 1996, p.10). As tradicionais leis da Física (que são deterministas), presas a processos reversíveis, descrevem, entretanto, a exceção (na prática, nenhuma transformação é totalmente reversível). Elas não refletem plenamente o mundo instável, evolutivo e complexo em que vivemos.

A Física Clássica/newtoniana pretende conduzir ao cálculo da trajetória quando se conhecerem posição e velocidade. Tamanho determinismo anuncia a equivalência entre descrições individuais (que correspondem a trajetórias únicas) e estatísticas (que correspondem a conjuntos). Segundo Prigogine (1996), na Mecânica Quântica, a função de onda desempenha papel similar ao da trajetória na Mecânica Clássica. A equação de Schrödinger²⁶ calcula os comportamentos/evoluções de uma função de onda, e as da Mecânica Clássica, conforme citado, delineiam a trajetória de um corpo. São equações deterministas e compatíveis com um tempo reversível (melhor dizendo, com um tempo inexistente).

No tocante à questão da reversibilidade, Asimov²⁷ ressalta o tipo de ocasião em que se pode considerá-la:

Em processos bastante simples, que envolvem apenas uns poucos objetos, é impossível saber se o tempo está avançando ou recuando. As leis da natureza são igualmente válidas em ambos os casos. O mesmo se aplica às partículas subatômicas.
 (...) Pelo que se sabe, um elétron que percorre certa trajetória, com o tempo escoando para a frente, poderia ser um pósitron percorrendo essa mesma trajetória, mas com o tempo escoando no sentido contrário (eis um processo reversível). Considerando-se apenas essa partícula, é impossível determinar qual das alternativas é a correta (1982, p.80).

Contudo, a validade das equações determinísticas (em contraposição às estocásticas) revela-se extremamente limitada. Os sistemas que levam a certezas

²⁶ Erwin Schrödinger: Físico austríaco (1887-1961), Prêmio Nobel em 1933.

²⁷ Isaac Asimov: Bioquímico e escritor (1920-1992). Nasceu na U.R.S.S. e criou-se nos E.U.A., tendo lecionado na Universidade de Boston. Famoso tanto por seus trabalhos em Enzimologia, quanto pelas obras de divulgação científica (*Eu, Robô*, 1959; *As Cavernas de Aço*, 1954; *Nove Amanhãs*, 1959).

(ver processos reversíveis) correspondem a exceções. Formulações usuais, como o problema de dois corpos, por exemplo o Sol e a Terra (desprezando-se, neste caso, influências de outros elementos/corpos), não representam a regra da (ou mesmo a realidade da) natureza / do mundo, pois, na prática, os objetos/partículas tendem a compor conjuntos de muitos elementos. O universo é um sistema gigante e complexo.

4.3.2 Sobre os Processos Irreversíveis e a Flecha do Tempo:

Prigogine destaca que os processos irreversíveis, em oposição aos ditos reversíveis, são aqueles orientados no tempo:

Enquanto os processos reversíveis são descritos por equações de evolução invariantes em relação à inversão dos tempos, como a equação de Newton na Dinâmica Clássica e a de Schrödinger na Mecânica Quântica, os processos irreversíveis implicam uma quebra de simetria temporal (1996, p.25).

Utilizando o mesmo exemplo da câmera de filmar, se resolvermos, após a filmagem de um evento físico, projetar o filme de trás para a frente e percebermos diferenças em relação à projeção normal, é porque se tratou de um processo irreversível, fenômeno que denota, em oposição ao reversível, a existência de uma “flecha do tempo”, a distinção entre passado, presente e futuro, caso contrário, a projeção invertida nada mostraria de diferente e a noção temporal não se verificaria. Trata-se de processos que não podem retornar espontaneamente à situação inicial. Fenômenos como a decomposição radioativa, a viscosidade, a fricção, a mistura de substâncias gasosas, a queda de um objeto etc. são exemplos

de processos irreversíveis. Tais acontecimentos não são alcançáveis por leis deterministas, representam a regra na natureza (em contraposição aos processos reversíveis) e envolvem quantidades elevadas de partículas/objetos. Quanto mais elementos/objetos/partículas existirem num sistema, maior será a sua complexidade. Por conseguinte, ele terá um caráter aleatório mais marcante, o que equivale a tornar-se mais notória a irreversibilidade de seu comportamento.

Não obstante ser acalentada pelo pensamento científico, a reversibilidade da mudança, assevera Prigogine, não havia, por seu lado, sido pensada espontaneamente por ninguém:

Nenhuma especulação, nenhum saber jamais afirmou a equivalência entre o que se faz e o que se desfaz; entre uma planta que nasce, floresce e morre, e uma planta que ressuscita, rejuvenesce e retorna para a sua semente primitiva, entre um homem que amadurece e aprende e um homem que se torna progressivamente criança, depois embrião, depois célula (1996, p.158).

Essa declaração é representativa de um repúdio humano intuitivo à reversibilidade e à inexistência do tempo.

A demora para se generalizarem as leis da natureza em termos de irreversibilidade (denotativa de incertezas) deveu-se, afirma o autor (Ibidem), a dois grandes motivos:

1º) Ao “ideológico”, referente ao ponto de vista praticamente divino sobre a natureza, a qual seria eternamente determinável quanto a seu comportamento;

2º) Ao fato de a formulação estatística da natureza requerer um “novo arsenal matemático”, indisponível outrora (o comportamento de um sistema cujos processos são irreversíveis só é previsível por meio de leis estatísticas).

Temos, de um lado, as leis deterministas, ancoradas nos fenômenos reversíveis (não esqueçamos que, na prática, nenhum processo é totalmente reversível), na atemporalidade, e, de outro, os processos irreversíveis, relacionados à existência do tempo, um tempo que, segundo indagação de Bergson (já citada neste texto), “não provaria que há certa indeterminação nas coisas?”.

Ora abordaremos o conceito de entropia e, em seguida, o papel das incertezas na dança das partículas do universo, noções estas que respaldam a (e são respaldadas pela) realidade/existência do “tempo”, tanto quanto as leis ditas deterministas a descartam/desconsideram.

4.3.3 Sobre Entropia, Instabilidade e Caos:

A entropia pode ser definida como o grau de distribuição das energias dentro de um sistema, de tal sorte que, estando melhor distribuídas (quantitativa e qualitativamente) essas energias, ou seja, estando mais homogêneo o sistema em termos energéticos, maior será a sua entropia.

Cabe citar os dois princípios da Termodinâmica, essenciais na abordagem de Prigogine:

- 1º) A energia do universo é constante;
- 2º) A entropia do universo cresce na direção de um máximo.

O 2º (segundo) princípio proclama que o universo tende a uma uniformidade energética. Em todos os seus pontos, haverá a mesma quantidade e

o mesmo tipo de energia, qual seja a energia térmica. Fisicamente, não se mede a entropia. Somente a sua variação é mensurável. Em condições normais, a entropia de um sistema sempre aumenta (2º princípio). Exemplo: Num certo ambiente em que haja gelo a zero grau centígrado e vapor d'água a cem graus centígrados, tem-se uma heterogeneidade de distribuição de energia térmica, sendo, evidentemente, maior a energia do vapor. Contudo, decorrido algum tempo, naturalmente será atingido um equilíbrio térmico, passando todo o ambiente a apresentar uma distribuição homogênea de energia, ou seja, verificando-se uma elevação de sua entropia. Segundo Gonçalves:

Microscopicamente falando, o conceito de entropia maior está ligado à idéia de maior desordem dentro do sistema. Quando o vapor a 100° C foi mantido separado do gelo a 0° C, é como se as moléculas presentes no sistema estivessem ordenadas de acordo com o seu nível energético; as de maior energia cinética num canto e as de menor energia cinética no outro. Quando misturamos o vapor com o gelo, desmantelamos a ordem que estava estabelecida, ao mesmo tempo que a entropia aumentou. Daí se dizer: nas transformações naturais, a desordem e a entropia aumentam (1979, p.184).

O progressivo aumento da entropia do universo (2º princípio) diz respeito a uma modificação das ordens energéticas previamente existentes - sem fluxos de energia, a entropia não variaria (e vice-versa). Tal alteração da ordem, ou melhor, tal desordem, batizada de “caos”, traduz-se por fenômenos irreversíveis/instáveis, pois a repetição característica dos eventos reversíveis/estáveis não representa mudança de distribuição energética (não havendo, neste caso, variação de entropia).

Os fenômenos irreversíveis condizem com transformações incertas, aleatórias, não-repetitivas, as quais, por isso mesmo, possibilitam-nos a percepção

do “transcorrer do tempo”. Em suma: A variação da entropia equivale à existência da “flecha do tempo”, expressa pelos processos irreversíveis.

Aludindo aos princípios da Termodinâmica, Prigogine afirma que o próprio universo, considerado como um todo, é um sistema termodinâmico altamente heterogêneo e distante do equilíbrio representado pela entropia máxima. O universo seria, então, um grande sistema instável, em não-equilíbrio, rumando para a estabilidade mediante constantes trocas energéticas (processos irreversíveis/temporais) entre suas partes.

Tal afastamento do equilíbrio energético (equilíbrio este que, ainda hoje, está longe de ser atingido) leva também a certos comportamentos coletivos, a um regime de atividades coerente (como o surgimento e a evolução da vida, por exemplo), impossível no equilíbrio, pois nele (no equilíbrio futuro do universo) não haverá mais variações (quantitativas e qualitativas) energéticas, condição *sine qua non* (as variações) para a manutenção de processos como o vital. Portanto, “nossa existência está vinculada ao afastamento do equilíbrio” (PRIGOGINE, 1996, p.30). Nesse sentido, irreversibilidade e aumento de entropia não estão associados apenas a aumento de desordem. Podem ser também fonte de “ordem” (fonte de vida, por exemplo), a qual se mantém por auto-organização. “A irreversibilidade leva ao mesmo tempo à desordem e à ordem” (Ibidem, p.29).

Vejamos com mais detalhes como se dá a irreversibilidade, relacionada à condução do universo à entropia máxima, deparando-nos com os comportamentos incertos/aleatórios das partículas de um sistema dinâmico e concluindo pela necessidade da introdução do elemento estatístico como ferramenta de aferição de

eventos futuros, haja vista, nesses casos, a falência dos mecanismos de mensuração deterministas representados pelas equações da Física Tradicional.

4.3.4 Sobre as Incertezas e os Sistemas Não-Integráveis de Poincaré²⁸:

Prigogine (1996, p.62) afirma ter adquirido a convicção de que “a irreversibilidade macroscópica é a expressão de um caráter aleatório de nível microscópico”. Orear, guiado pela visão quântica, expressa sua concepção de indeterminismo da natureza por meio das seguintes palavras:

Nos dias da Física Clássica, estabeleceu-se que, se se soubessem as posições exatas e as velocidades de todas as partículas do universo no instante $t=0$, seria possível, em princípio, calcular-se o curso futuro (e passado) do universo a partir de leis exatas da Física. Imaginava-se o universo como uma máquina gigantesca. Utilizando esse raciocínio, os filósofos podiam concluir que todas as ações humanas (mesmo os seres humanos são constituídos por prótons, nêutrons e elétrons) seriam completamente determinadas. É claro que se tinha noção de que tais cálculos do futuro ou do passado seriam sempre impossíveis por causa do número enorme de partículas do universo. Mesmo assim, tal raciocínio era aborrecido para os que acreditam no livre arbítrio. Como vemos, pelo princípio da incerteza, há um obstáculo mais fundamental para a efetivação desses cálculos. Assim, o determinismo clássico não é mais imposto ao físico (1971, p.301).

Prigogine acrescenta um elemento significativo a tal visão: as eventuais interferências entre as partículas de um sistema, o que geraria a “incerteza por excelência” (a incerteza prigoginiana) quanto a comportamentos futuros. Em conformidade com Henri Poincaré, classifica os sistemas dinâmicos em dois tipos:

²⁸ Henri Poincaré: Matemático francês (Nancy, 1854 - Paris, 1912), um dos maiores de sua época, descobriu as funções *fuchsianas* (Acad. Fr.).

a) Sistema Integrável de Poincaré: é aquele cuja(s) partícula(s) é(são) dotada(s) de energia cinética, porém destituída(s) de energia potencial, ou seja, ela(s) não sofre(m) influência(s)/interferência(s) de outra(s) partícula(s). É um sistema estável, com comportamento regular alcançável pelas equações da Física Tradicional. Prigogine afirma, em consonância com a conclusão a que chegou Poincaré, que é fenômeno raro na natureza:

Um sistema dinâmico integrável é um sistema cujas variáveis podem ser definidas de tal maneira que a energia potencial seja eliminada, ou seja, de tal maneira que seu comportamento se torne isomorfo ao de um sistema de partículas livres, sem interação. Poincaré mostrou que, em geral, tais variáveis não podem ser obtidas. Com isso, em geral, os sistemas dinâmicos não são integráveis (1996, p.41).

Trata-se da concepção de um conjunto onde haja uma ou algumas (poucas) partículas. Lembremo-nos de que o universo, contudo, é múltiplo, é plural.

b) Sistema Não-Integrável de Poincaré: É aquele em que as partículas, além de possuírem energia cinética, são influenciadas/perturbadas pelas suas vizinhas (através de interações que criam energia potencial), havendo variações de frequência (vide formação de “ressonâncias”), o que torna o comportamento futuro de tais partículas incerto (no sentido prigoginiano), aleatório, inalcançável pelas equações da Física Tradicional, abrindo-se caminho para a formulação estatística das leis da Dinâmica. Segundo Prigogine (Ibidem), é o caso mais comum na natureza. Diz respeito a situações com muitas partículas. Ele afirma que:

Num mundo isomorfo a um conjunto de corpos sem interação, não há lugar para a flecha do tempo, nem para a auto-organização, nem para a vida. Mas Poincaré não só demonstrou que a integrabilidade se aplica apenas a uma classe reduzida de sistemas dinâmicos, como também identificou a razão do caráter excepcional dessa propriedade: a existência de ressonâncias entre os graus de liberdade do sistema (1996, p.41).

As Mecânicas Clássica e Quântica consideram movimentos isolados (sistemas integráveis), ao passo que a irreversibilidade só ganha seu sentido quando consideramos partículas mergulhadas num meio em que há interações (sistemas não-integráveis).

Logo, no nível estatístico, as ressonâncias (vide sistemas não-integráveis) acarretam a ruptura do determinismo, introduzem a “incerteza prigoginiana” no contexto das Mecânicas Clássica e Quântica (para Prigogine, mesmo a Mecânica Quântica, restrita a sistemas integráveis, é determinista, haja vista a equação de Schrödinger pretender calcular os comportamentos de uma função de onda) e, por serem dizentes a processos irreversíveis (a estruturas dissipativas), quebram a simetria do tempo. As ressonâncias de Poincaré levam a uma forma de caos. De fato, as simulações numéricas mostram que essas ressonâncias induzem o aparecimento de trajetórias erráticas (PRIGOGINE, 1996), as quais são inalcançáveis pelas equações da Física Tradicional. Prigogine garante:

A descrição da natureza circunstante tem, portanto, pouco a ver com a descrição regular, simétrica em relação ao tempo, associada tradicionalmente ao mundo newtoniano. Nosso mundo é flutuante, ruidoso, caótico, mais próximo daquele que os atomistas gregos haviam imaginado. O Clinamen, que fora introduzido para resolver o problema de Epicuro, não é mais um elemento estranho, mas sim a expressão da instabilidade dinâmica (1996, p.134).

4.3.5 Sobre a Descrição Estatística do Comportamento do Universo:

A incorporação da instabilidade e da não-integrabilidade coaduna-se com os processos irreversíveis (vide estruturas dissipativas), associados a uma criação de entropia. Ilya Prigogine assevera que, nos fenômenos instáveis, a equivalência entre os níveis individual e estatístico é quebrada. A probabilidade adquire um significado intrínseco, sendo mais rica que a descrição individual.

Prigogine (1996) afirma com alegria que, para os sistemas mais realistas (não-integráveis), o demônio de Laplace permanece incapaz, seja qual for seu conhecimento, finito ou até infinito, e que o futuro não é mais dado, tornando-se, como havia dito o poeta Paul Valéry²⁹, uma “construção”.

(...) E eis que mostramos que há dinâmicas das probabilidades! Que o futuro, como nas estruturas dissipativas, não está determinado! E a razão, no fundo, desse “indeterminismo”, é que esses sistemas nos quais esses fenômenos aparecem não se explicam com base nas partículas individuais, mas nos conjuntos; a física deve integrar as estruturas de conjuntos; como, igualmente, não se pode fazer sociologia com base em um único indivíduo (PRIGOGINE, 2002, p. 37-38).

