

UNIVERSIDADE DE SOROCABA
PRÓ - REITORIA DE PÓS-GRADUAÇÃO E PESQUISA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO

DE DEMÔNIOS E APRENDIZES :
INFINITAS REFLEXÕES PEDAGÓGICAS
Carmem Lucia Artioli Rolim

Sorocaba/S.P.

Agosto /2003

CARMEM LUCIA ARTIOLI ROLIM

**DE DEMÔNIOS E APRENDIZES :
INFINITAS REFLEXÕES PEDAGÓGICAS**

Dissertação apresentada à Banca Examinadora do Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Sorocaba, como exigência parcial para obtenção do título de Mestre em Educação.

Orientadora: Dr^a Maria Lucia A Soares

Sorocaba/S.P.

Agosto /2003

CARMEM LUCIA ARTIOLI ROLIM

**DE DEMÔNIOS E APRENDIZES :
INFINITAS REFLEXÕES PEDAGÓGICAS.**

Dissertação aprovada como requisito parcial para obtenção do título de Mestre no Programa de Pós-Graduação em Educação da Universidade de Sorocaba, pela Banca Examinadora formada pelos seguintes professores:

Orientadora: Dr. ^a Maria Lucia de Amorim Soares
Universidade de Sorocaba - UNISO

Examinador: Dr. Sérgio Ferreira do Amaral
Universidade de Campinas - UNICAMP

Examinador: Dr. Wilson Sandano
Universidade de Sorocaba - UNISO

Sorocaba, 8 de Agosto de 2003

À minha querida família:
Geraldo, Odette e Conceição
Rubinho, Rubens e Juliana

Neste momento em que faltam palavras...

surge o imenso orgulho

por tê-la sempre ao meu lado,

Dr^a Maria Lucia de Amorim Soares

e meu especial agradecimento a todos (e foram muitos)

que contribuíram com meu caminhar...

Demônios

Demônios

Demônios



Escher

Aprendizes

Aprendizes

Aprendizes

Resumo

Para compreender o modo de ser professor, de matemática, no Ensino Médio do ensino público, tendo como tema o infinito e caminhando com Escher, dada a figuratividade acasalada em razão/emoção que suas obras apresentam, num desafiar infinito de infinitos, vi-me obrigada a partir em viagem de cabotagem. Exploradora, registrei a cada porto de paragem, o arcabouço dos acontecimentos, descobrindo a existência de inúmeros infinitos. Já em terra, encontrei-me, à medida que me tornava professora reflexiva, com Zeichner, Schön e Alarcão, agora registrando os abalos sísmicos e as fendas acontecidas em minhas convicções professorais. Na senda da empiria, busquei o pensar dos alunos, momento no qual vi-me a entender o infinito como meus alunos - 1,2,3 Busquei, então, libertar-me de meus demônios: o de Laplace e o Maxwell, via demônio de Prigogine. No caminho estavam "Oleg e os clones", pequena estória do Prof. Dr. Godofredo de Oliveira Neto, da Universidade Federal do Rio de Janeiro, para, através de indícios dizerem que ser professor vai além de aprender maneiras para ensinar porque ensino/aprendizagem próprio do professor não se separam, se entretecem nos fios, enfiando-se no tecido da sala de aula.

Resumen

Para comprender el modo de ser profesor de matemáticas en la Enseñanza Estatal, tomando como tema el infinito y caminando con Escher, figurándome en la razón/emoción que presentan sus obras, en un desafío infinito de infinitos, me vi obligada a hacer un viaje de cabotaje. Explotadora, vislumbré a cada punto de paraje la esencia de los acontecimientos, descubriendo la existencia de inúmeros infinitos. Una vez en tierra, a medida que me tornaba una profesora reflexiva con Zeichner, Schön y Alarcão, ahora registrando las actividades sísmicas y las grietas en mis convicciones profesoras. En la senda del empirismo busqué el pensamiento de los alumnos, momento en el cual me vi entender el infinito con éstos - 1,2,3, ... Busqué entonces liberarme de mis demonios: los de Laplace y los de Maxwell a través de Prigogine. En el camino estaban "Oleg y los clones", pequeña historia del Prof. Godofredo de Oliveira Neto, de la Universidad Federal de Rio de Janeiro, para a través de indicios, decir que ser profesor va más allá de aprender maneras de enseñar, porque la enseñanza/aprendizaje del profesor no se separan, entrelazan sus hilos en el tejido del aula.

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO	10
1 DIÁRIO DE BORDO	13
1.1 Navegando em Escher.....	14
1.2 Infinito Labirinto Científico.....	25
1.3 Inúmeros Infinitos.....	30
a) No Nada o Infinito.....	30
b) Finito- Infinito / Infinito - Finito.....	32
1.4 Infinito na Matemática.....	35
2 CADERNETA DE CAMPO	42
2.1 No Caminho da Sala de Aula: Encontro Marcado - Zeichner, Schön e Alarcão.....	43
2.2 A Escavação: Processo de Formação Docente.....	49
2.3 O Infinito na Escola e na Sala de Aula.....	53
3 COSMOGRAMA DO IMPRECISO	63
3.1 Caleidociclo: Reflexão Sobre a Ação - Meus demônios.....	64
3.2 Uma Fuga: Reflexão da Reflexão na ação.....	73
4 CONCLUSÃO	77
REFERÊNCIAS	81
ANEXO	84

INTRODUÇÃO

No decorrer da minha vida profissional como professora, procurei muitas vezes encontrar modelos, para atingir conteúdos. À medida que os anos passaram, e foram anos, despertei do me achar repleta de certezas e verdades incontestáveis quanto a minha profissão. Procurando, então, entender melhor o que é ser professor fui em busca de conhecimento: o Programa de Mestrado em Educação, na Universidade de Sorocaba.

Elaborei, então um projeto de pesquisa com base na observação das dificuldades dos alunos diante da matemática, disciplina que leciono. Uma questão que acompanha o aluno e o professor durante o desenvolver do processo-aprendizagem, é o tema infinito, carregado de incongruências. A possibilidade de trabalhar com matemática e arte, partindo da arte para atingir a matemática, e nessa interface desenvolver o conceito de infinito revelava-se sedutor. O projeto elaborado partia da certeza de que os professores (grupo no qual sempre me incluo durante toda dissertação) dominam o conceito de infinito e os alunos não avançam no desenvolvimento de tal conceito.

Aceita no Programa de Mestrado em Educação, na Universidade de Sorocaba, não estava mais sozinha: orientadora, professores, autores lidos, meus colegas, eram parceiros no pensar. Que conforto!

Selecionei Mauritis Cornelis Escher (1898- 1970), matemático/artista para trabalhar em sala de aula com meus alunos, dada a figuratividade acasalada em razão /emoção que suas obras apresentavam, num desafiar infinito de infinitos.

Parti, assim, numa viagem de cabotagem. Exploradora, registrei a cada porto de paragem, o arcabouço dos acontecimentos, descobri a existência de inúmeros infinitos - Diário de Bordo.

Abocanhando o dom da ubiqüidade, fui devorando, ao mesmo tempo que viajava, os ensinamentos que transbordavam das disciplinas do Programa de Mestrado. Momento de abalos sísmicos, fendas em minhas convicções professorais que registrei na Caderneta de Campo que portava: Encontro teórico marcado - Zeichner, Schön e diálogo com Alarcão.

Na senda da empiria, elaborei estratégias, via perguntas, conversas e desenhos, numa ampla riqueza combinatória de montagem, para encontrar o pensar dos alunos sobre o infinito, assim estilhaçando a linearidade de seus pensamentos sobre o tema em questão. Eis aí o momento de surpresa, do estranhamento, do achado: a idéia 1,2,3,... (infinito) dos alunos estava entranhada em mim; horizontal e verticalmente. De maneira horizontal, como eco da minha escolarização. De maneira vertical, porque andava propagandeando meu saber de infinito para cada aluno, em sala de aula - Cosmograma do Impreciso/Meus Demônios - o de Laplace, o de Maxwell, e o de Prigogine. Da caoticidade do momento, fundei uma pergunta: o que é ser professor? Repleta de presenças, de dados inesperados, dados que se puseram na seqüência de outros dados - artilharia silenciosa dirigida à minha consciência, busquei resposta como aprendiz - infinitas reflexões pedagógicas.

No novo caminho de aprendizagem que trilhei, estavam Oleg e os Clones propondo-me reflexões sobre as máscaras e os papéis que assumi no habitat do ser professor. Convido, então, o leitor a acompanhar, na descompartmentalização que uma dissertação de mestrado exige, o desbravamento, a experimentação e o confronto que realizei , no campo das idéias, dos valores e dos hábitos (onde se inclui minha própria sensibilidade), minando as bases estruturais dos meus procedimentos copulativos em sala de aula, nas minhas aulas de matemática.

Capítulo 1

DIÁRIO DE BORDO

1.1 Navegando em Escher

Encontrei em Escher um caminho de atuação, já que suas obras mostram a racionalidade desprezada pela maioria dos artistas e a liberdade inadequada para a exatidão matemática. Na década de 70, quando já fazia sucesso, críticos da época procuraram novamente enquadrá-lo, mas sua obra continuava *diferente*.

Quem considera a arte apenas como expressão de sentimentos encontrará em Escher um artista, cujas paisagens eram poéticas e cativantes até 1937, estando a racionalidade limitada à execução da obra. Entretanto, após esta data os defensores da arte como expressão da emoção terão de negar toda sua obra. Pois ela passa a ser determinada pela razão tanto no objetivo quanto na execução.

Essa mudança teve a influência de seu irmão professor de cristalografia, com quem Escher aprendeu teorias referentes a simetria em superfície plana: translação, rotação e reflexão.

A partir desse momento, suas obras apelavam não somente para a emoção e encantamento, mas para a curiosidade e investigação, utilizando ferramentas de precisão geométrica e lógica matemática. Para compreender a fase final de suas obras é preciso assumir um caráter de investigação, observar o contexto a que a imagem remete e levar em conta o fundo matemático da gravura. Um pouco da vida e o percurso das obras de Escher adquirem relevância tipificadora.

Mauritis Cornelis Escher nasceu em 1898, em Leeuwarden na Holanda. Filho mais novo do engenheiro hidráulico G. A. Escher, com 13 anos começou a freqüentar a escola secundária em Arnheim, onde não foi considerado bom aluno, sendo por duas vezes reprovado .

Em 1919, no Haarlem, Escher iniciou seus estudos em arquitetura, mas em pouco tempo ficou constatado que seu talento inclinava-se para Artes Decorativas. Curso que iniciou contrariando a vontade de seu pai. Nesta época conheceu seu grande mestre judeu, o professor Mesquita. Com quem desenvolveu técnicas em xilogravura, gravura artística e desenho. Apesar de demonstrar grande habilidade foi considerado por seus professores como *pouco artista* devido a exatidão e racionalidade de suas obras.

Tendo deixado a Escola de Arte, mudou-se para Roma onde explorou as muitas e variadas opções disponibilizadas pelas diferentes técnicas gráficas. Mas foi em uma viagem a Granada - Espanha, em Alhambra que começaram seus intensos estudos sobre a divisão regular da superfície. A partir desse momento sua obra é marcada fortemente por conceitos matemáticos e geométricos, e por essa razão, achou necessário estudar minuciosamente ensaios técnicos e corresponder-se com matemáticos e cristalógrafos.

Em 1969, fez sua última estampa indicando um caminho para quem quisesse compreender sua arte, devendo o observador considerar a problemática geral da imagem, o fundo matemático e o caráter de investigação presente em cada gravura. A obra de Escher é um eterno despertar como revela Ernest:

A arte de Escher é uma vida dada a glorificação da realidade- da realidade que ele interpretou como um milagre matemático de um grande esquema, que intuitivamente reconheceu nos padrões e ritmos das formas na Natureza- e nas possibilidades intrínsecas ocultas na estrutura do espaço. A sua obra mostra constantemente o entusiástico empenho em abrir os olhos. (1991, p.111)

Bruno Ernest (1991), ao analisar 70 gravuras de Escher, considerou seu estudo como um Diário de Bordo, visto as gravuras serem diferenciadas em temas que sempre permanecem entrelaçados, aparecendo em diferentes épocas da vida do artista, como se seguem:

Período das Paisagens (1922/ 1937)

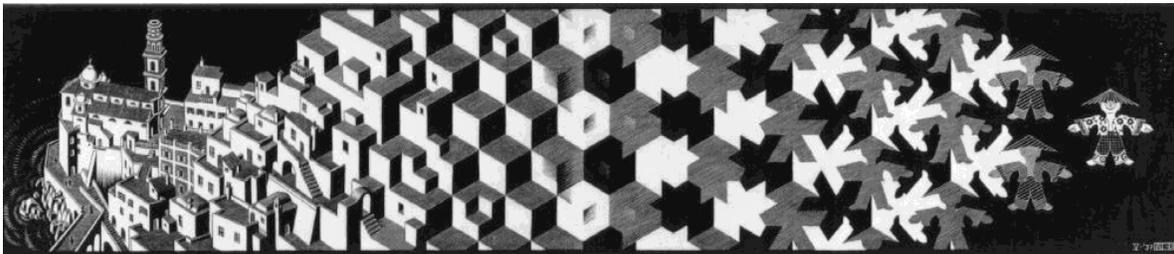
A maioria das gravuras dessa época mostra paisagens de pequenas cidades do sul da Itália, plantas e animais. Uma importante obra é *Natureza Morta com Espelho* (1934), na qual podem ser vistos dois mundos por reflexão através do espelho.

Segundo Ernest (1991) os trabalhos com mundos simultâneos de Escher, apresentam semelhança com as obras de Magritte. Entretanto em Magritte a lógica em relação a realidade é tida como casual, no caso de Escher é conscientemente elaborada. A penetração de mundo é um tema que Escher não abandona, sendo retomado em 1955.



