

A GEOMETRIA DA COMPLEXIDADE

MARCOS DILIGENTI

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
FACULDADE DE EDUCAÇÃO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM EDUCAÇÃO**

Marcos Pereira Diligenti

A Geometria da Complexidade

Porto Alegre
2006

Marcos Pereira Diligenti

A Geometria da Complexidade

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de doutor.

Orientadora:
Profa. Dra. Beatriz Vargas Dorneles

Porto Alegre
2006

Marcos Pereira Diligenti

A Geometria da Complexidade

Tese de doutorado apresentada ao Programa de Pós-Graduação da Faculdade de Educação da Universidade Federal do Rio Grande do Sul como requisito parcial para a obtenção do título de doutor.

Aprovado em ___/___/___

Profa. Dra. Beatriz Vargas Dorneles – Orientadora

Profa. Dra. Nara Helena Neumann Machado
(Professora da PUC-RS)

Profa. Dra. Paula Caleffi
(Professora da Unisinos)

Profa. Dra. Carmen Lucia Bezerra Machado
(Professora do PPGEDU)

Profa. Dra. Malvina do Amaral Dorneles
(Professora do PPGEDU)

A Marcos Ary Diligenti, meu pai, pela amizade, ternura, sensibilidade e humanidade; “incorrigível” marxista, trotskista, colorado e defensor da causa dos oprimidos até o último instante de sua vida, dedico todas as palavras escritas nesta tese.

MUITO OBRIGADO

Nas normas acadêmicas da ABNT existe um espaço destinado aos agradecimentos.

Nas normas da vida protocolar existe um costume de agradecer pequenos gestos, favores, intenções.

Nas normas de um trabalho, que pretende não seguir normas, agradecer pode ser o espaço de maior importância de todo o texto.

Muito obrigado pode ser simples, formal, educado. Não, aqui não o é.

Os agradecimentos abaixo são carregados de lembranças, emoção, subjetividade e de um profundo reconhecimento.

São “muito obrigados” impregnados de um sentimento que sempre acaba nos mostrando ser o começo e o fim de tudo.

Muito Obrigado com Amor:

À Alessandra, minha companheira, que chegou em um momento de triste partida, para ficar...um beijo...para sempre.

À minha mãe, Sônia, como o pai dizia: “uma guerrilheira vietcongue”... é verdade, uma vietcongue recheada de ternura, amor e sabedoria.

À minha irmã Cristina, que mostra, com seu exemplo de vida, que a coragem para enfrentar as dificuldades deve vir acompanhada de muita sensibilidade e carinho...beijo mana.

Aos meus sobrinhos e médicos favoritos, Mariana e Lucas, que me ensinaram que a Medicina é, também, um sacerdócio, amém...

A Paulo Horn Regal, novo diretor da FAU/PUCRS (tu hein...) , incentivador incondicional, amigo de todas as horas, parceiro de discussões nas tentativas de um mundo melhor. Nós conseguimos, ao menos enquanto estávamos discutindo...valeu Paulinho.

À Carmen, esta meiga lutadora, que faz da generosidade a missão da sua vida. Chegamos Carmensita! Não me pergunta aonde...

Ao Riggs, meu querido aluno, orientando de iniciação científica e grande amigo. Salve, salve! Tu tens ainda muita coisa pra me ensinar, viu!

À Elinara, hoje arquiteta, ontem, incansável orientanda na pesquisa sobre os fractais e a complexidade, valeu Eli.

Aos colegas professores da FAU/PUCRS, quantas substituições em função de: “-...o Marcos tá lá encerrado com aquela tese”. Obrigado Deli, Muller, Maria Alice, Balbinot, Perón, Flávio, Menegotto, Isabel e Luciano.

Aos funcionários da FAU/PUCRS, sempre “quebrando os nossos galhos...” Valeu Bea, Lúcia, Maria, Rodrigo, Serginho, Roberto, Roger e Luís.

À Mônica Bertoni dos Santos, minha entusiasmada professora de Matemática no primeiro e segundo graus no Colégio João XXIII, que fui reencontrar décadas depois, movida pelo mesmo entusiasmo, desta vez pela Geometria Fractal.

À UFRGS, parceira desde 1981, quando recebeu um jovem aluno cartesiano cheio de certezas na Engenharia Civil e devolve, agora, um doutor...cheio de dúvidas... Muito Obrigado.

Ao Programa de Pós-Graduação em Educação por mostrar que a palavra acolher é simples e, também, complexamente indispensável.

À “Professora Doutora Bea”, minha orientadora de dissertação e tese. Lembro, em 1997, como professor substituto na UFRGS, quando bati a tua porta, pensando em estudar algumas coisas sobre o curso de Engenharia, tu me disse: - Vai em frente! Sempre que um aluno vem se aconselhar comigo lembro disso; eu não esqueci, e acho que meus alunos também não vão esquecer...valeu Bea.

A todos os professores do Pós-Graduação em Educação, em especial à Malvina, que começou a balançar as estruturas do meu determinismo científico... deu nisso, a culpa também é tua! beijo... Ao Nilton, eu nunca vou esquecer aquelas flores na defesa da dissertação, “que venham as flores contaminar nossos ambientes tão gélidos de humanismo...” valeu cara pálida! À Carmen Machado, pela sensibilidade em ensinar, professora do primeiro dia de aula no mestrado, com Marx, Gramsci, Habermas (esse era complicado...), e presente no último, na entrega da tese na secretaria do pós....será que é acaso?

Às colegas de orientação Neila, Jaqueline, Jutta, Isabel, Adriana, Luciana, Virgínia e Maria Teresa, pelas contribuições e estímulos ao longo do percurso.

A todos os funcionários da Secretaria do Programa de Pós-Graduação, Ione, Mary, Marisa, Neiva, Eduardo e ao parceiro “de sofrimentos colorados” Douglas.

Aos alunos pesquisados... desculpem as minhas intromissões, o que vocês têm a dizer e a fazer é muito mais do que as minhas simples interpretações. Muito, muito obrigado! Ou, como vocês dizem: show de bola !

À Educação... por tudo.

RESUMO

Esta tese consiste em um estudo sobre a concepção do conhecimento da Geometria nos cursos superiores de Arquitetura. Durante três semestres, desenvolvemos uma proposta de abordagem transdisciplinar no ensino da Geometria Descritiva, junto a seis turmas de estudantes da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, que se constituiu no ensino dos conceitos geométricos, compreendidos em suas relações e interdependências com seus entornos histórico / culturais/ filosóficos/ epistemológicos. Aliados a esta postura, introduzimos os conceitos genéricos de solidariedade e criatividade, na forma de migrações conceituais pelos campos geométrico/arquitetônicos, como instrumento instigador do resgate na compreensão da humanidade do conhecimento científico. Discutimos, neste estudo, a receptividade dos estudantes em relação a estas abordagens e às dificuldades verificadas no desenvolvimento destas propostas. Para analisar a concepção de conhecimento advinda destas implementações, utilizamos como referencial teórico o Paradigma da Complexidade, na ótica de Edgar Morin. Finalizando este trabalho, aproximamos as nossas interpretações do conceito de utopia, na perspectiva de Ernst Bloch, na qual encontramos a reafirmação do *movimento* como componente central dos fenômenos estudados, com a evidência de sua inexorabilidade na compreensão do conhecimento, do ser humano e da vida.

Palavras-chave: Geometria, Conhecimento, Complexidade, Utopia, Movimento.

ABSTRACT

This thesis is a study about the conception of knowledge on Geometry in the graduation programs of Architecture. For three semesters we have developed a proposal of a cross disciplinary approach in the teaching of Descriptive Geometry with six groups of architecture students from the Pontifical Catholic University of Rio Grande do Sul. The proposal involved the teaching of geometric concepts and their relationships and interdependencies with historical, cultural, philosophical and epistemological contours. Along with such approach, we have introduced generic concepts of solidarity and creativity in the form of conceptual migrations through geometric and architectural fields, as an instigating instrument to rescue the understanding of the humanitarian aspect of scientific knowledge. We discussed, in this study, the receptive attitude from the students in terms of these approaches and the difficulties faced in order to develop them. To analyze the concept of knowledge resulting from such implementations, we used as theoretical background the Paradigm of Complexity, in the view of Edgar Morin. We finally approximated our interpretations to the concept of utopia, in the perspective by Ernst Bloch, in which we found the reaffirmation of *movement* as the central component of the investigated phenomena, with the evidence of its inexorability in the understanding of knowledge, human beings and life.

Key-words: Geometry, Knowledge, Complexity, Utopia, Movement.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Eixos Cartesianos, p.27

Figura 2: Pseudo-Esfera, p.32

Figura 3: Planos Geométricos, p.33

Figura 4: Superfície Topológica, p.34

Figura 5: Superfície Topológica / Anel de Moebius, p.35

Figura 6: Fractal Floco de Neve , p.40

Figura 7: Triângulo de Sierpinski, p.40

Figura 8: Pirâmide de Sierpinski, p.41

Figura 9: Fractal, p.41

Figura 10: Fractal Flor, p.42

Figura 11: Conjunto de Mandelbrot, p.44

Figura 12: Aproximação do Conjunto de Mandelbrot, p.44

Figura 13: Foto Turma de Alunos PUCRS, p.75

SUMÁRIO

INTRODUÇÃO.....	11
PRIMEIRA PARTE: DA CONSTATAÇÃO À CONJECTURA.....	17
1 A GEOMETRIA.....	18
1.1 A GEOMETRIA GREGA.....	20
1.2 A IDADE MÉDIA.....	24
1.3 O RAIAR DA MODERNIDADE.....	26
2 A GÊNESE DE UMA RUPTURA.....	31
3 A CRISE.....	37
3.1 A GEOMETRIA FRACTAL.....	39
3.2 FRACTAIS E COMPLEXIDADE.....	45
4 A TRANSIÇÃO.....	49
SEGUNDA PARTE: DA CONJECTURA AO PROJETO.....	55
5 O PROJETO.....	56
5.1 FLUXOGRAMA APLICATIVO.....	67
5.2 HIPÓTESES E QUESTÕES DE PESQUISA.....	71
5.3 METODOLOGIA DE PESQUISA.....	73
5.4 SUJEITOS DA PESQUISA.....	75

5.5 TÉCNICAS DE OBSERVAÇÃO E COLETA DE DADOS.....	79
TERCEIRA PARTE: DO PROJETO À CONCRETIZAÇÃO.....	80
6 DESCRIÇÃO DE DADOS.....	81
6.1 QUANTO AO CONTEÚDO DA DISCIPLINA.....	82
6.2 QUANTO À DINÂMICA DE ENSINO	93
6.3 QUANTO AO APROVEITAMENTO DO TRABALHO EXECUTADO.....	99
6.4 PROJETOS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO.....	103
6.4.1 Grupos Geo-solidariedade.....	103
6.4.2 Grupos Geo-criatividade	105
7 ANÁLISE DE DADOS.....	108
7.1 COMPLEXIDADE E CONHECIMENTO.....	112
7.2 SUJEITOS E CONHECIMENTO.....	118
QUARTA PARTE: DA CONCRETIZAÇÃO À UTOPIA	142
8 A UTOPIA... ..	143
9 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	156
ENCERRAMENTO.....	162
REFERÊNCIAS.....	163

INTRODUÇÃO

Tenho uma folha branca e limpa à minha espera: mundo convite;
Tenho uma cama branca e limpa à minha espera: mundo convite;
Tenho uma vida branca e limpa à minha espera...

Ana Cristina César

Este é um texto convite. Você está convidado a navegar por mares e espaços distantes, por águas claras e límpidas, outras vezes escuras e turbulentas, espaços de uma, duas, três ou mais dimensões, e acompanhar a trajetória de uma pesquisa acadêmica, de retratos de uma paisagem que se descortina e se desdobra na busca da interpretação de um pequeno, circunstancial, provisório, mas nem por isso, ou talvez, simplesmente por isso, momento de reflexão na compreensão de um fenômeno da vida.

Aqui começa a Geometria da Complexidade, um trabalho que pretende propor algumas questões, tenta responder a alguns anseios, e que se apresenta traspassado por momentos vividos com muita intensidade, chegadas, partidas, ânimos, desânimos, caminhos e descaminhos, trabalho que tem a pretensão de prosseguir no rumo dos que dele participaram ou com ele têm contato, em alguns casos como uma simples recordação, em outros, talvez, como uma proposta concreta de transformação.

Este estudo consiste em uma análise da Geometria, da sua história e desenvolvimento, das suas concepções epistemológicas, da forma como é trabalhada nos cursos superiores de Arquitetura e, fundamentalmente, questiona a concepção de uma ciência determinista e cartesiana apontando para outra visão científica, caracterizada pelo movimento, complexidade e transdisciplinaridade.

Considerando que a Geometria, conforme é trabalhada tradicionalmente, como disciplina cada vez mais compartimentada, especializada e descontextualizada nos cursos de graduação, não contempla uma visão global de ciência, de ser humano e, portanto, de um consistente projeto educativo, propomos uma reavaliação e uma transformação tanto no caminho de concepção de objeto científico usualmente construído nesta área, quanto nas decorrentes abordagens pedagógicas que se constituem a partir deste parâmetro de compreensão de ciência.

A Geometria tradicional, praticada nos cursos de Arquitetura do ensino superior, contempla, de acordo com os pressupostos teóricos da investigação científica na modernidade, uma visão de ciência que busca a fragmentação constante e cada vez mais particularizada do conhecimento, como instrumento de interpretação e aprofundamento de um domínio conceitual das parcelas por ele constituídas. Este procedimento se dá como alicerce para a posterior reconstituição do campo geral do saber, que seria representado pelo simples somatório das etapas anteriormente investigadas.

Nesta perspectiva de construção epistemológica do conhecimento geométrico, verificamos a priorização de um objeto científico imóvel e acabado, desvalorizando-se uma análise voltada para as suas relações, conexões, movimentos e interdependências. A Geometria tradicional adquire neste enfoque o “status” de uma *geometria absoluta* e traz, de forma subjacente, implicações deterministas e muitas vezes utilitaristas na elaboração dos programas de disciplina, concepções inflexíveis dos conteúdos programáticos, supervalorização de aspectos quantitativos em relação aos qualitativos, uma avaliação da aprendizagem centrada na memorização, no treinamento repetitivo, ou seja, podemos dizer que, de forma geral, a abordagem tradicional da Geometria sustenta, compreende e estimula todo um fazer pedagógico que concebe um saber estático e, cada vez mais, voltado para o distanciamento do conhecimento científico em relação aos sujeitos da ciência que se produz.

Considerando os aspectos mencionados, investigamos uma transformação epistemológica, por nós implementada na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, que procurou reavaliar o conhecimento geométrico-científico e conseqüentemente seu fazer pedagógico na Universidade, na busca da sua compreensão como elemento ontologicamente ligado à complexidade do ser humano e da própria vida, sendo, portanto, um conhecimento dinâmico, vivo e, fundamentalmente, processual.

Reconhecendo que o estabelecimento das práticas tradicionalmente utilizadas são construções históricas constituídas ao longo dos tempos, primeiramente, como forma de embasamento dos nossos questionamentos,

encaminhamos, neste trabalho, uma imersão na constituição histórico-epistemológica do conhecimento geométrico, desde as suas origens até a atualidade, procurando detectar, em seus entornos culturais e filosóficos, algumas concepções determinantes de seus conceitos.

A partir desse estudo retrospectivo, analisamos as repercussões das rupturas verificadas na ciência moderna, disseminadas como momento de “transição paradigmática”, e sinalizadas pela emergência de concepções científicas de incerteza e complexidade, na compreensão e construção de uma diferente proposta pedagógica no estudo da Geometria, caracterizada como área científica com suas relações aos mais variados saberes.

A *geometria da complexidade*, como denominamos esta abordagem dos conhecimentos geométricos, tem como referencial teórico/filosófico o Paradigma da Complexidade, de Edgar Morin, e propõe a contextualização dos avanços da Geometria engajada em uma visão dialógica e descompartmentada das ciências, constituindo-se como um elemento propulsor a olhares valorizadores do conhecimento voltado para parâmetros humanos e abrangentes de ciência. Esta proposta sinaliza, nos trabalhos pedagógicos em Geometria, a priorização das suas relações e interdependências com os momentos históricos, culturais, filosóficos, e procura, através de migrações conceituais com a emergência de novos significados dos conteúdos científicos, estabelecer uma concreta renovação nesta área de aprendizagem.

Neste enfoque do conhecimento geométrico, é necessário que sejam discutidos os objetivos e a aplicabilidade social da ciência produzida e os questionamentos a ela relacionados: Por que fazer ciência? Como fazer ciência? Para quem fazer ciência?

A *geometria da complexidade* busca, desta forma, um estudo integrado, procurando analisar o que está entre, através e além dos campos disciplinares estudados, conforme o conceito geral de transdisciplinaridade científica.

Esta tese encontra-se dividida em quatro eixos centrais de apresentação, que compreendem, na primeira parte (*Da constatação à conjectura*), as abordagens teórico/históricas da área pesquisada, correspondentes aos capítulos 1, 2, 3, e 4; posteriormente, na segunda parte (*Da conjectura ao projeto*), referente aos capítulos 5 e 6, observamos os aspectos de proposição mais prática de implementação e desenvolvimento da pesquisa em questão. Na terceira parte (*Do projeto à concretização*), capítulos 6 e 7, detalhamos os dados colhidos e suas análises, baseadas nos referenciais teóricos adotados; na quarta parte (*Da concretização à utopia*), capítulo 8, procuramos aprofundar uma análise dos resultados de pesquisa e introduzir elementos conceituais teóricos trazendo para o corpo do trabalho a idéia de permanente renovação e movimento.

Mais especificamente, no primeiro capítulo, *A Geometria*, fazemos uma breve retrospectiva histórica do desenvolvimento do saber geométrico e algumas descrições das concepções epistemológico/filosóficas a ele relacionadas, da Grécia Antiga ao século XIX, passando pelo período de domínio árabe na ciência

matemática, durante toda a idade medieval. Em um segundo momento, no capítulo 2, *A gênese de uma ruptura*, analisamos o início de um tensionamento aos conceitos geométricos euclidianos, que surgem através de descobertas científicas historicamente simultâneas, com as chamadas geometrias não-euclidianas, entre elas a Geometria Hiperbólica e Geometria Esférica, mais tarde denominada Geometria Elíptica. Posteriormente, no capítulo 3, *A Crise*, descrevemos as rupturas com os paradigmas cartesianos e euclidianos, verificadas na Geometria (no qual abrimos espaço para algumas considerações sobre a Geometria Fractal) e generalizadas na ciência do século XX. No capítulo 4, *A Transição*, apresentamos um panorama da transição paradigmática da ciência e as suas repercussões no campo geométrico na atualidade. Neste momento, apresentamos o corpo conceitual de nossa proposta de transformação na abordagem pedagógica da Geometria. No capítulo 5, *O projeto*, detalhamos os aspectos mais centrais de operacionalização deste estudo, o fluxograma aplicativo, as hipóteses, questões de pesquisa, opções metodológicas com as técnicas de observação, instrumentos de coleta de dados que serão descritos, segundo as dimensões adotadas, no capítulo 6, *Descrição de dados*, e analisados no capítulo 7, *Análise de Dados*. No capítulo 8, *A utopia*, propomos uma revisitação do corpo do trabalho com a introdução do conceito de utopia, para, finalmente, na conclusão desta tese, no capítulo 9, apresentarmos as considerações finais ao trabalho realizado e sinalizarmos para algumas reflexões relacionadas à trajetória percorrida.

PRIMEIRA PARTE:
DA CONSTATAÇÃO À CONJECTURA

A crítica da especialização que fazemos não é antes de tudo a consequência **de uma tomada de consciência da estreiteza da visão especializada**, mas a consequência de uma tomada de consciência da pobreza das idéias gerais que acompanham esta visão especializada. Pois, há que compreender que os peritos e os especialistas que tanto desconfiam das idéias gerais só têm idéias gerais fora da sua especialização. E, muitas vezes, trata-se das idéias gerais mais ocas e mais vazias que pode haver. A hiperespecialização generalizada traz o reino das idéias gerais mais pobres relativamente ao mundo físico, à sociedade, ao homem e à vida. [...] Na realidade, não precisamos de idéias gerais, mas de idéias genéricas. Só as idéias **genéricas** podem inspirar uma estratégia e uma arte de pensar o real, ou seja, um método que se possa articular na complexidade do real em vez de negá-la e de parar, mal surgem uma incerteza, uma contradição e uma especialização.

Edgar Morin

1 A GEOMETRIA

Não é possível entrar no mesmo rio duas vezes.

Heráclito

Desde os primórdios da história da humanidade, os conceitos geométricos foram contemplados nas diversas aproximações do ser humano com as formas, dimensões e representações no cotidiano de suas vidas. O homem pré-histórico incorporou suas observações de distância, visualização dos elementos da natureza, formatação de espaços para o abrigo das intempéries climáticas, observação da vegetação, dos animais, da topografia da terra em que vivia, entre outros, como importantes componentes de sua percepção de mundo¹. No entanto, a conceituação da palavra Geometria (geo=terra/metria=medir) veio caracterizar-se posteriormente, com as antigas civilizações egípcias, sendo seu emprego originário da necessidade de medição das terras que margeavam o Rio Nilo, nos períodos intercalados de inundações e secas, objetivando a sua demarcação para a atividade agrícola.