4.3.6 Sobre a Reformulação da Física para sua Adaptação às Novas

Concepções:

Os sistemas dinâmicos instáveis (não-integráveis), diz Prigogine (1996), forçavam-nos a uma reformulação da Dinâmica concernente a uma extensão das Mecânicas Clássica e Quântica. Começamos a perceber os limites de validade dos

²⁹ Paul Valéry: Escritor francês (1871-1945). Elaborou uma ética puramente intelectual. Ensinou Arte Poética no Collège de France e fez diversas reflexões sobre a Pintura, a Música e as Ciências.

conceitos fundamentais da Física. A nova formulação das leis da natureza não mais se assenta em certezas, em leis deterministas, mas avança sobre possibilidades, denotando a existência do tempo e a evolução do universo (rumo à entropia máxima). Segundo Prigogine:

(...) Existem, ao mesmo tempo, uma descrição individual (em termos de trajetórias, de funções de onda ou de campos) e uma descrição estatística. E, em todos os níveis, a instabilidade e a não-integrabilidade rompem a equivalência entre essas duas descrições. É em todos os níveis que a formulação das leis da Física deve ser modificada, de acordo com esse universo aberto, em evolução, onde vivem os humanos (Ibidem, p.113).

4.3.7 **Sobre os Métodos Utilizados para a Confirmação do “Fim das Certezas”:**

A revolução narrada por Ilya Prigogine, da qual é partícipe relevante em função de suas contribuições no que pertine à constatação (vide irreversibilidade e estruturas dissipativas) da quebra de equivalência entre os resultados individuais (trajetórias e funções de onda) e os estatísticos (correspondentes a conjuntos/sistemas), seguramente tomou por base métodos tradicionais, a exemplo do indutivismo e/ou do dedutivismo. Conclusões relativas a aumento de entropia, a incertezas quanto ao comportamento de partículas-ondas, entre outras, derivam de pesquisas, cálculos, correções, reiteraões, enfim, de exercícios experimentais e mentais norteados por modelos metodológicos já consagrados. No entanto, é curioso o fato de que métodos criados para o atingimento de certezas

“inabaláveis” tenham conduzido à comprovação da robustez da incerteza, ou melhor, à “confirmação da certeza acerca da incerteza”.

Ressalte-se, por último, que os pensamentos contrários³⁰ ao de Prigogine ainda são deveras fortes na comunidade científica. Tanto a Física Clássica quanto a Física Quântica, sem as expansões³¹ defendidas pelo autor, ainda estão em voga, podendo-se, destarte, distinguir, entre os pensadores de hoje, os “deterministas” e os “não-deterministas”, o que é indicativo da diversidade das idéias que pululam na atualidade e, no final das contas, talvez de um *Clinamen* moderno.

4.3.8 O Fim das Certezas na Prática Pedagógica:

Epicuro acreditava que o comportamento dos homens era reflexo dos eventos atômicos. A ocasional incerteza cinética de tais partículas seria extensiva às atitudes humanas, o que significaria a manifestação da liberdade e da criatividade.

A crença de que a mente humana não é subordinada a um determinismo mecanicista constitui-se em idéia razoável (opinião nossa) sob os pontos de vista poético e filosófico. Quando acrescentamos a isso a concepção prigoginiana do

³⁰ Contrariedade expressa pela concepção de que as leis naturais são estritamente deterministas e de que tudo aquilo que parece desordem é apenas uma impressão, devida unicamente à insuficiência de nossos conhecimentos, sendo a irreversibilidade somente uma aproximação das leis dinâmicas reversíveis.

³¹ Expansões, como já frisamos, referentes à quebra da equivalência entre os âmbitos individual e estatístico do comportamento de partículas-ondas, ou seja, referentes à aceitação da realidade da irreversibilidade e/ou das estruturas dissipativas.

fim das certezas na natureza, somos levados a concluir que Epicuro, malgrado os limites científicos de seu tempo, construiu deduções impressionantes.

Exemplo marcante da incerteza nos contatos interpessoais é a prática pedagógica. Não há como determinar com exatidão os desdobramentos das relações entre alunos, assim como os daquelas entre eles e os professores. Poderemos até tentar prever - com timidez e com chance considerável de erro - resultados gerais/coletivos (nos quais as interações humanas, extremamente complexas, são/sejam levadas em conta) por meio do instrumental estatístico, o que tende a corroborar os pensamentos enunciados por Ilya Prigogine, em que pese a sua teoria voltar-se originalmente para os fenômenos físicos/químicos.

A cada momento, o processo de ensino-aprendizagem coloca seus artífices diante do inusitado. Tal incerteza, agora entendida como sinônimo de criatividade, reforça a tese de que os professores têm a seu dispor um manancial pedagógico digno de nota, generoso em fenômenos únicos, permitindo-lhes o exercício de múltiplas reflexões e pesquisas, dando-lhes, por conta disso, passaporte para a fuga da condição que se lhes atribui de meros transmissores de informações/conteúdos. Diante de tantas aleatoriedades/possibilidades, talvez seja mais fácil “construir” do que ficar “inerte”, se é que a incerteza dá margem a algum tipo de inércia.

4.3.9 Algumas Considerações:

Prigogine (1996) frisa que o indeterminismo acalentado por Whitehead, Bergson e Popper torna-se mais aceitável e imperioso na Física a cada dia que passa. Não deve, entretanto, ser interpretado como imprevisibilidade. Ora se trata de previsibilidade alcançada pela Probabilidade. Relembra o dilema epicurista diante do determinismo, bem como a mudança, atualmente, da situação, posto que a Física e outras ciências já podem confirmar a realidade da temporalidade e da criatividade em um universo em evolução.

Outrossim, os contextos históricos ajudam-nos a entender o porquê do afã de se encontrar uma verdade absoluta. Não obstante a (tentativa de) fragmentação sujeito/objeto resultante da oposição à interferência religiosa na produção do conhecimento (vide Renascimento e primórdios da Ciência Moderna), pode-se dizer que o determinismo religioso continuou a imperar no pensamento científico através da crença em leis naturais absolutas, inabaláveis, sem lugar para incertezas, com um futuro demarcado pelo Criador, e que, em função de sua regularidade, também seria alcançável pelo homem através da compreensão desses mecanismos fixos que regeriam a “máquina” do universo.

“Como encontrar a certeza” foi a questão que norteou a vida de René Descartes, tanto mais porquanto viveu em uma época de crises e de guerras (sobretudo religiosas) entre grupos que se gabavam de possuí-la (a certeza). Procurava uma verdade que estivesse além das divergências. Buscava uma certeza científica que valesse para todos os homens, a qual se pensou haver sido

alcançada em sua plenitude, não muito depois, através da Física Newtoniana, que se manteve imbatível por dois séculos.

Artífices importantes de uma nova revolução de idéias, Ilya Prigogine e seus congêneres, na agitação da virada do milênio (um tempo caracterizado por crises e por mudanças profundas, constituindo-se, pois, em época favorável à aceitação de referida revolução), afirmam, ao contrário, que “o futuro não é dado”, que “vivemos o fim das certezas”, o que não torna o universo menos belo aos nossos olhos!

Contudo, tanto o acaso puro (repudiado por Einstein, que disse em certa ocasião: “Deus não joga dados!”) quanto o determinismo significam negação da realidade. Weber, em tom esclarecedor relativamente ao uso da expressão “aleatório” nos textos prigoginianos, afirma:

Prigogine utiliza esse termo de maneira diferente da de outros cientistas(...).

Para Jacques Monod (Chance and necessity), por exemplo, o conceito de aleatório supõe um mundo governado pela casualidade cega, que aponta para um universo carente de sentido em termos humanos, próximo ao mundo “absurdo” dos filósofos existencialistas, em que Monod apóia seus argumentos.

Mas, para Prigogine, aleatório é sinônimo de não-determinado, espontâneo, novo: numa palavra, criativo (1997, p.225).

Segundo o próprio Prigogine (1996), deve-se construir, no que tange ao determinismo das leis naturais e ao acaso, os quais levam igualmente à alienação, um caminho estreito (entre ambos), pautado por aferições probabilísticas.

Os que prezam a criatividade enfim agradecem!

4.4 A Complexidade do Universo:

O ideário complexo de Edgar Morin, com o qual nos identificamos, prega a distinção, a individualização. Porém, busca também a sensibilização quanto à união, quanto à relação entre partes distintas do (ou de um) todo. Outrossim, admite a “incerteza”. Distinção, união e incerteza são, portanto, palavras essenciais na teoria complexa moriniana. Conforme Petraglia:

(...) Os limites e as insuficiências de um pensamento simplificador não exprimem as idéias de unidade e diversidade presentes no todo. A estrutura do pensamento Moriniano é pautada numa epistemologia da complexidade que compreende quantidades de unidades, interações diversas e adversas, incertezas, indeterminações e fenômenos aleatórios (2001, p.39-40).

O princípio da simplificação corresponde a separar e a reduzir. O princípio da complexidade preconiza reunir e ao mesmo tempo distinguir. O pensamento que separa tem que ser complementado pelo pensamento que une.

Morin propõe o tetragrama ordem-desordem-interações-organização, que mantém perfeita harmonia com a tríade distinção-união-incerteza. Petraglia explica-nos que:

(...) Entretanto, não basta a comunicação dos termos ordem e desordem, é preciso que tenhamos clareza da necessidade de sua aproximação a outras idéias como interação e organização, num tetragrama, a fim de não perdermos de vista a complexidade do mundo e sua perspectiva multidimensional (2001, p.56).

A ação do tetragrama é bem evidenciada pelo próprio Morin quando assegura que o fenômeno da vida é um exemplo de ordem que tem necessidade de

se autoproduzir através da organização, tolerando ou mesmo colaborando com a desordem (MORIN, 2001c).

O pensamento complexo é condizente com a chamada “teoria dos sistemas”, segundo a qual o todo é, ao mesmo tempo, maior e menor que a soma das partes. A tapeçaria, por exemplo, transmite/significa algo mais que a simples soma de seus fios. Mas, concomitantemente, cada fio tem algumas de suas qualidades inibidas quando é unido aos demais para compô-la (PETRAGLIA, 2001). Ademais, a complexidade preza o “princípio dialógico”, ou seja, admite a união/compatibilização de noções antagônicas, que aparentemente deveriam repelir uma à outra (MORIN, 2002a), a exemplo das partículas físicas, que são, ao mesmo tempo, corpúsculos e ondas, constituindo-se numa contradição não-absurda. Há também o “princípio da recursão”, denotativo da idéia de “circularidade” entre causa e efeito, e que é bem ilustrado pelo seguinte fenômeno: Os indivíduos humanos produzem a sociedade, e a sociedade, por sua vez, produz a humanidade dos indivíduos. Destacamos, por fim, o “princípio hologramático”, correspondente à idéia de que o todo está nas partes e as partes estão no todo. O indivíduo, a propósito, é uma parte da sociedade, mas a sociedade também está presente em cada indivíduo por intermédio de sua linguagem, de sua cultura, de suas normas etc.

O objetivo da complexidade é, ao mesmo tempo, unir e enfrentar o desafio da incerteza. O pensamento complexo, reiteramos, não é contrário ao pensamento simplificante. Complexidade e simplificação completam-se. O aumento contínuo do conhecimento humano exige que a especialização seja complementada pela

construção de relações entre os elementos desse conjunto, entre os constituintes desse todo, o qual, por sua vez, deixa-nos (se vislumbrado) menos distantes da realidade da natureza.

Legislar, disjuntar, reduzir – esses são os princípios fundamentais do pensamento clássico. Não se trata absolutamente, do meu ponto de vista, de decretar que esses princípios sejam doravante abolidos. Mas as práticas clássicas do conhecimento são insuficientes. No momento em que a ciência de inspiração cartesiana ia muito logicamente do complexo ao simples, o pensamento científico contemporâneo tenta ler a complexidade do real sob a aparência simples dos fenômenos. De fato, não existe fenômeno simples (MORIN, 2001c, p.45).

Em se tratando do Holismo, concepção diametralmente oposta à análise sistêmica, Edgar Morin é contundente. Segundo Petraglia:

(...) Morin tece críticas ao “Holismo”, enquanto uma concepção que julga reducionista. Afirma que a explicação “holística”, que é globalista, promove o todo, mas rejeita as partes, ignorando que nestas operam-se transformações. Remete as partes ao todo, isolando-o; e isso também é um reducionismo (2001, p.52).

4.5 Pontos em Comum:

O ideário de Ilya Prigogine e a teoria da complexidade reconhecem a realidade da incerteza. O determinismo não impera na natureza. O futuro não é dado porque é incerto, é construído conforme nossa criatividade, conforme a criatividade do mundo à nossa volta. Para Morin, o pensamento complexo é, essencialmente, o pensamento que integra a incerteza e que é capaz de considerar a organização.

Diálogo/interação (inclusive o vínculo sujeito-objeto) é característica presente em ambos os pensamentos, no de Prigogine e no complexo. Prigogine diz que:

Já não podemos aceitar as velhas distinções a priori entre valores científicos e éticos (...). Hoje sabemos que o tempo é uma construção, o que acarreta uma responsabilidade ética. (...) Em consequência, a atividade intelectual é relevante (1997, p.227).

Esse grande cientista acredita que “(...) chegamos hoje à percepção de estarmos entranhados no mundo como um todo (...)” (Ibidem, p.230), aceitando, pois, a realidade das conexões/interações. Assim sendo, é preciso complementar a especialização com uma visão que, além de distinguir, possa associar, unir. “A compartimentalização do conhecimento é algo extremamente limitador e sobretudo condicionador” (D’AMBRÓSIO, 1993, p.82).

Imbuídos do espírito complexo, o qual vemos harmonizado com “o fim das certezas”, com a revolução anunciada por Ilya Prigogine, optamos por desenvolver a presente obra/dissertação buscando evidenciar, no que diz respeito à prática pedagógica, a possibilidade da confecção de ligações entre a Matemática e as demais áreas do conhecimento..

4.6 **Uma Alternativa Pedagógica Impregnada de Transdisciplinaridade:**

Historicamente falando, não se pode desprezar a contribuição advinda do tratamento disciplinar/compartimentalizado dado ao conhecimento, haja vista as grandes construções intelectuais levadas a efeito nos últimos séculos terem aflorado, em sua maioria, sob a égide das supostas “separações” sujeito x objeto e objeto x objeto, conforme preceitua o modelo cartesiano. A complexidade moriniana não pretende, e jamais pretendeu, tomar o lugar do pensamento simplificador, porém almeja complementá-lo. É ponto pacífico que a visão fragmentada do mundo é deveras limitada. Para serem galgados avanços além desse limite, a busca de união entre as partes e o caminhar rumo à consciência de totalidade fazem-se imprescindíveis.

Destarte, propomos uma prática docente impregnada de transdisciplinaridade, a qual permitiria ao aluno a construção de conhecimentos mais sólidos, porquanto as disciplinas seriam/estariam associadas umas às outras e também ao todo que a elas subjaz, havendo então uma aproximação maior da realidade da natureza / do mundo.

Para tanto, conforme já anunciamos, as aulas não seriam ministradas por um único professor, mas pelo que resolvemos chamar de duplas heterogêneas de professores (DHP), cujos componentes trabalhariam em parceria (entre si e com os estudantes), permutando idéias/criações em sala de aula, construindo relações que envolvessem tanto as partes quanto tais partes e a totalidade.

4.7 **Tecendo Algumas Considerações:**

A proposta (DHP) de trabalho ora exposta mantém laços estreitos com o ideário de Prigogine em função do caráter complexo/transdisciplinar que (ela) manifesta. Ela busca sublinhar as interações entre as partes (e destas com o todo), o que necessariamente implica a percepção/criação de vínculos inusitados, criativos, portanto concernentes à incerteza.

Por fim, entendemos ser conveniente divulgar o seguinte depoimento (poético) de Prigogine diante da maravilha da complexidade:

O universo parece ter algum parentesco com as Mil e Uma Noites, no qual Shehrazade narra estórias encravadas umas nas outras: há a cosmologia, a história da natureza encravada na cosmologia, a vida na matéria, as sociedades humanas como parte da história da vida (2001, p.34).

5 MORIN, AS PARTES E O TODO

O paradigma moderno ganhou corpo a partir do afã de reação à influência religiosa sobre a produção científica. A Igreja, de um lado, fazia imposições: “Não vá pesquisar nessa direção pois isso já está escrito em Aristóteles e a teologia integrou Aristóteles. Nós já temos a visão do mundo” (MORIN, 2001b, p.27). A concepção moderna/emergente, de outro lado, amparava-se na justificativa de que citada interferência estaria atravancando e/ou desvirtuando o expansionismo intelectual do homem, afastando-o da “objetividade”.

Embora as práticas culturais marcadas pela tentativa de separação e de ordenação com vistas à melhor compreensão dos problemas e/ou dos fenômenos tenham sido engendradas em épocas mais remotas, haja vista tratar-se de atitudes assíduas em momentos outros (anteriores) de nossa história, é certo afirmar que, a partir da chamada Idade Moderna, cujo início coincidiu com o renascimento/resgate da cultura greco-romana, houve pungente valorização de referida postura (a fragmentadora), da qual René Descartes foi o principal baluarte. Os progressos advindos do racionalismo cartesiano mostraram-se imediatos e vastos, abonando-o como corrente filosófica.