Natureza Morta com Espelho (1934)

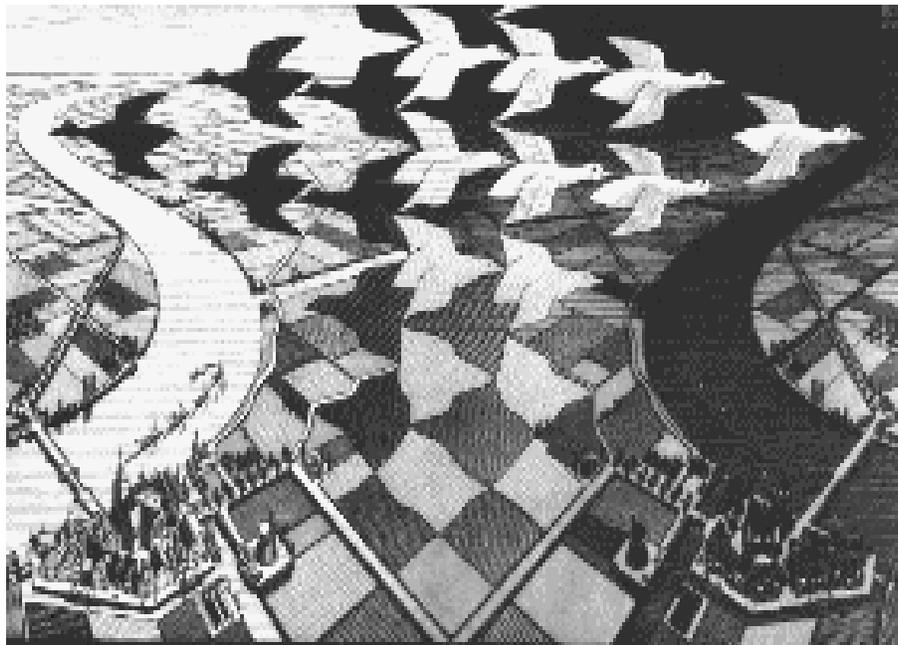
Período das Metamorfoses (1937/1945)



Metamorfose I (1937)

A gravura que inicia este período, *Metamorfose I* (1937) parte de uma pequena cidade e gradualmente passa por transformações até atingir a forma de uma boneca chinesa. A metamorfose mostra formas abstratas indeterminadas transformarem-se em formas concretas e de novo voltarem à abstração para originar nova figura.

A obra marcante desse período é *Dia e Noite* (1938) onde está presente além da metamorfose, o ciclo e a passagem de figuras bidimensionais para as tridimensionais. As formas retangulares que representam os campos se transformam em pássaros, parecendo existir em um novo plano. É a terra elevando-se ao céu como pássaros voando. Na xilogravura, à esquerda, pássaros negros, voam ao encontro da luz e à direita pássaros brancos, perdem-se na escuridão da noite. Os pássaros brancos perdem seus contornos passando a fazer parte da paisagem diurna, e os pássaros negros aparecem em plenitude voando ao encontro da luz do dia. Cada figura é a imagem invertida da outra, unidas pela terra da qual nasceram os pássaros. A última gravura dessa época foi produzida em 1945, mas as metamorfoses continuam a fazer parte de outras obras, não sendo entretanto, o tema central da figura.



Dia e Noite, xilogravura, 1938

Período das Perspectivas (1946/ 1956)

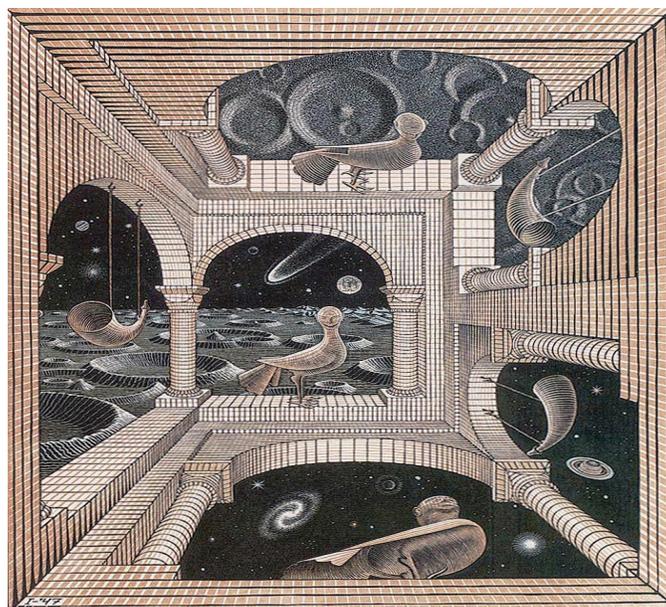
Escher tinha um profundo interesse nos trabalhos subordinados à perspectiva. Desenvolveu intensas pesquisas sobre o tema que iniciou com as regras da perspectiva clássica. Com o aprofundamento de seus estudos, começou a trabalhar com a profundidade, quando observou que a perspectiva clássica contraria nossa experiência. Assim passa a utilizar em seus trabalhos o conceito de zênite, nadir e ponto de fuga, entre outros.

O que chamamos hoje de perspectiva clássica, existe desde a primeira metade do século XV. Artistas da época pintavam seus quadros como cópias da realidade. A princípio, isso acontecia intuitivamente. É o momento onde o pintor coloca-se diante de um plano vertical - o quadro, e reproduz ponto a ponto o espaço por detrás do quadro. O que acontece nesse processo é que na maioria das vezes o pintor usa regras que podem ser deduzidas de fórmulas matemáticas. Escher, como observador, analisou com cuidado as regras da perspectiva clássica.

A perspectiva clássica trabalha com feixes de linhas paralelas, que não tem ponto de fuga. Pensando geometricamente, o ponto de fuga situa-se no infinito, o que nos sugere a idéia de observar o mundo horizontalmente por uma janela. No caso do zênite e do nadir, a observação não é mais perpendicular à terra. Segundo o Aurélio, "*zênite é a intersecção da vertical com a esfera celeste*". (1999, p. 1804) "*Nadir é a intersecção inferior da vertical, é o ponto diametralmente oposto ao zênite. O ponto mais baixo, o lugar de maior depressão*". (1999, p. 1178)

A perspectiva clássica procura observar o mundo de maneira perpendicular à terra, o que contraria nossa experiência. Se estamos em pé diante de um arranha-céu, e fitamos seu último andar, vemos as linhas verticais convergirem para um determinado ponto, o zênite. Mas se estivermos no topo do prédio e olharmos para baixo, vemos as linhas convergirem sob nossos pés: o nadir.

Entre as gravuras do período das Perspectivas temos a xilogravura *Outro Mundo II*. Nela, Escher utiliza quatro cores em um edifício composto por três pares de janelas que se abrem para diferentes perspectivas lunares. Por trás de cada janela encontramos um espaço estranho, onde podemos confundir o em cima com o em baixo, conforme observemos por uma ou outra janela. O observador pode ver ao nível dos olhos o horizonte, para baixo o espaço e para cima o chão. Essa impressão de confusão é devida a função tripla de um único ponto de fuga, que poderá ser o zênite, nadir ou ponto de distância, considerando a maneira como se observe a xilogravura.



Outro Mundo II, xilogravura, 1947

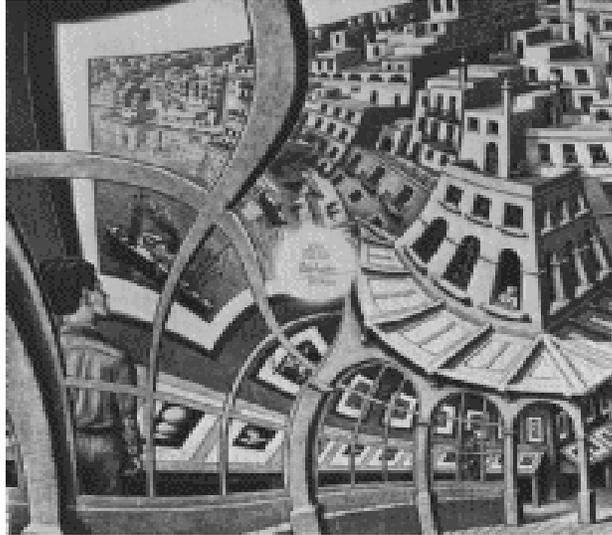
Ainda nesse período encontramos também os sólidos geométricos e as formas cristalográficas. Em 1955, Escher regressa à perspectiva tradicional, com o objetivo de sugerir a infinidade que será seu próximo tema.

Período do Infinito (1956/1970)

Neste período Escher emprega toda sua habilidade e estudos anteriores para representar o infinito. Expressou o que o moveu a representar o infinito com as seguintes palavras: *"Não podemos imaginar que algures por detrás da estrela mais longínqua do céu noturno, o espaço possa ter um fim, um limite para além do qual <nada> mais existe"*. (ERNEST, 1991, p.102)

As obras de Escher despertaram o interesse de muitos matemáticos principalmente pela simetria, mas em suas obras existe muito mais. Ela tem raiz na ilusão, no paradoxo e no duplo sentido.

Segundo Hofstadter (1988) é a natureza hierárquica de nossos processos perceptivos que leva a visão de um mundo confuso e sem propósito. Hofstadter lembra que a obra de Escher é plena de possibilidades, proporcionando o prazer da descoberta e desafiando a compreensão, convidando o observador a contemplar a si mesmo. Como é o caso da Galeria de Artes, analisada a seguir.



Galeria de Arte, litografia, 1956.

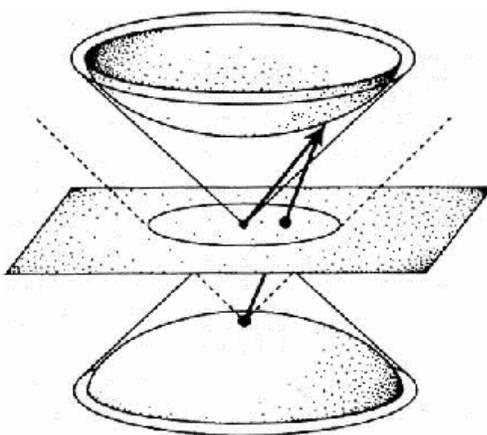
No canto inferior direito está a entrada da galeria, onde estão expostos quadros. Caminhando até a extremidade esquerda, podemos observar um jovem olhando um quadro. Nesse quadro encontra-se um navio, uma canoa e acima algumas casas. Essas casas continuam a direita até uma casa de esquina, com uma senhora a observar pela janela. Essa janela encontra-se sobre a entrada da galeria na qual entramos. Assim nosso jovem, faz parte do quadro que observa.

Para Hofstadter (1988) nós só vemos a incoerência da figura por estarmos fora do sistema. Vemos coisas que seguramente o jovem não observa, como por exemplo o centro da figura onde encontram-se as iniciais M.C.E. Esse lugar central e chamativo, é na realidade o centro da espiral com que foi traçada a base do desenho. A espiral poderia ser diminuída até proporções imperceptíveis, mas não eliminada. Essa aparente imperfeição é segundo Hofstadter, a maneira de Escher mostrar o que conheceremos somente quando nos afastarmos dos vértices da pintura. Isto é, que a Galeria de Arte é essencialmente

incompleta, fato que o jovem, no interior não reconhecerá. Preso por um sistema fechado num processo infinito.

O infinito representou importante papel em muitos dos trabalhos de Escher, expressando através de imagens ousadas que tratam o tema de diferentes maneiras. Ele abraçou o grande desafio de representar de maneira finita um processo infinito. Para representar esse período escolhi o Limite Circular III(1958), por ser considerada pelo próprio Escher, a melhor gravura desse período.

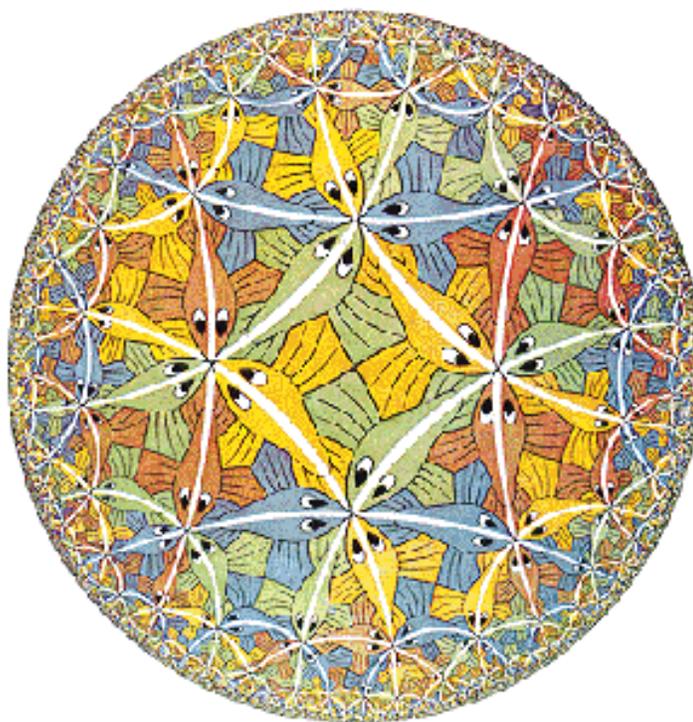
Escher utiliza a geometria hiperbólica ou de Lobatcheviski. A representação é feita com o disco de Poincaré, cujo limite é um círculo traçado no plano. A imagem parece ser formada por figuras de tamanhos diferentes, ficando as maiores no centro. Observando atentamente, notamos que ela é mais povoada na direção limítrofe do círculo. No entanto todas as figuras têm o mesmo tamanho, isso acontece porque a representação do espaço hiperbólico é feita em outro espaço, o euclidiano. Como mostra a figura:



Espaço Lobatchevskiano projetado através do disco de Poincaré, cujo limite é o círculo traçado no plano. (PENROSE, 1998, p.48)

Escher que normalmente utiliza o preto e branco, trabalha no Limite Circular III com quatro cores, representando cada fileira de peixe de uma mesma cor. As fileiras vêm de uma distância infinita e novamente para lá se dirigem.

O branco, que distingue as fileiras, também é o responsável pela impressão de vazio em toda volta. No entanto, esse mundo não poderia existir no nada, pois é nele que estão ordenados geometricamente os pontos médios dos arcos, com que o sistema foi construído.



Limite circular III, xilogravura, 1958.

O Limite Circular III é um exemplo das muitas obras em que Escher desafia a racionalidade, colocando o homem diante do conflito entre finito e infinito. Com uma

forte sensação de paradoxo, atinge o observador como um enigma de múltiplas e escondidas respostas. Diz Ernest:

Para Escher o enigma não tem uma significação única e primária. Ele espera que nos espantemos com ele, e busquemos soluções. Para aquele que não vê isto ou embora veja não tenha qualquer interesse por este elemento fortemente racional, a essência de toda obra de Escher é um livro fechado a sete chaves. (ERNEST, 1991, p. 45)

Como lição aprendida com Escher, abraçando o infinito, sou impulsionada a aportar num labirinto desafiador, enigma testando deciframentos. Segura pelo fio de Ariadne sigo em busca do conceito de infinito.

1.2 Infinito Labirinto Científico

Há séculos o homem preocupa-se com o conceito de infinito. Os primeiros indícios reportam aos babilônios há mais de quatro mil anos, quando a atenção voltava-se principalmente para observação do céu. A abóbada celeste era símbolo de permanência e segurança, enfim um céu envolvente e imutável.

Mas, cada época construiu uma interpretação do céu, criando uma história que permitisse compreender o que era observado. Até o século XV, a visão de mundo que prevalecia era caracterizada pela forte presença religiosa e os fenômenos materiais eram relacionados a forças divinas. Para o homem cabia observar a harmonia existente no Universo sem interferir. A partir do século XVI, essa visão começa a ser modificada. Com a influência das descobertas científicas de Copérnico, Galileu e Newton, o mundo

orgânico passou a ser substituído pela visão de mundo- máquina, seguida pela influência da filosofia de Descartes.