¹ Foram descobertas em cavernas de Ardèche, no sul da França, pinturas que, de acordo com datações realizadas através de carbono radioativo, possuem aproximadamente 30.000 anos. (CAPRA, 1996)

Esta Geometria produziu-se com notado componente experimental e prático, não só nas civilizações egípcias, como também nas regiões mesopotâmicas, às margens dos Rios Tigre e Eufrates, junto aos Rios Indo e Ganges no centro-sul da Ásia e junto aos Rios Hwang Ho e Yantzé, na Ásia oriental. O fato de os egípcios registrarem seus trabalhos em papiros e pedras, aliados ao clima seco de sua região, e dos babilônicos utilizarem-se de tábulas de argila cozida, extremamente resistentes ao tempo, contribuiu para que um maior número de dados relativos às suas representações escritas fossem preservados, se comparados às culturas da Índia e da China, que produziram as suas representações em materiais perecíveis, como fibra de entrecasca de árvores e bambu. (EVES, 1992)

Apenas a obra chinesa os “Nove Capítulos sobre a Arte da Matemática”, elaborada por diversos autores não identificados, destaca-se entre as produções da época. Este estudo tratava da mensuração de terras, impostos, cálculo de equações, contudo, mantendo o conceito egípcio/ mesopotâmico de uma matemática exclusivamente voltada para fins práticos e imediatos. (BOYER, 2001)

De qualquer forma, a fixação do homem em comunidades, através do que conhecemos por revolução agrícola, propiciou, nestes tempos, a possibilidade do início de um desenvolvimento científico (mesmo que este avanço tenha se baseado quase que exclusivamente no empirismo), fato este de relevante importância para os progressos científicos ulteriores.

1.1 A GEOMETRIA GREGA

Com o declínio do poder egípcio e babilônico, um novo tipo de civilização começou a desenvolver-se nas cidades comerciais localizadas na costa da Ásia Menor e, posteriormente, na Grécia, Sicília e Itália. Com elas a perspectiva do conhecimento empírico e utilitarista passou a dar lugar ao conhecimento especulativo e demonstrativo.

Foi na Grécia Antiga que a Geometria veio a desenvolver-se realmente como “conhecimento científico”, rompendo com a utilização voltada unicamente para a prática como concebida até então e tendo o seu valor reconhecido por vários pensadores daqueles tempos. Tales, Pitágoras, Platão, Euclides foram alguns dos nomes de maior relevância no período grego clássico do desenvolvimento no campo geométrico. (CYRINO,1986)

Tales de Mileto, além de ser considerado o “pai da filosofia grega”, foi o precursor dos estudos geométricos demonstrativos. Ele iniciou sua vida como mercador para, após, dedicar-se exclusivamente aos estudos e viagens. Consta que viveu algum tempo no Egito onde se notabilizou por efetuar o cálculo de altura das pirâmides por meio da sombra solar e, retornando à Mileto, foi reconhecido por sua grande capacidade intelectual voltada à filosofia e à matemática. As sistematizações geométricas concebidas por Tales foram os primeiros indicadores do que, séculos mais tarde, Euclides realizaria na sua principal obra: *Os Elementos*. (MLODINOW, 2004)

O maior referencial teórico da ciência geométrica, *Os Elementos*, de Euclides, embasa as Geometrias Euclidianas² com seus postulados e axiomas, até os dias atuais. Além de *Os Elementos*, são as seguintes obras de Euclides que mantiveram registros fidedignos ao longo da história: *Os Dados*, *Divisão de Figuras*, *Os Fenômenos* e *Óptica*. (BOYER, 2001)

A obra *Os Elementos* é dividida em treze livros ou capítulos com os seguintes conteúdos:

Livro I ao VI: Geometria Plana;

Livro VII ao IX: Teoria dos Números;

Livro X: Números Incomensuráveis³;

Livro XI ao XIII: Geometria Espacial.

Esta obra é introduzida pelos famosos postulados/ axiomas que reproduzimos a seguir e, que foram, mais especificamente o quinto postulado, motivo de intensas controvérsias e investigações nos séculos posteriores (BOYER, 2001, p.73):

Postulados:

1. Traçar uma reta de qualquer ponto.
2. Prolongar uma reta finita continuamente em uma linha reta.
3. Descrever um círculo com qualquer centro e qualquer raio.
4. Que todos os ângulos retos são iguais.

² Consideramos Geometrias Euclidianas aquelas coerentes com todos os postulados e axiomas apresentados por Euclides em *Os Elementos*.

³ Atualmente denominados números irracionais, ou seja, raízes não exatas de números reais.

5. Que, se uma reta cortando duas retas faz os ângulos interiores de um mesmo lado menores que dois ângulos retos, as retas, se prolongadas indefinidamente, se encontram desse lado em que os ângulos são menores que dois ângulos retos.⁴

Axiomas:

1. Coisas que são iguais a uma mesma coisa são também iguais entre si.
2. Se iguais são somados a iguais, os totais são iguais.
3. Se iguais são subtraídos de iguais, os restos são iguais.
4. Coisas que coincidem uma com a outra são iguais uma a outra.
5. O todo é maior que a parte.

Acredita-se que a obra de Euclides possua em seu corpo várias descobertas de outros matemáticos antigos, mas seu valor como sintetização e abrangência de conhecimento são indiscutíveis.

Podemos dizer que na Grécia viveram os maiores expoentes da ciência do mundo antigo. Suas descobertas estenderam-se para várias outras regiões e, por séculos, os gregos foram hegemônicos nos saberes matemáticos, filosóficos, artísticos, entre outros, bem como, nas primeiras tentativas de organização social democrática da sociedade. Foi com os gregos que se verificou, pela primeira vez, a busca do princípio ou da substância no interior dos elementos e não fora deles, através do mito. Para eles, conforme resume Vasconcellos. (2002, p.55):

⁴ Muito depois, este postulado foi submetido a uma simplificação axiomática que propunha: *Por um ponto fora de uma reta podemos traçar uma, apenas uma, reta paralela à reta dada.*

O argumento é o fio condutor da demonstração por meio da qual se justificam as proposições ou afirmações; seu elemento próprio não é nem a sensação, nem a fabulação, mas a idéia, ou pensamento; seu objeto próprio não é nem a aparência, nem o sobrenatural, mas a essência das coisas; seu fim não consiste em instalar toda a verdade, nem em contentar-se com o comum dos sentidos, mas em atingir a verdade por meio da constituição da prova. O conhecimento científico é, portanto, mediado pela razão, ou seja, racional, discursivo e demonstrativo.

Esta concepção de conhecimento perpassou todo o apogeu de produção científica na Grécia, mas coerentemente com a afirmação de seus princípios gerais nos períodos de domínio hegemônico, sofreu a contestação destes na fase de declínio de sua influência.

A decadência da hegemonia grega na produção científica deu-se, posteriormente, devido a uma série de fatores, tais como: a diminuição do apoio governamental às pesquisas com as conquistas romanas, a intensificação do uso da mão-de-obra escrava, a carência no desenvolvimento de equipamentos para experimentação das descobertas científicas⁵ e o início de um crescente apelo religioso em oposição à ciência. (EVES, 1995)

Somente muitos séculos após, o mundo ocidental iria resgatar os valores desenvolvidos na Grécia Antiga e lançar as bases de uma ciência moderna.

⁵ Este fator restringia-se às áreas mais operacionais, nas quais o avanço das pesquisas realizadas não foi correspondido pelo desenvolvimento de instrumentos, que seriam necessários para a comprovação e continuidade dos experimentos..

1.2 A IDADE MÉDIA

Com a decadência grega e o declínio do centro de produção científica de Alexandria⁶, ocorreu um período de menor avanço nas ciências matemático/geométricas, sendo o seu eixo de produção deslocado para o oriente, nas regiões indu-arábicas. O “domínio árabe” na matemática, como conhecemos atualmente, transcorreu durante todo o período medieval.

Este deslocamento do eixo de produção matemático do ocidente para o oriente foi concomitante com uma valorização dos conhecimentos algébricos, em detrimento aos tópicos geométricos. “Al-jabr” (ligar conjuntamente), palavra árabe que originou a Álgebra, fundamenta-se no processo de formatação de quantidades desconhecidas através de um conjunto/equação, como proposta de solução dos problemas matemáticos.

O sistema numérico utilizado atualmente, teve as suas origens neste período de hegemonia árabe. Isto se deu através da apropriação árabe de conceitos oriundos da Índia, que foram desenvolvidos e adaptados, estabelecendo-se na forma dos numerais indu-arábicos.

Neste período, a hegemonia religiosa e mitológica estagnou o avanço das ciências no ocidente. A “razão” encontrava fronteiras inexpugnáveis no “mito” e esta situação permaneceu inalterada por um longo tempo.

⁶ Cidade que se notabilizou como centro de produção científica e onde foi construída a maior biblioteca do mundo antigo.

Observou-se na Idade Média ocidental apenas algumas formas incipientes de desenvolvimento no campo geométrico, através de realizações restritas a grupos específicos. A “sociedade dos companheiros” na França, constituída por grupos de pedreiros e carpinteiros que acompanhavam as cruzadas construindo pontes, igrejas e fortificações, era um exemplo destes agrupamentos que se deslocavam pela Europa realizando obras, sem, no entanto, deixar qualquer tipo de registro escrito de suas técnicas construtivas, plantas ou projetos de construção. (GAMA,1986)

Desde a prática do corte de pedras, que fundamentou a construção de várias igrejas góticas medievais e teve seus procedimentos originários nos saberes geométricos, até a própria edificação das mais variadas obras de engenharia, foram realizadas de forma considerada artesanal. Sabe-se, atualmente, que o fato de não registrar os procedimentos construtivos era uma maneira de restringir/monopolizar o conhecimento unicamente entre estes grupos de oficiais artesãos. (GAMA, 1986)

Deve-se reconhecer ainda que na Idade Média, além do desenvolvimento no campo da Álgebra, foi de responsabilidade dos povos árabes a preservação de diversos documentos científicos da Grécia Antiga, entre eles a obra de Euclides.

As primeiras traduções ocidentais desta obra datam apenas do século XII, mas foi somente em 1482, em Veneza, que se produziu a primeira versão impressa de *Os Elementos*, obra considerada a de maior influência na história do pensamento matemático em todos os tempos. (BOYER, 2001) Com a invenção da imprensa, instaurou-se na Europa uma ruptura de imensas proporções em relação à

monopolização dos saberes por grupos reduzidos e foi possibilitada a divulgação das mais diversas obras científicas.

1.3 O RAIAR DA MODERNIDADE

Os séculos XVI e XVII caracterizaram-se por mudanças/descobertas revolucionárias através do método científico de investigação. No final do século XVI, com Galileu Galilei, iniciou-se, de forma contundente, uma prática científica que passou a utilizar-se de experimentos sistemáticos para a formulação das leis e descobertas. Estas concepções de ciência foram o marco do que chamamos de “ciência moderna”.

Posteriormente, no campo geométrico/matemático, René Descartes estabeleceu as relações entre as curvas gráficas e suas expressões algébricas (Geometria Analítica). As conceituações de análise cartesianas foram extremamente difundidas, ampliando-se como concepção filosófica hegemônica do fazer científico nas mais diferentes áreas.

Descartes, que teve no *Discurso do Método* a sua obra de maior repercussão, explicitou, através das regras da evidência, da análise, da síntese e da verificação, um corpo conceitual para a orientação filosófico-científica da modernidade. Propôs que as idéias realmente verdadeiras são *claras e distintas*, apontou para a divisão sistemática dos problemas como instrumento de interpretação e resolução, supôs uma ordem natural *do simples ao complexo* e, finalmente, determinou a verificação e revisão geral como ferramentas de exclusão de toda a probabilidade de erro.

A importância matemática da obra de Descartes deu-se no sentido de unificar, através da Geometria Analítica, duas áreas até então distintas e trabalhadas de forma independente: a Geometria, originária da Grécia Antiga, e a Álgebra, proveniente do período de hegemonia árabe na matemática.

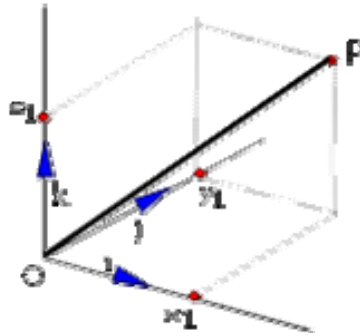


Figura 1: Eixos Cartesianos

Pode-se dizer que a Geometria, alicerçada nas concepções cartesianas e, posteriormente, ratificada pela hegemonia do pensamento kantiano, que considerava as concepções espaciais vigentes categorias inatas ao ser humano, ou ainda, que o espaço euclidiano, enquadrado nas proposições sintéticas *a priori* no qual não dependia da percepção sensorial sendo, portanto, estático e pré-estabelecido (KÖRNER,1985), assumiu, no final do século XVIII, um ambiente de profícuo desenvolvimento científico em seus parâmetros tradicionais.

Neste período surgiu a Geometria Descritiva⁷, que consiste, basicamente, na representação sobre planos de objetos/superfícies espaciais no espaço tridimensional por meio de suas projeções e fundamenta a concepção e elaboração de projetos e obras de construção civil até a atualidade, tendo na figura de Gaspard

⁷ Um breve detalhamento técnico desta Geometria será apresentado no Capítulo 5/ O Projeto.

Monge seu maior expoente e divulgador. Logo em seguida, Jean Poncelet, recuperando conceitos de Gérard Desargues, estabeleceu a Geometria Projetiva, na qual procurou construir uma teoria geral para a Geometria com o objetivo de universalizar seus conceitos. (COSTA,1994) Felipe Buache, ainda no século XVIII, idealizou um sistema projetivo com o propósito de realizar um levantamento do Canal da Mancha, que veio a ser batizado de Método das Projeções Cotadas. (EVES, 1995)

Porém, é reconhecido que foi Gaspard Monge que, além da sistematização dos conceitos de representação através de projeções, unificou de forma mais contundente o campo geométrico. Inicialmente não divulgada, também pelo seu aproveitamento em técnicas militares (construção de fortificações e artefatos), a sua Geometria teve seu grande marco divulgador, em 1799, com a publicação de sua obra: “Geometrie Descriptive”.

A Geometria Descritiva abriu caminho e intensificou as pesquisas nos diversos campos do conhecimento geométrico, entre os quais se destacam: a Geometria Perspectiva, a Grafostática, o Cálculo Gráfico, a Axonometria Oblíqua, a Perspectiva Axonométrica, entre outras. (COSTA, 1994)

No Brasil, os estudos de Geometria Descritiva deram-se a partir de 1812, com a publicação da obra Elementos de Geometria Descritiva, de José Vitorino dos Santos, e foram incrementados com a vinda, em 1818, da missão francesa chefiada por Joaquim Lebreton para a fundação da Real Academia de Belas Artes, atual Escola Nacional de Belas Artes, no Rio de Janeiro. (TELLES,1984)

No entanto, todos estes setores de desenvolvimento gráfico/geométricos citados continuaram baseados nos conceitos gregos/clássicos de Geometria, sendo pertinente a consideração de que se tratavam de abordagens geométricas de cunho, fundamentalmente, euclidiano.

De forma generalizada, podemos dizer que o conhecimento científico na modernidade sobrepôs a razão ao mito, com a organização do conhecimento de forma compartimentada e especializada. Vasconcellos (2002, p.65) propõe três pressupostos epistemológicos para definir este período:

- A crença na simplicidade do microscópio, ou seja, a crença em que, analisando ou separando em partes o objeto complexo, encontrar-se-á o elemento simples, a substância constituinte, a partícula essencial, mais facilmente compreensível do que o todo complexo.
- A crença na estabilidade do mundo, ou seja, a crença em que o mundo é um mundo estável, que já é como é, e de que podemos conhecer os fenômenos determinados e reversíveis que o constituem, para poder prevêê-los e controlá-los.
- A crença na possibilidade da objetividade, ou seja, a crença em que é possível e indispensável sermos objetivos na constituição do conhecimento verdadeiro do mundo, da realidade.

Ao romper com o mito, a modernidade acabou elegendo a razão como o novo mito do fazer científico. Morin (2002, p.42) reforça esta colocação:

Enfim, o mito, sobretudo, introduziu-se no pensamento racional no momento em que este esperava tê-lo expulsado: a própria idéia de Razão tornou-se um mito quando um formidável animismo deu-lhe vida e poder, fazendo dele uma entidade onisciente e providencial.

No racionalismo do fazer científico, os conceitos de experimentação, verificação, ênfase do qualitativo e determinismo são prioritários como interpretação

dos fenômenos. Mas mesmo dentro destes parâmetros, em diversos setores científicos, a realidade passou a esgotar esta compreensão, e novos parâmetros tiveram de ser posteriormente incorporados à epistemologia científica. Na Geometria estas mudanças começariam a surgir em várias regiões da Europa, como veremos a seguir.

2 A GÊNESE DE UMA RUPTURA

Uma geometria não é mais verdadeira do que a outra, pode ser, apenas, mais conveniente.

Henry Poincaré

Muitos foram os matemáticos a trabalhar com *Os elementos*, de Euclides, e procurar a comprovação ou substituição axiomática de seu “polêmico quinto postulado”. Um dos primeiros matemáticos a iniciar uma contestação mais contundente, propondo a negação do chamado “postulado das paralelas⁸”, foi o italiano Girolamo Sacheri, no ano de 1733. Sua obra, além de não concretizar seu objetivo inicial, não teve muita repercussão e somente muitas décadas após, com Carl Friedrich Gauss, reiniciaram-se as pesquisas neste sentido. (COUTINHO, 2001)

No início do século XIX, ocorreu aquilo que se convencionou chamar, na ciência, de “descobertas simultâneas”, ou seja, vários cientistas trabalham simultânea e independentemente o mesmo tema e chegam a conclusões semelhantes. Neste período, além de Gauss, outros dois matemáticos, Jonas Bolyai e Nicolai Lobachewsky, desenvolveram, concomitantemente, teorias que refutam o “postulado das paralelas”, admitindo que por um ponto exterior a uma reta dada podem passar

⁸ Esta denominação contempla uma visão simplificada deste postulado.

uma, duas ou infinitas retas paralelas, contemplando, desta forma, as noções de um novo espaço (ou concepção de espaço), que originaram o que conhecemos como Geometrias não-euclidianas⁹. Algumas décadas após, o professor Eugênio Beltrami, docente em Pisa, Pavia e Roma, encontrou um modelo de superfície que se concebe segundo os pressupostos da Geometria de Lobachewsky. Esta superfície, gerada pela revolução de uma linha (tactriz) em torno de sua assíntota, compõe uma superfície que veio a ser conhecida como “pseudo-esfera”, ou seja, uma superfície com curvatura negativa constante. (BOYER, 2001)

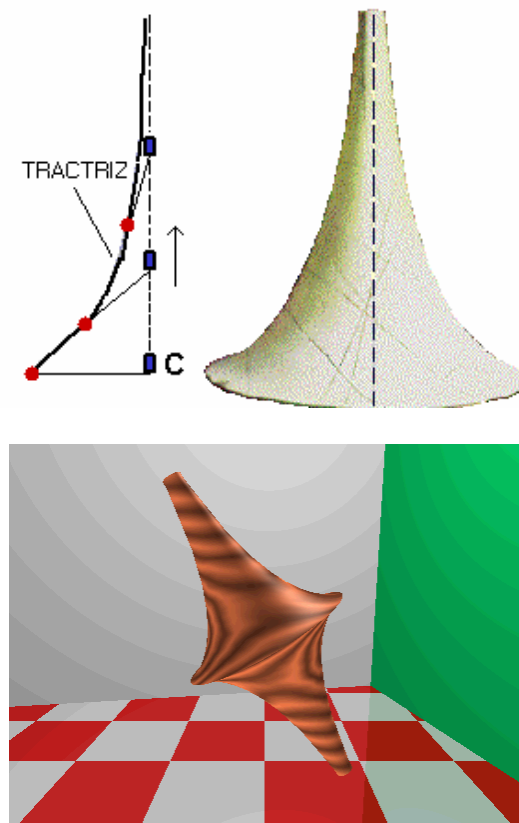


Figura 2: Pseudo-esfera

Na segunda metade do século XIX, Bernard Riemann desenvolveu outra teoria no campo das paralelas que propunha a inexistência de uma reta paralela por um ponto exterior a esta, iniciando as conceituações de uma Geometria não-euclidiana

⁹ No caso de Bolyai e Lobachewsky também conhecidas como geometria hiperbólica.

esférica (mais tarde chamada de elíptica), que posteriormente daria suporte a algumas descobertas relacionadas ao espaço curvo e a própria Teoria da Relatividade de Einstein.