Cabe frisar, contudo, que o estudo de qualquer evento implica a geração de “influências/interferências”, sejam elas do observador/(re)criador sobre o fenômeno/objeto, sejam elas do somatório dos contextos presentes (o que inclui o fenômeno em foco) sobre o estudioso/cientista, de tal sorte que não se pode conceber separação, nos termos propostos por Descartes, entre *ego cogitans* e *res extensa*. Toda tentativa de redução/fragmentação da complexidade universal,

malgrado os relativos progressos científicos que isso possa suscitar, não diz respeito à proximidade de uma visão aceitável da natureza. A análise laboriosa das partes é fundamental, mas corresponde ao trato de apenas um dos aspectos da realidade, sendo igualmente necessária a consciência de que há vínculos entre os diversos elementos que se integram ao todo. Conforme assevera Morin, “é preciso juntar as partes ao todo, e o todo às partes” (2002a, p.13). Com o escopo de ratificar essa idéia, Silva lembra que:

Edgar Morin gosta de citar uma passagem de Pascal: “Sendo todas as coisas causadas e causantes, auxiliadas e auxiliantes, mediatas e imediatas, e mantendo-se todas elas por meio de um vínculo natural e insensível, que une as mais afastadas e as mais diferentes, julgo impossível conhecer as partes sem conhecer o todo, assim como conhecer o todo sem conhecer particularmente as partes”. Essa reflexão densa serve-lhe de base para a fundamentação da epistemologia da complexidade. Exposições e entrevistas mais longas levam-no quase sempre a recorrer a essa chave de seu pensamento (2002, p.93).

Tal assertiva deixa claro que a necessária valorização das singularidades não deve condizer com o menosprezo à noção de conjunto, porquanto a natureza é caracterizada pelo incessante equilíbrio entre as partes e o todo. A ênfase desmedida da “distinção sem união”, particularmente no que tange à tentativa de separação entre “sujeito” e “objeto do conhecimento”, em detrimento da procura de uma visão de união e de totalidade, acarretou, nos últimos séculos, uma consciência empobrecida acerca da natureza. Nesse sentido, Morin destaca que:

Deve-se evocar aqui o “grande paradigma do Ocidente”, formulado por Descartes e imposto pelo desdobramento da história europeia a

partir do século XVII. O paradigma cartesiano separa o sujeito e o objeto, cada qual na esfera própria: a filosofia e a pesquisa reflexiva, de um lado, a ciência e a pesquisa objetiva, de outro(...).

Trata-se certamente de um paradigma: determina os conceitos soberanos e prescreve a relação lógica: a disjunção. A não-obediência a esta disjunção somente pode ser clandestina, marginal, desviante. Este paradigma determina dupla visão do mundo – de fato, o desdobramento do mesmo mundo: de um lado, o mundo de objetos submetidos a observações, experimentações, manipulações; de outro lado, o mundo de sujeitos que se questionam sobre problemas de existência, de comunicação, de consciência, de destino. Assim, um paradigma pode ao mesmo tempo elucidar e cegar, revelar e ocultar. É no seu seio que se esconde o problema-chave do jogo da verdade e do erro (2000, p.26-27).

O diálogo (a exemplo daquele entre sujeito e objeto) das singularidades que compõem uma totalidade é recorrente no ideário moriniano, equivalendo à díade “distinção-união”. A complexidade da natureza é expressa em termos das múltiplas relações entre os elementos que a constituem, assim como (das conexões) entre esses elementos e o/um “todo”, fato que denota uma infinidade de desdobramentos possíveis, justificando-se o acréscimo do fator “incerteza” ao binômio distinção-união. Morin, referindo-se à conjuntura de nosso planeta, o que certamente é extensivo a todo o universo (haja vista o princípio hologramático³²), afirma que:

A realidade mundial é justamente inapreensível; ela comporta enormes incertezas devidas à sua complexidade, às suas flutuações, a seus dinamismos mesclados e antagônicos, às suas bifurcações inesperadas, às suas possibilidades que parecem impossíveis e às suas impossibilidades que parecem possíveis. A inapreensibilidade da realidade global retroage sobre as partes singulares, uma vez que o devir das partes depende do devir do todo (MORIN & KERN³³, 2002, p.133-4).

³² “O todo está nas partes e as partes estão no todo”.

³³ Anne Brigitte Kern: Crítica de Literatura e de Ciências, é produtora e redatora do programa *Transversais Ciência/Cultura da Rádio France-Culture*.

Outrossim, qualquer tentativa de hierarquização é improcedente. Edgar Morin apregoa a valorização, na mesma medida, dos diversos elementos pertencentes a um conjunto, destacando, ademais, haver vínculos entre todas as singularidades, sendo artificial, digamos, a (já citada crença na) separação entre sujeito e objeto do conhecimento, o que também é defendido por Betto³⁴:

Se um elétron se apresenta ora como onda, ora como partícula, energia e matéria, Yin e Yang, isso significa que cessa o reino da objetividade. Há uma inter-relação entre o observador e o observado. Desmorona-se, assim, o dogma da imaculada neutralidade científica. A natureza responde às questões que levantamos. A consciência do observador influi na definição e, até mesmo, na existência do objeto observado. Entre os dois, reina um único e mesmo sistema. Olho o olho que me olha.

(...) Há uma íntima e indestrutível conexão entre tudo o que existe, das estrelas ao sorvete saboreado por uma criança, dos neurônios de nosso cérebro aos neutrinos no interior do sol (2002, p.45-46).

A tríade distinção-união-incerteza é inerente ao chamado tetragrama complexo, traduzido por ordem–desordem–interação–organização. A existência concomitante de ordem e desordem é condição *sine qua non* para qualquer espécie de criação/geração. Nada aconteceria (não haveria transformações, apenas a imutabilidade) caso apenas a ordem imperasse. Da mesma forma, se unicamente a desordem se manifestasse, o próprio universo careceria de condições favoráveis para se desenvolver. Destarte, o diálogo (a interação) incessante entre ordem e desordem propicia a estruturação dos incontáveis elementos e subconjuntos organizacionais que compõem a natureza. Lima assevera que:

(...) A ordem e a desordem não subsistem sozinhas, interagem entre si. A desordem está sempre presente, como elemento perturbador, na

³⁴ Frei Betto: Dominicano, jornalista e escritor.

ordem. Por sua vez, a ordem pressupõe um certo grau de desorganização. Portanto, uma visão mais complexa de ordem implica uma interação com a desordem, e qualquer desordem supõe um grau de organização. Esses quatro elementos: ordem, desordem, interação e organização possibilitam uma compreensão mais complexa das várias realidades do Universo (2002, p.52).

5.1 **A Proposição de um Fazer Pedagógico em Conformidade com as Diretrizes Morinianas:**

A ação transdisciplinar conduz a uma melhor compreensão da realidade universal, ou seja, a confecção de elos entre os conhecimentos (bem como de liames entre estes e a totalidade) insere o homem/perscrutador na esteira do que ocorre na natureza, haja vista os conhecimentos imbuídos de transdisciplinaridade representarem/abrangerem visão/(re)criação mais fiel do mundo.

No âmbito educacional, torna-se imperioso elaborarem-se tais relações. Entendemos, contudo, que a construção de vínculos entre os campos de conhecimento não acarreta necessariamente o desaparecimento das disciplinas correspondentes, o que é corroborado pela idéia complexa de união com preservação das distinções, ou seja, de coexistência do todo e das partes. Nesse sentido, ressaltamos os seguintes dizeres de Morin:

Precisamos, portanto, para promover uma nova transdisciplinaridade, de um paradigma que, decerto, permite distinguir, separar, opor e, portanto, dividir relativamente esses domínios científicos, mas que possa fazê-los se comunicarem sem operar a redução. O paradigma que denomino simplificação (redução/separação) é insuficiente e mutilante. É preciso um paradigma de complexidade, que, ao mesmo tempo, separe e associe, que conceba os níveis de emergência da realidade sem os reduzir às unidades elementares e às leis gerais (2001a, p.138).

Trata-se então de serem admitidas as singularidades e as suas respectivas conexões, o que entendemos ser (também) compatível, na seara pedagógica, com o ministério de aulas por duplas de professores formados em disciplinas diferentes, ocupantes (tais profissionais), para tanto, do mesmo espaço-tempo pedagógico, agindo como desencadeadores (em conjunto com o corpo discente) de processos que levem à criação de laços entre seus respectivos campos de estudo e que conduzam, igualmente, à busca da (e/ou ao vislumbre da) consciência global. O diálogo entre docentes que detêm informações diferenciadas não acarreta(ria) o desaparecimento das especificidades inerentes às suas áreas, propiciando, na verdade, a produção de incontáveis elos recíprocos, através de fenômeno conciliador de “distinção e união”. Vale, por oportuno, ressaltar o ponto de vista de Almeida:

Esse movimento de desconstrução, do que foi historicamente firmado como verdadeiras cartas de habilitação por áreas temáticas do conhecimento, tem aqui o objetivo de enfraquecer as resistências disciplinares que se instalam nos tênues limites entre as ciências. Não decorre, daí, nenhuma palavra de ordem de “fim às disciplinas”, mas decorre, sim, o alerta de que a disciplinaridade fechada reduz e simplifica a complexidade inerente a qualquer temática (2002, p.37).

A propositura de ações pedagógicas a cargo de duplas heterogêneas de professores coaduna-se, assim entendemos, com os princípios morinianos porque visa à transcendência/ultrapassagem do isolamento disciplinar (sem, contudo, objetivar à eliminação das disciplinas), possibilitando comunhão entre inúmeros conhecimentos que compõem a nossa cultura, aproximando-nos, por conseguinte, de uma visão mais límpida da complexidade da natureza.

Enfim, segundo Morin:

Trata-se de entender o pensamento que separa e que reduz, no lugar do pensamento que distingue e une. Não se trata de abandonar o conhecimento das partes pelo conhecimento das totalidades, nem da análise pela síntese; é preciso conjugá-las. Existem desafios da complexidade com os quais os desenvolvimentos próprios de nossa era planetária nos confrontam inelutavelmente (2000, p.46).

6 A PSICOLOGIA VYGOTSKYANA E UMA ALTERNATIVA TRANSDISCIPLINAR

A busca de evidências que possam indicar concordância entre uma hipótese aspirante à aceitação e os pensamentos já consagrados pela comunidade acadêmica é caminho razoável para a consolidação do ideário (candidato à credibilidade) em questão, caso ele seja de fato consistente. A proposição das DHP encontra ressonância, assim cremos, no corpo teórico preconizado por Lev Vygotsky, corpo/sistema este ora abonado por parcela significativa de estudiosos da Psicologia. Ao longo dos tópicos seguintes, descortinaremos a possibilidade de (re)leitura da transdisciplinaridade e, particularmente, das DHP sob a ótica vygotskyana, o que entendemos constituir-se em fonte de fortalecimento das trincheiras dos eventuais defensores das dinâmicas protagonizadas por duplas heterogêneas de professores.

6.1 O Ser e o Mundo:

“Sujeito” e “objeto” são duas facetas de uma questão que demanda, desde há muito, grandes esforços de compreensão à humanidade, haja vista os diferentes posicionamentos assumidos a respeito e as conseqüentes incertezas suscitadas.

Existe apenas um mundo ou uma infinidade deles? O mesmo universo se manifesta para (e é sentido de maneira igual por) todos ou cada sujeito contempla o seu próprio universo? Somos ignorantes por não conseguirmos vislumbrar uma (única) objetividade ou a variedade de concepções que formulamos acerca da natureza pode ser tão vasta e real quanto quisermos? Quem sabe ao certo? Talvez

as questões cujas soluções possam estar (mas talvez nem estejam!) dentro de nós sejam as mais difíceis de elucidar.

Há hipóteses várias, e cada período da História favorece(u) mais esta ou aquela explicação/interpretação. O racionalismo cartesiano apregoa(va) que a realidade é (era) alcançável ao se caminhar de dentro para fora do indivíduo, sendo as inferências pessoais as responsáveis pela consecução do conhecimento certo e seguro. René Descartes acreditava poder chegar à “verdade” mediante a razão, asseverando que o “bom senso” imanente aos homens conduzi-los-ia à “objetividade” se utilizado corretamente.

Uma das idéias básicas de Descartes (“Regulae”, 1701) é que o conhecimento é um só, embora sua aquisição dependa inteiramente do uso da mente humana. Todos os seres humanos têm a habilidade natural de discernir o verdadeiro e o falso. O “poder de conhecer” é o mesmo, independentemente dos objetos a que ele é aplicado (PINO, 2001, p.26).

Hoje em dia, mesmo entre aqueles que, porventura, aceitarem/proclamarem a linha de pensamento dedutiva/cartesiana, haverá os que acreditam poderem chegar a concepções individuais de mundo totalmente diferentes umas das outras, porquanto é, convenhamos, vaga a noção de “bom senso”, o qual esparge subjetividade.

Se, de um lado, diz-se (dizia-se) ser possível, a partir de lucubrações, o atingimento certo e seguro da realidade, de outro, afirma-se (afirmava-se) que o empirismo (vide método indutivo) é (era) a chave para o “real”, sendo o sujeito, segundo tal concepção, burilável mediante ação da sensibilidade/experiência.

J.Locke (1632-1704) foi um dos filósofos modernos a apresentar o Empirismo de forma mais elaborada (*An Essai Concerning Human Understanding*, 1690). Partindo do princípio de que não existem idéias inatas e de que a mente é uma “tábula rasa”, uma espécie de folha em branco onde são registradas as idéias. Segundo ele, as idéias são o resultado de duas funções do entendimento: a sensação e a reflexão. A sensação é a via pela qual passam todas as impressões que vêm do mundo externo, fonte única das idéias, pois, como diz o ditado empirista, “nada existe na mente que antes não tenha existido nos sentidos”. Embora as coisas não sejam necessariamente como elas aparecem, é por meio dessas aparências e só delas que o homem pode conhecê-las. Isso não quer dizer que todas as idéias procedam das sensações externas, pois Locke distingue duas categorias: as idéias simples, originadas das sensações, e as complexas, resultado da associação destas feita pela reflexão. O Associacionismo tornou-se o modo de explicação mais importante do Empirismo (PINO, 2001, p.27).

Nos tempos atuais, a teoria que combina racionalismo e empirismo é a que goza de maior aceitação nos meios acadêmicos. Conforme afirmação de Bachelard: “A atividade científica, seja qual for seu ponto de partida, tem que levar em conta razão e experiência: se experimenta, tem que raciocinar; se raciocina, tem que experimentar” (1934, apud PINO, 2001, p.28). Em tal sentido, destacamos dois ideários: O de Jean Piaget (*Epistemologia Genética*) e o de Lev Vygotsky (*Dialético ou Histórico-Cultural*).

Piaget dedicou-se com afinco à compreensão dos processos de construção do conhecimento e de passagem dos níveis mais elementares aos mais abstratos (PINO, 2001). Admitindo concomitantemente as influências intrínseca e extrínseca no tocante à dinâmica cognitiva, asseverou que as “novidades” são assimiladas/absorvidas por conta de acomodações/modificações ocorridas nas estruturas mentais do sujeito. Segundo Taille:

(...) sempre que entramos em contato com algo novo, nossa primeira atividade é a de procurar assimilar a novidade com as estruturas ou

esquemas mentais que **já possuímos**. É através deste primeiro ato, necessário, que verificamos o quanto nossos esquemas se adequam ou não ao novo objeto de conhecimento; e, em não se adaptando, modificamos estes esquemas, ou seja, **os acomodamos** para poder assimilar o novo. Tal acomodação é, ela também, fruto da atividade do sujeito que se empenha em resolver os **conflitos** criados pelo hiato existente entre os esquemas antigos de assimilação e a novidade para a qual eles não se aplicam adequadamente. Portanto, aprender não é, apenas, seja para a criança, seja para o adulto, introjetar, pura e simplesmente, um dado novo; é, isto sim, **reorganizar** todo o nosso sistema cognitivo (nossa inteligência) para o adequarmos ao novo objeto. E esta reorganização é, repetimo-lo, fruto da atividade do sujeito, atividade sem a qual o novo não seria possível de ser assimilado (1991, p.15-16).

“Função” e “estrutura” são palavras-chave no que tange ao ideário piagetiano. Na visão de Piaget, crianças e adultos são idênticos funcionalmente e diferentes sob o prisma estrutural. Ao compararmos as duas inteligências (infantil e adulta), constatamos a mesma função, qual seja a de “retirar informações do meio e organizá-las de forma a compreendê-las” (Ibidem, p.12). Estruturalmente falando, inexistente semelhança porquanto as “estruturas mentais” de que dispõe o adulto são distintas (mais complexas!) daquelas existentes na criança.

Lev Vygotsky deu ênfase ao papel do elemento social na formação do indivíduo. A relação homem x mundo não é (não seria), de acordo com suas conclusões, direta, necessitando-se da utilização de meios para que seja (fosse) atingida. Por intermédio do “outro” e da “linguagem”, o ser alcança (alcançaria) o mundo e o mundo alcança(ria) o ser.