Descartes (1596-1650), matemático, médico e filósofo francês, fundamentava-se na razão como única fonte segura para compreensão do homem e da natureza. Propunha a decomposição dos problemas em partes, até atingir um grau de simplicidade suficiente para determinar a resposta. Considerado pai da ciência moderna a matematização do pensamento é sua herança para humanidade.

Entretanto foi Isaac Newton (1642-1727), que dando continuidade ao pensamento de Copérnico, Kepler, Galileu e Descartes, tornou realidade a visão de mundo-máquina desenvolvendo uma teoria matemática a respeito da natureza. O Universo passou a ser um grande sistema mecânico governado por leis imutáveis, um Universo determinista.

Segundo Santos (1998) o mecanicismo vê o mundo governado pelas leis físicas e matemáticas, cujas verdades são conhecidas através do racionalismo cartesiano, constituindo um dos pilares do pensamento moderno a partir do século XVIII. É esse modelo de racionalidade que transbordou para a sociedade.

Com a continuidade das pesquisas científicas que visavam a compreensão da natureza, as certezas absolutas começaram a declinar e a onda da instabilidade atingiu os pilares da ordem e da estabilidade. A instabilidade do Universo começa a ganhar força no fim do século XIX, sendo uma importante contribuição para este pensar, a influência do matemático francês Poincaré que desenvolveu estudos sobre sistemas dinâmicos e caos determinístico.

Henry Poincaré (1854-1912) expõe a questão da sensibilidade do sistema às condições iniciais. Obtém resultados surpreendentes, enfatizando a influência dos pequenos erros e desvios. Um pequeno erro pode causar um erro enorme nos eventos posteriores. Tentando analisar a estabilidade do Sistema Solar, em 1880, descobriu que os métodos tradicionais empregados até o momento não transmitiam uma resposta coerente. Assim desenvolveu um método no qual pontos representavam órbitas planetárias diferentes. Partindo dessas observações, Poincaré verificou que muitos movimentos iniciais rapidamente caíam em curvas familiares, mas havia aqueles que não eram previsíveis, apresentando um comportamento estranho, *caótico*.

Por muito tempo, pós Poincaré, o caos permaneceu como sinônimo de confusão. Somente após anos de pesquisa o movimento caótico, como por exemplo os gráficos de tempo, começaram a apresentar uma auto-similaridade, isto é, ampliando uma pequena seção, essa era muito semelhante a uma grande seção. Chegando a conclusão de que mesmo que as leis fossem perfeitamente desvendadas e conhecidas, seria possível identificar apenas aproximadamente as condições iniciais do sistema. Essa pesquisa é considerada marco inicial do estudo sobre sistemas caóticos e geometria fractal.

Somente em meados do século XX, após os trabalhos de Max Planck (1858- 1947) e Albert Einstein (1879- 1955), é que a idéia de um Universo de certezas e permanência infinita foi derrubada. Planck publicou um artigo, no dia 14 de dezembro de 1900, que gerou uma revolução no mundo científico. Resumidamente, sugeriu que o calor absorvido ou emitido por qualquer objeto é transmitido em pequenos pacotes de energia, os quanta

(plural da palavra latina quantum, que significa quanto). Einstein foi uma das primeiras pessoas a acreditar na teoria quântica e propôs a existência de uma nova partícula elementar, o fóton, pela qual a luz se propagaria em pacotes. Foi essa descoberta que deu a Einstein o Prêmio Nobel de Física de 1921, não seus trabalhos mais conhecidos como a teoria da relatividade.

Com o passar do tempo ao confirmar que a teoria quântica era probabilística e não determinista como a física de Newton, Albert Einstein começou a mostrar rejeição por essa teoria repetindo a seguinte frase. "*Deus não joga dados*". Realmente na teoria quântica não existe a certeza, mas a probabilidade de uma partícula estar em determinada posição e com certa velocidade. Agravando a situação, em 1927 o físico alemão Werner Heisenberg (1901-1976) confirma a certeza sobre o Princípio da Incerteza, ao declarar ser impossível determinar a posição e a velocidade de uma partícula ao mesmo tempo. Tal princípio teve grande impacto, pois reafirmava uma teoria probabilística e a confirmação de não podermos após a mecânica quântica, medir com precisão o estado atual do Universo, nem fazer previsão dos acontecimentos futuros.

Já em 1926, o físico austríaco Erwin Schrödinger (1887-1961) propôs sua equação de movimento no mundo das partículas, cujo resultado já não é uma resposta exata e única e sim possibilidades, com probabilidades de acontecer. Com a publicação do resultado das pesquisas destes cientistas, a teoria quântica ganha mais força e decreta o fim das certezas.

A mecânica quântica já se firmava na década de 20 e gradativamente ganhava espaço. Os físicos começavam a empregá-la para entender a estrutura do átomo, que vigorava desde 1911. O modelo do núcleo atômico com carga positiva, circundado por cargas negativas, foi elaborado pelo físico inglês Ernest Rutherford (1871-1937) e aperfeiçoado por Niels Bohr em 1913.

Para Bohr (1885-1962) os elétrons não seguiam uma órbita definida em torno do núcleo, como os planetas girando ao redor do Sol, o que se mantém é uma distância determinada. Essa idéia foi complementada em 1924 pelo físico francês Louis Broglie (1892-1987) que propôs entender o elétron girando em torno do núcleo como onda. Ou seja a mecânica quântica pensa nas partículas se comportando ora como ondas ora como partículas.

A teoria quântica é usada com sucesso para calcular diversos fenômenos relacionados à luz e ao átomo. Os resultados teóricos eram experimentalmente comprovados, mas os valores infinitos transformaram-se em problemas quando o assunto era a realidade física. Informa Greco:

Os resultados teóricos eram compatíveis com os experimentais, mas quando se tratava de calcular o campo elétrico e magnético produzido pelos elétrons o resultado era que os elétrons tinham uma energia infinita. Um desastre que demorou quatro décadas para ser resolvido por uma técnica chamada renormalização - uma solução para eliminar os infinitos chamada por Dirac de varrer os infinitos para debaixo do tapete. (2000,p.5)

Pensar o infinito, relacionando-o com o mundo em que vivemos, é algo difícil. Observei que os maiores matemáticos, físicos, filósofos, lógicos e cientistas continuam

sendo provocados pela infinidade. Suas respostas revelam contribuições para a geração de teorias científicas inovadoras .

Buscando o conhecimento acerca do infinito continuamos seguindo pistas e deparamos com inúmeros infinitos. O infinito parece impor-se em diversas situações surgindo por exemplo na idéia de tempo, no Universo e na matemática.

1.3 Inúmeros Infinitos:

a) No Nada o Infinito

"Aqueles que aqui adentrarem percam complemente a esperança de sair".

Dante

Quando o homem reflete sobre o espaço, a questão do finito e infinito surge insistentemente. Será o Universo finito ou infinito?

Pode ser finito ou infinito. Também é possível que seja um Universo aberto, talvez fechado ou ainda apresentar uma constante cosmológica que tende a zero, sendo então um Universo plano. Tentativas existem para explicar mais claramente a questão, conforme a teoria geral da relatividade de Einstein.

Existem três tipos de modelo padrão que decorrem da teoria de Einstein, eles são definidos por um único parâmetro, que é, com efeito, aquele denotado por k . Onde k assume valores 1, 0, -1.

(...) Se as seções espaciais forem positivamente curvas, o que significa, que o Universo se fecha em si mesmo, então $k = +1$. Em todos esses modelos, o Universo tem um estado inicial singular, o big - bang, que assinala o início do Universo. Mas, no caso de $k = +1$, ele se expande até um tamanho máximo e então torna a colapsar num big - crunch. Como

alternativa, existe $k = -1$, em que o Universo se expande sempre. O caso de $k = 0$ é uma fronteira limite entre $k = 1$ e $k = -1$. (PENROSE, 1998, p.41)

Segundo Einstein a curvatura média do espaço em nosso Universo pode ser positiva negativa ou tender a zero. A curvatura positiva corresponde a um Universo finito, fechado sobre si mesmo. A negativa representa um Universo aberto, em constante expansão. A distância entre as galáxias não cessa em aumentar. Conseqüentemente, um Universo aberto é infinito.

Existe uma terceira possibilidade, onde a curvatura média do espaço tende a zero. Tal Universo pode ser comparado ao plano, sua taxa de expansão cresce lentamente mas continuamente, portanto também infinitamente.

No caso de vivermos em um Universo finito que iniciou sua existência com o Big Bang ele terminará com o Big Crunch, isto é, um colapso universal na morte pelo calor. Uma grande implosão que não permitirá forma alguma de sobrevivência. *"Se nosso Universo for finito, então a vida mal terá tempo de disseminar-se uma vez pelo cosmo antes de ter início o colapso inexorável"* (DYSON, 2000, p. 20). Mas se vivermos em um Universo que continua a expandir-se então a vida terá de enfrentar um lento congelamento.

O Universo torna-se constantemente mais frio a medida que se expande, e o estoque de energia livre está constantemente diminuindo. (...) Num Universo em expansão a vida pode adaptar-se, ajustando seu metabolismo de energia à temperatura declinante de seu meio (DYSON, 2000, p. 141).

Essas discussões são antigas e ainda mobilizam grande número de cientistas dedicados ao estudo da evolução do Universo. Entretanto, as desavenças iniciais começam a ser substituídas pelo consenso de que sendo a Terra redonda o Universo é plano. É o que fala Gleiser :

A teoria Boomerang prevê que a localização das flutuações de maior intensidade nos revela a geometria do Universo; os resultados são consistentes com um Universo de geometria plana, uma versão tridimensional da superfície de uma mesa. Agora, precisamos descobrir que tipos de matéria e energia estão servidos em nossa mesa cósmica. (2000, p. 27)

As leis do mundo físico fazem caminhar em direção ao mundo paradoxal da relação finito - infinito e infinito - finito.

b) Finito- Infinito / Infinito - Finito

A reflexão sobre o finito-infinito e infinito-finito coloca o homem diante de um paradoxo presente nas obras de Escher e de Micheli (1990). Ela discute o conceito infinito-finito/ finito- infinito como uma relação que precisa ser vista sob concepções diferentes. Uma concepção é denominada asseverativa e a outra operativa .

A concepção asseverativa esta mais voltada para um discurso filosófico tendo um núcleo central de onde partem as reflexões, levando em consideração além da relação finito-infinito os aspectos pelos quais se transcende o finito. A concepção operativa esta voltada para a exatidão matemática, e será explicitada mais a seguir.

Micheli (1990), perseguindo os discursos de Aristóteles , Descartes e Hegel, será o rumo para esta página do meu Diário de Bordo .

Conforme Micheli (1990) a análise de Aristóteles é asseverativa partindo de uma radical crítica à noção de infinito como princípio, afirmando a impossibilidade da existência de um corpo infinito. A argumentação está voltada para a discussão finito-infinito, cujo objetivo explícito era fundamentar seu conceito de um mundo finito. Seus argumentos são importantes pois mergulham nas relações finito-infinito.

Aristóteles considera a questão relevante e ao mesmo tempo muito difícil. Para ele a formulação de uma noção abstrata, uma construção racional, é reveladora de estruturas reais e o conceito infinito relaciona-se mais com o conceito de parte do que com o de todo. Sua análise entre o infinito atual e potencial desempenha papel importante pois permanece presente no pensamento de Descartes .

O elemento teórico de maior relevo, a saber, a distinção entre indefinido e infinito (distinção que desempenha papel de primeiro plano, no pensamento de Descartes) é apenas uma variante da distinção, de origem aristotélica entre finito potencial e atual. (EINAUDI, v.18, p. 101)

O infinito potencial é baseado na idéia de se poder ir sempre mais longe. Por exemplo: o número natural tem sempre seu sucessor. O infinito atual está relacionado a infinitas repetições. Por exemplo: A sucessão de pontos de uma reta. Assim, Aristóteles só concebe o infinito potencial.

A moderna noção de ciência, ainda hoje não superada, foi estruturada principalmente por Descartes. Ele buscava uma ciência que apresentasse novas concepções da realidade. Uma ciência determinista guiada pela razão, encarando o Universo como o sistema mecânico do relógio. Moraes, analisando as escritas de Descartes diz:

Para esse grande matemático, mente e matéria seriam criações de Deus, sendo Ele a fonte da ordem natural e da luz que ilumina a razão, que possibilita ao ser humano o reconhecimento dessa ordem. O Universo material era uma máquina sem vida e sem espiritualidade. A natureza funciona de acordo com leis mecânicas exatas. Tudo no Universo poderia ser explicado por leis matemáticas e pelo entendimento de suas partes. (1997, p. 81)

A concepção cartesiana constitui, então, o quadro no qual se desenvolveu, e ainda se desenvolve, a investigação científica.

Descartes transforma a tradicional doutrina da natureza numa teoria científica, ligando o princípio material a uma regra de derivação determinada.
(...) A moderna concepção da natureza surge de uma extensão da estrutura conceitual e do aparelho metodológico de algumas disciplinas científicas particulares: as matemáticas. (EINAUDI, v.18, p. 39)

Explicitando: o modo operacional em Descartes resulta num processo onde os problemas devem ser divididos, particionados até que a resposta seja evidente. Em outras palavras: é apenas colocando o pensamento no lugar de uma linha, particionando-o na busca do seu ponto indivisível, que será possível analisar o pensado.

Entretanto, o infinito não está numa linha linear, como completa Hegel em seu pensamento:

O verdadeiro infinito não é apenas a negação do finito, mas também a negação da negação e, na medida em que regressa sobre si mesmo... A imagem da progressão do infinito é a linha reta. Mas o infinito está apenas nos dois extremos desta linha e continua a estar lá onde a linha, que é existir, já não está, desembocando. Enquanto verdadeira infinitude, é dobrada sobre si, sua imagem torna-se círculo, a linha que regressa ao ponto de partida, que é fechada e inteiramente presente, sem princípio nem fim. (EINAUDI, v.18,p. 102)

A articulação desse todo pensar carrega uma ousadia como possibilidade: a de interseccionar o conceito de infinito com minha realidade profissional, numa transformação e crescimento fermentados pela concepção operativa que aparece formulada no âmbito da matemática.

1.4 Infinito na Matemática

A concepção operativa do infinito não procura afirmar ou negar a realidade do infinito, limitando-se a investigar o modo como o infinito é construído. O infinito é apresentado como conceito fundamental e permanece em desenvolvimento.

O infinito matemático tem hoje muitas formas. Pode ser encontrado na geometria, nos conjuntos, na reta real. Ao serem buscados os primeiros indícios, verifica-se que as motivações primárias que lhes deram origem concentram-se principalmente no processo de contagem e medida. Assim desde que o homem aprendeu a contar, a idéia de infinito desafia o entendimento. Como exemplo, sempre são citados os números naturais: 1,2,3,4... seqüência interminável na qual há impossibilidade de determinação do maior número. Percorrendo a história em busca de questões direta ou indiretamente vinculadas ao infinito, o ponto de referência indiscutível é o paradoxo de Zenão.