Considerando-se que a Geometria não-euclidiana de Lobachewsky gera uma superfície com curvatura negativa constante e que a Geometria de Riemann apresenta uma superfície com curvatura positiva constante, pode-se concluir, já que o plano euclidiano é uma superfície com curvatura constante nula que: “a Geometria Euclidiana pode ser considerada como um *intermediário* entre dois tipos de Geometria não-euclidiana”. (BOYER, 2001, p.378)

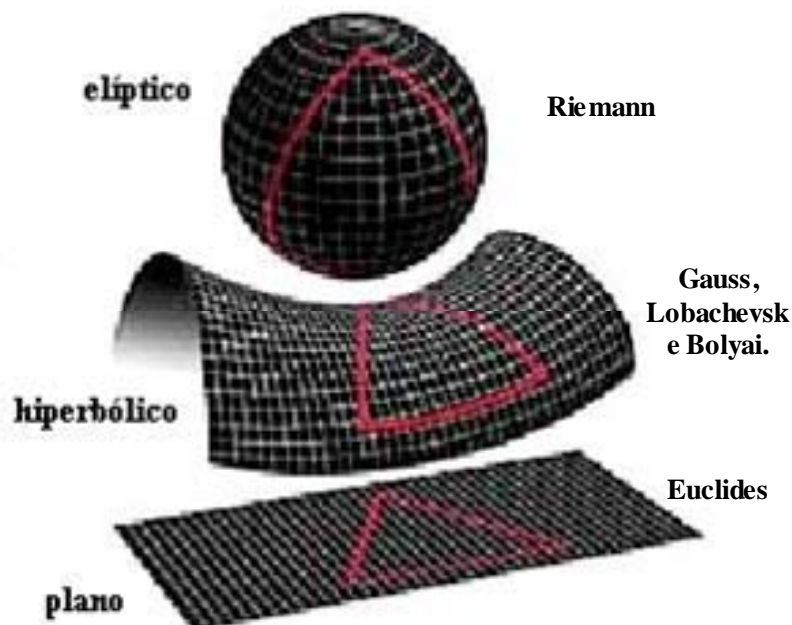


Figura 3: Planos Geométricos

Constatou-se que, assim como os progressos das geometrias tradicionais euclidianas utilizaram-se dos fundamentos filosóficos kantianos para a justificação de suas hegemônicas concepções espaciais, como já mencionado anteriormente, a ruptura destas formas de compreensão do espaço e a emergência das geometrias

não-euclidianas provocaram um conseqüente questionamento a estes parâmetros filosóficos. (KÖRNER,1985)

A tendência de um maior desenvolvimento da Álgebra e da Física relacionadas à área geométrica também colaborou para que alguns cientistas, como Plücker, Cayley e Klein, passassem, a partir do final do século XIX, a desenvolver conceituações do que definiram como espaços de quatro e até cinco dimensões. Como ilustração, Plücker propôs a visualização do espaço, ao invés de um lugar de totalidade de infinitos pontos, como “um feixe de feno cósmico de palhas infinitamente finas e infinitamente longas”. (BOYER,2001,p.378) Esta forma de concepção espacial viria a ser retomada ao final do século XX, com John Schwartz, na sua Teoria das Cordas. (MLODINOW, 2004)

Ainda por volta de 1900, Henry Poincaré foi responsável por uma retomada do imaginário visual/geométrico no campo da matemática. A sua Geometria não-euclidiana, a topologia, também popularmente conhecida como “geometria da borracha”, propunha a possibilidade de transformações nas superfícies por meio de dobramentos, estiramentos e torções.



Figura 4: Superfície Topológica



Figuras 5: Superfícies Topológica / Anel de Moebius

Ao utilizar suas concepções topológicas nas interpretações de complexos problemas dinâmicos, Poincaré implementou os fundamentos de uma matemática da complexidade (exemplificada nos capítulos 3 e 4), que também só a partir de 1950 viria a ser mais desenvolvida. (CAPRA, 1996)

Resumindo, pode-se dizer que, ao final do século XIX e início do século XX, o espaço físico tridimensional, baseado nas concepções euclidianas, começou a perder o seu privilegiado poder absoluto, que desfrutou por milênios, nas interpretações físicas das teorias geométricas.

Verificou-se, porém, ao longo dos primeiros cinquenta anos (1900/1950), uma redução na produção científica dos estudos geométricos. Este fato deveu-se ao aprofundamento e deslocamento das pesquisas físico/matemáticas voltadas para a Álgebra, com as revolucionárias descobertas dos *quanta* de energia, por Max Planck e da Teoria da Relatividade de Einstein. Mesmo assim, os referenciais da Geometria continuaram a alicerçar as descobertas científicas, segundo Ben-Dov (1996, p.123):

“[...] a descrição relativista dos efeitos gravitacionais exigia a adoção de uma representação geométrica não-euclidiana do espaço-tempo.”

Uma nova perspectiva, efetivada inicialmente nas ciências exatas, desde o Princípio da Incerteza¹⁰, de Heisenberg, até a Relatividade, encontrou, mais tarde, um ambiente potencializador de desenvolvimento, e as profundas transformações, pelas quais passaram a Física, também iriam repercutir nos mais variados campos da ciência.

¹⁰ Demonstra a impossibilidade da definição exata e simultânea da posição e energia de uma partícula.

3 A CRISE

[...] Desde então, o real entrou em crise. A substância que lhe é própria desagregou-se nas equações da física quântica. A partícula deixou de ser o tijolo elementar do universo para tornar-se uma noção na fronteira do concebível (onda, corpúsculo, quark) e do inconcebível, estando o próprio concebível sujeito a uma inevitável contradição entre os termos, doravante complementares, onda e corpúsculo, unidade elementar e inseparabilidade. Simultaneamente a Ordem impecável do Universo cedeu lugar a uma combinação incerta e enigmática de ordem, desordem e organização. O cosmos apareceu-nos, enfim, nos anos 60, como o fruto de uma inconcebível deflagração, e o seu devir, submetido à dispersão, pode ser irreversível. Todos os avanços do conhecimento aproximam-nos de um desconhecido que desafia os nossos conceitos, a nossa lógica, a nossa inteligência. (MORIN,1999, p.22)

O desenvolvimento das ciências no século XX apontou, nos mais diversos campos de conhecimento, para um aprofundamento das rupturas com o determinismo racionalista das épocas anteriores. Inicialmente com a física quântica e estendendo-se para outros setores científicos como a biologia, a química, a história, a sociologia, entre outras tantas áreas, começaram a reavaliar as suas certezas absolutas.

A intensificação na interdependência da Geometria com a Álgebra e da relação destas com a informática, veio trazer possibilidades de desenvolvimento mútuo para estas áreas de conhecimento. Como exemplo significativo, podemos citar o avanço

nas formas de resolução de equações não-lineares¹¹ e suas repercussões nos campos algébrico/físico/geométricos. Estas equações, ao serem abordadas por métodos analíticos, representavam uma dificuldade histórica no meio matemático e, quando submetidas às abordagens numéricas¹², na forma da “tentativa e erro”, colocavam dificuldades ainda maiores, adicionadas à reduzida precisão destes procedimentos.

No entanto, com o advento das máquinas computacionais, a alternativa de abordagem numérica adquiriu outras perspectivas, já que com a utilização de programas específicos, baseados no processo de iteração contínua, estas equações podem ser resolvidas de forma rápida e precisa. As soluções destes problemas não se apresentam como uma fórmula (método analítico), mas sim como um grande conjunto de valores que satisfazem as equações e que podem ser representados graficamente em um “espaço matemático abstrato”, conhecido como espaço de fase¹³. Nestes espaços, um ponto tem a propriedade de descrição de todo o sistema relacional. (STEWART,1996)

As representações geométricas das trajetórias verificadas nos mais diversos espaços de fase podem ter as suas formas classificadas segundo a sua “topologia” e suas propriedades dinâmicas deduzidas da forma do que se chama atratores, ou seja, zonas para as quais convergem as diferentes trajetórias destes espaços abstratos.

¹¹ Equações que não apresentam linearidade nas correspondências causa/efeito.

¹² Os métodos analíticos consistem no isolamento das variáveis das equações, enquanto os métodos numéricos propõem a substituição iterativa das variáveis por valores que resolvam as equações.

¹³ Espaço concebido na explicação das leis da termodinâmica no início do século.

Existem três tipos básicos de atratores, a saber: os atratores puntiformes, correspondentes às oscilações que tendem ao equilíbrio; os atratores periódicos, correspondentes às oscilações periódicas e os atratores estranhos, que diferem dos anteriores, correspondendo às oscilações dos sistemas caóticos. Concomitantemente ao estudo dos atratores estranhos/caóticos, verificou-se a descoberta de uma nova Geometria, a Fractal, como veremos a seguir.

3.1 A GEOMETRIA FRACTAL

Nuvens não são esferas, montanhas não são cones, continentes não são círculos, um latido não é contínuo e nem o raio viaja em linha reta. (BENOIT MANDELBROT, 1998, P.208)

Do latim *fractus* (fragmentos) a Geometria Fractal, criada por Benoit Mandelbrot a partir do último quarto do século XX, consiste em uma Geometria não euclidiana que apresenta dimensões não inteiras, fracionadas, fragmentadas.

Suas origens remontam ao final do século XIX, com o matemático George Cantor que trabalhou geometricamente propriedades descritas na subdivisão de uma linha reta em uma infinidade de pequenos segmentos. Posteriormente, Helge Von Koch, matemático polonês, estudou as repetidas iterações de um triângulo sobreposto sobre outros triângulos e representou o que ficou conhecido como o *floco de neve de Koch*. (BARBOSA, 2002)

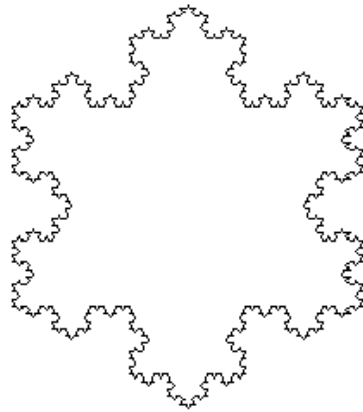


Figura 6: Fractal Floco de Neve

Neste período o matemático francês Gaston Julia desenvolveu pesquisas na Geometria que originaram os *Conjuntos de Julia*, representações estas que mais tarde seriam utilizadas por Mandelbrot na elaboração dos conceitos da Geometria Fractal. Ainda nesta linha de iterações geométricas, Waclav Sierpinski estudou uma forma de representação com base em triângulos que se denominaram *Triângulo de Sierpinski* e *Pirâmide de Sierpinski*.

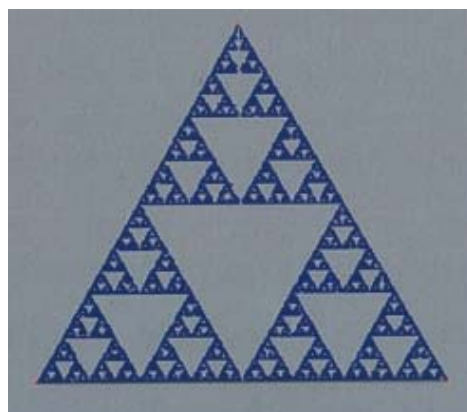


Figura 7: Triângulo de Sierpinski

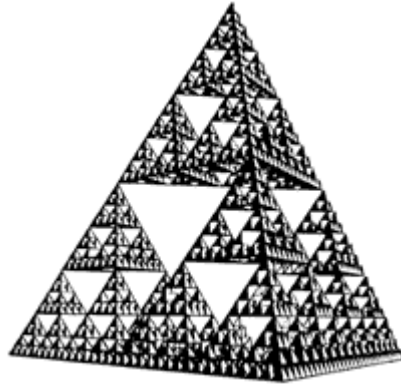


Figura 8 : Pirâmide de Sierpinski

No entanto, é inegável que foi a introdução dos recursos computacionais que alavancaram as possibilidades de representação fractal e deram a Mandelbrot e a outros matemáticos a possibilidade de representar formas não-euclidianas de maior complexidade.

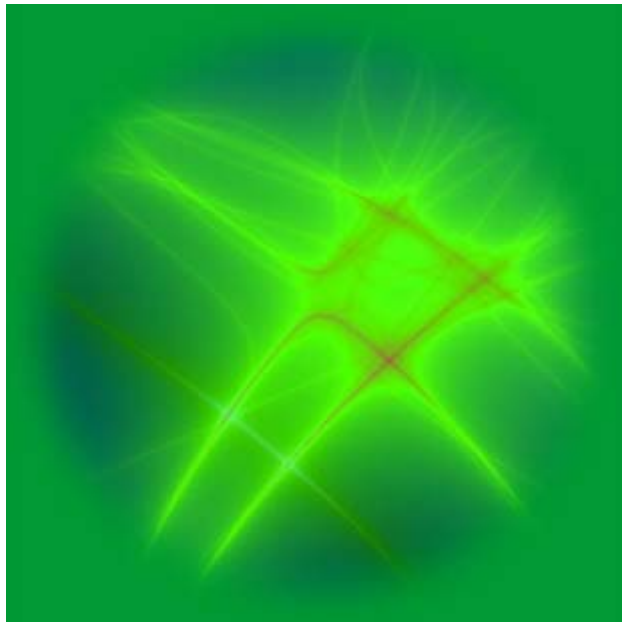


Figura 9: Fractal

Estas formas são alguns exemplos de fractais e obedecem a parâmetros muito sensíveis de geração, já que uma pequena mudança nas condições iniciais pode gerar uma significativa diferença no resultado final de representação.



Figura 10 : Fractal Flor

Podemos dizer que se verifica na Geometria Fractal um exemplo inovador de análise, de forma mais complexa e menos reducionista, das superfícies irregulares que constituem os elementos da natureza, nos quais também são questionados o antropocentrismo historicamente dominante nas concepções geométricas: “[...] o conceito, aparentemente inofensivo, de comprimento geográfico não é inteiramente ‘objetivo’, nem nunca o foi. Na sua definição, o observador intervém de uma forma inevitável”. (MANDELBROT, 1998, p.31)

Para construir as trajetórias fractais, com as suas propriedades de auto-similaridade, recorre-se ao processo matemático de iteração, ou seja, a repetição sucessiva de uma operação, no caso geométrica. O processo iterativo “pode ser

considerado o aspecto matemático central que liga a Teoria do Caos¹⁴ à Geometria Fractal”. (CAPRA,1996, p.119) Posteriormente, constatou-se que os espaços de fase representantes dos atratores estranhos/caóticos, citados anteriormente, são genuínos exemplos de formas fractais, nos quais também são observados conceitos homotéticos, hologramáticos e de padronização multidimensional. (STEWART, 1991)

Outra semelhança entre a Teoria do Caos e a Geometria Fractal é uma substituição do fundamento de suas concepções, que se desloca de um aspecto, predominantemente, quantitativo para uma visão qualitativa. Assim como não podemos prever os valores das variáveis de sistemas caóticos em um determinado instante, mas sim a característica qualitativa do comportamento geral dos sistemas, na Geometria Fractal não objetivamos os comprimentos ou áreas para dimensionamento quantitativo, mas definimos o grau qualitativo de “denteamento” de suas formas. (CAPRA, 1996)

Entre as formas fractais, existe um grupo que é gerado pelo processo iterativo de resolução de equações complexas¹⁵. Ao final dos anos setenta, Mandelbrot chegou a uma imagem representativa deste grupo de fractais complexos, imagem esta que veio a tornar-se o símbolo visual da nova matemática: o *Conjunto de Mandelbrot* :

¹⁴ Teoria originária da pesquisa sobre a turbulência de fluidos, que estuda fenômenos aleatórios produzidos por um mecanismo determinista e que apresenta hipersensibilidade às condições iniciais e que foi estendida para vários campos científicos. (RUELLE,1993)

¹⁵ Equações que envolvem números complexos, a saber, números compostos por um elemento real e outro imaginário.

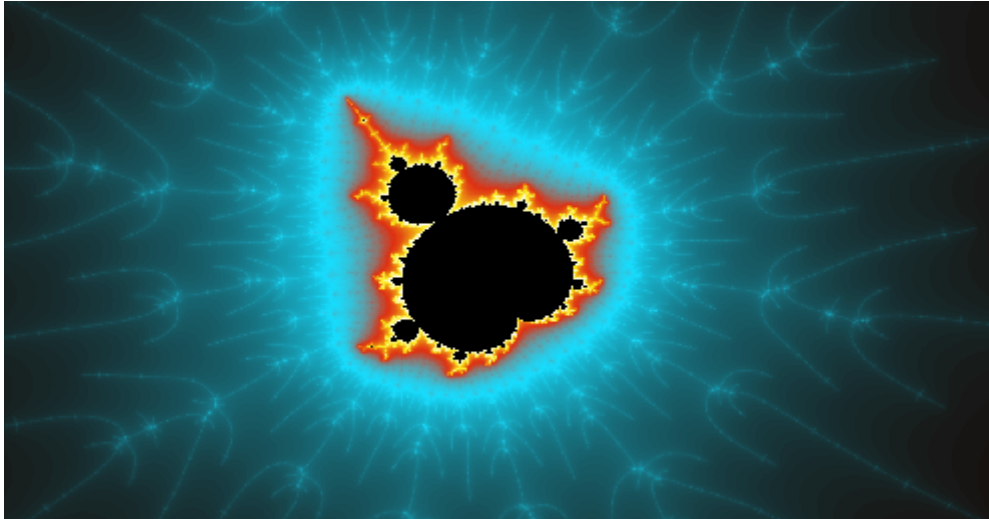


Figura 11: Conjunto de Mandelbrot

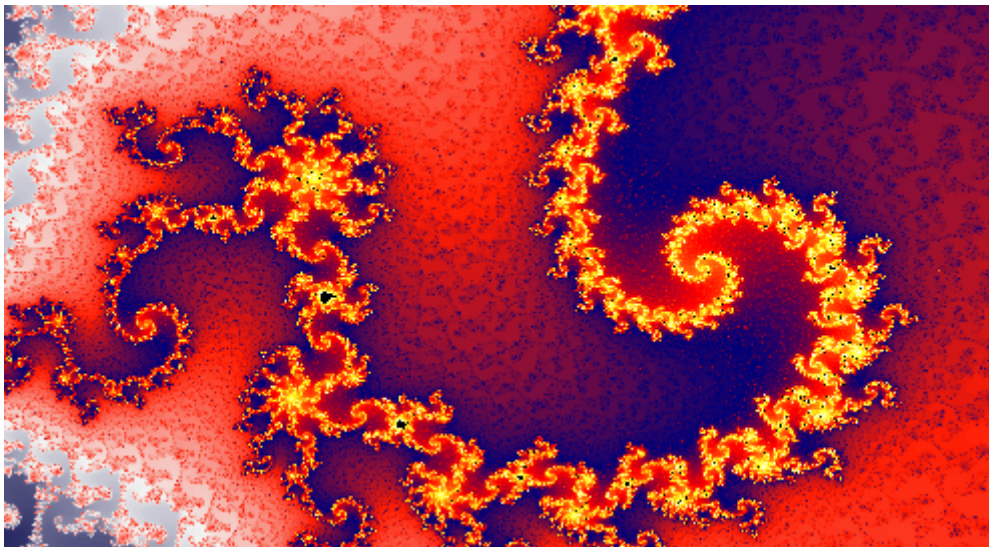


Figura 12: Aproximação no Conjunto de Mandelbrot

Atualmente o emprego da Geometria Fractal se dá nas mais diversas áreas científicas, sendo utilizada como forma de representação das superfícies da natureza e suas práticas estenderam-se além da própria representação para outras áreas, como a geotecnia, a química, a metalurgia, a medicina, entre outras.

3.2 FRACTAIS E COMPLEXIDADE

Certas aproximações, além das citadas em relação à Teoria do Caos, entre alguns dos parâmetros da Teoria da Complexidade, de Edgar Morin, que apresenta os princípios *hologramáticos*, nos quais a parte contém o todo, o todo contém a parte; de *recursividade multidimensional*, com a proposta da volta às origens em outra dimensão e a *dialógica*, que implica a convivência com as antinomias sem a necessidade de uma síntese para evolução, também podem ser identificadas nas formas fractais.

O princípio hologramático (holos:todo/grama:inscrição), é ilustrativo neste tipo de representação; um recorte na representação fractal invariavelmente contém a forma de toda a figura. Estes fractais são genuínos exemplos das formas da natureza, como vegetações, nuvens, montanhas, costas marítimas, entre outras.

A não-linearidade fractal com uma crescente complexidade também é característica comum entre o conhecimento geométrico e o filosófico. Ao ampliarmos uma linha curva euclidiana, por exemplo, verificamos uma tendência de esta tornar-se reta. No caso dos fractais, a ampliação desencadeia uma cada vez mais intensa complexidade de suas formas. A complexidade é proporcional ao foco das investigações, tanto na Geometria, como no pensamento complexo.

Ainda considerando o aspecto de ampliação crescente, os fractais são também familiares aos parâmetros de recursividade multidimensional (volta ao inicial em outra dimensão), já que a ampliação de suas imagens gera periodicamente a repetição da

figura original, de maneira aproximada. Esta particularidade é observada, de forma muito ilustrativa, no Conjunto de Mandelbrot, citado anteriormente, no qual observamos através de vídeos, que percorrem a ampliação das mais diferentes áreas simultaneamente, o recorrente retorno à forma original.

A Geometria Fractal apresenta-se, desta maneira, como singular exemplo da representação gráfica de alguns conceitos filosóficos da complexidade. A simultaneidade temporal de suas pesquisas sugere a estreita identificação entre o pensamento e a representação visual humanas, como verificado em outros distintos períodos da história.

Além da Geometria, as outras diversas áreas do conhecimento, ao final do século XX e o início do século XXI trazem em seu âmago a marca da indeterminação. O determinismo cartesiano/euclidiano, o estruturalismo da concepção histórico/sociológica, a concepção reducionista e compartimentada dos saberes científicos em geral sofrem uma reavaliação de proporções irreversíveis, de onde emergem a dúvida, a incerteza e o sentido mais contundente de complexidade.