Os conceitos, segundo Vygotsky, são construções culturais internalizadas/reconstruídas pelos indivíduos ao longo de seu processo de aprendizagem e de desenvolvimento, para o qual (o processo) a mediação é fundamental. Pino esclarece que:

O mundo real, ou *em si*, é inacessível à razão humana, como já fora percebido, desde a Antigüidade, por numerosos filósofos. Ele só pode ser conhecido como mundo *para si*, ou seja, como objeto da representação que dele se faz. Mas, como lembra Vygotsky, no *Manuscrito de 1929*, falando dos 3 estágios do desenvolvimento cultural, (2000, p.24), entre a coisa *em si* e a coisa *para si* interpõe-se a coisa *para os outros*. Ou seja, o conhecimento do indivíduo é, primeiramente, conhecimento dos outros. O mundo significa para o indivíduo porque, primeiramente, significou para os outros. Com isso, na perspectiva histórico-cultural, afirma-se que o conhecer é um processo social e histórico, não um fenômeno individual e natural. Ora, dizer que o real só pode ser conhecido como representação equivale a dizer que conhecer é um processo de natureza semiótica (2001, p.41-2).

A interação da criança com o mundo, via mediação, é condição essencial para sua formação, sobretudo quando o intercâmbio se dá por intermédio de indivíduos mais experientes. A heterogeneidade advinda dos diferentes graus de maturidade das pessoas de um grupo é, pois, enriquecedora no que pertine à possibilidade de aprendizagem individual.

A ação interacionista do professor e dos demais colegas da criança supre/complementa a sua (da criança) ação espontânea na busca/apropriação de conhecimentos, o que fortalece o papel da escola, a qual vai contribuir para a formação dos conceitos de um modo geral e dos científicos em particular. Promovendo atividades educativas sistemáticas, a escola possibilita construções ditas científicas (não-inerentes aos sentidos e à vivência direta da criança). A escola conduz a maiores generalizações e a abstrações da realidade, o que forçosamente altera a relação da criança, em termos cognitivos, com o mundo.

Pino, reportando-se à questão da mediação, afirma que:

(...) Pelo mesmo ato que o homem transforma a natureza, ele a constitui em objeto de conhecimento (produção cultural) e a si mesmo em sujeito de conhecimento.

Nessa perspectiva, o conhecimento não se explica nem como mero ato do sujeito nem como mero efeito do objeto, nem ainda como resultado da interação sujeito<>objeto, mas como uma relação dialética, mediada semioticamente, entre sujeito e objeto. Mas falar em mediação semiótica equivale a falar em mediação social, uma vez que tanto os meios técnicos quanto os semióticos, como a palavra, são de origem social (2001, p.40).

A teoria vygotskyana goza de prestígio na atualidade dada a compatibilização de seu corpo com grande parte dos paradigmas ora vigentes/aceitos. Buscando mostrar que as construções de Lev Vygotsky coadunam-se com a teoria complexa moriniana (e vice-versa), a qual tem suas fundações na tríade distinção-união-incerteza, asseveramos não haver, nesse sentido, exemplo mais feliz que o da relação entre sujeito, mediador e objeto, distintos em sua união e unidos em sua distinção, cujos processos dialéticos/incertos/transformadores correspondem à própria dinâmica (complexa) do universo em que estamos e/ou que está dentro de nós. Outrossim, o mote da presente dissertação é nossa argumentação em prol do ministério de aulas por duplas de professores de disciplinas diferentes (confrontando-as [as disciplinas] entre si no mesmo espaço-tempo pedagógico) com vistas à construção de uma visão transdisciplinar mais densa (juntando-se fragmentos, buscar-se-á a totalidade obnubilada!), o que parece ser corroborado, salvo engano nosso, pela idéia vygotskyana de “mediação”, que entendemos ser harmônica com a (e potencializada pela) possibilidade da presença concomitante, em sala de aula, desses dois professores/mediadores cujas formações, distintas e complementares, contribuiriam, pois, para um maior enriquecimento cognitivo dos alunos.

6.2 Os Conceitos de Vygotsky:

A teoria vygotskyana declara que a criança, a partir de certo momento, algo em torno dos dois anos de idade, começa a aliar pensamento e linguagem, elementos antes (nela) sem elos recíprocos, e essa associação, tal qual a de duas modalidades de átomos que, ora unidos, compõem moléculas que se mostram, evidentemente, diferentes de ambos os tipos atômicos em questão (a exemplo da água, que é distinta do hidrogênio e do oxigênio, mas que resulta desse casamento), vai gerar na criança o chamado “pensamento verbal”, cuja molécula seria o “significado da palavra”. Tunes assevera que:

Em torno, aproximadamente, de dois anos de idade, a criança faz uma importante descoberta: a de que cada coisa tem seu nome. Nesse momento importante, inaugura-se a relação pensamento-linguagem: a fala começa a servir ao pensamento e este, ultrapassando o seu estágio pré-lingüístico, começa a ser verbalizado; o pensamento torna-se verbal e a fala, racional.

Vemos, pois, que o pensamento verbal é um novo processo que surge no desenvolvimento do psiquismo, resultante da intersecção de dois outros (o do pensamento e o da fala) (1995, p.30).

Palavras e significado transformam-se subitamente em “palavras com significado”. Nesse sentido, Vygotsky declara que:

(...) a palavra não se relaciona a um único objeto mas a um grupo inteiro ou classe de objetos. Logo, cada palavra é uma generalização encoberta. Do ponto de vista psicológico, o significado da palavra é antes e sobretudo uma generalização. Não é difícil verificar que a generalização é um ato verbal de pensamento; sua reflexão da realidade difere radicalmente da percepção ou sensação imediata (...) a realidade é refletida na consciência de um modo qualitativamente diferente no pensamento do que o é na sensação imediata. Essa diferença qualitativa é, principalmente, função de uma reflexão generalizada da realidade (1987, apud TUNES, 1995, p.31).

Outrossim, destaque-se que a fala humana surgiu originalmente como fruto da necessidade de se estabelecerem contatos entre os indivíduos para que realizassem, conjuntamente, determinadas tarefas, a exemplo do trabalho. “Pensamento, fala e sociedade” encontram-se entrelaçados, desempenhando a linguagem, com a participação daquele/daquilo a que Vygotsky chamou de “outro” ou “mediador”, o papel de ponte entre sujeito e mundo/sociedade, os quais, dessa forma, constroem-se e reconstroem-se mútua e continuamente.

No que concerne aos “conceitos” (pensamentos verbais), foi observado por Vygotsky haver aqueles que chamou de “espontâneos” ou de “conceitos cotidianos”, frutos da associação entre a fala e os objetos; bem como frisou existir outra classe ou tipo de conceitos, os ditos “verdadeiros”, nos quais “a palavra relaciona-se com a própria palavra”, o que requer desenvolvimento do poder de abstração, haja vista não se ligar tal classe de maneira evidente aos objetos concretos. No que pertine a este último tipo de conceito, mostra-se valioso o papel formador desempenhado pela instituição escolar (com os seus “outros”; ela própria sendo uma espécie de “outro-mor”), na qual se aprendem coisas que dificilmente seriam internalizadas pela criança apenas através de sua vivência direta e de seus contatos informais com outros indivíduos. Segundo Tunes:

Vygotsky diz que a distinção entre os conceitos cotidianos e os verdadeiros “coincide, logicamente, com a distinção entre conceitos empíricos e científicos” (VYGOTSKY, 1987: 193). Os conceitos cotidianos dizem respeito às relações das palavras com os objetos a que se referem; os científicos, às relações das palavras com outras palavras. Daí porque os primeiros implicam focalizar a atenção no objeto e os segundos no próprio ato de pensar, na medida em que as conexões entre conceitos são relações de generalidade (1995, p.36).

Os conceitos cotidianos ou espontâneos (ligados à experiência sensível/concreta) são classificados por Vygotsky em 3 (três) categorias (TUNES, 1995) que (normalmente) se verificam ao longo do desenvolvimento infantil, quais sejam: “Coleção Desordenada” (ou percepção sincrética), observada nas crianças, quando muito pequenas, através da atitude de agruparem coisas sem qualquer critério objetivo que as relacione; “Formação dos Complexos”, inerente à fase em que já se estabelecem conexões entre os objetos de um grupo, porém de modo empírico, acidental e concreto (primórdios da generalização); e, por fim, os “Pré-Conceitos” (destacando-se os Conceitos Potenciais), marcados pela capacidade de agrupamento empírico/prático de coisas com base em uma única característica comum (raízes da abstração).

Os conceitos cotidianos dizem respeito à atenção focalizada nos objetos. Por sua vez, os conceitos verdadeiros/científicos, de afloramento subsequente aos daqueles, têm a ver com o próprio ato de pensar, sendo a mediação do (ou a verbalização com o) “outro” vista como evento central na formação de ambos, destacando-se, sobretudo quanto a esta última modalidade conceitual, conforme já frisamos, o papel da instituição escolar.

Em resumo, podemos dizer que, para Vygotsky, há duas linhas básicas de desenvolvimento do pensamento verbal: a dos conceitos cotidianos e a dos verdadeiros. Os cotidianos, dadas as suas características estruturais, são impregnados do concreto. Eles permitem o desenvolvimento, na mente da criança, de estruturas importantes de generalização. Falta-lhes, entretanto, a abstração necessária para o desenvolvimento do discernimento e o controle voluntário do ato de pensar. Já os verdadeiros, tomando-se como sua manifestação típica os conceitos científicos, caracterizam-se pela verbalidade e pela saturação insuficiente com o concreto. Eles enraízam-se nas estruturas de generalização desenvolvidas no pensamento por complexos e nos conceitos potenciais. Sua estrutura e sua natureza semióticas permitem

que se atinjam níveis superiores de organização da consciência: o do discernimento e do controle consciente do ato de pensar (TUNES, 1995, p.36-7).

A via em que ocorre a formação dos dois tipos de conceitos, os cotidianos e os verdadeiros, possui mão dupla, com os primeiros subindo ao encontro dos segundos e vice-versa, ou seja, com estes descendo rumo aos primeiros. Tunes assevera que:

As duas linhas movem-se não em paralelo mas em relação; os dois processos influem-se mutuamente de tal modo que os conceitos científicos descem em direção aos fenômenos concretos que representam e os cotidianos movem-se para cima, em direção à abstração (Ibidem, p.37).

Nesse sentido, é importante que a instituição escolar desempenhe corretamente o seu papel. De fato, como serem desenvolvidos, em sala de aula, conceitos abstratos sem haver, da parte do indivíduo, um amadurecimento, previamente estimulado, quanto aos pensamentos verbais diretamente voltados para o mundo concreto? Outrossim, com relação à esperada descida dos conceitos científicos rumo aos cotidianos, torna-se necessário um processo de ensino-aprendizagem convenientemente elaborado e canalizado para esse intento.

Pergunta-se então: Como proceder, na escola, à construção de vínculos entre os conceitos sistematizados e os espontâneos, se tal instituição os trata amiúde de forma compartimentalizada/separada? Eis uma questão grave. Parece-nos, pois, razoável a idéia de um fazer pedagógico alimentado pela transdisciplinaridade, ou seja, fortalecido pela consciência acerca da possibilidade de associar os diversos conhecimentos disciplinares, bem como de ligá-los ao (ou

“a um”) todo, à semelhança do que entendemos acontecer com a natureza e seus integrantes, conforme apregoa a teoria da complexidade. Destarte, a proposição de duplas heterogêneas de professores, condutoras de uma prática que se faz no mesmo espaço-tempo pedagógico e através de contatos entre conhecimentos (tanto da mesma quanto) de diferentes disciplinas (com vistas à consecução da transdisciplinaridade), parece-nos coadunar-se perfeitamente com a noção de “mediação” e com a possibilidade de “estabelecimento de interfaces relativas às duas modalidades conceituais de Vygotsky”.

6.3 Considerações sobre a Zona de Desenvolvimento Proximal:

Lev Vygotsky apresentou-nos a idéia de que o indivíduo possui uma capacidade real, que significaria aquilo que já pode produzir sem a intervenção auxiliadora de outrem, bem como uma capacidade potencial, traduzida pelo que somente consegue realizar mediante a ajuda de alguém mais experiente.

Vygotsky propôs que cada criança, em qualquer domínio, tem um “nível evolutivo real”, que pode ser avaliado quando ela é individualmente testada, e um potencial imediato para o desenvolvimento naquele domínio. Vygotsky chamou a diferença entre os dois níveis de “zona de desenvolvimento proximal”, que definiu como “a distância entre o nível evolutivo real determinado pela resolução independente do problema e o nível de desenvolvimento potencial determinado pela resolução de um problema sob a orientação do adulto, ou em colaboração com colegas mais capazes” (TUDGE, 1996, p.152-3).

É notório o papel assumido pelo contexto social na teoria vygotskyana, sendo o “outro”, também chamado de “mediador” da aprendizagem e/ou da socialização, uma espécie de portal entre o homem e o mundo (do homem no

mundo; do mundo no homem), um tipo de elo que, através do poder instrumental da linguagem, em processo interpsicológico, possibilita a relação entre o sujeito e o ambiente, a qual vai gerar desenvolvimento cognitivo, transformando capacidade potencial em real.

Se admitirmos que o (caráter social do) indivíduo só existe em função de a sociedade também existir, e que, em contrapartida, a sociedade é consequência do engendrar humano, teremos a justa noção da importância do “mediador” nesse processo, elo incontestado entre homem/sujeito e mundo/objeto.

A sociedade, no que pertine à transmissão de conhecimentos entre (e ao desenvolvimento de) seus membros, é palco inegável de acontecimentos que corroboram a “zona de desenvolvimento proximal” apregoada por Vygotsky. E não é difícil percebê-lo: basta que se atente para o modo como os fenômenos de ensino-aprendizagem acontecem, sejam eles verificados entre pais e filhos, ou (na escola) entre professores e alunos, ou, de modo geral, entre sujeitos portadores de graus de competência cognitiva diferentes.

Há, entretanto, algumas divergências de opiniões no que diz respeito ao que ocorre, em tal processo, com o indivíduo mais competente, sobretudo quando se trata de relação entre pares (aluno e aluno, por exemplo) e quando referida competência (da parte daquele cujo conhecimento é maior no que tange ao assunto em questão) não vem acompanhada de equivalente grau de “confiança” acerca dos conteúdos internalizados, porquanto ela (a confiança) parece ser elemento essencial tanto para a manutenção do sujeito mais competente no patamar em que se achava inicialmente, quanto para a elevação daquele

considerado menos experiente a um estágio cognitivo superior ao do começo da relação.

Os chamados neopiagetianos acreditam num crescimento conjunto de sujeito aprendiz e de sujeito mediador quando estes (sujeitos) são confrontados. Já os vygotkianos clássicos entendem que apenas o indivíduo menos competente assume, após os contatos com o outro, uma posição cognitiva mais elevada em relação àquela que ocupava no começo do processo. Há experimentos que levam, contudo, a conclusões inusitadas, diversas das supra mencionadas, e, nesses experimentos, observa-se o fator “confiança” como determinante dos resultados a que se chega. De fato:

Uma criança pode mostrar-se mais competente do que outra nas medições de um pré-teste individual, mas se este nível de pensamento não é mantido com algum grau de confiança, não há razão para esperar que esta criança seja capaz de ajudar o desenvolvimento de seu parceiro, particularmente se ela não introduz de fato, no transcurso da discussão, aquele raciocínio de nível mais alto (TUDGE, 1996, p.160).

Outrossim:

(...) Casos de interação entre pares nos quais competência e confiança não se confundem como qualidades de um mesmo indivíduo provavelmente trarão, em boa parte dos casos, consequências variáveis. De fato, as crianças provavelmente regredirão em suas formas de raciocínio quando defrontadas com parceiros menos competentes, quando não confiam em seus próprios pontos de vista e quando não lhes é fornecido “feedback” (Ibidem, p.163).

No que concerne aos formadores por excelência, que são os professores (indivíduos, em tese, dotados de confiança), mantém-se intacta a proposição de uma evolução cognitiva do aluno rumo a um nível cultural mais elevado. Nesse

sentido, novamente urge que frisemos a possibilidade de utilização, com sucesso, das DHP, porquanto a evolução que se faria sentir no aluno quando de seu contato, no mesmo espaço-tempo educacional, com (dois) formadores/mediadores dotados de conhecimentos profissionais distintos e complementares seria explicável, em nosso entendimento, pela validade da asserção de que “a conjunção de esforços leva (em geral) a resultados mais eficazes do que os frutos de tentativas isoladas”, podendo, por exemplo, haver manifestação de sensibilidade docente dobrada no que diz respeito à inserção e à manutenção corretas da atividade pedagógica na zona de desenvolvimento proximal do estudante.

Diante dos componentes da teoria vygotskyana que se nos apresentaram (mediação, ZDP, conceitos, internalização etc.), as “duplas heterogêneas de professores” mostram-se coerentes, parecendo obter anuência cabal para sua razão de ser.

6.4 A Teoria da Complexidade e o Paradigma Atualmente em Vigor nas Psicologias da Aprendizagem e do Desenvolvimento:

Muitas das discussões filosóficas contemporâneas têm sido caracterizadas por um afã de associar/ligar conhecimentos, fato que, em épocas pregressas, era prática habitual da mente humana. O homem primitivo não apresentava qualquer dificuldade em inter-relacionar os diversos pensamentos que formulava, de tal sorte que ciência, filosofia, arte e religião eram vistas como componentes do mesmo conjunto. É evidente que se tratava de arcabouço cultural incipiente, se

comparado ao da sociedade atual, e essa timidez quantitativa tornava as coisas mais fáceis. Com o decorrer do tempo, o armazenamento de informações fez-se mais intenso e veloz, dando-se início a um processo de especialização dos conhecimentos, a uma paulatina fragmentação cultural.