Há aproximadamente 2500 anos, Zenão de Eléia propôs um paradoxo envolvendo Aquiles e a tartaruga. Com esse paradoxo Zenão toca nos enigmáticos problemas da ciência: a unicidade ou multiplicidade da realidade e o infinito, conforme descrição que se segue.

Zenão procurou mostrar que se Aquiles desse uma vantagem a tartaruga que é duas vezes mais lenta, Aquiles não poderia alcançá-la. Supondo que a corrida tivesse duas unidades de medida e a vantagem fosse de uma unidade de medida para a tartaruga, quando o guerreiro percorresse uma unidade de medida a tartaruga teria andado mais meia unidade. Num segundo momento, Aquiles percorreria meia unidade de medida, mas a tartaruga teria andado mais um quarto e assim infinitamente.

A conta ficaria $1+1/2+1/4+1/8+\dots$ sendo possível, sempre, acrescentar mais uma parcela a soma. O resultado deveria ser dois, mas a soma só seria possível por meio de um artifício. Esse fato abriu espaço para diversas discussões sobre o infinito. Arquimedes de Siracusa (290 - 212 a .C.) conseguiu montar uma soma infinita e com ela calcular por exemplo a área de uma parábola, porém o fantasma de seqüências infinitas como $1+1/2+1/4+\dots$ persistiam.

Foi com Augustin Louis Cauchy (1789- 1857) que, ao criar o conceito de limite, possibilitou dar significado a seqüência infinita. Segundo Cauchy não era certo dizer que $1+1/2+1/4+1/8+\dots$ é igual a dois, mas sim que a soma tende a dois. A importância do trabalho de Cauchy foi crucial para o rigor matemático, o que significava eliminar a ambigüidade.

Desde então a idéia de limite vem sendo aprimorada, inclusive por meio das teorias de Cantor. O alemão George Cantor desafiou o senso comum ao descobrir números que a imaginação matemática ainda não alcançava. É nele que minha atenção se deterá com maior cuidado.

George Ferdinand Ludwing Phillip Cantor (1845-1918) nasceu em S. Petersburgo, passando a maior parte de sua vida na Alemanha. Ao desenvolver seus estudos, concentrou-os em filosofia, física e matemática. Em 1867, obteve seu doutorado em Berlim, com uma tese sobre teoria dos números. Sempre atraído pela análise, sua preocupação estava voltada para a idéia de infinito. Em uma série de artigos publicados entre 1874 e 1884, Cantor começou por definir número infinito como aquele que poderia ser posto numa correspondência biunívoca. Curiosamente o caminho é relembrar como os números eram usados na Pré - história e ainda como os pastores que contavam seus animais colocando pedrinhas em uma sacola. Cantor repetiu o procedimento daqueles pastores, só que sua sacola era infinita e sua pedra abstrata.

Entretanto, Cantor fez muito mais que definir a infinidade. Pela correspondência biunívoca provou que o conjunto dos inteiros positivos tinha o mesmo número de elementos que o conjunto das frações próprias e impróprias. Em 1874 disposto a provar que o número de pontos de uma reta era menor que o número de pontos de um plano, descobriu o contrário. O número de pontos era sempre o mesmo. O trabalho de Cantor não implicava que todos os números infinitos fossem iguais, passando então a construir uma hierarquia desses conjuntos conforme suas potências. Alguns desses resultados eram tão paradoxais, que o próprio Cantor, certa vez disse : *"Eu vejo isso, mas não acredito"*.

Cantor conseguiu demonstrar que havia um número infinito de infinitos, usando como símbolo a primeira letra do alfabeto hebraico, o “alef” \aleph . À menor das infinidades atribuiu o símbolo \aleph_0 “alef zero”, representado pelos inteiros positivos. O próximo número infinito é \aleph_1 seguido por uma série de infinitos.

As descobertas de Cantor não tiveram aceitação imediata entre os matemáticos, pois enquanto alguns queriam evitar o uso desse conceito, Cantor falava de um número infinito de infinidades. O matemático francês Henri Poincaré afirmava que as gerações futuras iriam ver a teoria de Cantor *"como uma doença que se curou"*.

Cantor ao receber as críticas do matemático Poincaré, sofreu um lamentável abalo emocional do qual não se recuperou, falecendo em um hospital psiquiátrico em 1918. Anos mais tarde jovens matemáticos começavam a entender a importância do trabalho de Cantor. O matemático David Hilbert (1862-1943) já reconhecendo a contribuição da obra de Cantor, fez a seguinte afirmação: *"Ninguém nos expulsará do paraíso que Cantor criou para nós"*.

David Hilbert deu prosseguimento ao trabalho de Cantor dedicando grande parte de seus estudos ao entendimento matemático do conceito de infinito. Em uma comunicação na reunião de matemáticos da Sociedade Matemática de Westfalia, 1925, cujo o tema era o Infinito, informa :

Com essas observações quero só mostrar que a elucidação definitiva da essência do infinito excede o domínio dos interesses particulares da especialidade científica e se faz necessária pela honra do próprio entendimento humano.

O infinito produziu nos homens emoções tão profundas como nenhuma outra questão; o infinito trabalhou de maneira tão inspiradora e frutífera sobre o entendimento como nenhuma outra idéia, mas o infinito também precisa de elucidação mais que qualquer outro conceito. (HILBERT,1925, p. 3).

Hilbert faz um mergulho no conceito de infinito reconhecendo que este tem um caráter explícito e implícito. Procura no infinito o sentido de totalidade, mostrando que o modo como tratamos o infinito, somente através de cálculos pode ser meramente superficial. Implicitamente o infinito pode exercer um papel de maneira mais ampla. A tentativa de entender a essência do infinito leva ao envolvimento em experiências da física e conseqüentemente com o deparar-se com o infinitamente grande e o infinitamente pequeno .

Para o trabalho com o infinitamente pequeno é proposta a divisibilidade, já incluindo a divisibilidade infinita com a descoberta dos quanta por Plank. A conclusão é que a divisibilidade contínua não é encontrada em nenhum lugar da realidade. *"A divisibilidade infinita de um contínuo é uma operação que está presente somente no pensamento, que é apenas uma idéia, a qual está em contradição com nossa observação da natureza e pela experiência obtida na física e na química"* . (HILBERT,1925, p. 5)

Hilbert não se detém nos modelos tradicionais. Inicia suas experiências com a geometria euclidiana, partindo para explorar o conceito de micro e macro. Em seguida abandona a geometria euclidiana, apoiando o conceito de geometria elíptica e a

possibilidade de mundo finito. Para observar como o infinito é desenvolvido na ciência matemática, trabalha com George Cantor, Frege e Dedekind concluindo que:

O infinito não se encontra concretizado em nenhum lugar; nem está presente na natureza, nem se encontra como fundamento em nosso pensamento intelectual - uma harmonia entre ser e pensar. Em oposição aos esforços prematuros de Frege e Dedekind alcançamos a convicção de que certas representações intuitivas e conhecimentos interiorizados são, indispensáveis, como uma pré condição para a possibilidade do conhecimento científico, e que a lógica somente não basta. As operações com o infinito só podem ser tornadas seguras mediante ao finito. (HILBERT, 1925, p. 33)

Hilbert buscava obter um sistema formal coerente e completo. Tinha a esperança de que poderia encontrar uma demonstração de coerência e completude baseada em modos finitistas. Esperava que uma simples porção da totalidade dos métodos matemáticos serviria para demonstrar a solidez do todo. Mas, o sonho de Hilbert sofreu definitivo golpe com o artigo publicado por Gödel (1906-1978) artigo onde estabelece que a consistência é incompatível com a completude. Machado, referindo-se ao artigo, expõe a importância, dessa descoberta:

O artigo de Gödel teve o efeito de desnudar certas limitações insuspeitadas do método axiomático, certas insuficiências inerentes a todo sistema formal suficientemente abrangente, provando que é impossível estabelecer a consistência lógica interna de qualquer sistema dedutivo que englobe a aritmética elementar, por exemplo. (...) Ele utilizou um método simples e engenhoso, utilizando os raciocínios metamatemáticos de Hilbert, e exibiu um modo de construir proposições indecidíveis quanto a verdade ou falsidade em qualquer teoria formal suficientemente ampla. (MACHADO, 1997, p. 36)

Gödel abalou o sonho dos logicistas e dos formalistas, para ele a lógica não pode desenvolver toda a matemática e em um sistema formal existem enunciados que são verdadeiros e não podem ser demonstrados.

Todo arrazoado histórico foi caminho para decifração do conceito de infinito na sala de aula, tanto por alunos como pela professora, todos agora aprendizes em reflexões pedagógicas.

Capítulo 2

CADERNETA DE CAMPO

2.1 No Caminho da Sala de Aula: Encontro Marcado - Zeichner , Schön e Alarcão.

No caminho da sala de aula e da investigação sobre a contribuição artística e científica em educação, encontramos em Dewey, Schön e Zeichner o ponto de partida para a reflexão da prática docente.

Segundo Zanella (1999), Dewey (1859-1952) começa a investigar diversas formas de pensar, para chegar ao pensamento reflexivo, sendo que no pensamento reflexivo as idéias seguem uma seqüência lógica, comparado com elos em uma corrente, onde o antecedente entrecruza com o precedente . O pensamento reflexivo, para Dewey envolve a perplexidade, a dúvida e a experiência passada; esta última é o caminho para enfrentar a situação de incerteza. Então, o exercício de reflexão torna-se desgastante, trabalhoso e difícil, mas é um processo que pode auxiliar na conscientização da atividade do professor à medida que procura focalizar as razões das ações. Porém, o pensamento reflexivo em Dewey não leva em conta as teias sociais e políticas que envolvem a ação docente.

Mas são as pesquisas que referenciam o pensamento de John Dewey que constituíram as bases para o ensino reflexivo nos EUA. A continuidade dessa corrente desenvolveu-se principalmente com Schön e Zeichner, tendo forte influência no ensino ocidental.

O ensino reflexivo teve início na década de 80 nos Estados Unidos da América, época em que a instituição escolar passa por uma crise. Os professores e o sistema de ensino trabalham com a racionalidade técnica, cuja finalidade principal é o repasse de normas e conteúdos. A sociedade por sua vez recebe diferentes influências, as notícias se

transformam rapidamente, o acesso as informações expressam uma sociedade mais informatizada e tecnizada que busca um outro conhecimento. Um conhecimento que não se detém na racionalidade técnica, mas que caminha para a racionalidade prática.

Se na racionalidade técnica a teoria era concebida como um conjunto de conhecimentos previamente elaborados mediante pesquisas acadêmicas para, em seguida, serem aplicados na prática de ensino dos professores, agora com o ensino reflexivo, busca-se uma nova epistemologia da prática ou racionalidade prática. (ZANELLA, 1999, p. 78)

A racionalidade prática procura ver o homem agindo em um sistema caótico, isto é, em um ambiente instável, dinâmico, complexo e praticamente imprevisível. Ambiente, onde não se perpetuam modelos estáveis, com conteúdos fixos que perpassam décadas sem nenhuma modificação.

Diante desse cenário, é Schön que revela a inadequação dos processos educativos. Repetição, sistema de prêmios e punições, prisão em reformas fechadas num sistema definido cartesianamente. Alarcão, assim arrola o pensar de Schön :

(...)critica o atual paradigma da educação que, baseando-se num racionalismo técnico, se traduz num modelo de aplicação da ciência aos problemas concretos da prática através da ciência aplicada. Como alternativa, propõe uma epistemologia da prática que tenha como referência as competências que se encontram subjacentes à prática dos bons profissionais. (1996, p. 11)

Na voz de Schön (1995) o ensino reflexivo parte do respeito ao pensar do outro, pressupõe uma postura do professor em que as perspectivas distintas são aceitas. A formação do professor deve incluir um forte componente de reflexão a partir de situações

reais. É este o caminho para o profissional sentir-se capaz de enfrentar as situações novas que surgirão em sua prática docente.

Para o autor, os profissionais recém formados não se sentem preparados para resolver problemas da vida real, pois esses problemas não têm estrutura bem definida e sua compreensão não é clara como os problemas dos livros. Muitas vezes os problemas manifestos não passam de situações constrangedoras, a maior dificuldade pode ainda estar submersa na incompreensão. Compreender o problema mostra-se de grande importância, mas o problema manifesto é muitas vezes uma conseqüência do problema real. Com Alarcão:

Cada situação surge há princípio como um caso único e problemático. E perante essas situações problemáticas não há nada a fazer senão começar por tomar consciência da natureza do problema para compreendê-lo. Mas para compreender, é por vezes necessário desconstruir o problema manifestado para construir o problema existente. (ALARCÃO, 1996, p. 14)

Com as análises de Schön e Alarcão comecei a observar que, o que preocupa, é muitas vezes conseqüência de um problema maior, mas que está em um nível de compreensão ainda não atingido, por essa razão usando-se paliativos para a compreensão do mesmo.

A construção para entendimento do problema não é nada simples. Ela exige que se observe situações aparentemente irrelevantes, mas com outro olhar. Reformular o problema exige uma conversa com a situação, ouvir o que ele está tentando dizer, e verbalizar os processos de reflexão no decorrer da própria ação. Segundo Dewey " *Essa*

reflexão não é apenas uma sucessão e sim, uma série lógica de idéias, de modo que cada uma engendra a seguinte como sua conseqüência natural e, ao mesmo tempo, articula-se com a idéia precedente". (Apud ZANELLA,1999, p. 72)

Segundo Zeichner (1993), o termo reflexão perdeu seu significado dualista, pois passou a incorporar tudo aquilo que se acredita dentro da comunidade educacional acerca do ensino, aprendizagem, escola e sociedade. A bandeira da reflexão é uma rejeição às reformas educativas onde os professores são agentes passivos. Reflexão também significa que a produção do conhecimento precisa voltar às mãos dos professores .

Mas o que e como ensinar se tudo muda rapidamente numa escola com professores regrados por normas racionais e tecnicistas, que valorizam um conjunto de conhecimentos prontos e previamente elaborados nos centros acadêmicos, aplicados sem maior reflexão. Esses professores, grupo no qual me incluo, por vezes agem ignorando a teoria de sua própria prática docente.

Procurando romper com os valores encarnados em nossos hábitos, onde parte de suas raízes estão em um passado irrefletido e na obsessão pela manutenção da ordem, é que caminho com Zeichner (1993) rumo à reflexão sobre o ensino.

Para Zeichner (1993) os professores, no seu cotidiano, produzem teorias e essas teorias são importantes para a construção de um ensino reflexivo.

Reflexão também significa o reconhecimento de que a produção de conhecimentos sobre o que é um ensino de qualidade não é propriedade exclusiva das universidades e centros de investigação e desenvolvimento e de que os professores também têm teorias que podem contribuir para uma base codificada de conhecimentos do ensino. (ZEICHNER, 1993, p. 16)

Zeichner (1993) reconhece a riqueza da experiência do professor. O professor como prático reflexivo deve começar refletindo sobre sua própria experiência, estudar a maneira como ensina e melhorá-la com o tempo. Reflexão significa o reconhecimento de que o processo de aprender a ensinar é constante, e que o tipo de saber tirado totalmente da experiência dos outros é meramente uma ilusão. O que quer dizer que o professor deve aprender a refletir sobre sua prática, que foi socialmente construída na interação com o outro.