O mito de uma razão antropocêntrica e dominadora passa a não mais dar conta da complexidade dos fenômenos da realidade. Este panorama gera um período de crise, assim definido por Morin (1999b, p.159):

Uma nova crítica interna surge no cerne da racionalidade. Segundo ela, que é apropriadamente contemporânea, a razão já não é apenas denunciada como demasiado racional; é denunciada como desracional. A crise moderna da racionalidade é a detecção e a revelação da desrazão dentro da razão.

Diferentes concepções se fizeram também relacionar às variáveis geográficas interpretativas oriente/ocidente. No caso da Geometria, como vimos, sua pesquisa não assumiu, ao longo de sua história no oriente, a importância e o valor absoluto a ela concedida no ocidente. No entanto, verificamos, em alguns provérbios orientais, sinalizações de uma realidade mais flexível aos progressos alcançados em sua ciência: “O espaço nada mais é senão um modo de particularização, não possuindo existência real, própria. O espaço existe unicamente em relação a nossa consciência particularizadora”. (CAPRA, 1975, p.128) Este conceito ilustra a concepção de um período em que, conforme citamos anteriormente, a Matemática oriental focou seu olhar para a Álgebra e questionou, sem noções pré-estabelecidas, à própria concepção de espaço único.

A compreensão da Geometria como ciência em permanente processo de renovação/regeneração implica abrangentes concepções de espaço, de ciência, de homem e de sociedade. Estas reavaliações surgem de forma simultânea e generalizada em diversos campos do conhecimento humano.

O momento de “crise científica”, ocasionado pela abolição do determinismo e da linearidade, necessita de um pensamento/consciência além de crítico, *crísico*¹⁶ e comporta, simultaneamente, oportunidades e desafios. A transição paradigmática da ciência está em processo.

A consciência das limitações dos vários conhecimentos geométricos é, provavelmente, seu maior instigador de desenvolvimento, ou ainda, como sinaliza

¹⁶ Segundo Morin (1998, p. 88): “isto é, uma tomada de consciência de sua própria insuficiência e um despertar problematizador que questione os princípios organizadores do seu conhecimento”.

Morin (2000, p. 55): “A maior contribuição de conhecimento do século XX foi o conhecimento dos limites do conhecimento. A maior certeza que nos foi dada é a da indestrutibilidade das incertezas, não somente na ação, mas também no conhecimento”. A assunção da limitação e da incerteza compreende uma reforma do pensamento.

A atualidade apresenta-se, definitivamente, como momento de transição.

4 A TRANSIÇÃO

Preparar-se para um mundo incerto é o contrário de se resignar a um ceticismo generalizado. (MORIN, 2000, p.61)

O breve percurso que procuramos traçar do desenvolvimento da Geometria está, obviamente, impregnado de seus aspectos culturais, filosóficos, políticos e sociais, nos mais diferentes momentos históricos de sua realização. As suas evoluções e estagnações implicam a noção mais abrangente de “provisoriidade” do conhecimento científico. No entanto, este provisório não deve ser confundido com “descartável”, pois fica claro que o desenvolvimento consistente pressupõe os trabalhos que o antecederam, para avançar nas suas linhas de raciocínio, ou mesmo, para avançar através das rupturas das mesmas.

Em tempos de algumas simplificações generalizadas quanto ao relativismo dos fenômenos da ciência, parece ser importante a compreensão da necessidade de o progresso científico ligar definitivamente as suas metas aos princípios de bem-estar

do ser humano e de construção de uma sociedade planetária inclusiva e realmente democrática.

Como vimos, desde os mais remotos tempos, a Geometria passou por diferentes concepções de representação como ciência inserida nos contextos históricos, filosóficos, culturais e sociais. Inicialmente considerada pelos gregos como a ciência explicativa até mesmo dos anseios existenciais do homem e da natureza, atravessou, no período da Idade Média ocidental, tempos de desvalorização.

A Geometria somente é retomada para o centro das discussões científicas com o advento da modernidade, primeiramente através das sistematizações experimentais no método científico, introduzidas por Galileu, e consolidadas com a hegemonia racionalista introduzida por Descartes, ou seja, o conhecimento geométrico renasce com a “ciência moderna”. Mas, mesmo neste período, iniciam-se os questionamentos quanto à unicidade de seus conceitos.

Nos séculos XX/XXI, a humanidade passa por uma reavaliação científica, filosófica e política de profundas conseqüências. O desenvolvimento da ciência moderna como ferramenta controladora/submetedora da natureza e da sociedade exauriu a sua capacidade de respostas. A dominação, material e monetariamente direcionada, atinge um esgotamento na solução das relações homem/natureza e nas próprias relações humanas em sociedade. A necessidade de repensar a vida humana dentro de uma nova concepção mais responsável, abrangente e complexa assume uma conotação de urgência, relacionada com a própria manutenção da vida planetária. Apesar do, nunca antes imaginado, progresso científico-tecnológico,

grande parte dos habitantes do planeta vive em condições subumanas, que remetem a tempos longínquos de luta diária pela sobrevivência. A sociedade pós-industrial aproxima-se de uma pré-história das relações sociais.

Pode-se dizer que este paradoxo permeia a organização do homem em sociedade, em relação ao avançado estágio científico atingido nos tempos atuais. As possibilidades e potencialidades destrutivas desenvolvidas pela ciência na atualidade são tão grandes, ou maiores, que os progressos construtivos desenvolvidos durante milênios de estudos e pesquisas.

A complexidade da humanidade consiste na dualidade perspectiva de um futuro planetário, que pode extinguir o mundo e seus habitantes, ou fazer renascer a vida sobre a terra baseada em fundamentos de uma nova e consolidada humanidade sustentável. Ao analisarmos o desenvolvimento humano/científico, verificamos que a aposta na humanidade é uma das possibilidades.

Também no campo da Geometria, talvez a nossa compreensão seja muito semelhante à do homem pré-histórico, que citamos no início desta retrospectiva (*incorporando suas observações de distância, visualização dos elementos da natureza, formatação de espaços para o abrigo das intempéries climáticas, observação da vegetação, dos animais, da topografia da terra em que vivia,*) ao qual voltamos, exercitando o princípio da recursividade multidimensional, de acordo com o paradigma da complexidade.

No entanto, a natureza, as distâncias, as vegetações, os climas, são outros; outros espaços estão a surgir, o homem é outro. Mas nesta linha de tempo no desenvolvimento de um campo científico e, portanto, humano, um elo permanece, não intacto, mas resistente. Este elo consiste na potencialidade de compreensão humana de sua própria humanidade.

Pensar a Geometria dentro deste contexto sinaliza para uma maior flexibilização de suas análises e para a consciência da mobilidade científica que permeia o avanço da sua ciência, bem como, para um questionamento quanto à aplicabilidade social de seus progressos. A Geometria de Euclides não respondeu à totalidade dos avanços científicos; outras geometrias como as não-euclidianas (Hiperbólica e Elíptica), a Topologia, mais recentemente, a Geometria Fractal surgiram e outras tantas abordagens estão a ser descobertas.

Vitalizar o estudo da Geometria na universidade, propondo uma análise integrada em seus contextos históricos, culturais, filosóficos, sociais e políticos, eliminando a visão insular com que são trabalhados estes conteúdos nos cursos de graduação, é uma necessidade que sugere uma reflexão atenta na elaboração curricular dos programas e na forma de trabalho pedagógico praticada nos cursos acadêmicos.

O deslocamento na priorização analítica quantitativa para abordagens qualitativas perpassa os movimentos da ciência de forma geral. Nas mais atualizadas concepções geométricas esse fator é também determinante.

Nesta perspectiva de procurar avanços na Geometria, sob diferentes parâmetros, pensamos ser também importante que sejam reavaliadas as visões compartimentadas e hiperespecializadas características da ciência na modernidade de forma geral, na busca de uma visão concreta de transdisciplinaridade científica.

A prática de uma diferente abordagem da Geometria nos currículos escolares, que denominamos de *geometria da complexidade*, sugere o ensino da Geometria dialogicamente relacionado com outros setores de conhecimento.

A Geometria, ao ser estudada nas suas ligações com a História, a Filosofia, entre outras, propicia que a compreensão de suas evoluções seja alicerçada em conceitos abrangentes de ciência, nos quais propostas de migração conceitual para reavaliação dos conhecimentos dos vários campos científicos devem estimular um estudo integrado dessa instigante área da Expressão Gráfico/Matemática.

Em tempos de transição paradigmática da ciência, a execução de um projeto científico/pedagógico na forma de uma diferente abordagem da Geometria, que compreenda o conceito de *provisoriedade científica positiva* e auxilie alunos/professores/pesquisadores a construïrem alternativas de desenvolvimento em seus estudos, instigando questionamentos epistemológico/científicos e, simultaneamente, o emprego da ciência como ferramenta de construção da sociedade, pode contribuir para uma proposta didático-pedagógica concretamente transformadora.

Compreendendo a especificidade dos diversos campos de conhecimento, porém acreditando que as ações de mudança, mesmo que localizadas, justificam-se em suas próprias práticas e podem, assim, fornecer alguns dados a serem transpostos para outras áreas, encaminhamos a nossa pesquisa.

A concepção de um trabalho acadêmico no qual olhares mais abrangentes e menos deterministas de ciência sinalizam possibilidades de transformações no cotidiano universitário que reforçam o aspecto *solidário de humanidade*, como diz Morin (2002/c p.118): “talvez abdicando ao melhor dos mundos, mas de forma alguma a um mundo melhor”, foi o desafio que encaminhou a execução desta tese de doutorado.

SEGUNDA PARTE: DA CONJECTURA AO PROJETO

A leitura do mundo que se funda na possibilidade que mulheres e homens ao longo da história criaram de **inteligir** a concretude e de **comunicar** o inteligido se constitui como fator indiscutível de aprimoramento da linguagem. A prática de constatar, de encontrar a ou as razões de ser do constatado, a prática de **denunciar** a realidade constatada e **anunciar** a sua superação, que fazem parte do processo de leitura do mundo, dão lugar à experiência da **conjectura**, da suposição, da opinião a que falta, porém, o fundamento preciso. Com a metodização da curiosidade, a leitura de mundo pode ensejar a ultrapassagem da pura **conjectura** para o **projeto de mundo**. A presença maior de **ingenuidade** que caracteriza a curiosidade no momento da **conjectura** vai cedendo o espaço a uma inquieta e mais segura criticidade que possibilita a superação da pura opinião ou da conjectura pelo projeto de mundo. O projeto é a conjectura que se define com clareza, é o sonho possível a ser viabilizado pela ação política.

Paulo Freire

5 O PROJETO

A pesquisa foi desenvolvida na Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul, Universidade que conta com aproximadamente 30.000 alunos e 1.600 professores, em 72 cursos de graduação.

Especificamente no Curso de Arquitetura e Urbanismo, onde realizamos o trabalho, são 600 alunos e 55 professores e sua subdivisão organizacional se dá através de três departamentos: Departamento de Expressão Gráfica, Departamento de Teoria e História e Departamento de Projeto.

A disciplina trabalhada, Geometria Descritiva, pertence ao Departamento de Expressão Gráfica e, para uma melhor contextualização da pesquisa, apresentaremos, a seguir, a dinâmica de aula tradicional na Geometria Descritiva do Curso de Arquitetura e uma dinâmica transdisciplinar, por nós proposta. Estas duas metodologias são aplicáveis à carga horária de 4 horas semanais desenvolvidas em um dia da semana.

1) Metodologia Tradicional:

- Aulas teórico/práticas sobre os conceitos específicos de Geometria Descritiva;

- Execução repetida de exercícios aplicativos dos conceitos trabalhados;

- Duas provas de resolução gráfica de exercícios.

2) Metodologia Transdisciplinar:

- Aulas teóricas sobre a evolução dos conceitos geométricos relacionados com aspectos históricos, culturais e filosóficos dos períodos estudados;

- Apresentação de vídeos e discussão sobre a concepção de ciência ao longo da história;

- Discussão inicial sobre conceitos genéricos¹⁷ e suas possíveis relações com a Arquitetura e Geometria;

- Inserção da Geometria Descritiva neste contexto e aulas teóricas sobre seus conceitos específicos;

¹⁷ Trabalhamos com a perspectiva do termo genérico no sentido do que contém o fundamento, a essência do humano, no caso desta pesquisa propomos os conceitos de solidariedade e criatividade, como justificaremos posteriormente.

- Resolução de exercícios específicos de Geometria Descritiva utilizando-se de suas relações com práticas cotidianas da arquitetura;

- Leitura e discussão, ao final das aulas, de pequenos textos, propostos pelo professor e pelos alunos relacionando conceitos genéricos as mais variadas áreas científicas;

- Provas com a participação do grupo de alunos, tanto na elaboração quanto na correção dos conteúdos¹⁸;

- Projetos de Trabalho na fase conclusiva do semestre que reintroduzem os conceitos genéricos para transitar em suas relações com a área da Geometria/Arquitetura.

Ainda procurando situar a pesquisa realizada, apresentamos, a seguir, os conteúdos técnicos específicos de Geometria Descritiva que são estudados tanto na perspectiva tradicional, como na transdisciplinar. Estes tópicos caracterizam-se pela representação de objetos espaciais sobre um plano denominado “épura” e parte das conceituações destes entes fundamentais: ponto, reta, plano para, posteriormente, trabalhar as representações das superfícies. Os procedimentos adotados em suas técnicas consistem na resolução gráfica de proposições relativas às projeções dos objetos/superfícies/edificações, de modo que se estudem problemas relacionados às suas formas, grandezas e posições. (MACHADO, 1973)

¹⁸ Para maior detalhamento desta metodologia ver: *Avaliação participativa no ensino superior e profissionalizante*. (Diligenti, 2003).

A Geometria Descritiva permite a representação tridimensional em um plano bidimensional (épura), no qual são trabalhados os mais variados espectros de soluções para problemas relacionados com os objetos representados. A noção de planificação do espaço tridimensional, na forma da épura, se dá com a determinação de três planos de divisão do espaço, nos quais os objetos são representados por suas projeções através de suas coordenadas descritivas, a saber: o plano vertical de projeção, o plano horizontal de projeção e o plano lateral de projeção. Imagina-se a rotação do plano vertical sobre o plano horizontal e o conseqüente deslocamento do plano lateral seguido de sua rotação sobre o plano horizontal. Desta forma, desmembra-se o espaço na forma de um só plano/épura e propiciam-se as condições para a representação dos objetos através de suas projeções e as resoluções para as mais variadas proposições construtivas. (BORGES, BARRETO e MARTINS,1998)

São necessários para o estudo da Geometria Descritiva os conhecimentos da Geometria plana e espacial, já que muitas de suas construções implicam propriedades anteriores conceituadas nas geometrias citadas.

Atualmente, os programas das disciplinas de Geometria Descritiva nas universidades, tanto brasileiras quanto estrangeiras, obedecem à seguinte forma geral:

- Conceituação dos sistemas projetivos; Centro de projeção finito/perspectiva cônica

- Centro de projeção infinito/perspectiva cilíndrica;

- Estudo do ponto;

Representações por coordenadas descritivas; Primeiro, segundo, terceiro e quarto diedros

- Estudo da reta;

Nomenclaturas; Posições relativas; Retas Notáveis;

- Estudo do plano;

Formas de representação; Nomenclaturas; Posições relativas;

- Método descritivo de mudança de plano de projeção;

Projeções acumuladas; Projeções em verdadeira grandeza;

- Método descritivo de rotação e rebatimento;

Projeções acumuladas; Projeções em verdadeira grandeza; Dupla rotação;

- Intersecções;

Reta/reta; Reta/plano; Plano/plano; Visibilidades

- Paralelismo;

Retas; Planos; Reta/plano

- Perpendicularismo;

Retas; Planos; Reta/plano

- Distâncias;

Ponto/reta; Ponto/plano; Retas/planos

- Alçamento;

Condições geométricas; Operações gráficas

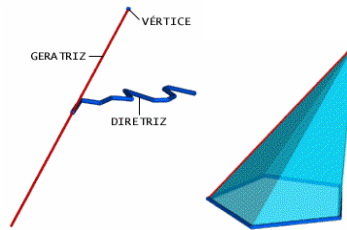
- Estudo das Superfícies (definidas pelas suas leis de geração quanto às suas diretrizes¹⁹ e geratrizes²⁰) :

¹⁹ Linha que define a direção da superfície.

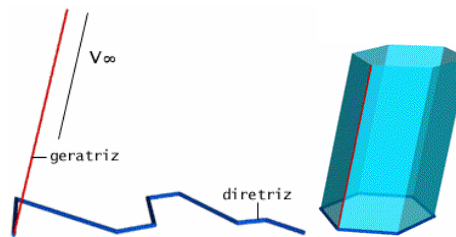
²⁰ Linha que, através de seu deslocamento contínuo, concebe a geração da superfície.

Superfícies Poliédricas

Pirâmides: a diretriz é uma poligonal, as geratrizes são retas e possuem vértice próprio²¹.

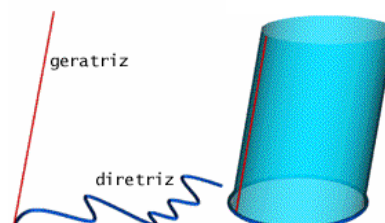


Prismas: a diretriz é uma poligonal, as geratrizes são retas e o vértice é impróprio.



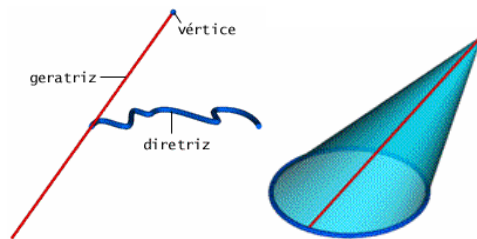
Superfícies Retilíneas Desenvolvíveis

Cilindro: a diretriz é uma circunferência, as geratrizes são retas e o vértice é impróprio.



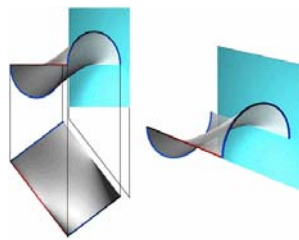
²¹ Ilustrações obtidas junto ao Laboratório de Computação Gráfica da Faculdade de Arquitetura da UFRGS, em trabalho realizado pelos professores Silva, Fábio e Silva, Régio Pierre.

Cone: a diretriz é uma circunferência, as geratrizes são retas e o vértice é próprio.

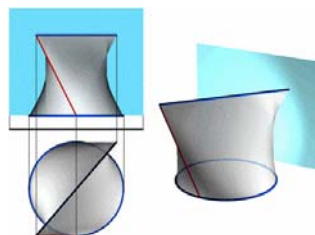


Superfícies Retilíneas não Desenvolvíveis ou Reversas

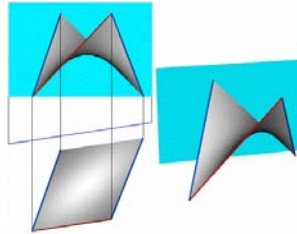
Cilindróide: possui duas diretrizes curvas, suas geratrizes são retas reversas e é paralelo a um plano diretor.



Conóide: possui uma diretriz curva e outra reta, suas geratrizes são retas reversas e é paralelo a um plano diretor.

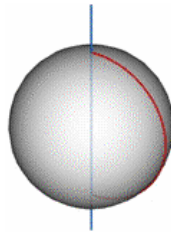


Parabolóide Hiperbólico: possui duas diretrizes retas, suas geratrizes são retas reversas e é paralelo a um plano diretor.

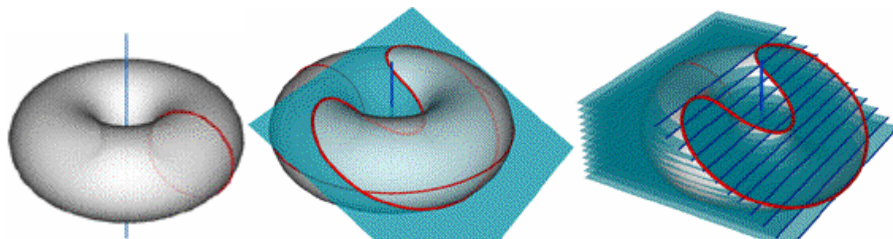


Superfícies de Revolução

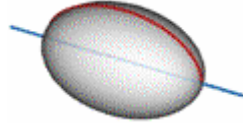
Esfera: gerada pela rotação de uma semicircunferência ao redor de um eixo a ela pertencente.



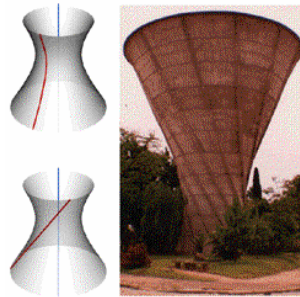
Toróide: gerado pela rotação de uma circunferência ao redor de um eixo não pertencente à mesma.



Elipsóide: gerado pela rotação de uma elipse ao redor de um eixo pertencente à mesma.

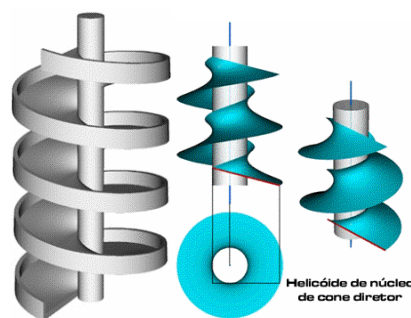


Hiperbolóide de Revolução: gerado pela rotação de um segmento reverso em relação a um eixo.