O que diversas correntes da atual Filosofia buscam é um resgate daquele pensar primordial, é o (r)estabelecimento dos laços entre as idéias, elos (estes) que não podem ter a sua existência/criação posta em questão, visto que a natureza apresenta-se com os respectivos componentes interligados, associados uns aos outros e integrados a ela. Admitindo-se que os conhecimentos significam/abrangem nossa representação da natureza/do mundo, então é razoável que os constituintes de tal concepção relacionem-se uns com os outros (e com a totalidade). Não se trata aqui de irmos contra a crescente compartimentalização, a qual vemos como inevitável, haja vista o avançar quantitativo da cultura humana em função do decurso do tempo parecer demandar a “especialização”. Trata-se, isto sim, de ser admitida a união onde ora não se a vê. Cremos que “união e distinção” são qualidades que não se contradizem. O suporte filosófico de citada asserção encontra-se na teoria da complexidade moriniana, a qual, em sua essência, corresponde à tríade “distinção-união-incerteza”.

Essa maneira de entender a natureza coaduna-se com a Epistemologia Genética e com o Sócio-Interacionismo, dado o fato das citadas teorias serem preconizadoras do vínculo entre sujeito e objeto. Em termos de como acontece a construção cognitiva, tanto Piaget quanto Vygotsky apregoam a realidade de referida interação (ser x mundo), havendo, contudo, certos aspectos

representativos de diferenças entre os pontos de vista de ambos (a exemplo da importância da “mediação”, no que se refere a Vygotsky). Outrossim, Salvador esclarece que:

(...) os enfoques cognitivos em geral, e a psicologia genética de J. Piaget em particular, são concepções inside-out (de dentro para fora), enquanto que a idéia de atribuir um protagonismo às relações interpessoais na gênese dos processos cognitivos é mais tributária das concepções outside-in (de fora para dentro). Não é, portanto, estranho que as duas idéias sejam vistas seguidamente como incompatíveis. Nestes últimos anos, no entanto, as concepções outside-in começaram a gozar de uma ampla aceitação no campo da psicologia do desenvolvimento como consequência, em grande parte, da atualização das teses de Vygotsky (1994, p.104).

A dinâmica cognitiva teorizada por Vygotsky coloca a construção intrapsicológica do sujeito na dependência das ações sociais (do outro/mediador) que sobre ele incidem e que são, por ele, internalizadas/recriadas. Nesse processo, é relevante o papel desempenhado pelo indivíduo mais maduro/competente. Tem-se, pois, um percurso interacionista que vai do “social” ao “individual” (ou de fora para dentro) e que não cessa com o término dos primeiros anos de vida da criança, continuando a se manifestar em situações outras, a exemplo dos eventos escolares, em que são protagonistas as figuras do professor/mediador e do aluno. De fato:

O adulto “faz andaimes para” ou “apóia” as conquistas da criança, forçando-a a entrar na “zona de desenvolvimento proximal” mediante o jogo e “ensinando-a” a conseguir o controle consciente do que vai “aprendendo”, graças às relações sociais estabelecidas. A função educacional do adulto não se limita ao desenvolvimento da linguagem e à aquisição de outras primeiras habilidades, mas também está presente em aquisições posteriores (SALVADOR, 1994, p.106-7)

Observou-se também que os resultados da interação sujeito-mediador-objeto serão tanto mais positivos quanto mais a intervenção do mediador tender a ser inversamente proporcional à aptidão do aprendiz (Ibidem). Isso significa que intervenções permanentemente exageradas ou enfraquecidas não propiciam progressões intrapsicológicas de grau relevante, devendo a intermediação funcionar como uma espécie de válvula reguladora da evolução cognitiva do sujeito, cujo desenrolar (evolutivo) tem lugar na zona de desenvolvimento proximal (ZDP).

(...) Os adultos que desempenham com maior eficácia a função de “fazer andaimes” e “apoiar” os progressos das crianças realizam intervenções “contingentes” às dificuldades que estas encontram na realização da tarefa.

(...) A intervenção eficaz é a que se dirige àqueles aspectos da tarefa que a criança ainda não domina e que, portanto, apenas pode realizar com a ajuda e a direção do adulto. Mas, além disso, põem em relevo outros pontos interessantes para a nossa discussão. O respeito à regra de contingência exige do adulto uma avaliação contínua das atividades da criança, uma “interpretação” de seus erros e do efeito provocado pelas intervenções precedentes. Assim mesmo, a regra de contingência sugere que a intervenção educacional, para ser eficaz, deve oscilar desde níveis máximos de ajuda e diretividade até níveis mínimos (Ibidem, p.108-9).

Embora preconizemos que ideários atuais, como o de Piaget e o de Vygotsky, são/sejam harmônicos à teoria da complexidade moriniana, posto que consideram/valorizam a união/interação (sujeito x objeto e sujeito x mediador x objeto, respectivamente), situando-a (a união), além do mais, no epicentro do desenvolvimento cognitivo (não obstante as particularidades que diferenciam/distinguem os piagetianos dos vygotskyanos), entendemos também que correntes filosóficas menos recentes, a exemplo do racionalismo e do

empirismo, admitem/admitiam a existência de vínculos entre sujeito e objeto, embora em outro nível. O racionalismo cartesiano buscava a separação cabal, quando do ato cognitivo, entre *ego cogitans* e *res extensa*. Mas o homem racionalista, ao pretender deduzir, de maneira certa e segura, o mundo inteiro a partir de si próprio, a partir de sua razão, sem necessitar supostamente do auxílio da sensibilidade / da experiência, teria que conceber inevitavelmente a existência de uma relação entre sujeito e objeto, mesmo que em patamar diferenciado e essencialmente dedutivo. O mundo exterior existiria, comprovadamente, em função da dedução, via bom senso, protagonizada pelo indivíduo, e, nesse sentido, homem e mundo não estão / não estariam de todo isolados.

Por fim, reiteramos que a Psicologia Sócio-Interacionista, defensora dos vínculos sujeito x mediador x objeto, corrobora a (e é corroborada pela) visão complexa, a visão da natureza como sendo uma grande teia, como sendo um enorme conjunto que só faz sentido quando se percebem/constroem as devidas associações entre seus elementos.

6.5 A Inter e a Transdisciplinaridade na Elaboração de Concepções (as quais Envolvem o “Discurso”) acerca de Ensino-Aprendizagem, sobretudo no Âmbito Escolar:

“O homem é um animal social”. Tal declaração, que atravessou milênios, possui uma simplicidade que é suplantada apenas pela profundidade de seu significado e pela magnitude de quem a proferiu. De fato, a vida em sociedade

atingiu amplitude tamanha que é seguro afirmar que a espécie humana é (hoje) o que é, e conquistou o que conquistou, em função, sobretudo, do fenômeno da socialização, havendo a linguagem desempenhado um papel destacado, *sine qua non*, em tal desenrolar, por se tratar de elemento-chave no que se refere à transmissão/comunicação e à construção/elaboração dos conhecimentos.

Embora a construção cognitiva seja um dos principais objetos de estudo da Psicologia, relevante parcela do que se formulou para elevar/aprimorar a compreensão e/ou a prática do processo de ensino-aprendizagem, sobremaneira no ambiente escolar, foi-nos legada por profissionais outros, que não os psicólogos.

Segundo Mercer:

O discurso de sala de aula tem sido estudado por pesquisadores procedentes de uma grande variedade de disciplinas que têm utilizado diversos métodos de observação. Algumas das descobertas mais interessantes em relação ao processo de ensino e aprendizagem em salas de aula não têm origem nos psicólogos, mas sim nos sociólogos, antropólogos, lingüistas e outros pesquisadores explicitamente “educacionais” (1998, p.14).

Confirma-se o caráter inter/transdisciplinar afeto a pesquisas acerca do “discurso” na seara do ensino e da aprendizagem (escolares), haja vista o *carrefour* de campos de estudo diversos que, nesse sentido, contribuem e/ou contribuíram para o desenvolvimento da Educação e da Psicologia.

Mercer cita três métodos, segundo ele os mais freqüentes, empregados em investigações que buscam a compreensão de processos de ensino-aprendizagem, quais sejam:

(i) A Observação Sistemática, com a deficiência, conforme o citado autor, de não abordar suficientemente a comunicação na sala de aula.

A tradição mais antiga da pesquisa observacional em sala de aula é conhecida agora com o nome de “observação sistemática”. Seus pesquisadores iniciais – alguns dos quais eram psicólogos – tentaram categorizar as atividades verbais dos professores com o objetivo aparente de melhorar os resultados do ensino.

(...) Entretanto, algumas críticas sobre a adequação da observação sistemática como método para estudar o “discurso” são pertinentes (...). A mais importante é que este tipo de pesquisa não aborda a comunicação em sala como atividade dinâmica contínua, mas acaba por reduzi-la a categorias de atos verbais distintos (1998, p.15-16).

(ii) A Análise Lingüística do Discurso, que subestimaria/simplificaria, em sua (do autor) visão, excessivamente o conceito de “contexto”.

Diversos problemas metodológicos foram identificados por pesquisadores alheios à lingüística sistêmica que tentaram utilizá-la ou adaptá-la.

(...) Da perspectiva da Psicologia Sociocultural também surgem problemas, porque estas análises lingüísticas tendem a simplificar excessivamente o conceito de “contexto” e subestimam sua importância para a construção de um discurso coerente e coeso (...) (MERCER, 1998, p.17).

(iii) A Etnografia, que seria, conforme Mercer, sensível à cultura e ao contexto:

No final dos anos 60 e início dos 70, a finalidade primordial da Sociologia da Educação emergente na Europa e (mais tarde) nos Estados Unidos era a de “descobrir” a sala de aula como um local de pesquisa (...)

(...) Estudos etnográficos, como a pesquisa de Phillips (1972) com crianças índias americanas, revelaram como a cultura influi na natureza e na qualidade da fala que ocorre entre professores e crianças, marcando o início de uma linha frutífera de pesquisa antropológica na linguagem (Ibidem, p.17)

Observem-se, quanto a este último método, os acentos inter e transdisciplinar dos eventos relatados, porquanto se descortinam os reflexos da pesquisa antropológica tanto na Educação quanto nas Psicologias da Aprendizagem e do Desenvolvimento, dessa feita ressaltando-se o vínculo da fala com o contexto cultural em que se está inserido.

Mercer relata que apenas recentemente surgiu “uma corrente de pesquisa observacional sobre o discurso em sala de aula que pode ser considerada como psicológica” (Ibidem, p.20) e arremata:

Esta linha de investigação tem suas raízes muito espalhadas, tanto para dentro como para fora dos limites estabelecidos da Psicologia. Teórica e metodologicamente, desenvolve-se em muitos campos de estudo alheios à Psicologia, incluindo os mencionados anteriormente (Ibidem, p.20-21).

Ou seja, mesmo assim confirmam-se as (inevitáveis) relações entre campos diversos do conhecimento e a Psicologia no tocante à elaboração de pontos de vista acerca do fenômeno de ensino-aprendizagem, cabendo-nos ressaltar, destarte (porquanto se trata de nosso objetivo maior), a interdisciplinaridade e a transdisciplinaridade que impregnam referidas formulações de idéias.

Outrossim, quando se menciona a construção de significados compartilhados em sala de aula, ou seja, a parceria entre professor e alunos referente a ensino-aprendizagem, entende-se/entendemos que seja possível a introdução de uma variável (transdisciplinar) complementar para a obtenção de resultados mais satisfatórios no que tange aos 4 (quatro) dispositivos/recursos de

acompanhamento e controle mútuo entre professor e aluno citados por Coll e Onrubia (1998), quais sejam (os dispositivos):

- i) Detecção e comunicação imediata por parte do professor e dos alunos de possíveis rupturas ou incompreensões;
- ii) Controles explícitos da parte do professor sobre pontos específicos da informação nova apresentada;
- iii) Acompanhamento pelo professor da realização autônoma pelos alunos de certas tarefas mais ou menos amplas;
- iv) Controle pelo professor da execução dos alunos, após o oferecimento de diversas formas de ajuda individualizada.

A ação docente por intermédio de duplas de professores (mormente as DHP - duplas heterogêneas de professores -, que se constituem em nossa sugestão/variável transdisciplinar) atingiria, assim entendemos, mais plenamente os objetivos correspondentes aos dispositivos acima, porquanto “detecção, comunicação, controle e acompanhamento” são atitudes potencializadas se efetivadas em parceria, ou seja, se executadas por mais de um mediador, havendo ademais um enriquecimento do fazer pedagógico (tanto docente quanto discente) em se tratando de professores/mediadores com formações distintas e complementares, haja vista a possibilidade do estabelecimento de maior quantidade de associações entre os conhecimentos envolvidos no processo.

6.6 Piaget, Vygotsky, Construção do Conhecimento e Transdisciplinaridade:

O contato com o inusitado - o confronto com algo considerado insólito - tende a repercutir, intrapsicologicamente, de modo distinto do sentimento acarretado pela vivência de eventos previsíveis e/ou pertencentes ao rol daqueles que o indivíduo já havia experimentado e absorvido convenientemente. Em se tratando do “novo”, a tendência é processar-se, na mente humana, o fenômeno da “perturbação”. Sob o ponto-de-vista piagetiano, tem-se que as estruturas cognitivas então existentes são insuficientes e/ou inadequadas para o abarcamento ou para a decodificação do fato com o qual o sujeito está a se deparar.

O próprio Piaget afirma, contudo, que uma situação tida como diferente não conduz, necessariamente, a mudanças do estruturamento cognitivo do indivíduo, exemplo não raro quando se trata da relação entre professores e alunos. Nesse sentido, Mortimer e Machado proclamam que:

(...) Há que se considerar como o indivíduo pode reagir a uma perturbação. Piaget, por exemplo, considera que a existência de uma situação potencialmente perturbadora não leva, necessariamente, à superação da idéia inicial. O estudante poderia não reconhecer a perturbação como tal, e sua idéia inicial permaneceria inalterada. Ainda que ele reconhecesse a perturbação, poderia recorrer a hipóteses ad hoc para adaptar a velha idéia ao evento perturbador, evitando mudá-la no essencial (2001, p.112).

A “perturbação” dá-se basicamente quando não se é capaz de prever acertadamente o problema (denotando-se conflitos) ou quando a estrutura cognitiva em questão não o alcança (denotando-se lacunas). Entram em ação, a

partir de tal momento, os chamados “processos de compensação/regulação”, através dos quais o indivíduo tentará estabelecer uma situação de equilíbrio. Ou seja:

O processo pelo qual um indivíduo constrói esquemas de conhecimento e os articula em totalidades é chamado de equilíbrio. Segundo Piaget, a equilíbrio é um processo que é acionado quando o sistema cognitivo de um indivíduo reconhece uma perturbação, gerada pela insuficiência de elementos para resolver uma situação nova (o que caracteriza uma lacuna), ou pelo fato da previsão do indivíduo em relação a determinado evento ou objeto estar em conflito com um fato ou com o resultado de um evento (o que caracteriza um conflito). Em resposta, o sistema cognitivo produz uma série de construções compensatórias (regulação), num processo gradual, que conduz novamente ao equilíbrio. Se o novo estado de equilíbrio conseguiu absorver a perturbação, transformando-a numa variação da estrutura reorganizada, tem-se o que Piaget chama de equilíbrio majorante, já que o novo estado de equilíbrio é melhor que o anterior (MORTIMER & MACHADO, 2001, p.113).

Piaget preconiza a existência de momentos - distintos e sucessivos - correspondentes a etapas de referidos processos (de compensação/regulação), quais sejam: a fase inicial, em que se procura neutralizar a perturbação, ignorando-a ou deformando-a para que não seja reconhecida; a segunda fase, em que se tenta integrá-la ou incorporá-la; e a fase terceira, quando já se é capaz de prevê-la, o que significa não se estar mais diante de um conflito ou de um problema sem solução (MORTIMER & MACHADO, 2001).

Em se tratando da mesma questão, Lev Vygotsky dá ênfase ao aspecto cultural, melhor dizendo, ressalta a importância/necessidade do “outro” e da “linguagem” (vetores interpsicológicos) para o desencadeamento dos processos intrapsicológicos. Embora ambas as correntes, a Piagetiana e a Vygotskyana, não prescindam da concepção de que o meio externo ao indivíduo é fator relevante

para a consecução dos objetivos cognitivos, quer dizer, para a construção dos conhecimentos, observa-se haver quanto a este último ideário, contudo, uma defesa mais enérgica da influência cultural do que no tocante aos prosélitos da primeira perspectiva.