Conhecer sobre sua própria prática é o desafio inicial do ensino reflexivo, pois os professores normalmente ignoram o saber produzido por sua prática. Os professores preparados no determinismo cartesiano, ignoram os conhecimentos tácitos produzidos no dinamismo e na imprevisibilidade da sala de aula. Giovanni (2000) esclarece que para Zeichner, três condições devem marcar o exercício da prática reflexiva dos professores:

- a) voltar-se para dentro (a própria prática docente) e para fora (as condições sociais em que se situa a prática);
- b) reconhecer o caráter político de tudo que os professores fazem e as situações de desigualdade que se manifestam na sala de aula (questões de raça, classe social, gênero e de acesso ao conhecimento);
- c) tornar a atitude de reflexão uma prática social para o professor e seus alunos.(GIOVANNI, 2000, p. 58)

Trata-se então de um poderoso desafio para os professores, um trabalho de consciência, de superar a tendência de aceitar as respostas prontas e de transformação de

uma visão ingênua e fragmentada de atuação enquanto educadores. É aceitando esse desafio que fiz uma escavação em minha prática docente.

2.2 A Escavação: Processo de Formação Docente

Como professora em diferentes níveis de ensino, reconheço a existência de idéias pré concebidas, conceitos construídos durante minha formação. E como professora de matemática estou marcada por regras rígidas, racionalidade e exatidão.

Retrocedendo em meu processo de formação docente, vejo minha experiência profissional iniciar-se em uma pré-escola como estagiária, seguindo como professora do ensino fundamental, do primeiro ao quarto ciclo, e atualmente trabalhando com o ensino médio. Com conteúdos diversos, mas repetindo atividades. Retomando meus passos, tomo consciência que, numa missão ingênua continuo repetindo o que aprendi acreditando trabalhar de maneira diferente.

Invocando Schön, estou no meio de reformas educativas. Nesse processo, estou participando de um modelo já conhecido de política de reforma, ou seja uma política que parte de um governo central espalhando-se para a periferia de instituições locais, assim reforçando um sistema de prêmios e punições. Conhecimento imposto na periferia, não se admitindo reelaboração. Mas segundo Schön, um momento de grande oportunidade para reexaminar questões cruciais como:

Quais as competências que os professores deveriam ajudar as crianças desenvolverem?

Que tipos de conhecimento e de saber-fazer permitem aos professores desempenharem o seu papel eficazmente?

Que tipos de formação serão mais viáveis para equipar os professores com as capacidades necessárias ao desempenho do seu trabalho? (Apud NÓVOA, 1995, p.80)

Para Schön a crise educacional centra-se num conflito entre o *saber escolar* e a *reflexão-na-ação* dos professores e alunos. Na realidade, o conflito indica duas formas diferentes de considerar o conhecimento, a aprendizagem e o ensino.

Na primeira, o saber escolar é um tipo de conhecimento que os professores possuem e devem transmitir aos alunos. É baseado em fatos e tido como certo, o que reforça a crença em respostas exatas. O saber escolar é molecular e categorial, feito por partes isoladas que podem ser combinadas, sendo a progressão feita de níveis mais elementares para os mais avançados. Desta maneira Schön conclui que o saber escolar é também privilegiado.

O conhecimento molecular, certo, factual e categorial, é privilegiado. Se um aluno tiver problemas na aquisição dos saberes escolares, trata-se de um problema seu. Inventamos então categorias (por exemplo, aprendizagem lenta) para explicar esta realidade, as quais, no fundo, só servem para nos livrarmos de informações que poderiam nos perturbar. (Apud NÓVOA, 1995, p. 82)

A segunda visão se dá pelo processo de *reflexão-na-ação*, é um momento sutilmente combinado, onde se dá razão para o aluno com uma habilidosa prática de ensino. Onde o professor permite surpreender-se com o aluno, reflete sobre o que o aluno fez, e procura compreender a razão pela qual foi surpreendido. Passa por um momento de confusão e incerteza, depois reformula o problema, testa sua nova hipótese sobre o modo de pensar do aluno.

A fase da confusão é um momento importante para o professor reflexivo, visto que ao tentar elaborar estruturas para encontrar uma resposta, o aluno passará por um momento de confusão e o professor que acompanhar esses passos também ficará confuso.

Um professor reflexivo tem a tarefa de encorajar e reconhecer, e mesmo de dar valor à confusão dos seus alunos. Mas também faz parte das suas incumbências encorajar e dar valor à sua própria confusão. Se prestar atenção ao que as crianças fazem, então o professor também ficará confuso. E se não ficar, jamais poderá reconhecer o problema que necessita de explicação. (Apud NÓVOA, 1995. p.85)

O inimigo da confusão é a resposta encarada como verdade única. Se a resposta já for dada antes do desenvolvimento e da investigação seguida pela análise dos dados encontrados, então não haverá espaço para confusão. Se já possuímos todas as respostas para os problemas previamente escolhidos, daremos apenas a liberdade para reproduzir o que estava previamente previsto. O professor que reflete sobre a ação começa a analisar suas atitudes perante a sala de aula e a duvidar de suas certezas absolutas.

A reflexão-na-ação exige que o professor torne-se curioso, capaz de ouvir o aluno e agir como um detetive sobre seu próprio processo de conhecimento e o de seu aluno. O que na realidade é o auxílio para a articulação do conhecimento individualizado com o saber escolar. Desta maneira o professor procura entender o conhecimento que o aluno traz para a escola para relacioná-lo ao saber escolar. Mas o professor reflexivo não deve considerar a passagem do conhecimento baseado na vivência para o conhecimento formal como um progresso, e sim associar as diferentes formas de conhecimento.

Para Alarcão (1996), o papel do professor não consiste em apenas formalizar conhecimentos. Ele precisa facilitar a aprendizagem, ajudar o aprendiz a adquirir o conhecimento. É uma proposta de formação que salienta a prática como fonte de conhecimento pela experiência e reflexão. Uma oportunidade de integrar competências, de buscar caminhos tendo como base a reflexão na própria ação.

Triunfante, transcendente, aberta as diferenças e dando vazão a confusão, encontrei no tema Infinito a ruptura de um sistema fechado, que reproduzia a si próprio e me reproduzia. Procurei, então, como Bach, através de suas fugas, romper com os velhos significados referenciais e diferente, nova, (re) tornar fazendo agora a segunda voz.

2.3 O Infinito na Escola e na Sala de Aula

O infinito na escola é tratado como um autômato. Presente nas diversas séries, é um conceito plenamente dominado pelos alunos das séries finais. Mas, as atividades que envolvem o tema são previamente escolhidas pelo professor e os exercícios selecionados devem apresentar uma única resposta.

O tema infinito é multivocacional, apresentando ambigüidades. A primeira refere-se à própria significação do termo, a segunda diz respeito à diversidade dos objetos a que a noção se aplica e uma terceira seria à forma como se apresenta e se desenvolve o discurso sobre o infinito.

Quanto à significação do termo pode ser positiva ou negativa. A positiva refere-se ao infinito enquanto característica da perfeição absoluta ou a noção de números transfinitos. A significação negativa indica a ausência de limite, o apeiron dos gregos, logo 'sem limites'. O infinito não se detém em significar somente processos. Pode referir-se a entes conceituais - matemáticos, ou ainda aos entes possíveis - Deus. A terceira ambigüidade, aquela que desenvolve o discurso sobre o conceito de infinito, tem um valor essencial, pois permite refletir sobre os diferentes significados que o conceito atinge.

O conceito de infinito desenvolve-se teoricamente no decorrer da vida do indivíduo, muitas vezes envolvido em aspectos que remetem à cosmologia, ao espaço e a paradoxos. Logo é abrangente e diversificada. É encontrada em diversas áreas, mas é na disciplina de Matemática que a encontramos constantemente. Mesmo não sendo conteúdo específico

nas escolas, está presente no processo de contagem. Desde a pré-escola, porque mesmo antes de conhecer no numeral é no processo de acrescentar, que a criança vai embutindo uma noção de infinito.

Refletindo sobre os conteúdos matemáticos já, no ensino fundamental, na primeira fase, as crianças desenvolvem competências como a contagem, competências ampliadas no decorrer dos anos com operações, noções geométricas de reta e plano. Na quinta série quando o trabalho com conjuntos é aprofundado, a noção de infinito está sempre presente e é intensificada gradualmente. Os alunos têm efetivamente experiências constantes com o conteúdo infinito, pela sua presença nas diferentes faces matemáticas, mas sem que ele próprio seja um conteúdo específico dos parâmetros curriculares.

No ensino médio o conceito está na representação gráfica, nas voltas trigonométricas, nos cálculos mais elaborados, nos infinitos pontos, nas retas, nos planos e nas formas espaciais. Mas ao associar a experiência que os alunos têm de mundo às colocações pedagógicas da matemática, as respostas estão sempre associadas a impossibilidade de contar, antagonizando como conseqüências um grande equívoco com relação ao que é finito ou infinito. Permanecem na dimensão espacial, na necessidade de contar e medir e diante de sua impossibilidade, não fogem como Bach, para percorrer mentalmente, abstratamente grandes quantidades. Mesmo a extrapolação para conteúdos de outras disciplinas escolares, sofreram traição: a biologia, com a riqueza da natureza, carregada de infinitos infinitos, perde-se no aspecto sensorio - visual; a física, via quântica, e a presença do infinitamente pequeno subjuga-se à rapidez informacional.

Tomando como pressuposto o infinito apenas enquanto idéia numa rede de conhecimentos, trabalhar juntos aos alunos, em primeiro plano, ouvindo os conceitos que carregavam. Nos exemplos que citaram observei, que as informações sobre o finito e o infinito partiam da matemática e da própria experiência de vida. As respostas, praticamente unânimes, eram independentes da idade ou grau de escolaridade de cada aluno: infinito é o que não tem fim, o que não acaba, o que nunca termina. Seus exemplos são os grãos de areia, as gotas do mar, os números, as estrelas, Deus e o universo.

As seqüências, na busca do entendimento, por meus alunos, do conceito de infinito foram efetivadas na segunda série do ensino médio (turmas B, D, F) da E.E.Prof. Carlos Augusto de Camargo, em Piedade, em 2000. Como já explicitado, ouvi-os falarem através de exemplos. Num momento, agrupados, discutiram e escolheram aqueles, posteriormente agrupados na lousa por categorias comuns. Reduzidas ao mínimo denominador comum, as categorias podem ser elucidadas na seguintes elaborações:

O infinito como ser: Deus, homem, Cristo.

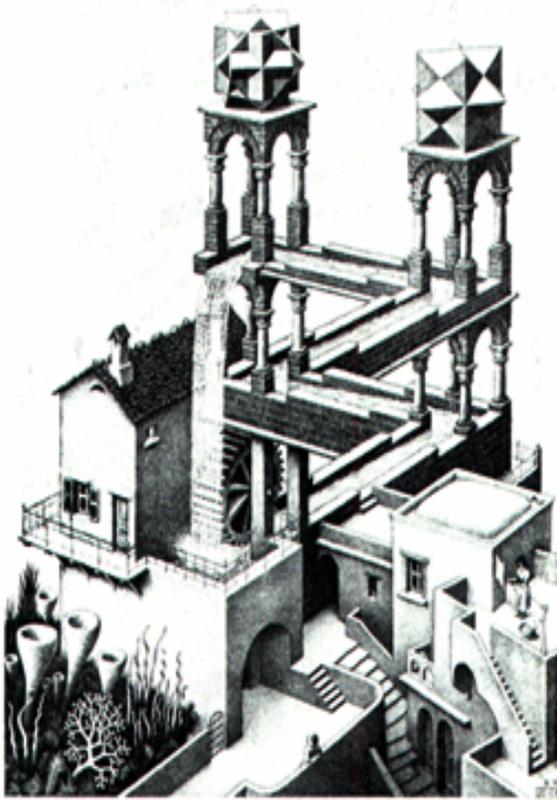
O infinito como lugar : O céu, mar, espaço , as estrelas e o universo.

O infinito como processo: o conhecimento, a seqüência numérica, processo de rotação da Terra (dia e noite), e a reprodução dos animais.

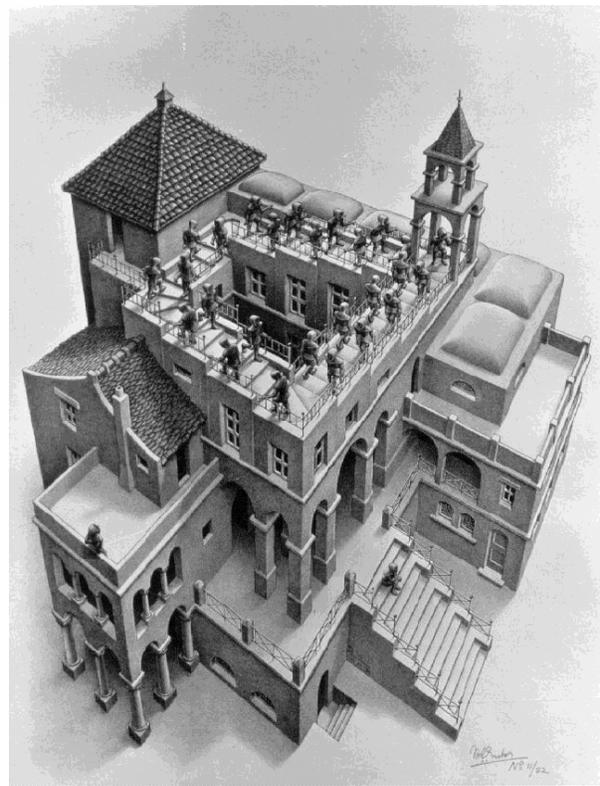
O infinito como objeto: números, grãos de areia, gotas de água do mar, e uma reta.

Um terceiro momento, resultou na busca de verificar a validade dos exemplos, com os alunos. No caso do infinito como *ser*, a discussão tornou-se elaborada pois os alunos exprimiam a prática religiosa da vida familiar, com muita influência no pensar de alguns deles. Enquanto um grupo admitia Deus como infinito, outros incluíam o homem por acreditarem na imortalidade da alma. No infinito como *lugar*, o entorno dos dizeres buscava distinções sensoriais plásticas. Quanto ao infinito como *processo*, afastando construções semânticas, foram apontadas vários concretos matemáticos, concretos que serão a minha bandeira estandarte, aflorando nos meus demônios, e propostos, via Escher, aos meus alunos. Já o infinito como *objeto* indicava a confusão entre a incapacidade de medir e contar manualmente com o conceito de infinito. Essa dificuldade tornava-se mais evidente diante da não aceitação, pelos alunos, da finitude dos grãos de areia da terra e das gotículas de água do mar.