Superfícies Helicoidais

Helicóides Axiais e Helicóides de Núcleo: gerados pela rotação e translação simultânea de um segmento ao redor de um eixo.



O desenvolvimento tecnológico atual trouxe uma importante ferramenta para o estudo da Geometria Descritiva e para outras disciplinas da área da Expressão

Gráfica, na utilização de programas computacionais gráficos como forma de auxílio à operacionalização de suas análises. Além da apresentação dos conceitos específicos das disciplinas, os softwares direcionados a estas áreas permitem a interatividade do aluno na resolução dos problemas gráficos propostos.

FLUXOGRAMA APLICATIVO DA METODOLOGIA PROPOSTA



5.1 FLUXOGRAMA APLICATIVO

A ruptura epistemológica na concepção de ciência em que se busca a priorização do movimento, das relações e das redes interdependentes consiste em uma proposta transdisciplinar da Geometria, na qual os conhecimentos geométricos *atravessam* os conceitos migrantes (solidariedade e criatividade) e são, por estes, *atravessados*.

Conforme o fluxograma aplicativo apresentado na proposta de uma *geometria da complexidade*, os conceitos da Geometria foram trabalhados, primeiramente, de forma geral, contextualizados nos aspectos históricos, filosóficos e culturais de suas realizações e, só posteriormente, os conceitos de Geometria Descritiva específicos foram introduzidos. Esta postura procurou apresentar o conhecimento geométrico em constante evolução, e diversos outros tipos de Geometria, que não a Descritiva, foram discutidos para a ilustração desta perspectiva. Podemos citar como exemplo destas, a Geometria Plana, a Geometria Hiperbólica, a Geometria Elíptica, a Topologia e a Geometria Fractal.

A introdução dos conceitos genéricos de solidariedade e criatividade deu-se, em um primeiro momento, sob a forma de suas definições gerais, e ao longo do semestre relacionando-os a várias áreas da ciência. Nos trabalhos de conclusão eles foram abordados em um sentido diretamente relacionado com os conhecimentos geométricos/arquitetônicos e em suas inserções no contexto social.

A opção pelos conceitos de solidariedade e criatividade foi adotada por compreendê-los como vitais em uma proposta de aprofundamento do fazer educativo e, também, por entendermos que são valores significativamente cerceados nas propostas tradicionais de ensino.

Apresentamos, inicialmente, estes conceitos ao grupo por uma definição geral, como transcrevemos abaixo. Os significados dos termos propostos foram retirados do Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa (2001) e a generalização em suas significações foi adotada com o objetivo de não induzir as análises dos grupos de estudantes, mas sim instigar a autonomia de suas interpretações.

1) SOLIDARIEDADE:

Acepções

- substantivo feminino: caráter,
condição ou estado de solidário.

1 compromisso pelo qual as pessoas se obrigam umas às outras e cada uma delas a todas;

2 laço ou ligação mútua entre duas ou muitas coisas ou pessoas, dependentes umas das outras;

3 sentimento de simpatia, ternura ou piedade pelos pobres, pelos desprotegidos, pelos que sofrem, pelos injustiçados, etc.;

4 manifestação desse sentimento, com o intuito de confortar, consolar, oferecer ajuda etc.;

5 cooperação ou assistência moral que se manifesta ou testemunha a alguém, em quaisquer circunstâncias (boas ou más);

6 estado ou condição de duas ou mais pessoas que dividem igualmente entre si as responsabilidades de uma ação ou de uma empresa ou negócio, respondendo todas por uma e cada uma por todas; responsabilidade, interdependência;

7 mutualidade de interesses e deveres;

8 identidade de sentimentos, de idéias, de doutrinas;

9 estado ou condição grupal que resulta da comunhão de atitudes e sentimentos, de maneira que o grupo venha a constituir uma unidade sólida, capaz de oferecer resistência às forças externas e, até mesmo, de se tornar mais firme ainda em face da oposição procedente de fora.

2) CRIATIVIDADE

Acepções

- substantivo feminino

1 qualidade ou característica de quem ou do que é criativo;

2 inventividade, inteligência e talento, natos ou adquiridos, para criar, inventar, inovar, quer no campo artístico, quer no científico, esportivo etc.

2.1 CRIAR

Acepções

- verbo transitivo direto

1 conceber, tirar aparentemente do nada, dar existência a;

2 formar, gerar, dar origem a;

3 imaginar, inventar, produzir (algo ger. original, novo);

- 4 inventar, elaborar (alguma coisa, ger. de cunho científico, utilitário);
- 5 fundar (alguma coisa); instituir, estabelecer;
- 6 adquirir (algo) que anteriormente não se possuía, passar a ter (alguma coisa) como resultado de esforço próprio ou por puro acaso;
- 7 causar, originar;
- 8 deixar-se tomar por (determinado sentimento); passar a manifestar;
- 9 crescer em convívio com (alguém ou algo);
- 10 promover (alguém) a; nomear, tornar;
- 11 nascer, originar-se ;
- 12 crescer, desenvolver-se em (determinado lugar);

No movimento gerado pela abordagem que denominamos *geometria da complexidade*, entrelaçado com a *geo-solidariedade* e *geo-criatividade*, recolhemos os subsídios para uma análise integradora, que pretendeu estabelecer algumas conclusões na forma de um seminário final, que chamamos de *geo-humanidade*,

O fluxograma aplicativo da proposta apresentada aproximou-se, desta forma, a uma espécie de rede que se retroalimentou, permanentemente, do seu próprio exercício de aplicação.

5.2 HIPÓTESES E QUESTÕES DE PESQUISA

Trabalhamos com a hipótese de que a Geometria compreendida e praticada na forma tradicional, como descrita anteriormente neste trabalho, não atende a um projeto de abrangente significado pedagógico. Suas fragmentações e prejudicam o

aprofundamento de seus conceitos e simultaneamente interditam as correlações disciplinares que se fazem necessárias para uma educação integral, não fracionada e atualizada.

Pensamos que as transformações conceituais na forma de abordagem do objeto científico na Geometria nas quais sejam priorizadas as conexões, interdependências e migrações conceituais entre diversas áreas científicas e as decorrentes transformações pedagógicas inerentes a estes processos, poderiam valorizar o estudo desta importante área de compreensão, representação e expressão humana em nossas universidades.

Utilizando-se destes pressupostos, propusemos que os trabalhos pedagógicos em Geometria, na abordagem desenvolvida, após relacionarem-se em seus contextos históricos, filosóficos e culturais promovessem, como forma de conclusão dos trabalhos do semestre, a constituição de dois subgrupos conceituais que transitaram junto aos conceitos específicos disciplinares (conforme fluxograma aplicativo apresentado anteriormente) a saber:

- subgrupo 1: Geo-solidariedade;
- subgrupo 2: Geo-criatividade;

A estes dois subgrupos *migrantes*, que foram colocados como uma proposta inicial e mantida durante o decorrer dos trabalhos, foram associados os grupos de alunos que procuraram investigar, para além dos conceitos geométricos específicos, suas interconexões com o tema proposto para cada subgrupo. Após relacioná-los na

forma de projetos de trabalho com os outros grupos de sala de aula, foi proposto um seminário para a apresentação das conclusões realizadas pelos subgrupos e discussão com o grupo geral/seminário Geo-humanidade.

Procuramos desenvolver um estudo, conforme pesquisa a ser detalhada a seguir, sobre esta proposta alternativa, para a investigação das seguintes questões:

- 1) Como o grupo de estudantes recebe a proposta de uma abordagem transdisciplinar da Geometria?
- 2) Quais são as dificuldades metodológicas, epistemológicas e cognitivas de implementação de uma abordagem desta natureza?

Estas questões demarcaram o campo pesquisado de forma abrangente, e considerando a positividade verificada na comunicação entre sujeitos/objeto/pesquisador, permanecemos neste caminho até o fim dos trabalhos de pesquisa.

5.3 METODOLOGIA DE PESQUISA

Para introduzir a metodologia de pesquisa utilizada na construção do conhecimento científico pensamos, preliminarmente, conceituar nossa perspectiva de metodologia de forma geral.

Trabalhamos com a compreensão de metodologia explicitada por Minayo (2000, p.22):

[...] entendemos por metodologia o caminho e o instrumental próprios da abordagem da realidade. [...] a metodologia inclui as concepções teóricas de abordagem, o conjunto de técnicas que possibilitam a apreensão da realidade e também o potencial criativo do pesquisador. Enquanto abrangência de concepções teóricas de abordagem, a ciência e a metodologia caminham juntas, intrincavelmente engajadas.

A adequada opção metodológica consiste, desta forma, em uma decisiva etapa para um desenvolvimento coerente das análises teórico/práticas de um trabalho investigativo.

Considerando este parâmetro geral, optamos que a pesquisa, realizada junto a seis diferentes turmas de primeiro ano de graduação em Arquitetura e Urbanismo, fosse de cunho, fundamentalmente, qualitativo.

Atentos ao fato de que as pesquisas essencialmente quantitativas “sacrificam os significados no altar do rigor matemático, ou ainda, pretendem evitar distorções através de codificações e quantificações e, inegavelmente, simplificam a vida social classificando-a segundo elementos ordenados” (MINAYO, 2000, p.31), acreditamos que o enfoque qualitativo, por outro lado, abre perspectivas de interpretação dos fenômenos de forma mais abrangente, complexa e, conseqüentemente, mais próximas da realidade humana.

Estas considerações se fazem no sentido de orientar o fundamento das pesquisas, não significando que uma abordagem de cunho qualitativo prescindia de aspectos quantitativos ou vice-versa. Esta visão é apontada por Minayo (2000, p.28):

[...] a discussão relativa aos métodos quantitativos e qualitativos na abordagem do social tem se desenvolvido de forma inadequada. A dicotomia que se estabelece na prática, de um lado deixa à margem relevâncias e dados que não podem ser contidos em números, e de outro lado, às vezes contempla apenas os significados subjetivos, omitindo a realidade estruturada.

Procurando resumir a perspectiva adotada, ambicionamos realizar uma pesquisa qualitativa que compreendesse a complementaridade dialógica dos aspectos qualitativo e quantitativo.

5.4 SUJEITOS DA PESQUISA

[...] todo o ser humano, como o ponto singular de um holograma, contém o cosmo em si. Pode-se dizer também que todo o indivíduo, mesmo aquele reduzido a mais banal das vidas, constitui um cosmo. Contém a multiplicidade interior, as personalidades virtuais, uma infinidade de personagens quiméricos, uma poliexistência no real e no imaginário, o sono e a vigília, a obediência e a transgressão, o ostensivo e o secreto, efervescência larvar em suas cavernas e abismos insondáveis. Cada um contém galáxias de sonhos e de fantasias, impulsos indomáveis de desejos e de amores, abismos de infelicidade, vastidões de indiferença gelada, abrasamentos de astros em fogo, avalanches de ódio, extravios idiotas, clarões de lucidez, tempestades de demência... Cada um contém uma solidão inacreditável, uma pluralidade extraordinária, um cosmo insondável. (MORIN, 2002:93)

Os sujeitos da pesquisa foram os alunos universitários de seis diferentes turmas na disciplina de Geometria Descritiva, nas quais foram pesquisadas duas turmas por semestre, durante o período de 2004/2, 2005/1, 2005/2, onde atuamos

simultaneamente como professor e pesquisador, no curso de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul.

Conforme dados obtidos junto à secretaria do curso pesquisado, a faixa etária dos alunos compreende dos 17 aos 26 anos, média esta que permaneceu constante nos três semestres de realização da pesquisa. A grande maioria dos alunos mora em Porto Alegre e necessita de ajuda dos pais e familiares para custear os seus estudos. Deve-se ressaltar, ainda, que são oferecidas bolsas de estudo e crédito educativo e/ou descontos para familiares em, aproximadamente, vinte por cento dos alunos matriculados, conforme circular 06/2005/PUCRS.



Figura 13: Turma de Alunos FAU/PUCRS.

A opção por esta disciplina no primeiro ano de curso universitário se deu, além do conteúdo focado no conhecimento geométrico, pelas razões expostas a seguir:

1) É uma disciplina de início de curso, período em que o grupo de estudantes ainda se encontra numa fase de transição do Ensino Médio, adaptando-se ao Ensino Superior. Este momento de transição implicou, a nosso ver, uma maior abertura, possibilidade e potencialidade para transformações e questionamentos às estruturas tradicionais de ensino.

2) É uma disciplina de Expressão Gráfica, realizada em ateliês (adequadamente estruturados em seus espaços para o desenho e demais atividades práticas), onde o número de alunos por turma (módulo professor/aluno) é limitado a 20 alunos por professor, diferentemente das disciplinas exclusivamente teóricas, nos quais esta relação chega a 60 alunos por professor. Este fato certamente permitiu uma relação mais direta e personalizada com o grupo de estudantes/sujeitos da pesquisa.

3) A idade dos alunos da disciplina situa-se em uma faixa de 17 a 26 anos, caracterizando-se, segundo algumas observações preliminares por nós realizadas, não só uma fase de transição escolar, como também (e não poderia ser diferente) de uma acentuada variação nas suas vidas pessoais, com o ingresso em uma fase mais independente e adulta.

A opção por trabalhar com seis turmas e durante três semestres, deu-se com o intuito de estabelecer uma análise fidedigna que não se restringisse a um número limitado de alunos ou a um curto período de tempo. As análises comparativas entre um trabalho mais tradicional, mencionado na apresentação do projeto, e uma abordagem transdisciplinar, procuraram contemplar o aspecto de complementaridade de perspectivas. Deve-se considerar que um estudo relativamente comparativo pressupõe uma conceituação inicial junto ao grupo pesquisado sobre o entendimento de um fazer pedagógico tradicional em Geometria, com suas decorrentes implicações, para que fossem analisadas as conseqüências das práticas alternativas que procuramos desenvolver.

Para finalizar, destacamos o nosso compromisso durante todo o trabalho com uma postura de respeito aos sujeitos de pesquisa, aos seus tempos, momentos de vida, peculiaridades, anseios, disponibilidades (ou não disponibilidades) o que, a nosso ver, propiciou a possibilidade de estabelecer uma escuta satisfatória das relações sujeito de pesquisa/objeto/pesquisador. Aprender a ouvir, cada vez mais, sem induzir a fala dos alunos foi um exercício que balizou os trabalhos que realizamos, segundo Silva (2001, p.26): “O silêncio maior se consuma por excesso de fala.” Foi nesta atenção com os sujeitos que procuramos desenvolver as atividades. Observamos ainda, como referência, a concepção de Brandão (1985:11): “[...] Aprender a reescrever a história a partir de sua história. Ter no agente de pesquisa uma espécie de gente que serve. Uma gente aliada[...]” e, fundamentalmente, reconhecemos e valorizamos as complexidades e singularidades destes alunos, compreendendo-os como protagonistas do estudo que realizamos.

5.5 TÉCNICAS DE OBSERVAÇÃO E COLETA DE DADOS

As pesquisas foram realizadas no cotidiano de três semestres do referido curso de graduação, e sua instrumentalização foi dada na forma da observação participante, que segundo os pressupostos de Schwartz & Schwartz, apud Minayo (2000, p.135), define a situação do pesquisador da seguinte forma:

[...] O observador está em relação face a face com os observados e, ao participar da vida deles, no seu cenário cultural, colhe dados. Assim o observador é parte do contexto sob observação, ao mesmo tempo modificando e sendo modificado por este contexto.

Acreditamos que a especificidade do estudo no qual o pesquisador é o próprio professor conduz a opção de uma observação participante como a mais coerente para a execução dos trabalhos.

A coleta de dados foi basicamente realizada através de questionários para o grupo, entrevistas individuais, encontros em subgrupos menores e grupo geral com observação “in loco” dos trabalhos. Procuramos nestes encontros indagar, de forma geral, como os estudantes estavam recebendo as propostas desenvolvidas na disciplina trabalhada.

Durante os dezoito meses de realização da pesquisa com as seis turmas, foi disponibilizada uma página na internet²² que continha os princípios fundamentais de organização dos grupos e roteiros dos trabalhos em desenvolvimento. Esta página foi sendo atualizada de acordo com a evolução das pesquisas nos três semestres de

²² Site: www.disciplinas/fau/mdiligenti/projetopiloto.

sua aplicação. Os resultados obtidos, bem como, a opção por acréscimos de textos também foram amplamente discutidos com os grupos de trabalho.

TERCEIRA PARTE: DO PROJETO À CONCRETIZAÇÃO

A esperança não é o afeto oposto ao desespero; é o ato cognitivo oposto ao da reminiscência, uma forma de premonição. É por esse ato cognitivo da esperança que sabemos possível uma outra forma de relação do homem com o homem e do homem com a natureza, que não seja a da espoliação, da destruição, e da poluição, mas a da aliança; a esperança é a expressão desta não realizada possibilidade de uma nova forma de relação de aliança com a natureza, numa natureza humanizada, assim como uma nova forma de relação entre os homens, numa sociedade naturalizada.

Ernst Bloch

6 DESCRIÇÃO DE DADOS

O viver é solitário e solidário. O ser vivo emerge para a solidão acedendo ao egocentrismo. Mas a vida solitária não pode deixar de ser solidária. Vivendo cada um a nossa vida, participamos de miríades de outras vidas que nos alimentam e que alimentamos. Cada vida autônoma é possuída no interior e no exterior por outras vidas. Ninguém nasce só. Ninguém está só no mundo, no entanto, cada um está só no mundo. (MORIN, 2001, p.442)

Os dados obtidos na pesquisa empírica foram relacionados considerando-se as observações quanto ao conteúdo da disciplina, à dinâmica de ensino e ao aproveitamento do trabalho executado. Estas ênfases foram adotadas devido ao próprio foco diretivo das respostas obtidas junto aos alunos. Transcreveremos aqueles mais representativos devido ao extenso número de sujeitos pesquisados e, muitas vezes, a ocorrência de repetidas respostas quanto aos temas trabalhados.

Os dados colhidos através de depoimentos voluntários escritos²³ ou entrevistas, reuniões individuais e encontros com subgrupos e grupo geral, foram coletados apresentando-se como consiste a forma de desenvolvimento tradicional na prática pedagógica da Geometria e a concepção transdisciplinar de abordagem que trabalhamos. Esta situação é explicitada em alguns depoimentos que

²³ Os depoimentos escritos foram reproduzidos sem correções gramaticais, exatamente conforme o texto dos alunos, com objetivo de preservar a autenticidade e amplitude nas interpretações dos mesmos.

mencionam as distinções entre estas duas abordagens. No entanto, considerando-se o cuidado da pesquisa ao propor, coerentemente com sua opção teórica, uma idéia de não estabelecer pré-conceitos ou induzir conclusões, tanto nas descrições quanto na análise de dados, reconhecemos a simultaneidade tradicional/transdisciplinar como elemento enriquecedor de análise científica.

A seguir apresentamos as falas dos alunos, procurando relacioná-las com as dimensões descritivas citadas anteriormente e tecemos alguns comentários que ilustram estes relatos.

6.1 QUANTO AO CONTEÚDO DA DISCIPLINA

Uma visão de conteúdo estático, no qual o conhecimento é legitimado e valorizado por sua mera aquisição como objeto e não segundo uma perspectiva processual, é evidenciada em vários depoimentos:

- Eu ainda não consegui gostar desta cadeira, acho que porque não entendi muito bem o conteúdo. Em me sinto insegura e também me sinto como se fosse a aluna que menos sabe.

- A geometria descritiva é importantíssima para podermos ver os objetos em três dimensões. Ela é um objeto que nos ajuda a achar a verdadeira medida de um lado para que possamos calcular corretamente.

- Eu particularmente tenho muitas dificuldades com a matéria de geometria descritiva. Apesar de ser interessante, ela é bastante complicada.

- Como não poderia deixar de ser, há teoria também, e junto dela nomes e nomenclaturas, criados, talvez pelo ego de seu criador! É exatamente isto que não me agrada: nomenclaturas... Não vejo

utilidade para elas, e acho que apenas embotam o brilho da disciplina.

Verificou-se também que o anúncio de uma proposta que não enfatiza a memorização trouxe algumas vezes para o grupo a idéia incorreta de que não seria necessária a utilização da memória como instrumento cognitivo. Qualquer situação em que se fez necessário memorizar algum conceito acabava sendo compreendida como “decoreba” por parte dos alunos.

- Como os conteúdos da disciplina só são bem assimilados com a prática, às vezes acho tudo muito mecânico. São muitas regras e só é possível lembrar com uma prática constante de atividades. Parece ser uma matéria que somente depois de decoradas todas as regras é que se torna fácil. Não deveriam ser só provas e sim só mais trabalhos extraclasse.

Mesmo em algumas alternativas propostas pelos alunos, a falta de autonomia para a aprendizagem também é explicitada e evidencia-se, por exemplo, na realização dos trabalhos extraclasse nos quais o professor não está presente para auxiliar o aluno.

- Eu gosto de fazer os exercícios durante a aula, pois eu tiro todas as dúvidas no momento em que surgem, pois quando se faz em casa, aparecem as dificuldades e acabamos esquecendo e não aprendendo.

- Nos primeiros dias eu estava sempre nervosa. Não sei se pela emoção de estar na faculdade ou se foi a aula mesmo. Eu achava estranho que nas aulas eu conseguia resolver os exercícios mas ao chegar em casa, ao fazer os temas eu me apavorava porque não conseguia nem começar. Estava sempre ligando para os meus colegas para pedir ajuda, porque eu não conseguia entender certas (os nomes delas), eu não conseguia visualizar elas.