Poder-se-ia coadunar as idéias de perturbação, acomodação, assimilação e equilíbrio (voltadas para a ênfase da ação psicológica/subjetiva no processo construtivo do conhecimento), de um lado, com a crença na aprendizagem vinculada sobremaneira à importância do elemento social (ZDP, mediação etc.), de outro lado? Após investigações em torno das falas (da professora e dos alunos) ocorridas em uma aula de ciências marcada por conflito cognitivo intencionalmente criado nos estudantes (qual seja: “por que o gelo, sendo sólido, flutua na água líquida?”), onde a linguagem, a troca de idéias, enfim, a interação sujeito-mundo mediada por alguém mais competente (no caso, a professora) foram essenciais para o atingimento do estágio de compreensão do fenômeno gerador da perturbação, Mortimer e Machado afirmam/afirmaram que:

A análise do episódio revelou que a perturbação e sua constatação pelos alunos foram laboriosamente construídas com o auxílio da professora, por meio do estabelecimento de uma zona de desenvolvimento proximal (ZDP, Vygotsky, 1984), na qual a professora dá suporte à construção da perturbação pelos alunos, nos moldes do que Bruner (1985) define como “Scaffolding Learning”. Pode-se considerar, portanto, que as construções compensatórias construídas no episódio analisado não são frutos da equilíbrio de um sistema cognitivo interno, individual e solitário, como descreve Piaget em sua teoria, mas da interação discursiva em sala de aula (2001, p.127)

Certamente a aprendizagem é um ato social. Afinal, sem mediação e sem objeto, não haveria ”como” nem “o que” (o sujeito) internalizar.

Outrossim, no que diz respeito a tais perturbações, as quais, se bem trabalhadas, prenunciam progressos cognitivos, observa-se que, na seara escolar, em função da separação das disciplinas (onde Matemática, História, Artes etc. são vividas pelos alunos de forma fragmentada e isolada), não se experimentam problemas (e soluções respectivas) que envolvam associações entre conhecimentos pertencentes a campos “tidos como distintos”. No entanto, o mundo extra-escolar é marcado pela complexidade. Suas miríades de elementos estão em permanente intercâmbio, não havendo, ademais, o todo sem as partes nem as partes sem o todo. É infrutífero, pois, um ensino que não torne essa realidade evidente para o aprendiz. O fomento, no âmbito escolar, de situações/problemas transdisciplinares desencadearia perturbações cuja solução pelos alunos (subsidiados pelo incontestável agente de mediação, qual seja o “outro” - e/ou a “linguagem” -, verdadeira porta do/para o mundo) estreitaria os laços entre a escola e a vida, na qual (a vida) tudo se encontra unido e, concomitantemente, integrado ao/a um conjunto maior.

6.7 Uma Alternativa para os “Obstáculos” que Afetam os Processos de “Significação”:

O fazer pedagógico visa, grosso modo, ao aperfeiçoamento/progresso cognitivo, o que denota, utilizando-se terminologias outras, a internalização/construção de pensamentos verbais, que é desencadeada pelas

dinâmicas interpsicológicas de que participa o indivíduo/aprendiz no contexto escolar.

A díade ensino-aprendizagem é vista também como agente transformador de incorreções em acertos, e ressalte-se que, não obstante a consciência quanto aos “erros discentes” sob o aspecto psico-cognitivo (imprescindível para que se façam diagnósticos acerca do pensamento e da evolução do aluno), há que se dispensar, igualmente, a devida atenção às dificuldades e aos erros enquanto consequência(s) de métodos de ensino ineficazes, ou seja, faz-se mister analisá-los sob o ponto de vista didático-pedagógico (PINTO³⁵ & FIORENTINI³⁶, 1997).

Outrossim:

A importância do estudo dos erros do professor, em processos de aula, já havia sido apontada por FREUDENTHAL, em 1987, no Canadá, durante o 39º CIEAEM³⁷, que tinha como tema central “O papel do erro no ensino e aprendizagem de Matemática” (Ibidem, p.48)

O universo dos erros abrange/inclui o que se nomeia de “obstáculos”, a exemplo dos conhecimentos derivados de explicações excessivamente simplificadas - as quais são/foram levadas a efeito pelo professor/mediador com a intenção de facilitar o processo de aprendizagem em certo momento -, mas que (tais conhecimentos) se mostram inapropriados e/ou dificultadores quando da tentativa, pelo estudante, de construções cognitivas posteriores.

³⁵ Renata Anastácio Pinto é integrante do Grupo de Pesquisa CEMPEM-PRAPEM.

³⁶ Dario Fiorentini é docente do Departamento de Metodologia de Ensino da Faculdade de Educação da UNICAMP e coordenador do Grupo de Pesquisa CEMPEM-PRAPEM.

³⁷ Commission Internationale pour l'Étude et l'Amélioration de l'Enseignement des Mathématiques.

O termo obstáculo foi introduzido na literatura por Gaston Bachelard, em 1938. Segundo ele, ao se investigar as condições psicológicas do progresso da ciência, chega-se à convicção de que o problema do conhecimento científico deve ser colocado em termos de obstáculos. (...) BROUSSEAU (1983), ao discutir sobre o erro em matemática, apropria-se da noção bachelariana de obstáculo e a estende para a Educação Matemática (PINTO & FIORENTINI, 1997, p.62).

Pais assevera que:

Bachelard observou que a evolução de um conhecimento pré-científico para um nível de reconhecimento científico passa, quase sempre, pela rejeição de conhecimentos anteriores e se defronta com um certo número de obstáculos. Assim, esses obstáculos não se constituem na falta de conhecimento, mas, pelo contrário, são conhecimentos antigos, cristalizados pelo tempo, que resistem à instalação de novas concepções que ameaçam a estabilidade intelectual de quem detém esse conhecimento (2002, p.39).

E prossegue:

Devido ao caráter específico do contexto histórico das ciências, em que surgiu a noção de obstáculo epistemológico, no plano pedagógico é mais pertinente se referir à existência de *obstáculos didáticos*. Os obstáculos didáticos são conhecimentos que se encontram relativamente estabilizados no plano intelectual e que podem dificultar a evolução da aprendizagem do saber escolar (Ibidem, p.43-44).

Ademais, “(...) Os obstáculos de origem didática estão diretamente envolvidos com as escolhas metodológicas feitas pelos professores, em função do modelo de ensino adotado/construído” (PINTO & FIORENTINI, 1997, p.63).

Os obstáculos são representativos de uma barreira/oposição à devida compreensão/construção dos “significados” (os quais são, por definição, estritos/estáveis/precisos) e dos “sentidos” (equivalentes ao somatório dos eventos psicológicos gerados pela palavra, abrangendo em seu bojo os próprios significados) que compõem a significação (Ibidem).

As atitudes de reflexão e de pesquisa, se adotadas pelo mediador antes (do), durante (o) e após o ato pedagógico, serão/seriam importantes para a prevenção e/ou para a eliminação de erros/obstáculos e de dificuldades de ensino e de aprendizagem.

Outrossim, o ministério de aulas por duplas, ou por conjuntos maiores de professores com formações em campos distintos, além do seu valor transdisciplinar em potencial (posto que será/seria privilegiada - tal é a nossa proposta - a tecedura de vínculos entre os conhecimentos/conteúdos de disciplinas diferentes, bem como de laços entre tais elementos e a totalidade, procurando-se com isso melhor traduzir a realidade da natureza / do mundo), contribuiria para a ampliação docente da vigilância (que seria mútua), da sensibilidade/percepção, dos *feedbacks* e da reflexão com vistas à evitação e/ou à eliminação/superação de tais obstáculos e dificuldades.

6.8 O Papel das “Previsões Discentes” na Construção do Conhecimento em Sala de Aula:

A prática científica é caracterizada pela emissão de idéias/opiniões, no formato de hipóteses, a fim de se poder explicar, de maneira plausível, os aspectos inerentes a certo objeto de estudo. Outrossim, as inferências dos pesquisadores/investigadores costumam basear-se em conhecimentos por eles já adquiridos, os quais, tidos como referenciais razoáveis, tendem a conduzi-los (essa é a expectativa!) a resultados igualmente racionais.

O processo de ensino-aprendizagem pode ser melhor concretizado se estiver condizente com semelhante ótica, ocupando os alunos, através da pesquisa estudantil, uma posição de sujeitos mais ativos do conhecimento, indivíduos que, ao se depararem com aspectos para eles inusitados, estariam a fazê-lo com postura investigativa, reconstruindo, mediante sua ação subjetiva, o patrimônio cultural que a escola lhes descortina. Agem/agiriam, pois, como verdadeiros cientistas diante do desconhecido. Contudo, a regra da atual realidade educacional é a valorização de um ensino marcado por mera transmissão de conteúdos pelo professor e por ausência de diálogo construtivo/criador entre este e a turma de alunos. A mudança rumo a uma prática pedagógica nos moldes do “fazer científico” passa, evidentemente, pela retificação da postura do profissional do magistério. Trata-se, portanto, de haver incentivo/estímulo à elaboração de previsões/hipóteses pelos alunos, em delineamento de um caminhar efetivamente científico.

Quanto ao aproveitamento de vivências discentes anteriores (conhecimentos acumulados) para o atingimento de tal objetivo, destaca-se que:

(...) A ênfase da professora em fazer uma previsão sobre o resultado de uma experiência, antes de realizá-la, pode ser considerada como uma tentativa de aproximar as finalidades dos estudantes da sua própria perspectiva do que constitui fazer ciência na escola, ou seja, de fazer que eles considerem a experiência como uma oportunidade para confirmar ou refutar a sua compreensão atual, não permitindo que o comportamento dos estudantes se oriente por idéias de simplesmente “ir à aula” ou “passar o tempo”.

(...) Ao fazer uma previsão nos concentramos num tipo de teorização, já que analisamos nossas próprias crenças sobre o fenômeno em questão e as relacionamos com qualquer outro conhecimento que tenhamos que seja relevante para os possíveis resultados da experiência (WELLS, 1998, p.123-124).

Na mesma linha de raciocínio, Candela assevera:

(...) Um fenômeno que tenho interesse em destacar: a necessidade que as crianças têm de fazer uso da sua experiência para construir um significado do conteúdo que lhes permita responder algumas perguntas sobre as atividades. Isto ocorre mesmo que o processo seja coordenado pelo docente e exija uma resposta específica. Em outras palavras, podemos dizer que a lógica da interação com o professor exige respostas que, às vezes, os alunos retiram das pistas indicadas no discurso docente, mas, em outros casos, requerem uma construção sobre o significado do conteúdo que somente é possível se as crianças fizerem uso da sua experiência (1998, p.154)

A atividade educativa, mesmo estando em conformidade com os preceitos necessários à sua correta inserção e manutenção na ZDP (zona de desenvolvimento proximal) do aluno, ou seja, mesmo denotando empenho/esforço do professor para que os aprendizes, por fim, dominem conhecimentos e habilidades que, *a priori*, só demonstravam mediante o auxílio docente, parece adquirir maior sentido quando acompanhada da observância ao modelo de trabalho pedagógico indicado nos parágrafos anteriores. Isso posto, as concepções vygotskianas de “mediação”, de “relevância instrumental da linguagem” e de “ZDP” harmonizam-se com um (e/ou incluem um) ensino-aprendizagem que valoriza o papel das “previsões discentes” na (re)construção cognitiva.

Tal postura construtiva/criadora, permitindo aos alunos a elaboração de hipóteses a partir daquilo que já conhecem e consideram relevante, favorece, não raro, manifestações transdisciplinares, em função da diversidade de dados e de pensamentos (associáveis entre si e com o restante) que podem surgir quando de tais previsões. Além do mais, um ensino conforme o proposto neste tópico e que fosse, de antemão, acrescido (propositadamente) de transdisciplinaridade elevaria

a capacidade de formulação de hipóteses/previsões pelo alunato, posto que a visão transdisciplinar bem desenvolvida dá margem a um maior e melhor poder de estabelecimento de vínculos/relações entre conhecimentos diversos e, por conseguinte, possibilita enriquecimento quantitativo e qualitativo da gama de previsões realizáveis pelo estudante. Tem-se, então, que as duplas heterogêneas de professores, ao fomentarem a consecução da transdisciplinaridade, acabam facilitando (ou preparando terreno para) a implementação bem sucedida de propostas pedagógicas voltadas à criação/construção de previsões/hipóteses discentes.

7 A MODELAGEM, A MODELAGEM MATEMÁTICA E A TRANSDISCIPLINARIDADE

O ato de modelar é um processo que culmina com a representação/(re)construção de elementos/objetos ou com a previsão de eventos/comportamentos (não deixando, neste último caso, à semelhança do primeiro, de haver representação/(re)construção de alguma coisa). Certamente se faz presente desde os primórdios do homem: As pinturas rupestres, que estão entre as obras artísticas mais remotas de que se tem notícia, são indicativas de cenas da vida cotidiana de nossos ancestrais, constituindo-se, pois, em modelos daquilo que eles consideravam como seu mundo.

A modelagem é atividade imanente aos seres humanos, podendo assumir função essencial quanto à manutenção e ao conforto de seus usuários, a exemplo da proteção da roupa, que faz as vezes de uma pele mais espessa contra as intempéries; ou do auxílio dos óculos, “verdadeiros” olhos para aqueles cujos olhos contêm imperfeições; ou da defesa das armas, substitutas das garras/presas de que não mais dispomos - em função de nossa evolução - contra o perigo; dentre outros exemplos simuladores de (e/ou “inspirados em”) elementos/objetos naturais.

Biembengut e Hein salientam que:

A criação de modelos para interpretar os fenômenos naturais e sociais é inerente ao ser humano. No entender de Granger (1969), o modelo é uma imagem que se forma na mente, no momento em que o espírito racional busca compreender e expressar de forma intuitiva uma sensação, procurando relacioná-la com algo já conhecido, efetuando deduções. Tanto que a noção de modelo está presente em quase todas as áreas: Arte, Moda, Arquitetura, História, Economia, Literatura,

Matemática. Aliás, a história da ciência é testemunha disso! O objetivo de um modelo pode ser explicativo, pedagógico, heurístico, diretivo, de previsão, dentre outros.

Na verdade o ser humano sempre recorreu aos modelos, tanto para comunicar-se com seus semelhantes como para preparar uma ação. Nesse sentido, a modelagem, arte de modelar, é um processo que emerge da própria razão e participa da nossa vida como forma de constituição e de expressão do conhecimento (2000, p.11).

Pode-se afirmar, num (feliz) arroubo filosófico, que o somatório dos conhecimentos produzidos por nossa civilização constitui-se em um (ou abrange um) modelo-mor com o qual o homem pretende(u) representar e/ou (re)construir o universo, e, como acontece com este (o universo) e com o seu desenvolvimento/desenrolar, trata-se a modelagem de processo impregnado de complexidade, porquanto, ao modelarmos uma dada situação ou um certo objeto, nós estaremos com frequência a relacionar entre si (com o intuito de melhor compreender a realidade/totalidade em questão) campos distintos do conhecimento (sejam, por exemplo, Matemática e Física, Economia e História, Arte e Anatomia, Neurologia e Eletrônica etc., ou até elementos/subconjuntos de uma mesma disciplina, como - na Matemática - Funções e Geometria) que, mediante referidas interligações, permitirão um fabuloso vislumbre da rede (nada trivial) de conexões a que as informações, geralmente à revelia da consciência da maior parte dos indivíduos, podem ser submetidas.

Entre as possibilidades de modelagem, destacamos aquela traduzida pelo ato de se matematizar um objeto ou uma dada situação. Segundo Bassanezi:

A modelagem matemática consiste na arte de transformar problemas da realidade em problemas matemáticos e resolvê-los interpretando suas soluções na linguagem do mundo real. (...) A modelagem pressupõe multidisciplinaridade. E, nesse sentido, vai ao encontro das

novas tendências que apontam para a remoção de fronteiras entre as diversas áreas de pesquisa (2002, p.16).

A partir da idade moderna, houve um estreitamento dos laços entre a Matemática e as (demais) ciências, particularmente a Física e a Astronomia/Astrofísica. Já estão deveras matematizadas ciências outras, como a Química, e, a cada dia que passa, observa-se uma utilização paulatinamente mais intensiva do instrumental matemático em campos diversos, a exemplo da Biologia, da Economia etc. Nesse sentido, Bassanezi assevera que:

Pode-se dizer que as ciências naturais como a Física, a Astrofísica e a Química já estejam hoje amplamente matematizadas em seus aspectos teóricos. As ciências biológicas, apoiadas inicialmente nos paradigmas da Física e nas analogias conseqüentes, foram ficando cada vez mais matematizadas. Nesta área, a matemática tem servido de base para modelar, por exemplo, os mecanismos que controlam a dinâmica de populações, a epidemiologia, a ecologia, a neurologia, a genética e os processos fisiológicos (2002, p.19).

E arremata:

Não se pode dizer que a modelagem matemática nas ciências sociais já tenha conseguido o mesmo efeito, comparável em exatidão, com o que se obteve nas teorias físicas. No entanto, a simples interpretação de dados estatísticos tem servido, por exemplo, para direcionar as estratégias de ação nos meios comerciais e políticos. A Economia utiliza um forte aparato matemático para estabelecer as teorias da concorrência, dos ciclos e equilíbrios de mercado (Ibidem, p.19).