Mais um passo. Solicitei aos alunos que, numa folha retangular, representassem, observando as obras de Escher, o infinito. Passados sete dias para uns, dez para outros e até hoje para alguns as representações foram (ou não) entregues. Para surpresa as representações eram 1,2,3,..., o universo, uma casa, um homem, árvores, flores. Continuei as discussões, apresentando os quadros de Escher: Queda de Água (1961), Escada acima e escada abaixo (1960), Divisão regular da superfície (1958), Limite circular III e IV.



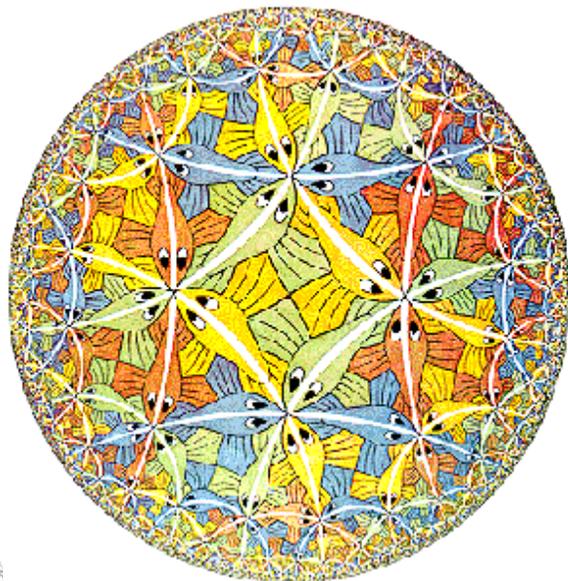
Queda de Água (1961)



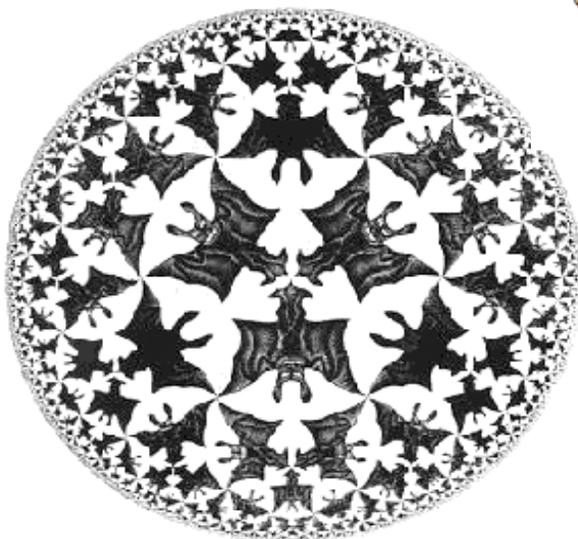
Escada acima e escada abaixo (1960)



Divisão regular da superfície (1958)



Limite circular III, xilogravura, 1958.



Limite circular IV (1960)

Solicitei que desenhassem, tendo por base a divisão regular do plano, processo que Escher utiliza para seus trabalhos. Interesse despertado junto aos alunos, eles procuram informações, refletem e desenharam em sala de aula. Ao recolher os desenhos finais, à semelhança entre quase todos faz surgir uma desconfiança: eu estava fornecendo um modelo 90% entre 150 alunos escolheram a divisão retangular, o restante trabalhou com o quadrado e o círculo, um apresentou um poema, outro quis compor uma música. Fiquei órfã de teoria, instante no qual retomei a tese de doutorado de Vínicio de Macedo Santos - O Infinito - defendida na Faculdade de Educação da USP, em 1995, que ao ser lida pela primeira vez causou-me repulsa (essa é mesmo a expressão verdadeira). Não quero fazer nada igual, disse-o nestes termos para minha orientadora e publicamente, num colóquio realizado entre professores e meus pares. Nessa tese, o autor, após fazer um questionário sobre o que alunos de 5^a série do Ensino Fundamental até a 3^a série do Ensino Médio entendem sobre o infinito, sugere desenhos sobre o mesmo tema. Com a análise desses desenhos, o autor chega a conclusão que o estudo do infinito em sala de aula tem sua importância ligada à histórias do pensamento, a idéia filosófica de infinito, à especulação teológica, à hipótese de universo, mas sobretudo como conceito matemático, visto ser possível trabalhar questões ligadas ao tempo, espaço, universo, grandezas e números.

Agora leitora mais atenta, sabia que a implacável sentença proferida contra outrem dizia de mim: havia interpenetração dos exercícios propostos aos alunos, aqui e ali modificando movimentos, mas numa linearidade evolutiva estrangulatória. Vínicio e Carmem eram iguais: Professores de Matemática, técnicos racionais, calculáveis, estáveis.

Reconhecendo a sala de aula como um sistema dinâmico tentei sair de atitudes que não contemplam a dinâmica de um sistema instável. Mesmo assim, continuei a agir como sempre. Cópias inconscientes de futuras cópias, estando a própria limitação enraizada no jogo do poder, e como a torre no jogo de xadrez avancei somente com direções delimitadas, com rumo definido, normas claras e sempre em função do rei e da rainha. Continuei seguindo modelos racionais, dividindo o problema, colocando a sala de aula em um plano cartesiano de controle e ordenação. Sempre me repetindo, mas acreditando fazer algo diferente.

Vislumbrei que minha meta era direcionada por um ideal ingênuo de liberdade, uma fé romântica na facilidade de conscientização e de alteração da realidade na qual vivo. Neste sonho de poder, o saber matemático surge como a chave para desvendar os segredos da natureza e a arte apenas como ferramenta para externar os benefícios que a matemática proporciona. Despertei em meio ao sonho de racionalidade do poder da educação matemática. Mas quem resistiria a um discurso onde a vontade de mudar estivesse unida ao saber? Afinal, uma educação que torna possível a emancipação e a liberdade. Um discurso de desejo e sedução, onde o alvo está no poder.

Neste momento não sabia até que ponto a matemática, como é tradicionalmente trabalhada nas escolas estaduais do ensino médio, liberta ou aprisiona. Mesmo procurando uma alternativa para o trabalho em sala de aula, as regras estão tão inculcadas no professor que na inconsciência de seu papel de pintar asas, não alça vôo; o próprio professor permanece amarrado nas teias do sistema que o envolve. Pois ele também foi filho, aluno e professor, fruto de uma sociedade hierárquica e de uma hegemonia dominadora.

A matemática tem a facilidade de impor regras e delimitar espaços chegando ao cidadão não apenas como uma capacidade importante a ser adquirida, mas como uma condição para o indivíduo crítico na sociedade. O que descortina a pergunta que permeava minhas aspirações, da qual ainda não tinha consciência presa aos problemas que encobriam as raízes dos meus conflitos. Esvaziada de significados, a subjetividade conceitual elevada a graus de incontrolável indeterminação, encontro Oleg e os Clones.

No encontro com Oleg e os Clones, pequeno livro mágico do Prof. Dr. Godofredo de Oliveira Neto, professor de Sociologia, na Universidade Federal do Rio de Janeiro, consigo decodificar o verdadeiro problema minha real preocupação: o que é ser professor? Qual é a real preocupação do professor? Se o objetivo centrar-se no aluno, a questão é até que ponto regras e técnicas empregadas isoladamente são a resposta. Conseguir resolver exercícios de conteúdos pré definidos é emancipação? Ou isso perde-se no momento em que causa sensação de desconforto e exclusão pelo não domínio do conhecimento. Hoje questiono o conteúdo totalmente desvinculado de um contexto, fragmentado em blocos desconexos. Então, a partir desse momento o infinito e a matemática deixam de ter a importância central, passando a ser um elo condutor desta pesquisa. Avanço, entretanto, como uma das raízes na árvore do conhecimento em busca de novas possibilidades.

Vou ao encontro dos meus demônios: não sem razão, atrevo-me a transcrever, agora, o Poema de Andarilho, de Lindolfo Bell, que abre o pequeno livro Oleg e os Clones (AnexoI- Resumo). Vivenciar a experiência poética de Bell, que faz ilação com Fernando Pessoa - "Fiz de mim o que não soube, e o que podia fazer de mim não o fiz ...", mas que

após atravessar compêndios, currículos, apostilas de silêncio, atravessa simulacros, arranca o lacre da palavra, conhece seu próprio acesso e a face inversa da luz... extraviando-se sem cessar jamais porque menor do que seu sonho, não pode ser.

Poema do Andarilho

Lindolfo Bell

*Fiz de mim o que não soube,
e o que podia fazer de mim não o fiz.
Conheceram-me logo por quem não era
e não desmenti, e perdi-me.
Quando quis tirar a máscara,
estava pregada a cara.
Quando tirei e me vi ao espelho,
já tinha envelhecido.
Atravesso compêndios, currículos, apostilas
de silêncio
e minha sombra pisada
por outra sombra de tudo
e nada.
Atravesso simulacros
e arranco o lacre da palavra(...)
Aqui disponho de mim
e conheço meu próprio acesso
Aqui conheço a face inversa da luz
onde me extravio
e não cessarei jamais*

*Pois menor que meu sonho
não posso ser.*

Capítulo 3

COSMOGRAMA DO IMPRECISO

3.1 Caleidociclo: Reflexão Sobre a Ação - Meus demônios.

Olhando o caminho percorrido observei que, em cada situação professoral, o fator emocional esteve presente, numa visão romântica da profissão professor, aquele que busca igualar as diferentes classes sociais presentes na escola através da administração dos conteúdos. O professor guarda na mente a imagem do mestre que transcende a natureza humana, lugar onde a capacidade de sacrificar-se aparece como pré-requisito. Mantendo sonhos de salvador da humanidade, o mártir da sociedade e o juiz dos males sociais, é um ser que, com o conhecimento em mãos, erige como parâmetro de vida o poder de determinar o futuro. Coberto pelas certezas do mundo moderno, está mergulhado em um espaço delimitado por sua visão incompleta da realidade. A não consciência dessa miopia o torna um brinquedo das forças sociais. Mesmo diante da vontade de mudar, de sair da rotina, de fazer *algo* diferente continua fazendo sempre o mesmo, pensando criar o novo. A reflexão se faz necessária pois o *agente da libertação* passou a *agente da reprodução*. Tendo como agravante sua própria prisão nas teias da sociedade.

A hipótese de que o infinito é um conceito que acompanha o aluno desde o início da aprendizagem escolar, mas com o decorrer do processo cognitivo/letivo os alunos tem dificuldades para apreender seu significado. Como consequência, limitam o contar e medir, sem conseguir abstrair um conceito e processá-lo com o pensamento. Os alunos não avançam em um processo considerado simples e completamente entendido pelos professores.

Neste momento, repleta de presenças e no caminho da reflexão do que é ser professor, encontrei no tema paradoxal do infinito a oportunidade de sair do sistema estático e tentar postular um futuro, ao corporizar os demônios que me atormentavam. A força do determinismo, das certezas, do falso domínio do passado e do futuro que o professor acredita ter, fez nascer o primeiro demônio, como alegoria: o Demônio de Laplace.

Em 1814, Laplace (1749-1827) refere-se, em um ensaio sobre as probabilidades, a uma idéia que se tornaria ponto de partida para todos os debates futuros sobre o caos, o acaso e o determinismo. Trata-se do *demônio de Laplace*, ser que poderia ter pleno conhecimento sobre todos os fatos. O estado presente do universo é visto, então, como o efeito de seu estado anterior, e como a causa daquele que virá.

Laplace fala de uma inteligência que poderia ser elevada fora do nosso planeta podendo, através da observação em qualquer instante dado, identificar todas as forças pelas quais o mundo natural se move e a posição de cada uma de suas partes componentes. Tendo também a capacidade de submeter todos estes dados à análise matemática, se poderia determinar o movimento dos maiores objetos do universo e o dos menores átomos; nada seria incerto para ele, e o futuro, assim como o passado estaria presente diante de seus olhos.

O professor que se envolve em certezas absolutas pode tornar-se insensível aos valores dos alunos, focalizando os objetivos no conteúdo, separando em compartimentos:

a ciência , a educação e a arte. Como resultado da experiência que desenvolvi com meus alunos observei que procurar entender o que se ensina não é o suficiente, a compreensão de um assunto e a vontade de ensinar não bastam para deixar de ser e de produzir cópias - os clones. A disfunção ocorre em parte, porque o profissional, enquanto professor, formado na visão mundo-máquina, onde a sala de aula é um sistema movido por engrenagens e o funcionamento ainda continua numa linha de montagem e formatação, e porque cada disciplina escolar deve, através de seu conteúdo, acrescentar dados para fazer funcionar o sistema.

É na educação que o pensamento cartesiano continua sendo empregado com toda sua força, gerando padrões de comportamento. Mesmo ao serem empregados recursos tecnológicos no ensino, a substituição do quadro negro e do giz, é feita sem maior reflexão sobre o processo de aprendizagem. Continuamos a treinar comportamentos, inculcando a força do não, a esperar sem questionar, a delimitar espaços, a calar e a ter certezas. Como Fala Moraes:

Na escola , continuamos limitando nossas crianças ao espaço reduzido de suas carteiras, imobilizadas em seus movimentos, silenciadas em suas falas, impedidas de pensar. Reduzidas em sua criatividade e em suas possibilidades de expressão , as crianças encontram-se também limitadas em sua sociabilidade, presas à sua mente racional, impossibilitadas de experimentar novos vãos e de conquistar novos espaços. (2000, p.50)

O professor cartesianamente definido tem em mente rigidez, conformismo, hierarquização, decisões de cima para baixo, fragmentação, compartimentalização do sistema rigidamente definido e capacidade de observar e fazer previsões. O que induz a limitar nossas crianças, calando suas falas , ensinando a não questionar, a não expressar o

pensamento divergente, presas a memorização, repetição e cópia. A criatividade é ceifada, sua criatividade impedindo-as de ousar e tentar novos vôos. O livre arbítrio passa a ser delimitado, sua opinião é também delineada. É Laplace dizendo: na sala de aula deve vigorar a sintaxe do discurso lógico, seqüencial, linear, temporal, criadora do efeito do movimento que fornece conhecimento sobre todos os fatos. Essas observações dão à luz a uma segunda presença: o *Demônio de Maxwell*.

Diante da sala de aula, o professor que se imagina democrático, avançado, diferente, demonstra continuar dominador, quando a reflexão da situação não faz parte de seus hábitos. Ao não refletir sobre a passagem dos alunos pela escola, deixa também de observar a influência da escola em seus alunos.

Ao entrar na pré escola, a criança gosta de música e cria seus próprios desenhos com liberdade. Com o passar do tempo a musicalidade se perde. Os desenhos antes tão livres começam a ser classificados. O professor exige que melhore o capricho, padronizando cores que vão apagando o brilho das composições pictográficas. As criações infantis perdem-se no emaranhado de regras e atitudes. O Demônio de Maxwell decifra uma resposta.