- Os exercícios ajudam bastante, é bom fazê-los em aula, só acho que poderíamos corrigir mais os de casa, às vezes achamos que estamos fazendo certo, mas acabamos errando pequenas coisas e não nos damos conta, acho que para isso serviria a correção.

Nas questões levantadas sobre a avaliação, demonstra-se a freqüência com que o conteúdo é concebido de forma utilitarista. Sua validade é reduzida à condição de ser ou não aprovado na disciplina, e algumas vezes apenas este parâmetro é considerado como comprobatório do desenvolvimento do conhecimento.

- Gosto do jeito que as aulas são dadas. Se a média não for mudada para 5, acharia bom que as provas tivessem mais questões.

- Um problema que eu vejo, é que na aula eu acho que eu entendi tudo que o professor explicou, mas na hora de estudar em casa e na hora da prova eu sinto muita dificuldade.

- Acho que poderia ter um maior aprofundamento em certos conteúdos e a prova com mais questões creio que seria melhor, nos testaria muito mais.

As dificuldades na visualização dos objetos da Geometria podem originar posturas de desânimo em relação ao curso, como verificamos no depoimento a seguir:

- Às vezes, penso em desistir da faculdade de arquitetura por causa da geometria, pois na minha cabeça parece que “não anda” que eu vou ficar sempre no mesmo lugar.

A proposta de uma avaliação participativa tanto na elaboração quanto na correção das provas é questionada em algumas situações.

- Não gosto da parte da correção individual, pois é na frente de todos os colegas e como possuo muitas dificuldades, todo mundo fica olhando para ver se agente foi bem ou mal.

O conhecimento como resultado de treinamento e repetição de exercícios é uma visão freqüente nas disciplinas que envolvem o saber matemático. A prática da

repetição é muitas vezes solicitada pelo grupo de alunos como forma de estabelecer um roteiro resolutivo para os problemas.

- A geometria descritiva para mim necessita de mais prática e resolução dos exercícios em aula, pois na prática não temos facilidade de colocarmos a teoria na prática. Nesta primeira parte a matéria não é tão difícil, mas com muitos detalhes a serem explicados. Há muita matéria, e assim com um primeiro contato com a geometria a quantidade de matéria ajuda na dificuldade que a matéria tem a piorar. A geometria descritiva com mais prática não teria a dificuldade que aparentemente tem.

- Na minha opinião no semestre (para mim, ao menos) não tive as expectativas superadas. Achei a maneira/método das aulas muito vagos, não absorvendo todo o conteúdo dos pontos propostos. Gostaria de ter visto uma aplicação mais prática dos conteúdos e exercícios, não ficando somente com a ênfase acadêmica.

- Bom, eu gostei, pois era um assunto fácil, e com exercícios. A gente aprendia e logo após exercitava poderia ser mais já que isso é bom para memorizar e ajuda um monte.

Mesmo os depoimentos que compartilham a necessidade de apresentação dos conhecimentos geométricos de forma mais abrangente, muitas vezes reduzem a compreensão de sua proposta de reformulação a uma simplificada visão de aliança entre geometria e história, geometria e filosofia, entre outras, como observamos nestes relatos:

- Achei as aulas que misturam geometria com a história e filosofia muito interessantes, mas não sei em que ponto isso tudo poderia me ajudar com a matéria. Já na aula que a matéria foi colocada no computador foi mais útil e me ajudou a enxergar melhor, coisa que eu não estou conseguindo direito.

- No decorrer do semestre estudamos geometria descritiva de uma forma diferente, aliada à filosofia. Acredito que essa experiência tenha sido válida, porém, confesso que não gosto muito de filosofia, prefiro o lado mais matemático. Quanto às aulas, não tenho críticas, acho que foram produtivas e claras. Só acho que deveriam ser feitas correções nos exercícios do conteúdo, isso nos deixaria mais seguros na hora de fazer a prova.

Em alguns depoimentos, a proposta de relacionar a Geometria com outras áreas do conhecimento é compreendida como uma atividade extracurricular, distorções, ou até mesmo como “curiosidades sobre o assunto”, o que demonstra claramente a dificuldade em romper estruturas cultural e historicamente arraigadas na vida escolar dos estudantes.

- Gostei da idéia de mesclar o conteúdo teórico com curiosidades a respeito da matéria, pois é mais conhecimento que adquirimos. É interessante conhecer a história da geometria, aprendemos coisas diferentes. E a aula fica mais interessante, fica mais dinâmica.

- Assuntos extra-curriculares são muito bem vindos, ainda mais se é sobre conteúdos referentes aos estudados. O excesso de conteúdo nunca vai nos prejudicar. É bom saber o porque e de onde vem os conteúdos do currículo, isso é bom e nos abre novos caminhos para compreendê-los.

- Achei muito boa as aulas que trataram da parte histórica, porque pode mostrar um lado diferente da geometria dada em aula. Ficaram aulas bem interessantes, pois conseguimos unir bem a prática com a teoria. A princípio achei que as aulas envolvendo a história fossem ser chatas, mas se revelaram muito boas. Estimula a curiosidade sobre assuntos que normalmente não são tratados em aulas.

- Achei muito bom esse ritmo de aula porque não deixa a disciplina cansativa. A forma mais tradicional é muito cansativa e as apresentações enriqueceram mais o aprendizado. Ao decorrer do semestre o professor foi levando as aulas numa distorção bem legal...Seria bom se continuasse nesse ritmo, pois assim temos a oportunidade de mudar a forma de pensamento sobre a disciplina.

A expectativa dos alunos em relação às disciplinas ligadas à matemática geralmente não são positivas, provavelmente isto se dá devido à forma como estas áreas são trabalhadas em níveis escolares anteriores.

- A geometria se tornou mais dinâmica, tivemos aulas diferentes, outras formas de nos fazer pensar a geometria. Acho que agora houve maior interesse da turma, tendo trabalho em grupo. As aulas de Geometria Descritiva do primeiro semestre foram muito boas. No

começo quando entrei, pensei que as aulas seriam bem maçantes e cansativas.

- Ver como tudo começou é bem melhor do que ficar quebrando a cabeça para ter certeza do que se está fazendo. O melhor tentar fazer e não compreender bem o que se fez. Fiquei surpresa.

Por outro lado alguns depoimentos demonstram outra compreensão da proposta apresentada, nos quais os aspectos formais específicos da disciplina conseguem ser compreendidos como parcelas de uma mais aprofundada visão de transformação e não como uma mera troca na forma de apresentação dos conteúdos. Observamos a seguir algumas destas contribuições:

- É muito bom que possamos relacionar a geometria com outras áreas, como a filosofia e a história, pois assim, teremos um conhecimento mais aprofundado e amplo, não só de geometria, mas também das outras ciências.

O depoimento a seguir demonstra a potencialidade e a necessidade da transformação do processo de ensino-aprendizagem e sinaliza a insatisfação dos alunos quanto às aulas que permanecem utilizando modelos tradicionais:

- Transgressão. Acho que esta é a palavra mais forte na cabeça de quem entra na faculdade (e isto em tudo, a faculdade, casualmente é o desafio da vez). É uma palavra meio chata, foi feita para ser praticada, e não dita. Quando se chega na sala de aula e se depara com aulas estáticas e sem vida, é uma grande decepção. Aquela palavrinha, transgressão, fica ecoando no ouvido. Porém, quando se entra em contato com coisas novas, novos jeitos de ver as coisas, novas formas de se aprender, aquela palavra deixa de ecoar e passa a ser vivida.

Acho que isso não é bom, é fundamental, devia ser obrigatório.

As relações com o contexto histórico e o estudo da evolução na concepção dos saberes geométricos são referidos como aspectos positivos pelos alunos.

Observamos que os questionamentos quanto às perspectivas mecanizadas e sem significado para os estudantes são repensadas no grupo pesquisado.

- Os estilos das aulas estão bem interessantes, pois mostra de formas diferentes o que é a geometria. O surgimento dela também é muito importante, porque muitas vezes fazemos as coisas sem saber ao certo o que é mesmo e de onde veio aquilo.

- Acho que estudando a história da geometria, vamos conseguir entender a sua forma de evolução e descobrir como ela chegou a ser o que ela é hoje. Estudando as suas diversas formas de evolução conseguiremos identificar o que fez ela evoluir e o que não foi bem empregado, facilitando assim nossos estudos com objetivos de inovação e acréscimo ao seu estudo.

Em alguns relatos a idéia de conhecimento em permanente renovação e movimento parece ser bem assimilada pelos estudantes. A ênfase nas relações e interdependência entre as várias áreas do conhecimento é descrita pelos estudantes.

- Embora muitos achem que a geometria não tem ligação com nada na vida de um ser humano. Mas vimos que tem e muita. Utiliza-se a geometria não só pela praticidade que nos dá essa resolução de problemas, mas também para as explicações de certas obras que foram feitas. Com a geometria conseguimos provar certos fatos que às vezes nos parecem impossíveis. Com a aula percebemos que a geometria tem relação não só com a arquitetura, mas também com a filosofia e que é uma área da ciência que não é estável, está sempre mudando e sendo contestada por novos pesquisadores e filósofos.

A procura de uma maior abrangência do conhecimento e a necessidade de um aprofundamento na própria significação das atividades estudantis, também foi muitas vezes colocada, como vemos a seguir:

- Muito interessante o trabalho. Navegar pelas raízes da disciplina e descobrir todo o processo de sua formação, ao invés de apenas apresentar o que está marcado no currículo, contribui bastante para a formação de um indivíduo, visto que nada surge por acaso e tudo tem um grande motivo para ser pesquisado. Outro fator importante

foi a relação feita com a filosofia, onde mostra que tudo, de certa forma “se encaixa”. Aliás a própria filosofia diz que não basta conhecer o superficial das coisas, deve-se buscar sempre o princípio para melhor compreendê-la e as aulas estão mostrando isso claramente.

- Achei muito interessante a pesquisa, porque ela mostra a geometria como uma ciência, com uma história e suas descobertas ao longo dos tempos. Com isso, o aluno se interessa mais pela matéria e vê suas aplicações.

- Acho que estudar a história da geometria é muito importante, pois muitas vezes não entendemos por que estudamos determinada matéria, e essa forma de apresentação auxilia o entendimento, o motivo da origem e, também, seu fundamento.

- Acho importante saber o que é, e para que estamos estudando geometria, portanto, é bom saber como e porque ela surgiu, saber um pouco de sua história, levando em conta os principais pensadores que a tornaram o que é hoje.

Quando os estudantes percebem o significado dos conteúdos trabalhados seu interesse em relação à disciplina aumenta consideravelmente e o próprio entendimento de saberes mais específicos da Geometria é facilitado.

- Acho muito interessante a inclusão da história da geometria nas aulas, pois quando a gente conhece o “porquê” de tudo o que fazemos, as coisas ficam mais lógicas e interessantes. Ver os variados tipos de geometria e o porque delas existirem desperta um interesse maior e uma curiosidade de saber mais da matéria, assim ela não fica mais parecendo um “bicho de sete cabeças”.

Observamos em alguns casos a potencialidade e a necessidade de os alunos se expressarem para além dos conteúdos acadêmicos propriamente ditos e relatarem os momentos de vida que estão passando, demonstrando o desejo de compartilhar as suas experiências e trazê-las para o contexto universitário.

- Esses últimos seis meses foram para mim, meses de renovação de mudanças. Foi o momento que entrei na faculdade que queria, fazer

o curso que queria. Logo que começaram as aulas fiquei apreensiva, pois não sabia se me daria bem, se era o que realmente queria. Quando me deparei com uma boa turma para trabalhos, e bons professores. No caso da Geometria Descritiva, no início, não pude deixar de duvidar o que seria e o que aprenderia nessa disciplina. Após o início dos conteúdos, acabei vendo que era uma matéria de fácil compreensão. Uma matéria que com a capacidade e união da turma se tornou ainda mais harmoniosa.

A proposta de uma metodologia mais abrangente gera nos estudantes questionamentos mais generalizados sobre o seu papel na sociedade e como esta se encontra organizada.

- É fundamental ter em uma aula a amizade entre todos, inclusive professor-aluno, e isso nossa turma alcançou muito bem. Não se pode deixar de citar, os momentos finais da aula em que era lido algum texto para que parássemos para pensar em como se vive em nossa sociedade. Nunca esqueço de um dos textos lidos sobre dois garotos que viviam em mundos distintos, um era rico o outro era pobre. Nele falava como nossa sociedade pode ser mesquinha. Parei e pensei como o ser humano não se ajuda quando se precisa. Há poucos com muito e muitos com pouco.

Questionamentos quanto à filosofia institucional da universidade onde foi realizada a pesquisa também são observados nos relatos:

- Bem, antes de mais nada, gostaria de explicar o porque de escrever à mão livre. Eu achei que a mão seria mais pessoal e acho que essa era a intenção deste relatório. No início o semestre quando me preparei para iniciar as minhas atividades acadêmicas pensava que a geometria descritiva seria uma pedra no meu sapato, que seria chata, maçante... Qual não foi a minha surpresa já no primeiro dia a descontração, alegria (encobrendo a ´seriedade´), nada parecido com o modelo que eu experimentara. Já tenho algum tempo na estrada da PUC e custei muito, muito a entender que não tinha problemas com os cursos que cursei, o problema era a ´metodologia´, o estilo PUC de ser. Não sou pessimista, mas acho que esta universidade deixa muito a desejar. Neste semestre a minha teoria foi comprovada, ficou muito claro, parece que o projeto²⁴ de sair para a rua com a universidade não evoluiu por causa da PUC. A PUC fez justiça ao PONTIFÍCIA que carrega no nome, e ainda se diz filantrópica e social...Mas não falarei dos meus

²⁴ Projeto de inserção dos trabalhos na Vila Fátima, em Porto Alegre, que não se realizou por dificuldades em questões institucionais.

recalques e raivas da PUC. Contrariando todas as expectativas, tive nesse semestre o prazer de conviver com essa turma. Sem nenhum tipo de puxa saquismo, fiquei feliz em dividir momentos bons, a matéria fluiu de maneira simples parecendo até ser fácil. Quanto ao professor, tem uma parcela importante nesta trajetória porque inovou, mostrou para nós jovens e para os mais jovens do que eu uma outra verdade e deu uma noção de realidade do que é a vida, o mundo e isso em determinados momentos de formação é mais importante que uma nota bobinha ou um tapinha nas costas. Espero que eles tenham absorvido a mensagem porque quando tinha 17, 18 anos não recebi esta mensagem, talvez se a tivesse ouvido e captado hoje seria tudo diferente. Então sou grato a esta experiência, ao conhecimento adquirido e a mais uma lição de vida dada, da qual certamente não levo tudo... mas levo uma parcela e deixo a minha contribuição.

É importante observar, como no relato a seguir, a valorização da abertura de possibilidades de relacionamento dos conhecimentos técnicos específicos com perspectivas mais abrangentes de conhecimento:

- Ao longo do semestre eu achava que não me adaptaria as aulas de geometria, pela razão da qual nunca fui muito bem, porém quando comecei a faculdade de Arquitetura e tive a primeira aula de geometria descritiva percebi que não havia razão para tal preocupação. As aulas da disciplina foram excelentes, bastante dinâmicas, as pessoas tiveram sem dúvida alguma “espaço”, com os nossos “momentos de reflexão”²⁵, pudemos entender que a geometria, matemática, arquitetura, não podem viver apenas de números e retas, e devem sim, é aprender a sentir a nossa sociedade, ter sentimentos quando se faz algum projeto, um trabalho, não olhar apenas para o papel onde está o trabalho. Nesta disciplina aprendemos, não apenas geometria e suas respectivas funções, todavia a sua origem, através de projetos, conseguimos interpretá-la melhor, infelizmente as saídas para fora da universidade não puderam ser feitas, mas o último trabalho feito em grupo foi uma ótima experiência de aprendizado.

A consciência da necessidade da academia abrir as suas portas à comunidade como forma de interação e construção realmente significativa dos conhecimentos estudados, e a sinalização para uma tomada de consciência social dos estudantes, são abordadas no depoimento a seguir:

²⁵ Os momentos de reflexão referidos nos depoimentos consistiam na leitura e na breve discussão, ao final das aulas, de textos, poemas, reportagens propostos pelo professor ou pelos alunos nos quais eram abordados temas das mais diversas áreas.

- Foi proposta à turma 260 de geometria descritiva, do curso de Arquitetura uma maneira diferente de trabalhar com esta matéria. O foco não estaria apenas em buscar projeções de pontos, retas e planos, de fazer rotações, alçamento e outros tópicos base desta cadeira. Mas sim uma abrangência maior da geometria, um contato maior dos alunos com os assuntos do dia a dia, com pessoas que sequer praticam a geometria, fazer com que os alunos do início do curso saibam que existe vida além dos muros da universidade, que o curso de Arquitetura e Urbanismo pode oferecer muito mais do que ensinar a fazer plantas e desenhos elaborados. Muitos universitários entram em seus cursos, passam cinco anos ou mais dentro de salas de aula, aprendendo a usar lapiseiras para criar desenhos, sua inteligência para desenvolver projetos, mas acabam não tendo o mais importante, o contato com pessoas, contato este que é fundamental, pois faz com que estes alunos vejam que o mundo não é tão maravilhoso como muitas vezes pra eles se apresenta. A maioria dos alunos do curso de Arquitetura não sabe o que é passar necessidade, o que é ter que trabalhar durante o dia para ter o que comer a noite. Buscando olhar para fora e um convívio com pessoas de fora do meio acadêmico, e do meio social habitual, pode-se então existir uma troca de experiências, onde os alunos que buscando conhecer as necessidades e carências podem oferecer opções, meios auxiliares para contornar a situação e muitas vezes resolver tais problemas, e os alunos acabam tendo um conhecimento melhor da vida, e de quantas formas diferentes ela pode se apresentar dependendo da classe social em que se vive...

Verificou-se, de acordo com os dados colhidos, que uma concepção de conteúdo imóvel, como mero objeto de aquisição, permanece arraigada em uma parcela dos estudantes. Mesmo reconhecendo a sua insuficiência e até mesmo a falta de interesse que este tipo de abordagem propicia, alguns ainda permanecem apegados a estas propostas. A potencialidade de transformação nesta visão coisificada do saber, no entanto, é latente e é explicitada pela maior parte dos alunos que compreende as transformações de forma mais generalizada, sugerindo que estas práticas transdisciplinares sejam também incorporadas às outras disciplinas do curso.

Cabe ainda considerar que mesmo os depoimentos mais resistentes às mudanças apresentam, muitas vezes de forma implícita, algumas pistas que indicam a necessidade de transformações. Os depoimentos nos quais os estudantes

procuram, de alguma forma, contar-nos um pouco de sua vida são, a nosso ver, solicitações da abertura do espaço acadêmico para uma maior aproximação na relação professor-aluno e também indicam a necessidade de diálogo não só pessoal, mas do conjunto da universidade com a comunidade.

A seguir apresentaremos os depoimentos que enfatizam questões ligadas à dinâmica de ensino. Gostaríamos, no entanto, de observar que estas subdivisões atendem um aspecto mais didático de leitura, no sentido de facilitar algumas observações. Compreendemos, por outro lado, que qualquer classificação implica a possibilidade de simplificação na complexidade dos depoimentos e é com esta ressalva que damos seqüência às descrições.

6.2 QUANTO À DINÂMICA DE ENSINO UTILIZADA

Observou-se, na grande maioria dos depoimentos, um crescente entusiasmo com a proposta de concepção transdisciplinar da Geometria, na qual aspectos como o incentivo à participação, ao exercício da criatividade e à liberdade no ambiente de trabalho são extremamente valorizados pelos alunos, sendo recorrentes as colocações quanto à descontração e ao prazer nas atividades acadêmicas.

- A aula é bastante participativa, é uma aula descontraída. Os alunos não ficam parados, estão sempre fazendo alguma atividade, é uma aula legal! A maneira como a aula está sendo conduzida é ótima e devia continuar assim.

- É bom que os exercícios podem ser feitos bem descontraídos, conversando e tirando nossas dúvidas com colegas.

- Bom, a maior sacada da geometria descritiva é a sua aplicação prática evidente. Não apenas porque é algo que futuramente será imprescindível, mas sim pelo modo como isto é claro. Sabendo da utilidade da disciplina você ganha fôlego novo e a matéria um “tchan” a mais.

- Atividades diferentes fazem com que a aula se diferencie das outras, não ficando enjoativas e cansativas.

- A disciplina é muito boa de se fazer. A matéria é interessante e passa uma sensação de utilidade, o que é justamente o que se procura quando se entra numa faculdade.

A motivação para os trabalhos é citada freqüentemente pelos estudantes quando os conteúdos são apresentados de forma abrangente. Os relatos que denominam estas práticas como “diferentes” sugerem que estas metodologias não são usuais em outras disciplinas do curso.

- É bom ter professores que sabem transmitir motivação durante uma aula, fazendo ela satisfatória e esclarecida. Temos liberdade de expor nossa criatividade na hora de resolver um problema, com isso o conteúdo torna-se fácil e de boa compreensão.

- Essas aulas mais descontraídas, não prejudicaram meu aprendizado, pelo contrário, possibilitaram mais harmonia entre o professor e alunos, com isso mais facilidade para aprender.