Na esfera educacional, onde lamentavelmente (ainda) impera o trabalho docente fragmentado, o aluno estuda, digamos, Química sem imaginar a riqueza multicultural que subjaz a (ou que pode ser engendrada em torno de) essa disciplina, e tal ignorância cobrará elevados tributos, a exemplo da dificuldade de

construção de liames entre as equações químicas estudadas na escola e a vida extra-classe desse aluno. Frise-se que tais processos (os químicos) estão mais presentes em seu cotidiano do que ele imagina (correndo, ademais, o grave risco de continuar a não imaginá-lo, em consequência da educação compartimentalizada que se lhe dispõe). Acrescente-se a isso a equivalente ineficiência (no sentido da busca da transdisciplinaridade) que ora se faz sentir no ministério das demais matérias e/ou disciplinas escolares, e o “aprender a aprender”, tão prezado por nossa Pedagogia, talvez ainda não passe, para muitos estudantes, como o nosso hipotético(?) aluno de Química, de uma utopia. Conclui-se então que a fragmentação dos conhecimentos, denotando dificuldade de se marchar rumo a uma consciência transdisciplinar, ajuda a potencializar a separação entre escola e vida.

O uso da modelagem na escola requer(erá), contudo, criação de vínculos entre conhecimentos (aparentemente) isolados, alimentando o prazer intelectual, porquanto a tecedura de elos entre informações que compõem nosso arcabouço cultural é ação que tende a irmanar-se à realidade da natureza / do mundo, a qual (a referida realidade) é célebre por instigar a curiosidade do alunado. Biembengut e Hein declaram que:

A modelagem matemática, atualmente usada em toda ciência, tem contribuído sobremaneira para a evolução do conhecimento humano seja nos fenômenos microscópicos, em tecnobiologia, seja nos macroscópicos, com a pretensão de conquistar o universo (...).

No dia-a-dia, em muitas das atividades é “evocado” o processo de modelagem. Basta para isso ter um problema que exija criatividade, intuição e instrumental matemático. Nesse sentido, a modelagem matemática não pode deixar de ser considerada no contexto escolar (2000, p.17).

No processo de modelagem, o estudante, ao buscar construir as necessárias relações entre conhecimentos distintos, terá que transitar com frequência por disciplinas diversas. Dados afetos ao cotidiano urbano, como, por exemplo, o número de veículos que trafegam em uma grande cidade e a quantidade de seus habitantes, se os compararmos entre si nos últimos (digamos) dez anos, permitirão, através da Matemática e de alguns outros campos de conhecimento, projeção/antevisão de acontecimentos, possibilitando, inclusive, a tomada de medidas práticas com vistas à manutenção e/ou à elevação da qualidade de vida da população. Temos aí um problema de modelagem envolvendo Geografia, Saúde, Meio Ambiente, Estatística e Matemática. Surge, contudo, uma indagação: Como interligar tais conhecimentos - posto que são diversos e pertencem a disciplinas variadas - para levar ao estudante, durante aulas como essa, uma visão mais próxima da realidade à sua volta, a qual se constitui em complexa rede de elementos associados entre si e com o todo? Ora entra em cena nossa proposta de ensino ministrado por duplas heterogêneas de professores. Tratando-se de profissionais do magistério com formação em campos diferentes, daí o termo “heterogêneas”, poderiam eles, no ato pedagógico, o qual seria vivido concomitantemente, e na mesma sala de aula, por ambos (daí a expressão “duplas (...) de professores”), efetivar um compartilhamento (entre eles, e entre os alunos e eles) de conhecimentos e de experiências complementares, com o intuito de ligar o que está/estivesse (em nossas mentes) fragmentado, possibilitando uma representação/reconstrução mais fidedigna do mundo.

Na visão transdisciplinar moriniana, admitem-se diversidade e união. Apoiamo-nos em tal princípio, bem como no fato de que o conhecimento acumulado pela humanidade cresce mais velozmente a cada dia que passa, para a preconização de um trajeto com início nas disciplinas escolares (que entendemos serem inevitáveis, haja vista a citada progressão quantitativa do conhecimento e, por conseguinte, sua necessária organização), passando a seguir pelas DHP, que se incumbiriam das interligações (das disciplinas e/ou dos conhecimentos) com vistas a um objetivo maior, qual seja a consecução de uma cultura discente mais abrangente, permitindo compreensão menos limitada da teia da natureza / do mundo, cujos pontos distintos unem-se uns aos outros e ao(s) conjunto(s) que os abarca(m).

Entendemos, portanto, que a prática docente da modelagem tornar-se-ia mais suave, menos tortuosa para quem a ministra (e mais completa/plena para quem a aprende/aprende), se tal ministério ocorresse por meio de duplas ou, eventualmente, através de mais de dois professores, com competências e habilidades distintas, no mesmo espaço-tempo pedagógico.

8 QUANDO SE É TRANSDISCIPLINAR?

A dificuldade, tanto docente quanto discente, de estabelecer vínculos entre os elementos de disciplinas escolares diferentes (dificuldade que se estende à tentativa de alcance de uma consciência razoável/aceitável acerca da totalidade, bem como acerca das relações que há, ou que podem ser criadas, entre esse “todo” e tais elementos/disciplinas) é reflexo da contínua fragmentação que vem acometendo os conhecimentos engendrados pela humanidade. Tal compartimentalização justifica-se pelo fator quantitativo, ou seja, pelo crescimento do volume e da velocidade da produção cultural, especialmente a partir da Idade Moderna.

Em se tratando dos agentes determinantes das características (o quê? como? para quê? etc.) dos conteúdos a serem trabalhados, é inegável, outrossim, o influxo exercido por sistemas filosóficos, tanto contemporâneos quanto pregressos, sobre a seara escolar, inclusive no que tange à maior ou à menor valorização (aspecto hierárquico) desta ou daquela disciplina.

Como exemplo de referida realidade/influência, citemos o pensamento cartesiano, originado no século XVII, precursor e fomentador/norteador de outras visões de mundo ainda hoje presentes e marcantes, sobremaneira nas sociedades ocidentais. Tal sistema fundamenta(va)-se na “separação” entre sujeito e objeto, no “isolamento” dos diversos campos de estudo e na “determinação”, via razão, do comportamento da natureza. As idéias de Descartes repercutiram, a partir de então, no pensamento da comunidade científica e na elaboração dos conteúdos escolares/disciplinares. A sua crença na Matemática como “seiva” que alimentaria

os ramos da árvore do conhecimento (cujas raízes seriam a Metafísica, e o tronco, a Física) refletiu-se na configuração hierárquica disciplinar que passou a vigorar subsequentemente, permitindo seu (da Matemática) estabelecimento em patamar privilegiado, se comparada às demais disciplinas/matérias, representando, conforme essa concepção, o “meio de manifestação”, ou melhor, a “linguagem” das ciências.

Ainda no âmbito do reflexo do espírito filosófico sobre a construção de currículos/disciplinas escolares, cumpre destacar o papel do Positivismo (nascido no século XIX), corrente que defendia/defende a superioridade da ciência sobre todas as demais formas de compreensão humana da realidade (palavras-chave: objetividade, determinismo e fragmentação). Segundo Auguste Comte, as disciplinas fundamentais (Ordenação Comteana) seriam 6 (seis): Matemática, Astronomia, Física, Química, Biologia e Sociologia, constituindo-se a Matemática no princípio/pilar e a Sociologia no fim/ápice.

No que concerne às mencionadas influências/repercussões, Machado³⁸ afirma que:

(...) toda organização disciplinar é resultante de uma reflexão mais abrangente, de natureza epistemológica, no interior de um sistema filosófico que prefigura, em grandes linhas, o tom e a cor de cada componente.

Nenhum filósofo que tenha efetivamente considerado a questão do conhecimento em sentido amplo, das formulações teóricas às ações educacionais mais incisivas, logrou escapar de algum tipo de classificação das ciências. Isoladamente, cada disciplina expressa relativamente pouco e é de interesse apenas de especialistas; no corpo sintético de uma classificação, amparadas em ordenações e posições relativas, expressam seguramente muito mais. Para explicitar este fato, bastaria considerar o significado da Matemática no seio do Trivium (Lógica, Gramática, Retórica) e do Quadrivium (Aritmética,

³⁸ Nílson José Machado é professor da Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo.

Geometria, Astronomia, Música), na formação do homem grego, ou sua insipidez na maior parte dos currículos atuais.

Ainda que tal fato pareça consensual, a parcimônia com que a interdependência disciplina/sistema tem sido tratada sugere a necessidade de uma exploração um pouco mais detida (2001, p. 118-119).

Tem-se, pois, que os critérios de ordenação/hierarquização das disciplinas e de definição dos conhecimentos que as compõem são permanentemente impactados pelo fator em questão, qual seja o filosófico.

No sentido de se fazer oposição à “distinção” desacompanhada da “associação/união” entre conteúdos (“desunião” que se constitui em herança dos modos de pensar - cartesiano e comteano - a que acabamos de nos referir), tende-se hoje a construir vínculos entre os diversos conhecimentos/elementos, buscando-se a visão de união e de totalidade, haja vista a transdisciplinaridade revestir-se de notório valor dentro do paradigma atualmente vigente (o que reforça a manutenção/continuidade da influência imposta pelos sistemas filosóficos, os quais ora se adornam com características outras, a exemplo do pós-modernismo e/ou da teoria da complexidade). Para tanto, é claro que não podemos deter-nos na crença dos conhecimentos como sendo delimitados unicamente pelas disciplinas estabelecidas/convencionadas, em especial as escolares. Essa é, evidentemente, uma concepção pueril, porquanto, em se tratando da validação/oficialização de certa disciplina, muita informação há que fica(rá) de fora. É, então, essencial que a atividade docente que pleiteie estar em efetiva consonância com os moldes transdisciplinares possa, quando necessário, fazer uso de conhecimentos outros, que não os formais/disciplinares.

Em tom de crítica, Machado assevera que:

De fato, o confronto de docentes que não consentem em abandonar seus objetos e pontos de vista, ou a fixação de um tema gerador em torno do qual borboletearão as diversas disciplinas podem ser a caracterização mais freqüente, ainda que simplificada, das tentativas de implementação de ações interdisciplinares, e isso parece claramente insuficiente. A solidariedade e as concessões necessárias para a constituição de um novo objeto ainda são bastantes (2001, p. 117-118).

De um lado, tal afirmação, quando constatada a mera justaposição dos conteúdos em questão, certamente é repleta de substância. De outro lado, acreditamos ser possível que, fazendo-se uso dos citados “confrontamentos de docentes”, assim como das ditas “fixações de temas geradores”, possa-se ascender além do nível disciplinar, mesmo que se trabalhe a partir das, entre as e através das próprias disciplinas, pois nelas há, evidentemente, uma grande variedade de conhecimentos a ser explorada e interligada, o que valida referidas práticas pedagógicas (“confrontamentos de docentes” e “temas geradores”) como caminhos para o atingimento da inter e/ou da transdisciplinaridade. O bom resultado, nesse sentido, acontece pelo estabelecimento do diálogo (condição *sine qua non*) entre as matérias/disciplinas, em vez da mera justaposição de umas sobre as outras. Para tanto, o papel docente é fundamental. Aliás, é importante ressaltar a possibilidade da consecução de um efeito igualmente transdisciplinar por mais que não haja o “confrontamento de docentes” ou o estabelecimento de “temas geradores”. Mesmo um único professor (inexistindo, portanto, confrontamentos/interfaces com outros profissionais do magistério), durante uma aula convencional, utilizando quadro-negro e giz, pode ser capaz de levar o aluno a tecer uma série de relações entre os conhecimentos diversos, bem como entre

eles (os conhecimentos) e a “totalidade” (fato que depende unicamente de seu – do professor – talento pedagógico, de seu cabedal de informações e do grau de sua consciência complexa), elaborando, então, uma visão mais fiel, menos distante da realidade da natureza / do mundo.

O que se deve questionar não são os “confrontamentos docentes” e/ou as práticas com “temas geradores”, porém a maneira como tais processos são tratados pelos seus artífices (os professores). Por oportuno, frisamos (ou melhor, reafirmamos) nossa defesa de uma ação que busque a transdisciplinaridade através do que chamamos de “duplas heterogêneas de professores”, caracterizadas pelo trabalho conjunto e concomitante, portanto no mesmo espaço-tempo pedagógico, de dois professores de disciplinas distintas, os quais, junto com o corpo discente, e a partir do contato entre os respectivos campos (por exemplo, Matemática e Artes), construiriam e/ou descortinariam uma série de relações. A vantagem de citada estratégia consiste na complementação de informações, visto ser difícil o domínio, por um mesmo professor, de conteúdos afetos a matérias/disciplinas distintas. Buscar-se-ia criar vínculos entre elementos/conhecimentos (escolares ou não), bem como ligações entre estes e o todo. Trata-se aí de serem valorizadas as partes, as suas interligações e, também, as relações entre o todo e as referidas partes, o que tenderia a conduzir o estudante a uma visão mais próxima da realidade da natureza / do mundo.

Corroborando nossa idéia de que são possíveis as práticas transdisciplinares (mesmo) quando se trabalha a partir das disciplinas (sem querermos descartar, é bom frisar, as atividades que busquem associações entre

conhecimentos não necessariamente contemplados pelos limites disciplinares),

Machado afirma que:

Numa analogia com os relacionamentos funcionais no estudo dos fenômenos naturais, é tão verdadeiro que nem todos os fenômenos podem ser expressos por funções lineares quanto o é que nenhum fenômeno pode ser funcionalmente descrito sem referência aos processos lineares. Tal referência pode se dar com o instrumental do Cálculo Diferencial; mediata ou imediatamente, no entanto, as funções lineares estarão presentes.

No que tange às disciplinas, por mais que se pretenda valorizar a imagem alegórica da teia de significações, a ser desenvolvida de modo contínuo e permanente a partir da proto-teia com que todos aportamos à escola, sempre será necessário um mapeamento para ordenar e orientar os caminhos a seguir, sobre a teia. Literal e metaforicamente, para navegar na rede é preciso ter-se um projeto, ter-se um rumo e um mapa na mão. O quadro de disciplinas desempenha sempre o papel de um mapeamento da rede.

A rede, portanto, não subestima o papel das disciplinas e, em múltiplos sentidos, a escola será sempre um espaço propício ao trabalho disciplinar (2001, p. 134).

Ser transdisciplinar denota, sobretudo, um estado de espírito que não se deixa limitar por eventuais obstáculos (a exemplo da dificuldade de vislumbre da - ou de uma - totalidade, decorrente, entre outros motivos, da excessiva fragmentação que se apossa gradualmente dos conhecimentos). Tal postura equivale à da pessoa que, mesmo presa/cativa, tem a sua alma livre e “borboleteando suavemente” acima das superficialidades. Os grilhões não impedem o vôo da mente. As disciplinas não restringem necessariamente a consciência transdisciplinar, porquanto (consoante Edgar Morin) se pode ir das partes ao todo e também do todo às partes.

9 CONCLUSÃO

A coerência de uma proposição é avaliada segundo sua adaptabilidade às idéias vigentes e, eventualmente, conforme progressos teóricos e/ou práticos que possa desencadear. O sistema filosófico que defendemos preconiza a igual realidade da diversidade e da união, o que demanda levar em consideração, na mesma medida, as particularidades, os liames e, por conseguinte, a totalidade.

Ora, sendo o infinito subjacente à totalidade, esta jamais será plenamente alcançada pela razão e/ou pelas obras humanas. Contudo, caminhamos constante e gradualmente (fenômeno que se tem verificado em nossa espécie desde os seus primórdios) rumo a novos horizontes, o que demonstra a perseverança da humanidade em manifestar níveis culturais sucessivamente melhor elaborados, apesar de o universo não ser, ratificamos, passível de representação cabal e fidedigna por nossas construções/modelos.

Isso posto, retomemos a indagação-mestra do presente trabalho (“Como os professores devem agir para fomentar a elevação da visão de união e de totalidade de conhecimentos dos atuais alunos de Matemática da educação pública municipal de jovens e adultos de Belém, Pará?”) e notemos que a proposição levantada (qual seja a ação pedagógica/transdisciplinar dirigida por DHP), não obstante o quê de inalcançabilidade da complexidade da natureza, tem consistência (assim cremos) para nos fazer avançar, reduzindo as dimensões do fosso existente entre os atuais limites de nossa mente e a consciência de totalidade, porquanto se trata da propositura de criação de vínculos, tanto entre os conhecimentos, quanto entre

estes e o todo, denotando um “tecer em conjunto” semelhante ao verificado na realidade da natureza / do mundo.

A premência de (r)estabelecimento da visão transdisciplinar justifica-se, outrossim, em função da compartimentalização resultante do acúmulo contínuo (trata-se, reiteramos, de processo (histórico) que se faz sentir há milênios, (mas) cuja intensificação ocorreu após a Idade Média) de dados/elementos culturais. É espantosa a constatação de que, individualmente, absorvemos cada vez mais informações acerca de assuntos progressivamente mais estritos, sem, entretanto, conseguirmos (em função dos fragmentos serem cada vez mais numerosos) ligar os elementos desse (com esse) conjunto. Sendo a natureza caracterizada pela tríade moriniana distinção-união-incerteza (à qual se ajusta a seguinte premissa: “não se pode conceber o todo sem as partes, nem as partes sem o todo”), urge que nossas manifestações culturais não sejam alheias a esse fato. Torna-se, pois, mister uma ação pedagógica que realce os elementos, o conjunto e as conexões, sob pena de se transformar em prática artificial, distante de uma visão razoável do comportamento incerto / não-determinístico da natureza.