Maxwell (1831-1879), que tinha uma poderosa base matemática, soube interpretar o conhecimento da época, formulando-o sinteticamente nas relações hoje conhecidas como as equações de Maxwell. Por volta de 1871, argumentou que a presença de um demônio inteligente, microscópico, violaria a 2ª lei da termodinâmica, lei que informa que a entropia de um sistema isolado não diminui. Mas, Maxwell era dono de um demônio, um

ser imaginário que como porteiro controla a ligação entre dois recipientes cheios do mesmo gás. Em um primeiro momento as moléculas de qualquer gás movem-se aleatoriamente e as velocidades diferentes mantêm o equilíbrio. O demônio usa a sua pequena porta para permitir a livre passagem de qualquer molécula rápida que tente sair do recipiente B em direção ao A, mas fecha-a rapidamente sempre que uma molécula tente escapar-se do A para o B. Assim, gradualmente, no recipiente A fica a maioria das moléculas rápidas enquanto que no B ficam as mais lentas (as de energia mais baixa). Como resultado da discriminação feita pelo demônio, a temperatura do recipiente A aumenta enquanto que a do B diminui, embora no início ambos tivessem a mesma temperatura interna, contradizendo a Segunda Lei da Termodinâmica.

O paradoxo de Maxwell, como se tornou conhecido, acabou por ser resolvido pelo físico Léon Brillouin (1889-1969), demonstrou que a observação que o demônio faz das moléculas levava a um aumento de informação dentro do sistema, informação essa que tinha de ser paga à custa da quantidade de energia que o demônio gerava. Assim, enquanto que para os leigos parece absurda a idéia da existência do demônio de Maxwell, ela levou os físicos a descobrirem importantes relações entre a informação e a energia.

Trabalhando o Demônio de Maxwell como uma alegoria, vejo a escola dividindo conhecimento em assuntos, e os professores selecionando-os e classificando-os com os seus pré conceitos. Maxwell, o demônio em ação: recipiente A, recipiente B. No primeiro moléculas rápidas, no segundo as de energia mais baixa. Recipiente A, o dos alunos, recipiente B o lugar do professor? Demais demonstrado que a escola busca racionalização do sistema empresarial capitalista, como um reflexo do sistema taylorista. Dessa maneira

procura separar setores, como os de planejamento, execução e o processo ensino aprendizagem, onde um setor pensa, outro deve fazer cumprir, enquanto que um terceiro precisa obedecer. A influência dos sistemas educacionais faz com que as escolas sejam instituições, passivas e cumpridoras de normas, a administração da escola refletindo o sistema nos professores que, por sua vez, o transmitem aos alunos, que retornam a sociedade, e esta reforçando a hierarquia e a obediência inquestionável.

Para Moraes (1997) outro importante fator que nos mantém atrelados ao modelo cartesiano - newtoniano é que enquanto indivíduos, continuamos seguindo um enfoque gerencial de produção de conhecimento. Uma linha de montagem alienada. Onde o erro é visto como elemento cabível de punição. Mas o mundo não é mais o mesmo ele continua num processo infinito de mudanças, sendo que a ciência que ontem nos indicou um mundo de certezas e um pensamento cartesiano, atualmente possibilita novas percepções a respeito da realidade.

A ciência clássica fez da natureza um autômato e a revolução industrial instrumentalizou, equipou e racionou este autômato com recursos esgotáveis. E a partir de agora como nos diz Prigogine *"o saber científico descobre-se hoje como 'escuta poética' da natureza, processo natural em um mundo aberto"*. E é com Prigogine que vou enfrentar meus demônios.

Dialoguei com Prigogine buscando esclarecer o momento científico que estou vivendo. Segundo ele, a história das ciências conheceu poucas ocasiões tão promissoras, como a que a humanidade está enfrentando, pois dois mundos se defrontam, os quais ao

que parece, nada têm em comum. Estou diante de uma profunda transformação entre os níveis microscópico e o macroscópico.

Trata-se de um estado paradoxal a me desafiar, um estado onde pequenas diferenças, longe de se anularem, se sucedem e se propagam. Um caos indiferente ao equilíbrio deu lugar ao caos criador, do qual podem sair estruturas diferentes, lugar onde os demônios, antes dominadores, prostram-se na consciência da perda de seus poderes.

Estou diante de dois modelos, um que usa abordagem da lógica, da matemática de processos finitos em que se contam e se combinam elementos, e outra que analisa populações numerosas e caóticas. Prigogine trabalha com a noção de modelos "mecânicos" e modelos "estatísticos".

O modelo mecânico é apenas um modelo. Um Aristotélico diria que ele representa aquilo para o qual tende o funcionamento de certas organizações, tais como um ministério, por exemplo, onde de cada funcionário apenas se espera que execute a função prevista no organograma. Os térmitas e outros animais sociais parecem, por seu turno a realizar o ideal do modelo estatístico. Encontram-se, pois, claramente distinguidos o nível local, onde o comportamento é estocástico, e aquele, global e numeroso por definição. Onde se pode encontrar engendrado um comportamento coletivo. (PRIGOGINE, 1997, p. 140)

Estou diante de duas visões científicas. Que relações posso descobrir entre as leis newtonianas deterministas e a descrição teórica estatística e de probabilidade? Duas ciências que apresentam visões opostas, e no entanto descrevem um mesmo mundo.

Para descrever instantes sucessivos de um sistema, cabia ao Demônio de Laplace conhecer a lei geral da trajetória, a passagem do sistema entre dois estados sucessivos, a descrição completa do instante inicial do sistema. A partir daí era possível desdobrar de estado em estado para o passado ou para o futuro. Nessa visão, tudo é dado, a mudança não é mais que o desenvolvimento de uma sucessão de estados fundamentalmente equivalentes.

Até agora a idéia de um Universo estático descrito em termos deterministas parecia a única resposta. Mas é com o auxílio de Prigogine ao abordar a teoria dos conjuntos de Einstein, que posso reconhecer a natureza da limitação do Demônio de Laplace, que Ele introduz uma descrição dinâmica independente das condições iniciais, fato intrínseco à sua própria morte sendo que o conhecimento do instante inicial da formação de um sistema, não é mais suficiente para prever o passado ou o futuro. Incluindo a ignorância das condições iniciais do sistema, o que nos remete a uma interpretação subjetivista do observador, o homem se assume como o Demônio de Maxwell, capaz de separar as partículas rápidas e lentas, e de impor assim ao sistema uma evolução cada vez menos uniforme.

Entretanto a objeção é imediata, já que não se pode com um simples golpe de vista abranger as posições e as velocidades das partículas que constituem um sistema dinâmico. Aqui sou impulsionada para a segunda visão de ciência. O conhecimento que se tem do sistema é aproximativo e a incerteza permanece, mas a partir da reflexão sobre as duas visões, Prigogine não encara o mundo regido por leis opostas e que se distam por

abismos, mas busca o limite entre ambas. O que necessita é de uma nova síntese das duas sínteses confrontadas para reencontrar uma concepção coerente.

3.2 Uma Fuga: Reflexão da Reflexão na ação

O mundo como era conhecido acabou. Vive-se uma nova era. Onde existia a permanência imutável existe mudança e evolução. Onde brilhava um céu de trajetórias periódicas, galáxias explodem e despedaçam estrelas. *"Talvez mais importante que a extensão dos limites do Universo seja a morte da idéia de sua imutabilidade"* (PRIGOGINE, 1997, p. 164)

Teoricamente, a busca incessante era pela lei universal que substituiria a de Newton, uma teoria unitária, mágica onde um demônio matemático poderia responder a todas perguntas. A essa busca dedicou-se Einstein, que afirmava *"Deus não joga dados"*. A busca por essa lei, não teve a resposta esperada pois ainda não foi encontrada. Mas essa impossibilidade funda a teoria da relatividade e a mecânica quântica, que segundo Prigogine são revoluções que devem ser vistas como ponto de partida, de abertura para novas teorias.

Em face a esse mundo, o Demônio de Maxwell e Demônio de Laplace morreram por não serem capazes de atuarem com a razão e a certeza para prever os movimentos universais. Mas é a morte desses demônios que chama a atenção para a instabilidade, onde pequenas causas produzem efeitos desmensurados e onde o futuro contido no presente é uma ilusão pelas aparências determinadas por nossa observação.

Doravante não existe o conhecimento em vias de acabamento. O que aflora é uma aprendizagem aberta a imprevisibilidade, livre do estigma de um conhecimento perfeito que busca o controle e dominação da situação.

Está morto o mundo finalizado, estático e harmonioso que a revolução copernicana destruiu quando lançou a Terra nos espaços infinitos. Mas o nosso mundo também não é o da aliança moderna. Não é o mundo silencioso e monótono, abandonado pelos antigos encantamentos, o mundo relógio sobre o qual recebêramos jurisdição... Chegou o tempo de novas alianças, desde sempre firmadas, durante muito tempo ignoradas, entre a história dos homens, de suas sociedades, de seus saberes e a aventura exploradora na natureza. (PRIGOGINE, 1997, p. 226)

A transformação tem lugar privilegiado para discussão e questionamento. Pouco a pouco novas gerações escrevem uma outra norma, um novo paradigma.

O grupo cuja educação o fizera homogêneo se diversifica; as diferenças de pontos de vista, de experiências culturais e de convicções filosóficas surgem e desempenham muitas vezes um papel decisivo na descoberta de um novo paradigma. (PRIGOGINE, 1997, p. 220)

Minando estruturas do meu pensamento, é com base na teoria da relatividade, na física quântica, na visão de Prigogine, nas reflexões de Moraes que busco repensar a educação. A visão científica traz a teoria da relatividade e a mecânica quântica, ambas buscando olhar o mundo não mais em compartimentos e sim em um todo, no qual o observador não é mais um ser neutro, Amorfo replicante. Ele é um ser atuante no sistema, sujeito nas mudanças, produtor de sentidos em zona de tensão.

A teoria da relatividade foi a pioneira no pensar um mundo diferente ao conectar espaço, tempo e matéria, seguem-se a física quântica unindo a dualidade onda e partícula e o princípio de complementaridade, desenvolvido por Niels Bohr, quando afirma que não temos partículas e ondas separadamente, pois a partícula pode se apresentar ora como onda ora como partícula. Some-se Heisenberg com o princípio da incerteza que levou os cientistas a concluir que a matéria não existe em lugares definidos. O mundo não está mais dividido e subdividido, ele é uma teia de interconexões dinâmicas. Como Moraes:

O todo, portanto, é a coisa fundamental. Se compreendermos sua dinâmica, suas interconexões, poderemos inferir à princípio, as propriedades das partes e seus padrões interativos. Todas as propriedades fluem de suas relações e estas são dinâmicas. Para entender cada parte é preciso entender o relacionamento com o todo.

(...) Essa visão nos leva a compreender o mundo físico como uma rede de relações, de conexões, e não mais como uma entidade fragmentada, uma coleção de coisas separadas. Se separarmos as partes, se a isolarmos do todo, estaremos eliminando algumas delas na tentativa de declinar a cada uma. Portanto não existem partes isoladas.(1997,p.74)

O que é ser professor, num mundo de mudanças, quer sejam científicas, econômicas, sociais, culturais? É preciso pensar como essas mudanças refletem no processo ensino-aprendizagem, uma vez que as competências não são estáticas. Os conceitos de ciência e educação entram num período de intensa transformação. Vivo o ser professor em meio a uma enorme turbulência, onde o demônio de Laplace que sustentava o mundo das certezas matemáticas, e outras certezas, perdeu seu poder. Para Prigogine *"O demônio de Laplace morreu por não ser mais, enquanto observador preciso, o sinal daquilo para que pode tender a descrição física"*.(1997,p. 189)

Assim, quebradas as correntes da lógica cartesiana, abrem-se campos de investigação que consideram as causas imprevistas, as configurações caóticas e os sistemas sem solução. Professor , aluno, escola e sociedade recebem os impactos das transformações científicas tecnológicas. O sistema de ensino tem necessidade de novas potencialidades interpretativas para não padecer enclausurado do tempo que não mais existe.

4 CONCLUSÃO

Lapidando sobre a questão: o que é ser professor? (re)conheço que não tenho verdades absolutas, tenho indícios. Aponto a importância do professor pesquisador e reflexivo. Professor que tem o dever e o direito de desafiar-se, de lançar-se ao desconhecido, de buscar caminhos que levem a autonomia numa revolução permanente. Não (re)conheço na profissão professor a solidão, pois existe um eco de turbulência, uma frenética manifestação de mutabilidade vindos de vários grupos de professores.

A escola é um dos poucos lugares onde ainda é possível a presença de diferentes visões, com a abertura de discussões e o possível crescimento na diversidade. A reflexão crítica na ação docente pode fazer parte da prática educacional, não sendo entretanto uma tarefa simples. De minha parte, a importância de tal reflexão passa pela função que uma visão diacrônica organizada da educação brasileira contemporânea deve assim assumir: buscar novas sendas, apontar procedimentos, sugerir soluções para problemas que aparecem a cada nova formulação criada num contínuo processar de uma revolução, que busca se adequar e refletir em embate ideológico mais amplo, numa época de profundas transformações. Ainda de minha parte, o professor que tenta se enredar nas trilhas da reflexão crítica, parte da busca em suas entranhas: na raiz de sua prática docente e na interação com o exterior. Nessa interação deve transpor a rasura das práticas tradicionais, aquelas que se atêm à retiliniedade, à atitudes e comportamentos rijos, vistos os processos educativos poderem desencadear posturas que negam a sensibilidade, prisioneiros dos conceitos e preconceitos impostos pela sociedade. A prática educativa que

nos distancia de nós mesmos, vai nos tornando estranhos em nossa própria casa, onde vamos sendo revestidos de simulacros, máscaras e lacunas. Como Oleg, nos tornamos prisioneiros de nossos clones, restando ser divididos e mutilados, despersonalizados pela sociedade massificante. Tomar posse de nossas idéias exige um salto mortal, mas não fazê-lo é condenar-se a viver como um simples lagarto rastejante, que ao não ousar a diferença não se transforma, se conforma.

A trajetória difícil, porém fascinante, do caminho da reflexão indica uma escuta sensível às contradições e uma leitura mais atenta dos conflitos que envolvem os processos contínuos de auto-aprendizado. Desse modo, o encontro da diversidade tem a oportunidade de expandir e enriquecer o todo, valorizando o movimento divergente e convergente que coexistem em um mesmo sistema. A saída de um discurso pedagógico irrefletido, para uma prática atenta no sentido da valorização teórica, que entretanto, não abandona a prática refletida, proporciona uma mudança qualitativa no processo ensino-aprendizagem. É temerário, mas afirmo que, dessa forma, as práticas educativas do professor, enquanto aprendiz, passam a ser possibilidades que se enraízam no movimento infinito dos conflitos e desafios que embalam.

Volto a questão central: O que é ser professor? (re)afirmo que não tenho resposta única. Através dos encontros teóricos/práticos que mantive, ficou desvelado que, ser professor vai além de aprender maneiras para o ensino, pois se essas forem repetição de atividades, ocorre adestramento, término de autonomia, começo de automação.