- As aulas, onde vimos filmes, slides foi mais descontraída, porque pudemos discutir os assuntos e aprender a geometria de uma forma diferente. Eu gostei dessas aulas porque conseguimos visualizar nas construções o que estamos aprendendo. Todo o conteúdo foi bem transmitido para mim, consegui entender as matérias e tirar minhas dúvidas. Essa forma diferente de dar as aulas, mostrando a geometria de várias formas deixa as aulas menos massantes.

- Achei bem interessante, clara e descontraída. Também achei que o professor explicou com clareza e gratidão, até mesmo em questões de outro semestre. Gostei muito também do entrosamento entre os alunos com o professor e vice-versa. Achei muito interessante a atitude do professor para com os alunos, preocupação no interesse do aluno para aprender o conteúdo.

A possibilidade de diálogo freqüente nas aulas é muito valorizada pelos alunos. Sua participação, inclusive nas elaborações e correções de provas, é mencionada geralmente como aspecto inovador e positivo na dinâmica dos trabalhos desenvolvidos.

- O pessoal fica muito à vontade para perguntar e tirar dúvidas, não sei porque mas o jeito dele parecia que ele sentia bem o que o aluno sentia em aula em relação aos estudos e dessa forma ele levou as aulas bem descontraídas mas muito sérias levando ao compromisso de nos ensinar a matéria dada. Achei bem bala como o professor levou as aulas, ele ensinou bem a matéria e nos deu uma visão bem clara do que ia cair em prova. Foi bem legal o que ele botou no quadro, uma frase mostrando bem que o aluno e o professor tem que ter um relacionamento legal e não ser só aquela coisa de ele vim botar a matéria no quadro e quem entendeu, entendeu.....Gostei bastante das aulas.

- A integração do professor com os alunos, seus estímulos torna a disciplina mais atrativa. Com a integração do conteúdo no novo dia-a-dia torna mais fácil e aprendizagem, trabalhos diversificados, vídeos, trabalhos.

- O professor questiona, interage com os alunos assim tornando a resolução das atividades mais fácil de lembrar de forma que aprendemos. Embora não goste muito da matéria, vejo um bom trabalho do professor onde em momento nenhum ele dificulta para o aluno. Havendo interesse todos são capazes.

Notamos que muitos depoimentos que se relacionam com a dinâmica de ensino sobrevalorizam o aspecto da avaliação da atividade do professor. Achamos que estas observações fazem parte do conjunto da opinião dos alunos e omiti-las seria retirar possibilidades de interpretação na pesquisa, portanto, transcrevemos de forma integral os depoimentos.

- Falamos sobre a história da geometria, filosofia, outros tipos de geometria e também o resto da matéria propriamente dita, com exemplos e exercícios. Foram aulas bem mais interessantes, passaram mais rápido, nos ajudaram a entender melhor o que

estamos estudando. É um tipo que faz com que o professor e a turma interajam mais entre si.

Uma maior flexibilidade na dinâmica de ensino aponta, em muitos casos, para a reavaliação da utilização dos conhecimentos desenvolvidos na universidade e sugere a necessidade de uma participação prática dos alunos em atividades externas aos espaços acadêmicos, buscando, segundo nossa leitura, uma maior aproximação com a comunidade.

- Honestamente: revendo toda a matéria, eu não acho geometria difícil. Sério mesmo. Muita gente apavora, acha que a prova vai ser um bicho e sete cabeças. Sabe que eu acho que não! Pelo seguinte motivo: pelo que a gente viu não tem como complicar. A parte técnica a gente sabe bem e aprendeu tudo, se não sabe, deveria, porque foi bem dada. Mas quem sabe, ao invés de trabalhar com retas e planos a gente não bota umas visitas, passeios, ou alguma coisa que lembre a gente pra que a gente ta aprendendo aquilo. Quanto ao projeto da vila, eu achei uma pena não ter prosseguido. Concordo plenamente com a gente da universidade sair para a rua para fazer alguma coisa. Ótimo, acho que alguma cadeira precisa abrir mão de umas horinhas e ir fazer alguma coisa de útil pelo mundo... “show de bola” como tu mesmo diz.

- Nossa turma teve uma harmonia, o que tornou as aulas interessantes. Achei os momentos de reflexão importantes, nos faz pensar sobre o mundo, o que anda acontecendo ao nosso redor, e traz a realidade para dentro da sala de aula.
A relação aluno-professor foi fundamental para chegarmos no final deste semestre com algum aprendizado.

A necessidade de abertura de canais de comunicação entre alunos e professores evidencia-se com a frequência dos depoimentos que estendem as suas análises específicas para aspectos mais pessoais, caracterizando o espaço educativo como espaço de integralidade da vida, como observamos em muitos depoimentos.

- Este semestre foi muito importante para mim. Muitas mudanças, novidades, uma outra vida. Muito tempo esperei por isso! Adorei todos os professores, o esforço que eles fazem para que possamos aprender de uma forma mais dinâmica e interessante também, para

nos tornarmos pessoas melhores. Assim foram as aulas de geometria. Desde o início uma cumplicidade entre todos ajudou para que as aulas se tornassem ainda melhores. Os “momentos de reflexão” ajudaram a “fechar”, encerrar as terças-feiras com chave de ouro!

- A maneira como foi desenvolvida a matéria de geometria descritiva, neste semestre, se destaca das demais cadeiras por mim estudadas. Digo isso baseado na importância dos ensinamentos passados, pois me colocou diante da ideia que fazia da rotina das aulas no curso de arquitetura, retas, planos, etc...É o interessante é que as aulas ministradas criaram interesse cada vez maior pelo curso que escolhi. Sem contar os momentos de reflexão, trazendo a vida para dentro da sala de aula, fazendo esquecer um pouco as retas, planos...Criou-se uma harmonia na turma, capaz de estreitar as relações de amizade, o que considero muito importante, posto que são amigos que me acompanharão ao longo do curso, e talvez para a vida inteira.

A dúvida quanto às escolhas profissionais são freqüentes nos jovens desta faixa etária. Verificamos, porém, que a simples proposta de uma disciplina trabalhar com maior dinamismo reforça, muitas vezes, as perspectivas de realização pessoal dos estudantes.

- Há alguns anos atrás, eu venho pensando e me interessando muito pela área da arquitetura, principalmente pela parte de decoração de interiores, detalhamento e criação de móveis. Em casa eu sempre opinava, dava palpites de cores dos ambientes, dos móveis (inclusive os desenhos), da combinação de plantas. Enfim, sempre estive muito presente. Já no colégio, sempre fui muito bem na parte da matemática, geometria e desenho geométrico. Essas matérias me davam prazer de estudar (mais no colégio, porque nunca fui de estudar em casa)! Sendo assim, juntando estas coisas todas, resolvi fazer vestibular para Arquitetura e hoje estou aqui! Não tenho certeza de que é realmente isso que quero para minha vida profissional, penso e tenho muita vontade de fazer vários cursos, como teatro, jornalismo e pedagogia; porém o ambiente ao qual estou é ótimo, estou adorando o curso, as pessoas que convivo são super gente boa.

- Acho interessante essa parte teórica porque ajuda a compreender o que estamos estudando, e com isso está relacionado ao nosso estudo, ao nosso futuro como arquitetos. Aulas com debates são interessantes, porque ajuda a saber o que os outros pensam do mesmo assunto escolhido que pode não ser o mesmo pensamento que o nosso debate.

A forma de trabalhar, algumas vezes relacionada com a avaliação de características pessoais dos professores pelos alunos, são apontadas por estes, como fator de envolvimento com os trabalhos.

- A matéria de Geometria para mim foi muito interessante, gostei dela, parece fácil, parece não ela é fácil, mas encontrei muita dificuldade de entender ela embora eu tenha adorado. Encontrei dificuldades no início do semestre por não ter minha audição muito boa e no decorrer do tempo meu aparelho auditivo não tinha ficado pronto ainda, mas mesmo assim tentei entender, e acho que consegui pegar o barco andando. Bom! Adorei muito mesmo a aula de Fractais, me encantou, mas o encanto maior foi a professora convidada, um exemplo de vida, uma pessoa maravilhosa, e é claro que o professor titular da disciplina não está fora desta, com sua simpatia e alegria é um ótimo professor e tenho certeza que como pessoa também, digo isto porque acredito que os olhos de alguém e suas palavras , dizem tudo com seus livros,suas poesias, foi maravilhoso.

- Eu fui ver mesmo ou entender numa aula onde o professor mostrou onde usaríamos tudo aquilo e também como usaríamos, gostei muito daquela explicação. E vendo pelo modo geral as aulas estão bem tranquilas e bem “descontraídas” para aprender a matéria dada em aula.

As práticas tradicionais encontram-se alicerçadas no histórico de vida escolar dos alunos, e as resistências às mudanças, mesmo quando existe o reconhecimento de suas necessidades, são também colocadas, como verificamos em alguns relatos:

- Eu particularmente, prefiro a linha de aula tradicionais, pois assimilo melhor o conteúdo mas acho essa nova metodologia bastante promissora, e talvez as novas gerações, acostumando desde o início dos estudos com essa metodologia, venham a preferir esse modelo de aula.

- Eu gosto do tipo de aula tradicional, pois desde o colégio foi esse o método usado pelos meus professores e é o que me ajuda melhor no entendimento dos conteúdos. Porém, eu acho que esse método, para proporcionar ao aluno um bom entendimento da matéria precisa ser aplicado com uma grande quantidade de exercícios, por se tratar de uma metodologia bastante “rígida”, que não aproxima o aluno do professor e não facilita a interação do estudante com a aula.

- Eu prefiro aulas mais práticas, eu nunca gostei de aulas teóricas, pois não me chamam muito a atenção. Mesmo quando o assunto é interessante, eu acabo dispersando. Aulas no computador com textos não chamam muito a atenção como desenhos, gráficos e outros.

Os relatos quanto à dinâmica de ensino evidenciam, em sua grande maioria, o entusiasmo dos estudantes em participar de encontros com maior liberdade, flexibilidade e descontração. É importante destacar que o prazer em realizar as tarefas desta forma em nenhum momento aparece como uma falta de rigorismo científico, ao contrário, aumenta o interesse e estimula, segundo os depoimentos, a aproximação com o mundo escolar, que muitas vezes se encontra dissociado do cotidiano de suas atividades.

6.3 QUANTO AO APROVEITAMENTO DO TRABALHO EXECUTADO;

O aproveitamento apresenta-se freqüentemente relacionado a um maior interesse nas práticas educativas. O período de atividade escolar, como propiciador de um maior relacionamento com os colegas e professores, é valorizado, como observamos a seguir:

- Um aspecto que eu acho bem positivo é a tranquilidade das aulas, e os exercícios são muito diferenciados o que nos ajuda a aprender e na hora de estudar para a prova. Este momento de questionar a aula é também muito importante, pois é um espaço onde colocamos nossas idéias.

- A idéia dos alunos ajudarem a planejar as provas é muito boa porque assim não ficamos tão desorientados quanto a complexidade das questões. É bom também que os exercícios a gente pode fazer em duplas, trios ou grupos porque é uma maneira descontraída de se fazer coisas importantes. Seria como “aprender brincando”, discutindo idéias, etc...No resto, está tudo bem também, o professor ajuda a descontrair, a tornar a aula mais leve, o espaço dado para as opiniões dos alunos também é ótimo.

- A disciplina com liberdade de descontração e debate com os colegas torna o conteúdo mais leve e claro.

- Acho que aulas explicando a origem e o desenvolvimento do conteúdo que estamos aprendendo são muito interessantes, pois parece que dá mais sentido aos exercícios que fazemos.

- Acredito que este método utilizado foi de bom resultado, trazendo mais interesse da turma e até mesmo trabalhando na união da mesma podendo trabalhar em grupos. Enfim, terminamos o semestre muito bem, podemos dizer que as aulas evoluíram demais e o interesse cresceu 100%.

Verificou-se que, mesmo com as propostas de maior flexibilidade, a concepção de aproveitamento do conhecimento, sob uma ótica praticista e utilitarista continuou presente, em alguns casos, sinalizada pela valorização excessiva dos aspectos avaliativos e, em outros, revelando um imediatismo nas aplicações profissionais destes conteúdos, conforme observamos a seguir:

- O estudo da geometria é essencial para o desenvolvimento de um arquiteto, na medida que viabiliza o processo de visualização dos projetos no imaginário, antes de executá-lo. A geometria também contribui na execução dos projetos, pois considero como sendo toda a base dos projetos arquitetônicos que quero iniciar já.

- A aula é legal, não é tão cansativa e o professor sempre está tirando nossas dúvidas. Acho que a prova deveria ter mais questões, pois é ruim quando a prova tem poucas questões, assim se tu erra uma você já fica na média e se erra duas abaixo da média, então acho que com mais questões daria mais chances aos alunos.

Mais uma vez constatamos que alguns alunos restringem o aproveitamento da disciplina ao seu rendimento nas provas e priorizam este parâmetro mesmo com uma proposta pedagógica que aponte para um sentido diferente.

- Só as questões da prova tem um valor muito alto, acho que poderiam haver mais questões e o tempo para resolução delas

deveria ser um pouquinho maior. A matéria é um pouco estranha, mas é interessante, pois há dúvidas sobre o porquê e como usaremos geometria descritiva futuramente.

- Eu odiei esse tipo de aula, porque nós já tivemos esse modelo de aula em matemática e ela teve que mudar seu tipo de aula porque as notas foram muito baixas e ninguém aprendia nada. As primeiras aulas eram mais monótonas, Pelo menos deveria escrever o que nós temos que copiar em vermelho nos slides, porque nós não conseguimos copiar completa a matéria.

- Bom, sinceramente, eu acho geometria descritiva muito difícil. Na verdade eu comecei a entender só agora, o que foi um pouco tarde... Por isso, eu só vi pontos positivos agora, pois nas primeiras aulas eu me sentia muito perdida, tanto que quando eu chegava em casa eu começava a chorar. Já na última aula antes da prova, como eu vi que finalmente tinha entendido, cheguei em casa e chorei, mas de emoção! O maior problema é que na arquitetura tem cadeiras muito trabalhosas que nos ocupam a maior parte do tempo vago e daí não temos cabeça pra estudar para as que são difíceis... mas espero que tudo melhore.

A utilidade da disciplina é questionada e compreendida sob diversos ângulos, como observamos a seguir:

- Logo no início das primeiras aulas, não sabia porque eu tinha essa disciplina, não sabia para que servia. Depois comecei a perceber que ela é muito importante, mas difícil, é preciso muito estudo e prestar bastante atenção nas aulas. Realizar os exercícios é o fundamental.

- Mas adoraria saber o porque “mesmo” da geometria descritiva em arquitetura, saber coisas práticas, como por exemplo, como e quando vamos utilizá-la na nossa profissão, acho que é mais importante aprender a prática do que a filosofia da geometria, pelo menos no nosso caso. Pois acho difícil um aluno gostar da matéria sem saber como vai usá-la futuramente.

- Tenho idéia de que a geometria é a base das matérias exatas, e pelo que já li, a geometria teve origem há muito tempo atrás, no princípio das civilizações organizadas. A sua utilidade hoje, é fundamental, pois ajuda a visualização de um objeto inexistente, o que faz com que a geometria seja ainda mais importante na arquitetura, onde trabalharemos encima de projetos apenas.

Percebe-se que um melhor aproveitamento verificado nas turmas pesquisadas, tanto nos aspectos de rendimento escolar como no processo de construção do conhecimento, aumentou proporcionalmente ao aumento do interesse das turmas nos trabalhos propostos. Evidenciou-se a necessidade do prazer em estudar, participar, opinar, entre outros, como elementos fundamentais para o melhor desenvolvimento da aprendizagem.

Ao finalizar esta transcrição individual de dados, reafirmamos que a nossa leitura procurou permanentemente afastar-se de uma classificação julgadora quanto aos depoimentos. Verificamos também que deva ser considerada a situação específica no depoimento dos sujeitos sobre a disciplina na qual o pesquisador é o próprio professor. Este fato pode, mesmo sem a necessidade de identificação nos depoimentos escritos, direcionar algumas opiniões.

Achamos, no entanto, que de forma geral estes aspectos foram minorados com as freqüentes solicitações aos sujeitos da pesquisa que opinassem com total liberdade sobre os temas pesquisados, ou ainda, pela verificação de uma parcela de depoimentos resistentes e contrários às mudanças propostas no trabalho.

Na seqüência dos trabalhos de pesquisa, foram realizados debates com os grupos de trabalho nos quais foi proposta a relação dos conceitos genéricos de solidariedade e criatividade com os conhecimentos geométricos na Arquitetura, e estimulada uma proposta de projeto de atuação dos estudantes para concretizar seus planejamentos. Estas propostas e conclusões são listadas, neste momento, como encerramento dos dados de pesquisa.

A proposta de fazer transitar os conceitos de solidariedade e criatividade, relacionados com a Arquitetura, em uma etapa conclusiva dos trabalhos foi adotada na pesquisa, considerando as possibilidades de prosseguimento de suas discussões em níveis imediatamente posteriores do curso. A confirmação desta hipótese necessitaria de outras pesquisas específicas para tanto, de qualquer forma, pensamos que o momento de introdução destes elementos auxiliou a abertura para esta possibilidade.

6.4 PROJETOS DE TRABALHO DE CONCLUSÃO

6.4.1 Grupos Geo-solidariedade

O conceito de solidariedade foi elaborado de diferentes formas na apresentação dos trabalhos finais dos semestres. Apresentamos a seguir uma listagem de propostas efetuadas pelos subgrupos e alguns comentários por eles relatados ao final das discussões com o grupo geral:

- Proposta de restauração arquitetônica do Internato Pão dos Pobres, Porto Alegre;

- Proposta de oficinas de desenho para crianças da Vila Fátima, Porto Alegre;

- Proposta de ONG Arquitetos Solidários, com estudo específico sobre o projeto de restauração de um Hospital em São José dos Pinhais (Paraná);

- Proposta da construção de casas para moradores de rua de Belo Horizonte (MG);
- Replanejamento da Escola Estadual Cerenepe, em Pelotas (RS);
- Proposta de adequação dos prédios públicos para portadores de necessidades especiais, Porto Alegre;
- Proposta de construção de casas para moradores de rua de Porto Alegre;

Conclusões dos subgrupos:

- A idéia de ajudar as outras pessoas é que faz a gente seguir uma profissão.
- Não adianta uns terem tudo e outros nada, com a nossa profissão podemos transformar isto.
- O mais importante da arquitetura é que podemos construir espaços de moradia para aqueles que não tem condições.
- Pensar o futuro da nossa profissão com solidariedade dá mais ânimo para a gente seguir em frente. Não é só o dinheiro que manda, nós mandamos na gente.
- Quem receber solidariedade vai também praticar ela, e isto forma uma corrente, uma rede que não tem fim.

Observamos, tanto na escolha dos projetos de trabalho como nas conclusões apresentadas no encontro final, que a aproximação dos saberes técnico/profissionais com o conceito de solidariedade foi muito bem aceita pelos grupos de estudantes. Os alunos confrontados com a experiência de fazer circular

pelos campos disciplinares a idéia de solidariedade vislumbram, além de suas atividades estudantis, as suas futuras práticas como arquitetos inseridos em um contexto social. Percebemos que este fato gera reavaliações nos papéis dos estudantes universitários. A intenção de uma maior abertura para os trabalhos que envolvam a comunidade é explicitada e, também, verificamos leituras perspectivas das suas atividades profissionais, nas quais se colocam como protagonistas de possíveis ações transformadoras nas suas relações com o trabalho profissional e de como estas atividades inserem-se no contexto social.

Compreendemos que a discussão sobre o conceito de solidariedade foi brevemente abordada, em função das limitações de tempo e da própria estrutura curricular a que estão submetidos os trabalhos de sala de aula. No entanto, ficou evidenciado que a latência e a potencialidade do grupo em buscar canais de exercício para estas práticas são significativas. A abertura desta possibilidade no espaço educativo universitário foi a nossa proposta e, baseado nas observações colhidas, pensamos que o grupo de estudantes pesquisados responde de forma afirmativa e participativa a este desafio.

6.4.2 Grupos Geo-criatividade

Da mesma forma que a solidariedade, a criatividade foi sugerida como elemento de migração conceitual a ser trabalhado inter-relacionado com os conceitos geométricos/arquitetônicos através da execução de projetos de trabalho, conforme listamos a seguir. As conclusões foram colhidas após as apresentações dos trabalhos finais.

- Oficina de desenho na creche Três Corações, na Vila Fátima, Porto Alegre;
- Estudo da criatividade na metodologia de ensino das aulas de Geometria Descritiva da Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da PUCRS;
- Estudo da criatividade nas obras de arte do renascimento italiano;
- Estudo da criatividade no projeto do museu Oscar Niemeyer, em Curitiba;
- Estudo da criatividade no projeto do pavilhão da Empresa Philips, em Bruxelas.
- Proposta de exposição de trabalhos desenvolvidos na disciplina para outras unidades acadêmicas da PUCRS;

Conclusões dos subgrupos:

- A criação, a criatividade é a alma da arquitetura, mas devemos pensar: criar o quê, porque e quem vai utilizar o que criamos.
- A criatividade está presente em todas as obras arquitetônicas, que começam com pequenos atos criativos para chegarem à obras maiores.
- A criatividade é o que diferencia o homem e o seu exercício é importantíssimo para o desenvolvimento da técnica e do próprio homem.
- Onde não existe criatividade não existe vida, tudo é criação.