A alternativa transdisciplinar que propalamos harmoniza-se igualmente com os ditames da Psicologia Sócio-Interacionista. Por um lado, a relação entre sujeito, mediador e objeto, que é assunto central no ideário vygotskyano (o qual valoriza sobremaneira o aspecto social no que tange à evolução cognitiva do indivíduo), pode ser interpretada como uma confirmação da tríade complexa distinção-união-incerteza. Por outro lado, “duplas heterogêneas de professores”, em função das vantagens advindas do agrupamento de profissionais com

formações diferentes (valendo o dito popular: “duas cabeças pensam melhor do que uma só”), teriam sensibilidade dobrada/multiplicada no que diz respeito à inserção e à manutenção corretas da atividade pedagógica na ZDP do aluno. Outrossim, a ocorrência de obstáculos de aprendizagem tenderia a ser menos freqüente se a mediação fosse levada a efeito por dois professores (dada a possibilidade da constante vigilância docente mútua com o intuito de evitá-los - os obstáculos - ou então de reduzir-lhes a aparição), o que nos remete ao dito popular em epígrafe. Além do mais, o exercício discente de previsões, com vistas à superação de perturbações cognitivas, tornar-se-ia mais rico se as atividades escolares fossem permeadas pela consciência transdisciplinar, denotativa de um leque de possibilidades criativas mais amplo. Ressaltamos também que as DHP, dada sua vocação para a confecção de relações entre itens distintos, oportunizariam a elaboração de múltiplos laços entre conceitos cotidianos e sistematizados, permitindo melhor compreensão da subida concreto-abstrato (descontextualização) e da descida abstrato-concreto (contextualização), o que nem sempre se constitui em objetivo de relevo das ações pedagógicas tradicionais.

Ao adentrarmos no campo da modelagem matemática, não nos podemos furtar de proclamar seu caráter extremamente transdisciplinar, pois a referida tendência educacional trata da (busca da) resolução (com instrumental matemático) de questões/problemas que requerem, para tanto, o auxílio de múltiplas disciplinas, a exemplo da Física, da Química, da Biologia, da Economia etc. (unindo-as, atravessando-as e ultrapassando-as), resultando, com freqüência, na elaboração de antevisões comportamentais razoáveis, e mesmo notáveis, acerca

de eventos naturais, o que comprova, destarte, o quão lógica é a articulação de informações distintas, coerência somente possível em função de o edifício cultural humano ser uma construção que significa / que abrange a sua (do homem) representação da natureza / do mundo, cujos elementos integrantes (da natureza / do mundo) acham-se interligados. Também a modelagem poderia beneficiar-se das “duplas heterogêneas de professores”, porquanto a produção de determinados vínculos entre conhecimentos distintos ultrapassa os limites de uma formação individual, demandando-se, pois, o auxílio benfazejo de outro(s) docente(s), com formação(ões) diferente(s) e complementar(es), tendo em vista a solução do problema, fato (a solução conjunta pelos professores) que, uma vez levado a efeito durante a própria aula, perante os (e com a participação dos) alunos, ajudá-los-ia quanto à confirmação de que o aglomerado de conhecimentos engendrados pela humanidade, tal qual o mundo/universo, é (reiteramos) uma rede com inumeráveis conexões. São, portanto, deveras oportunas as seguintes palavras de Morin:

Considere a questão chave para nós, o homem, o ser humano, com seu caráter evidentemente psicológico, cultural, espiritual, e seu lado biológico, natural, cerebral. Essas duas vertentes são completamente separadas, é preciso ir a duas faculdades ou universidades diferentes para compreender estes dois aspectos ou, então, reduz-se o homem cultural ao homem biológico. Vamos tentar compreender o homem através do macaco e as sociedades humanas pelas sociedades das formigas; evidentemente é uma mutilação. A verdadeira complexidade é saber que nós somos um e outro, inseparavelmente (MORIN, 1988).

No tocante à clientela da EJA, os anos marcados pelo afastamento dos bancos escolares geralmente testemunham um intenso acúmulo de conhecimentos outros (resultantes de seus sentimentos, de suas impressões, de suas relações interpessoais e/ou profissionais, de seus contatos com a cultura televisiva e/ou

com outras modalidades culturais etc.), aspecto que fortalece esses alunos, assim entendemos, com vistas a internalizações cognitivas novas, porquanto, em se considerando a expressão moriniana “nada há que não tenha ligação com tudo”, seus conhecimentos prévios dão-lhes condições favoráveis à tecitura de (inúmeras) associações/interligações. A fim de que os resultados comprovem essa hipótese, necessário se faz um instrumental pedagógico propício ao despertar de sua (dos estudantes) consciência transdisciplinar, a exemplo (tal é a nossa crença) das DHP, cujas ações, nos moldes em que preconizamos, objetivam fomentar a criação/fabricação de conexões entre conhecimentos/elementos distintos, assim como de laços entre estes e o todo. A propósito, Morin destaca que:

Todos nós, quando percebemos alguma coisa no nosso campo de visão, temos uma percepção complexa, pois com o olhar podemos ver o conjunto, selecionar e isolar uma coisa entre outras ou passar de uma para outra, indo da parte ao todo e do todo à parte (2002a, p.11-12).

A citação acima exalta uma característica, a percepção complexa, presente em cada indivíduo. Trata-se de atributo independente do grau de escolarização. Acrescentando-se a isso os conhecimentos adquiridos *a priori* - ou seja, antes do início da atual estada na escola - pela clientela da EJA, ter-se-á condição aceitável para a realização de um trabalho que vise à consciência transdisciplinar, cuja eficácia (do trabalho) tende a ser maior, assim cremos, por força da eventual atuação das DHP e de seus abraços de (re)ligação.

Sentimos a necessidade de finalizar nossa exposição de idéias através da poesia, sublime manifestação da complexidade, sobretudo quando exalta esse caráter (complexo) do ser humano:

Para ser grande, sê inteiro
nada teu exagera ou exclui.
Sê todas as coisas
Põe quanto és no mínimo que fazes
Assim em cada lago a lua toda brilha
Porque alta vive
(Fernando Pessoa)

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALMEIDA, M. C. Complexidade, do casulo à borboleta. In: CASTRO, G.; CARVALHO, E. A.; ALMEIDA, M. C. (orgs.). *Ensaio de complexidade*. 3.ed.. Porto Alegre: Sulina, 2002, p. 21-41.

ASIMOV, I. *Asimov explica*. 2. ed. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1982.

BACHELARD, G. *Le nouvel esprit scientifique*. Paris: PUF, 1934.

_____. *La formación del espíritu científico*. 2.ed. Buenos Aires: Siglo XXI Argentina Editores S.A., 1972.

BASSANEZI, R. C. *Ensino-aprendizagem com modelagem matemática*. São Paulo: Contexto, 2002.

BERGSON, H. *Le possible et le réel*: In: *Oeuvres*. Paris: PUF, Édition du Centenaire, 1970.

BETTO, F. Indeterminação e complexidade. In: CASTRO, G.; CARVALHO, E. A.; ALMEIDA, M. C. (orgs.). *Ensaio de complexidade*. 3.ed. Porto Alegre: Sulina, 2002, p. 42-48.

BIEMBENGUT, M. S., HEIN, N. *A modelagem matemática no ensino*. São Paulo: Contexto, 2000.

BROUSSEAU, G. *Les obstacles épistemologiques et les problèmes en mathématiques*. In: *Recherches en didactique de mathématiques*. Bourdeaux 4[2], 1983, p.165-198.

BRUNER, J. *Vygotsky: a historical and conceptual perspective*. In: WERTSCH, J. *Culture communication and cognition: Vygotsky: an perspectives*. Cambridge: Cambridge University Press, 1985.

CANDELA, A. *A construção discursiva de contextos argumentativos no ensino de ciências*. In: COLL, C.; EDWARDS, D. (orgs.). *Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula: aproximações ao discurso educacional*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998, p. 143-169.

COLL, C.; ONRUBIA, J. *A construção de significados compartilhados em sala de aula: atividade conjunta e dispositivos semióticos no controle e no acompanhamento mútuo entre professor e alunos*. In: COLL, C.; EDWARDS, D. (orgs.). *Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula: aproximações ao discurso educacional*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998, p. 75-106.

CREMA, R. *Além das disciplinas: reflexões sobre transdisciplinaridade geral*. In: WEIL, P.; D'AMBRÓSIO, U.; CREMA, R. *Rumo à nova transdisciplinaridade: sistemas abertos de conhecimento*. São Paulo: Summus, 1993, p.125-173.

D'AMBRÓSIO, U. A transdisciplinaridade como acesso a uma história holística. In: WEIL, P.; D'AMBRÓSIO, U.; CREMA, R. *Rumo à nova transdisciplinaridade: sistemas abertos de conhecimento*. São Paulo: Summus, 1993, p. 75-124.

Dicionário enciclopédico koogan larousse seleções. Rio de Janeiro: Larousse do Brasil Ltda, 1979.

FONSECA, M. C. F. R. Educação matemática de jovens e adultos: especificidades, desafios e contribuições. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

FREUDENTHAL, H. Erreurs du professeur: analyse didactique de soi-même. In: *Anais do 39º CIEAEM*, Canadá, 1987, p. 37-41.

GONÇALVES, D. Física. 3.ed. Rio de Janeiro: Ao Livro Técnico, 1979.

GRANGER, G. G. A razão. 2.ed. São Paulo: Difusão Européia do Livro, 1969.

LECOURT, D. Introdução. In: FLATO, M. *O poder da matemática*. Lisboa, Portugal: TERRAMAR, 1990, p. 7-17.

LIMA, H. M. F. Ciência e complexidade. In: CASTRO, G.; CARVALHO, E. A.; ALMEIDA, M. C. (orgs.). *Ensaio de complexidade*. 3.ed. Porto Alegre: Sulina, 2002, p. 49-54.

MACHADO, N. J. Educação: projetos e valores. 3.ed. São Paulo: Escrituras, 2001.

MERCER, N. As perspectivas socioculturais e o estudo do discurso em sala de aula. In: COLL, C.; EDWARDS, D. (orgs.). *Ensino, aprendizagem e discurso em sala de aula: aproximações ao discurso educacional*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998, p. 13-28.

MIORIM, M. A. Introdução à história da educação matemática. São Paulo: Atual, 1998.

MORIN, E. Pour une réforme de la pensée. In: BROUET, C.; PIERRELÉE, M. *Rencontre avec Edgar Morin: pour une réforme de la pensée*. Paris: Cahiers Pédagogiques, nº 268, 1988.

_____. Os sete saberes necessários à educação do futuro. 6.ed. São Paulo: Cortez, 2000.

_____. Ciência com consciência. 5.ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2001a.

_____. Ciência e consciência da complexidade. In: MORIN, E.; LE MOIGNE, J. L. *A inteligência da complexidade*. 2.ed. São Paulo: Fundação Peirópolis, 2001b, p. 25-41.

_____. A epistemologia da complexidade. In: MORIN, E.; LE MOIGNE, J. L. *A inteligência da complexidade*. 2.ed. São Paulo: Fundação Peirópolis, 2001c, p. 43-137.

_____. Complexidade e ética da solidariedade. In: CASTRO, G.; CARVALHO, E. A.; ALMEIDA, M. C. (orgs.). *Ensaio de complexidade*. 3.ed. Porto Alegre: Sulina, 2002a, p. 11-20.

_____. Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios. In: ALMEIDA, M. C.; CARVALHO, E. A. (orgs.). *Edgar Morin*. São Paulo: Cortez, 2002b, p. 11-102.

MORIN, E.; KERN, A. B. *Terra-pátria*. 3.ed. Porto Alegre: Sulina, 2002.

MORTIMER, E. F.; MACHADO A. H. Elaboração de conflitos e anomalias na sala de aula. In: MORTIMER, E. F., SMOLKA, A. L. B. (orgs.). *Linguagem, cultura e cognição: reflexões para o ensino e a sala de aula*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001, p. 107-138.

OREAR, J. *Física*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1971.

PAIS, L.C. *Didática da matemática: uma análise da influência francesa*. 2. ed. Belo Horizonte: Autêntica, 2002.

PALÁCIOS, J. O desenvolvimento após a adolescência. In: COLL, C.; PALÁCIOS, J.; MARCHESI, A. (orgs.). *Desenvolvimento psicológico e educação: psicologia evolutiva*. Porto Alegre: Artes Médicas, v. 1, 1995.

PETRAGLIA, I. C. *Edgar Morin: A educação e a complexidade do ser e do saber*. 6.ed. Rio de Janeiro: Vozes, 2001.

PHILLIPS, S. Participant structures and communicative competence. In: C. Cazden (Ed.). *The functions of language in the classroom*. Nova Iorque: Teachers' College Press, Columbia university, 1972.

PINO, A. O biológico e o cultural nos processos cognitivos. In: MORTIMER, E. F.; SMOLKA, A. L. B. (orgs.). *Linguagem, cultura e cognição: reflexões para o ensino e a sala de aula*. Belo Horizonte: Autêntica, 2001, p. 21-50.

PINTO, R. A.; FIORENTINI, D. Cenas de uma aula de álgebra: produzindo e negociando significados para a "coisa". *Revista ZETETIKÉ*, v. 5, n. 8, jul. a dez. 1997, p.45-71.

PRIGOGINE, I. O fim das certezas: tempo, caos e as leis da natureza. São Paulo: UNESP, 1996.

_____. O reencantamento da natureza, Nova York, EUA, 1984. *Diálogos com cientistas e sábios: a busca da unidade*. 12.ed. São Paulo: Cultrix, 1997, p. 223-242 (entrevista concedida a Renée Weber).

_____. Ciência, razão e paixão. In: CARVALHO, E. A.; ALMEIDA, M. C. (orgs.). *Ilya Prigogine*. Belém: EDUEPA, 2001, p. 13-101.

_____. Nomes de deuses, Liège, Bélgica, 1997. *Ilya Prigogine: do ser ao devir*. São Paulo: Editora UNESP, Belém, PA: Editora da Universidade Estadual do Pará, 2002 (entrevista concedida a Edmond Blattchen).

SALVADOR, C. C. Ação, interação e construção do conhecimento em situações educativas. In: _____. *Aprendizagem escolar e construção do conhecimento*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1994, p. 100-115.

SILVA, J. M. Em busca da complexidade esquecida. In: CASTRO, G.; CARVALHO, E. A.; ALMEIDA, M. C. (orgs.). *Ensaio de complexidade*. 3.ed. Porto Alegre: Sulina, 2002, p. 93-102.

TAILLE, Y. de L. Transmissão e construção do conhecimento. In: *A criança e o conhecimento: retomando a proposta pedagógica do ciclo básico*. São Paulo: SE/CENP, 1991, p. 11-39.

TUDGE, J. Vygotsky, a zona de desenvolvimento proximal e a colaboração entre pares: implicações para a prática em sala de aula. In: MOLL, L. C. *Vygotsky e a educação: implicações pedagógicas da psicologia sócio-histórica*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1996, p. 151-168.

TUNES, E. Os conceitos científicos e o desenvolvimento do pensamento verbal. In: OLIVEIRA, M. K. (org.). *Implicações pedagógicas do modelo histórico-cultural*. Campinas: Papyrus, 1995, p. 29-39. Caderno CEDES, n. 35.

VYGOTSKY, L. S. A formação social da mente. São Paulo: Martins Fontes, 1984.

_____. Thinking and speech. In: RIEBER, R. W. ; CARTON, A. S. (eds.). *The collected works of L. S. Vygotsky*. v.1. Problems general psychology. Nova York, Plenum Press, 1987, p. 37-285.

_____. O manuscrito de 1929. Em: *Educação e sociedade*, n.71, p. 21-44, 2000.

WEBER, R. Diálogos com cientistas e sábios: a busca da unidade. 12.ed. São Paulo: Cultrix, 1997.

WEIL, P. Axiomática transdisciplinar para um novo paradigma holístico. In: WEIL, P.; D'AMBRÓSIO, U.; CREMA, R. *Rumo à nova transdisciplinaridade: sistemas abertos de conhecimento*. São Paulo: Summus, 1993, p. 9-73.

WELLS, G. Da adivinhação à previsão: discurso progressivo no ensino e na aprendizagem de ciências. In: COLL, C.; EDWARDS, D. (orgs.). *Ensino, aprendizagem e discurso educacional*. Porto Alegre: Artes Médicas, 1998, p. 107-142.

Apêndice A

QUESTÕES:

1. Que relação existe entre Matemática e Artes?
2. Que relação existe entre Matemática e História?
3. Que relação existe entre Matemática e Geografia?
4. Que relação existe entre Matemática e Ciências?
5. Que relação existe entre Matemática e Português?
6. Que relação existe entre Matemática e o mundo fora da sala de aula?
7. Que relação existe entre Matemática e o seu trabalho?
8. Que relação existe entre Matemática e Política?
9. Que relação existe entre Matemática e Religião?