Sendo assim, ensino/aprendizagem do professor não se separam, se entretecem nos fios enfiando-se no tecido, onde a prática e a reflexão, funcionam como a linha e o bordado. Segundo Nóvoa (1995) a mudança é de uma formação por catálogos, para uma reflexão na prática, sobre a prática. É uma atividade vital, na medida que tem uma dimensão interiorizada que exterioriza o olhar do autor sobre um fazer/refazer da prática docente.

Desse modo, não se trata de uma reflexão sobre a prática dos outros, mas de uma reflexão sobre a prática, na prática: a minha prática, na prática. A redução da racionalidade prática a uma mera racionalidade instrumental acabou contribuindo para que se aceitasse uma definição externa a prática porque observar e atuar com os elos sociais que detém o professor não é tarefa cômoda. O professor é habitado por presenças construídas com os seus anos de aprendizagem, como eu, que me descobri habitada por demônios, portando máscaras, que a tempo despreguei do meu rosto.

Todo discurso, construído até estas linhas finais, construiu também uma nova identidade, produto de relações interpessoais - eu, meus alunos, pensadores, minha orientadora, os professores do Programa de Mestrado em Educação da Uniso, Oleg e os Clones ... e o ensino de Matemática - que ganharam expressão a partir do recurso social compartilhado da linguagem, nas práticas e nos fluxos comunicativos diários. Posso dizer, então que busquei, através dos trabalhos desenvolvidos com meus alunos, via infinito/Escher, libertá-los das âncoras que os fixam nos portos de cabotagem e das ambigüidades escavatórias que se materializam no sistema escolar. Ainda na recorrência das etapas que produziram este trabalho, o adensamento informacional, derivando numa

nova plasticidade de pensamento, impediu que raciocínios dedutivos e indutivos, atrelados à crença e ao repertório ideológico dominantes me conduzissem a conclusões terminativas. Portanto, minha conclusão permanece interrogativa: o que é ser professor? Dela saio, à maneira do lagarto Oleg, depois da luta com o último clone: marcada, mas vitoriosa. Jamais serei a mesma! Saio, então, da toca e aqui fora a paisagem tão conhecida é outra: os sons, o cheiro, tudo é diferente enquanto o Sol surge com um novo brilho. Não sendo mais um simples objeto de um exercício, não desempenho mais, também, um script já escrito e concluído. Faço a minha nova história de professora de Matemática, "a contrapelo", como propõe Walter Benjamim.



REFERÊNCIAS:

1. ALARCÃO, Isabel. (org.) *Formação reflexiva de professores*. Portugal: Porto, 1996.
2. BAMPI, L. *Efeitos de poder e verdade do discurso de educação matemática*. Porto Alegre: UFRGS, 1999.
3. BICUDO, Maria Aparecida Viggiani (org.). *Pesquisa em educação matemática: concepções e perspectivas*. São Paulo : Editora UNESP, 1999.
4. CANIVEZ, Patrice. *Educar o cidadão?* Campinas: Papirus, 1991.
5. CAPRA, Fritjof. *Sabedoria Incomum*. São Paulo: Cultrix, 1988.
6. _____. *O ponto de mutação: A ciência, a sociedade e a cultura emergente*. São Paulo: Cultrix, 1982.
7. CARAÇA, Bento Jesus. *Conceitos Fundamentais da Matemática*. São Paulo: Cosmos, 1951.
8. CHALMERS Alan. F. *O que é ciência afinal?* São Paulo: Brasiliense, 1993.
9. DIAS, A.L.M. *Perspectivas em epistemologias e histórias das ciências*. Feira de Santana: UEFS, 1997.
10. DYSON, Freeman. *Infinito em todas as direções*; trad. Laura Teixeira Motta. São Paulo: Companhia das Letras, 2000.
11. EINAUDI, Enciclopédia. Brasília : Imprensa Nacional, 1990. v. 18
12. ERNEST, Bruno. *O espelho mágico de M.C. Escher*. Köln: Taschen, 1991.
13. FERREIRA, Aurélio Buarque Holanda. *Novo Aurélio século XXI: o dicionário da língua portuguesa*. 3. ed. São Paulo : Nova Fronteira, 1999.
14. FERREIRA, Rodolfo. *Entre o sagrado e o profano: O lugar social do professor*. Rio de Janeiro: Quartet, 1999.
15. FRANÇA, L. C.M. *Caos - espaço - educação*. São Paulo: Annablume, 1994.
16. GIARDINETTO, José Roberto Boettger. *Matemática escolar e matemática da vida cotidiana*. Campinas: Editora Autores Associados, 1999.

17. GINZBURG, Carlo. *Mitos, emblemas e sinais: morfologia e histórias*. Trad. Frederico Carotti. São Paulo: Cia das Letras, 1989.

18. GIOVANNI, L.M. *Indagação e Reflexão: marcas da profissão docente*. Campinas: Autores Associados, 2000

19. GLEISER, Marcelo. *Infinito*. Folha de São Paulo. São Paulo, 07.05. 2000. Caderno Mais!

20. GRECCO, S. *As várias facetas de Edgar Morin*. Valor, São Paulo, 19.05. 2000.

21. GUARNIERI, Maria Regina. (org.) *Aprendendo a ensinar: o caminho nada suave da docência*. Campinas: Autores Associados, 2000

22. HANNOUN, Hubert. *Educação: Certezas e Apostas*. São Paulo: Fundação Editora da UNESP, 1988.

23. HERSH, Reuben DAVIS, Philip J. *A experiência matemática*. Trad. por João Bosco Pitombeira. Rio de Janeiro: Francisco Alves, 1986.

24. HILBERT, D. *Sobre el infinito*. Westfalia: Sociedade Matemática, 1925.

25. HOFSTADTER, Douglas R. *Gödel, Escher, Bach: un eterno y grácil bucle*. Espanha: Tusquets, 1987.

26. MACHADO, Nilson José. *Matemática e Educação: Alegorias, tecnologias e temas afins*. São Paulo: Cortez, 2001.

27. _____. *Educação: Projetos e Valores*. São Paulo: Escrituras Editora, 2000.

28. _____. *Epistemologia e didática*. São Paulo: Cortez, 1999.

29. _____. *Matemática e realidade*. São Paulo: Cortez, 1997.

30. MAGNUSSON, M. *A matemática pela historicidade de sua lógica*. Ensino em Re-vista. Uberlândia, v. 2, n. 1, jan./dez. 1993.

31. MATURANA, Humberto R. *A árvore do conhecimento: as bases biológicas do entendimento humano*. Trad. Jonas Pereira dos Santos. Campinas: Editora Psy, 1995.

32. MICHELI, A. *Infinito*. Enciclopédia Einaudi: Imprensa Nacional, 1990. v. 18

33. MORAES, Maria Candida. *O paradigma educacional emergente*. 4. ed. Campinas: Papirus, 1997
34. MORRIS, Richard. *Uma breve história do infinito: dos paradoxos de Zenão ao universo quântico*. Trad. Maria Luiza X. de A. Borges. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1998.
35. NÓVOA, Antônio(org). *Os professores e sua formação*. Lisboa: D. Quixote, 1995.
36. OLIVEIRA, Gofofredo Neto. *Oleg e os clones*. Rio de Janeiro: Nova Fronteira, 1999.
37. OTTE, Michael. *O formal o social e o subjetivo: Uma introdução à filosofia e à didática da matemática*. São Paulo: Universidade Estadual Paulista, 1993.
38. PENROSE, Roger. *O grande o pequeno e a mente humana*. São Paulo: UNESP, 1998.
39. _____. *A mente nova do rei: computadores, mentes e as leis da física*. Tradução Waltensir Dutra. 3. ed. Rio de Janeiro: Campus, 1993.
40. PERRUSI, M.S. *O homem da sanguessuga e a teorização do caos*. Perspectiva Filosófica. Recife, vol. V, n° 10, jan./dez. 1998.
41. PRIGOGINE, Ilya; STENGERS, Isabelle. *A nova aliança*. 3. ed. Brasília: Universidade de Brasília, 1997.
42. SANTOS, Boaventura de Souza. *Um discurso sobre Ciência*. 10. ed. São Paulo: Afrontamento, 1998.
43. SANTOS, Vinicio Macedo. *O infinito: concepções e conseqüências pedagógicas*. Tese de Doutorado. São Paulo: Fac. de Educação/USP, 1995
44. SAVATER, Fernando. *O Valor de Educar*. São Paulo: Editora Martins Fontes, 1998.
45. SILVA, E.O. MOREIRA, M. GRANDO, N.I. *O contrato didático e o currículo oculto: um duplo olhar sobre o fazer pedagógico*. Zetetiké, Campinas, v.4, n.6, p. 5-7, jul./dez. 1996.
46. SILVA, Tomaz Tadeu. (org.) *Pedagogia dos monstros: Os prazeres e os perigos da confusão de fronteiras*. Belo Horizonte: Autentica, 2000
47. SCHATTSCHEIDER, Doris; WALKER, Wallace. *Caleidociclos de M.C. Escher*. Köln: Taschen, 1991.

48. SCHÖN, Donald. *Formar professores como profissionais reflexivos*. Lisboa: Dom Quixote, 1995.

49. VALENTE, Wagner Rodrigues. *Uma história da matemática escolar no Brasil*. São Paulo: Annablume, 1999.

50. ZANELLA José Luiz. *Ensino de qualidade: Do ensino reflexivo ao ensino reflexivo crítico*, Guarapuava: UNICAMP, 1999.

51. ZEICHNER, Kennethm. *A formação reflexiva de professores*. Lisboa : Dom Quixote, 1993.

ANEXO I - Resumo

No Encontro de Oleg e os Clones

Em um dia de forte neblina, a cerração envolvendo a paisagem, Olegárcio viu estupefato, seu corpo multiplicar. Ao tentar passar pela cerca de arame farpado, seu rabo ficou enganchado, e do ferimento surgiram oito lagartos. O corte logo sumiu, mas as idéias disparavam. Tentava ele entender o ocorrido, procurando o motivo. Dentre as causas citava: o cansaço do trabalho, a rotina, métodos de ensino, disciplina em sala de aula, formação de professores , enfim todos dando palpite sobre educação.

Olegárcio tentou conversar com os clones, mas deles não vinha resposta. A inquietação de Oleg, diante da nova situação, ia aumentando. Ana Perena, sua esposa, pediu a separação, os problemas se potencializaram. Oleg resolveu então, enfrentar o ocorrido, sendo sua primeira atitude entrar em contato com os clones. Mas, nada surtiu efeito. Resolveu, então, fazer alguns testes. Andava rápido, lento, ria, gemia e todos o imitavam, mas os demais membros da sociedade pareciam não notar a intrigante multiplicação. Existia um lugar onde os clones não se moviam, era no fundo da toca, onde não havia público.

Quando refletia sobre a situação, surgia uma inquietação maior. Na festa de coroação do novo rei de Arcânia, a cidade dos lagartos, Oleg deveria ser o orador oficial, pois era considerado o jovem brilhante educador da sociedade. Na ocasião, os clones construíram sombras para definir seu discurso. Após longa meditação Oleg cria coragem e vai a solenidade real. Ao subir no palco, como era de praxe na cerimonia de coroação, sentiu um leve torpor e o discurso preparado ficou preso na garganta. Um dos seus clones discursou para o público, em seu lugar, sendo muito aplaudido e reconhecido pela comunidade.

No caminho de casa, Oleg refletiu sobre como declamou coisas tolas e opostas a tudo que planejou para seu discurso. Mas, afinal, quem havia discursado mesmo era um

de seus clones e o clone, no fundo, o havia ajudado: para a sociedade só existia um Olegárcio, diretor do Virgílio Marão, escola afamada na cidade e o discurso garantiria a continuidade de seu cobiçado cargo por um longo período.

Passada a época de festas, Oleg retoma o trabalho no Virgílio Marão, onde além de diretor era também professor. Mas toda vez que ele tentava discorrer sobre algum assunto, um dos clones assumia seu lugar. Oleg começou a observar que essa substituição era freqüente. Um clone sempre falava por ele, fato que o deprimia e acovardava. Em pouco tempo os amigos começaram a notar que algo estranho acontecia, em seguida todos o olhando estranhamente. A situação era cada vez mais constrangedora e após dias de reflexão tomou a decisão: iria destruir seus clones.

Arrumou, então um pedaço de jacarandá e em troca de sua liberdade mataria seus clones um a um. Só que o ocorrido não saiu como o planejado. Cada golpe que desferia nos clones o acertava com a mesma intensidade, enquanto que os clones permaneciam imóveis, estáticos, sem demonstrar nenhuma reação. Com os ferimentos doendo muito, ele compreendeu que cada golpe desferido em um dos clones o acertava, e com um amargor incontrolável recuou em sua estratégia.

A recuperação foi lenta e dolorosa. As cicatrizes permaneceriam no decorrer de sua vida, fato que o deixava visivelmente transformado. Essa mudança não agradou a sociedade a qual servia. Para Olegárcio as coisas começavam a ficar mais claras, pois passou a compreender que suas sombras louvavam as convenções que a sociedade dos lagartos mais exaltava. A partir daí, não suportava as conversas do final de tarde, as reclamações esportivas, ficando possesso ao ler os editais e recomendações do rei. Refletiu amargamente durante tempos, e em uma tristeza dolorida saiu vociferando para horror de todos que o encontravam: - Não quero pensar como um lagarto. Naquele mesmo dia foi afastado do cargo.

Oleg agora falava com as paredes de sua toca, até que em uma madrugada teve um estalo, lembrou-se dos seus antigos professores, todos alinhados diante dele, ele de pé,

uniformizado e olhos fixos no chão. Sabia que se os erguesse depararia com a carranca e olhar de desaprovação dos professores. Oleg tinha agora a chave do mistério. Ninguém aceita um assumido lagarto. Toma uma decisão, a de não contentar-se em pensar apenas como um lagarto. Oleg não precisa mais pensar como um lagarto comum.

Nesta hora os clones com olhos frios e sem vida sofrem uma radical mudança e partem contra Oleg. Mas desta vez os golpes deferidos pelos clones não mais o atingem, conseguindo libertar-se das amarraras que os uniam. Agora lutava por sua sobrevivência, readquirindo a coragem, a vontade de lutar. Após vários embates restava um último clone. O adversário se aproxima, arma em punho e olhar fixo. Momento em que os olhos do clone enchem-se de lágrimas e uma lágrima rola. Ao contrário da paz que Oleg inicialmente imaginou, o clone parte violentamente para atingi-lo, mas e a cada pancada com que o clone atingia Oleg, era ele próprio quem desfalecia.

Ao final da luta, Oleg, marcado, mas vitorioso abriu os olhos . Os sinais da luta jamais deixariam suas lembranças. Oleg não era mais o mesmo. Olegárcio finalmente saiu da toca, lá fora a paisagem tão conhecida era outra, os sons, o cheiro tudo era diferente e o Sol surgia com um novo brilho.