- É impossível ser arquiteto ou exercer qualquer outra profissão sem criar. A criatividade é que faz as coisas progredirem.

A idéia de criatividade como elemento desencadeador de progressos e evoluções é recorrente. Assim como nos subgrupos que trabalharam a solidariedade, verificamos que a discussão sobre a criatividade percorreu de forma intensa a elaboração dos trabalhos apresentados. Fazendo elos entre os saberes técnico/profissionais com o que chamamos de conceitos genéricos (criatividade e solidariedade), observa-se uma crescente busca do exercício destas relações, não só na disciplina trabalhada como em outras disciplinas do curso.

Verificamos, também, nos grupos que trabalharam o conceito de criatividade tentativas de aproximação com as práticas solidárias, o que, a nosso ver, demonstra a compreensão de que, além da necessidade dos conteúdos disciplinares relacionarem-se entre si, os próprios conceitos migrantes que atravessam as disciplinas devem ser relacionados e trabalhados de forma conjunta.

Concluindo esta descrição, colocamos, mais uma vez, a necessidade de abertura de espaços nos currículos universitários estudados, para que conceitos, como estes por nós sugeridos, e muitos outros que resgatem a perspectiva de desenvolvimento científico voltado para o ser humano e para a natureza sejam incorporados às práticas educativas na universidade.

A seguir, especificamos uma apresentação detalhada do referencial teórico utilizado e analisamos os dados segundo a dimensão de análise adotada.

7 ANÁLISE DE DADOS

A sociologia do conhecimento não pode apenas detectar as limitações sociais, culturais, históricas que imobilizam e aprisionam o conhecimento. Ela deve também considerar as condições que o mobilizam ou liberam, isto é, as condições que permitem a autonomia do pensamento e, correlativamente, as condições sociais, culturais, históricas das possibilidades de objetividade, de inovação e de evolução no domínio do conhecimento. (MORIN, 1998, p.33)

Os dados obtidos na pesquisa, sob a forma de uma observação participante, foram analisados segundo a perspectiva metodológica da hermenêutica-dialética. Nesta perspectiva, trabalhamos com a visão explicitada por Minayo (2000, p.221), onde:

A hermenêutica traz para o primeiro plano, no tratamento dos dados, as condições cotidianas da vida e promove o esclarecimento sobre as estruturas profundas desse mundo do dia-a-dia. A pesquisa hermenêutica também analisa os dados da realidade tendo como ponto de partida a manutenção e a extensão da intersubjetividade de uma intenção possível como núcleo orientador da ação. A compreensão do sentido orienta-se por um consenso possível entre o sujeito agente e aquele que busca compreender.

Esta concepção é compreendida de forma relacionada e complementar a uma análise dialética. Embasada em conceitos de Habermas, ao apontar que a hermenêutica-dialética não se reduz a uma técnica de tratamento de dados e sim a

sua autocompreensão, Minayo salienta que os aparentes paradoxos, ao invés de inibirem, estimulam a compreensão dos fenômenos.

Enquanto a hermenêutica penetra no seu tempo e através da compreensão procura atingir o sentido do texto, a crítica dialética se dirige contra o seu tempo. Ela enfatiza a diferença, o contraste, o dissenso e a ruptura de sentido. A hermenêutica destaca a mediação, o acordo e a unidade de sentido. Assim a hermenêutica e a dialética apresentam-se como momentos necessários na produção da racionalidade. (MINAYO,2000, p.227)

Sua proposta de trabalho, ao aliar a análise hermenêutica à dialética, prefigura uma valorização da complementaridade na interpretação dos dados científicos. Opondo-se ao determinismo clássico expressado pelas relações de causa-efeito e às certezas mecanicamente constituídas, esta abordagem metodológica propõe a inserção e a comunicação com as incertezas, as leituras dos significados implícitos aos dados recolhidos, sugere a dualidade ao invés do dualismo, o diálogo com o irracionalizável e a compreensão da complexidade como elemento indispensável para a compreensão da realidade.

Ainda procurando sintetizar a positividade de uma abordagem hermenêutica-dialética, pensamos que esta ligação leva o pesquisador a compreender os depoimentos como resultado de um processo de conhecimento, expresso pela linguagem e inserido em um contexto social.

Na concepção de uma opção metodológica dialética em sua relação com a hermenêutica, verificamos a possibilidade de transcendência do aspecto dialético tradicional e a contemplação de um sentido *dialógico* na pesquisa, respeitando a

convivência das antinomias e não buscando a simplificação através de uma síntese superadora dos aspectos de abordagem.

Observamos, novamente, a nossa preocupação com a sensibilidade à diversidade no grupo de pesquisa, no qual cada sujeito foi pesquisado com a sua singularidade e complexidade, como um ponto do holograma que se inscreve e, simultaneamente, contém o todo, segundo as próprias concepções do paradigma da complexidade.

A opção metodológica de uma pesquisa qualitativa com observação participante e análise hermenêutica-dialética pareceu-nos justificar-se dentro desses parâmetros, respeitando a compreensão da interferência pesquisador/sujeitos de pesquisa/objeto de pesquisa como elementos relacionados, e merecedores de um estudo que compreenda suas interdependências, simbolizadas na forma de uma rede que se movimenta em conjunto, não linearmente, e sim, sujeita às mais sensíveis modificações como repercussoras de transformações nos resultados de pesquisa.

Trabalhamos no sentido de que a postura de pesquisa fosse revestida de uma cuidadosa atenção às mais variadas possibilidades, procurando afastar-se de análises pré-concebidas e valorizar, determinantemente, a capacidade de surpresa e reavaliação dos diversos caminhos a serem percorridos.

Buscamos com estas opções metodológicas nos aproximar do sentido mais abrangente, complexo e, portanto, humano de uma pesquisa, que em nenhum

momento pode abdicar da autenticidade, transparência e constante busca de uma explicitação da verdade, balizados, de acordo com a premissa de Bachelard, na qual não poderia haver verdade primeira, apenas erros primeiros, já que evidência primeira nunca é uma verdade fundamental.

Como forma de apresentação e caminho para o exercício de interpretação, os dados foram analisados segundo a **concepção de conhecimento** a eles atrelada.

A opção por esta especificidade na dimensão de análise justifica-se por considerarmos a concepção de conhecimento como ponto nevrálgico da ruptura que propomos no ensino da Geometria.

Percebemos a amplitude de leituras e de interpretações que advém de um processo de pesquisa empírica, porém acreditamos que, alicerçados em nossos referenciais teóricos, conseguimos percorrer uma trajetória que elucida alguns questionamentos e, conforme o próprio caráter da pesquisa, também propõe outras questões.

Lembramos ainda que os estudantes pesquisados encontram-se em um nível inicial do curso superior, porém as suas trajetórias escolares anteriores não podem ser desprezadas nesta análise. Histórica e culturalmente verificamos que as propostas de um conhecimento tradicional são preponderantes em suas trajetórias, mas a potencialidade e até mesmo a necessidade de transformação nestas perspectivas ficaram evidenciadas nos depoimentos colhidos ao longo do trabalho.

7.1 COMPLEXIDADE E CONHECIMENTO

Como forma de introdução da análise, apresentamos a seguir, a nossa interpretação dos pontos basilares do paradigma da complexidade em sua relação com o conceito de conhecimento.

Trabalhamos com a idéia de paradigma conforme a conceituação proposta por Morin (2000/b, p.189):

Um paradigma é constituído por conceitos fundamentais e por categorias dominantes da inteligibilidade, ao mesmo tempo por relações lógicas (conjunção, disjunção, implicação ou outras) entre estes conceitos e categorias. Assim, os paradigmas organizam e controlam de forma oculta todas as observações, todos os enunciados, todas as teorias que obedecem ao seu comando.

O termo complexo origina-se do latim *complexus* (aquilo que é tecido junto, aquilo que está ligado). As ligações interdependentes geram o movimento iterativo da complexidade, e remetem à impossibilidade de uma certeza absoluta, reconhecendo a incerteza como componente de sua concepção de mundo e da vida. A complexidade apóia-se nestes dois eixos, conforme Morin (2002, p.564): “A complexidade repousa ao mesmo tempo sobre o carácter de tecido e sobre a incerteza”.

O conhecimento complexo, portanto, baseia-se nesta idéia de rede interdependente e, ao assimilar a incerteza como elemento de sua própria constituição, rompe com a absolutização do conhecimento científico.

De forma geral, Morin (1999, p.58) afirma que o conhecimento comporta inicialmente três níveis: tradução/construção/solução:

- tradução em signos/ símbolos e em sistemas de signos/símbolos (depois, com os desenvolvimentos cerebrais, em representações, idéias, teorias...);

- construção, ou seja, tradução construtora a partir de princípios/regras ("programas") que permitem constituir sistemas cognitivos articulando informações/signos/símbolos;

- solução de problemas, a começar pelo problema cognitivo da adequação da construção tradutora à realidade que se trata de conhecer.

Na concepção de universo do paradigma, pode-se identificar e relacionar com a caracterização das dimensões do conhecimento, o tetragrama: ordem, desordem, organização, interações, proposto por Morin, indica que o objetivo do conhecimento não é mais o de uma descoberta para a apropriação da realidade e sim a possibilidade de estabelecer uma relação e aproximação com a sua complexidade. Esta posição é reforçada por Morin, apud Pasternak (1992, p.87):

[...] a ordem e a desordem, isoladas, são duas calamidades. Um universo que fosse apenas ordem seria um universo onde não haveria nada de novo, nem criação. Já um universo que fosse apenas desordem não chegaria a constituir uma organização e seria inapto ao desenvolvimento e à inovação. É por isso que precisamos conceber o universo a partir daquilo que denominei o tetragrama: ordem/desordem/organização/interações. Esse tetragrama não fornece a 'chave' do universo; ele permite compreender o seu jogo. Ele nos revela a sua complexidade. O objetivo do conhecimento não é descobrir o segredo do mundo numa palavra-chave. É dialogar com o mistério do mundo.

Esta é uma concepção generalizada de todos os fenômenos relacionados à vida universal, portanto, passível de transposição para o processo de conhecimento. (MORIN, 1999)

O paradigma da complexidade é instrumentalizado por três pilares de análise: a dialógica, a recursividade multidimensional e o princípio hologramático.

O princípio da dialógica permite manter a dualidade na unidade. Os elementos antagônicos não necessitam de uma síntese superadora (dialética) mas, sim, contemplam o conceito de “complementaridade”, as observações/conclusões não pressupõem o conceito excludente, o “ou” afasta-se de um puro determinismo para se ressignificar na perspectiva do “e”, propondo a emergência do conceito de simultaneidade. Morin (2000/b, p.63) reforça este raciocínio citando Pascal: “A fonte de todas as heresias é não conceber o acordo de duas verdades opostas.”

O princípio da recursividade multidimensional propõe a ruptura com o conceito de linearidade (causa / efeito), o efeito já está contido na causa como esta está contida no efeito; a forma do desenvolvimento aproxima-se a uma espiral recursivamente auto-alimentada, na qual se verifica o retorno à origem em outra dimensão.

E finalmente, no princípio hologramático (etimologicamente holos=tudo grama=inscrição/desenho, aquilo que se inscreve no todo), contempla-se a relação dialógica partes/todo. O todo não é a simples soma das partes, assim como as partes não são a simples divisão do todo, o todo está na parte como a parte está no

todo. Mais uma vez utiliza-se de Pascal, Morin (2002/e, p.20): "Uma vez que todas as coisas são causadas e causadoras, ajudadas e ajudantes, mediatas e imediatas [...] considero impossível conhecer as partes sem conhecer o todo, tanto quanto conhecer o todo sem conhecer, particularmente, as partes."

Estes princípios estão indissociavelmente interligados; a idéia de holograma se liga à recursividade que, por sua vez, supõe a dialógica e assim simultaneamente relacionam-se dialógica, recursiva e hologramaticamente.

Para a operacionalização destes princípios, são aplicadas duas ferramentas, que consistem na migração conceitual e na construção metafórica. A migração conceitual é o movimento de um domínio científico para outro que permite a ressignificação e a ampliação de conceitos originalmente disciplinares, ou seja, ao transitar por diferentes áreas os conceitos, além de adquirirem novos significados, permitem a compreensão e o aprofundamento de outros conceitos mais específicos disciplinares.

Na construção metafórica procura-se exercitar o pensamento metafórico em sua forma mais profunda, aproximando, dialogando e buscando identidades entre as complexas singularidades da matéria. A metáfora (*methaforus*/transposição) adquire desta forma papel elucidativo na compreensão dos fenômenos da realidade.

Através destas ferramentas Morin, situa a necessidade do conceito de transdisciplinaridade, como o que possibilita o conhecimento percorrer transversalmente os campos disciplinares, no qual se permite religar o homem ao

mundo, o sujeito ao objeto, a natureza à cultura, o mito ao logos, a objetividade à subjetividade. (ALMEIDA,1999)

O conceito de transdisciplinaridade é reforçado de forma sintética por Nicolescu (1997, p.15), para o qual: “como o prefixo trans indica, é o que está entre as disciplinas, através das diferentes disciplinas e além de cada disciplina. Sua finalidade é a compreensão do mundo presente, da qual um dos imperativos é a unidade do conhecimento.”

Este conhecimento que prioriza as relações e as interdependências e que, ao invés de separar, procura aproximar as diferentes áreas, está no cerne de uma epistemologia que pretende dar conta do desenvolvimento da ciência na atualidade e nesta linha de raciocínio desenvolvemos as nossas análises.

A concepção de conhecimento alia-se a uma diferente postura diante do processo de aprendizagem. Esta relação é explicitada por Morin (1999, p.70), da seguinte forma:

Aprender não é somente reconhecer o que, virtualmente, já era conhecido; não é apenas transformar o desconhecido em conhecimento. É a conjunção do reconhecimento e da descoberta. Aprender comporta a união do conhecido e do desconhecido.

Nesta união do conhecido com o desconhecido subjaz a idéia de evolução processualidade e movimento na construção do conhecimento.

Considerando estes aspectos, a proposta de conhecimento que procuramos contemplar em nosso trabalho foi a do conhecimento complexo, que conforme coloca Morin (2002, p.18), de forma incisiva:

O conhecimento que propomos é complexo:

- porque reconhece que o sujeito humano estudado está incluído no objeto;
- porque concebe, inseparavelmente, a unidade e a diversidade humanas;
- porque concebe todas as dimensões ou aspectos, atualmente separados e compartimentados, da realidade humana, que são físicos, biológicos, psicológicos, sociais, mitológicos, econômicos, sociológicos, históricos;
- porque concebe homo não apenas como sapiens, faber, e economicus, mas também como demens, ludens e consumans;
- porque junta verdades separadas e que se excluem;
- porque alia a dimensão científica (ou seja, a verificação dos dados, o espírito de hipótese e a aceitação da refutabilidade) e as dimensões epistemológica e reflexiva (filosóficas);
- porque dá novamente sentido às palavras perdidas e esvaziadas nas ciências, inclusive cognitivas: alma, espírito, pensamento.

A complexidade do conhecimento é reconhecida por Morin (1998, p. 23) em sua profundidade e abrangência da seguinte forma:

Significa dizer não apenas que o menor conhecimento comporta elementos biológicos, cerebrais, culturais, sociais, históricos. Quer dizer, sobretudo, que a idéia mais simples necessita conjuntamente de uma formidável complexidade bioantropológica e de uma hipercomplexidade sociocultural. Falar em complexidade é, como vimos, falar em relação simultaneamente complementar, concorrente, antagônica, recursiva e hologramática entre essas instâncias co-geradoras de conhecimento.

A complexidade do conhecimento é, portanto, impregnada por fatores externos e internos ao sujeito, o que traz para as suas interpretações a necessidade desta amplitude. A concepção de conhecimento atravessando o cotidiano da empiria é o que veremos a seguir.

7.2 SUJEITOS E CONHECIMENTO

O conhecimento, sem o conhecimento do conhecimento, sem a integração daquele que conhece, daquele que produz o conhecimento e o seu conhecimento, é um conhecimento mutilado. (MORIN, 2000/c:53)

Conforme verificamos na pesquisa, o conhecimento ainda é visto por uma parcela de estudantes em uma perspectiva de objeto, de elemento estático e com acentuado componente de valorização dos conceitos de certo/errado, verdadeiro/falso, útil/inútil, e que a sua separação em conteúdos disciplinares ou na própria disciplina, facilita as compreensões gerais. Morin (2002/b, p.560) define esta postura como característica de uma lógica clássica e ultrapassada denominando-a dedutivo-indutivo-identitária, onde:

Se atribuíamos um valor de verdade quase absoluta à indução, um valor absoluto à dedução e pelo qual toda e qualquer contradição deveria ser eliminada. O aparecimento de uma contradição num raciocínio assinalava o erro e obrigava a abandonar tal raciocínio. É claro que um princípio de causalidade linear reinava nesta visão.

Como constatamos, os reflexos desta visão continuam fazendo parte do cotidiano educativo.

A perspectiva de um conhecimento como elemento imóvel induz a idéia da possibilidade de sua apropriação como forma coisificada do saber. Soethe (2003, p. 23), enfatiza esta concepção que estamos descrevendo:

Domínio e controle são conceitos que expressam racionalidade e objetividade e que veiculam, por meio da experiência compreensiva, sentido e sentimento de posse da realidade em estudo. O sentido e o sentimento de posse estão relacionados à idéia da apropriação [...] e o modelo da presença do ser humano no mundo, com sede de

dominação, são construídos na epistemologia, ou seja, o modo como se produz ciência gesta também a concepção de poder.

Neste raciocínio percebemos quanto o conhecimento é influenciado e, ao mesmo tempo, influencia os seus entornos. Apropriação e posse são parâmetros característicos de uma sociedade que se organiza por meio da legitimação destes elementos. O conhecimento como propriedade é alimentado e alimenta a sociedade da propriedade.

As desestabilizações nesta concepção tradicional do conhecimento, mesmo que localizadas, acabam transcendendo às práticas acadêmicas e vêm, invariavelmente, acompanhadas, segundo verificamos nos dados colhidos, de reavaliações mais amplas sobre a sociedade e o papel dos estudantes e profissionais que nela se inserem.

A importância de uma reavaliação focada na concepção de conhecimento amplia, desta forma, suas interpretações para aspectos sociais, pessoais (objetivos e subjetivos), históricos, econômicos, ou ainda, de todos os componentes que constituem a complexidade do conhecimento.

Por outro lado, analisando ainda as conseqüências de uma visão de conhecimento imóvel, observamos que esta se estende para a própria epistemologia disciplinar, fazendo com que os conteúdos trabalhados sejam muito pouco modificados ao longo dos anos no curso universitário.

Nas aulas de Geometria e outras disciplinas de Expressão Gráfica do curso de Arquitetura, são frequentemente utilizados os mesmos desenhos de peças e superfícies que foram utilizados por estudantes há muitas décadas. Especificamente na área de Geometria são abordados conceitos exclusivos da Geometria euclidiana, sendo que as geometrias não-euclidianas, como, por exemplo, a Geometria Fractal, não são nem mencionadas. Pensamos que a concepção de conhecimento gera a opção curricular.

Pode-se dizer, até mesmo, que poucos professores têm algum conhecimento sobre geometrias não-euclidianas, o que reforça a sua não inclusão no currículo e conseqüentemente a idéia de um conhecimento perene e imutável. Morin(1999, p.121) contesta esta perspectiva de espaço e geometrias únicos ao indagar-se: “[...] Mas esse espaço euclidiano é real ou faz parte de uma tradução? As formas e proporções situadas no espaço não seriam tradução de uma realidade que escaparia aos nossos sentidos e ao nosso entendimento?” Questionamentos desta natureza, só podem ser exercitados no espaço educativo com uma compreensão mais generalizada da Geometria, de suas evoluções e, fundamentalmente, de suas relações com outras áreas do saber. A positiva subversão a conceitos, que adquirem ao longo do tempo, uma conotação de “verdades absolutas”, necessita de um entorno educativo instigador para o seu desenvolvimento.

Estes e outros aspectos mostram que não podemos analisar a concepção de conhecimento de forma isolada. A sua centralidade no processo educativo promove uma integração indissociável entre os demais componentes do processo de ensino-aprendizagem.

Assim como na escolha dos tópicos curriculares, a concepção de conhecimento envolve diferentes posturas pedagógicas e evidencia a diferenciação entre a explicação e a compreensão na busca do conhecimento. Enquanto a explicação simples pressupõe uma postura tradicional de mera informação, a compreensão procura ligar a explicação ao sujeito, de acordo com as suas objetividades e subjetividades. Sobre esta distinção, Morin (2000, p.93) argumenta:

Explicar é considerar o objeto de conhecimento apenas como um objeto e aplicar-lhe todos os meios objetivos de elucidação. De modo que há um conhecimento explicativo que é objetivo, isto é, que considera os objetos dos quais é preciso determinar as formas, as qualidades, as quantidades, e cujo comportamento conhecemos pela causalidade mecânica e determinista. A explicação, claro, é necessária à compreensão intelectual ou objetiva. Mas é insuficiente para a compreensão humana.

Em outra posição coloca a idéia de compreensão como portadora de um maior sentido e significado educativos:

Há um conhecimento que é compreensível e está fundado sobre a comunicação e a empatia/simpatia, intersubjetivas [...] Compreender comporta um processo de identificação e de projeção de sujeito a sujeito [...] a compreensão sempre subjetiva, necessita de abertura e generosidade. (MORIN, 2000:93)

Estas diferenças na forma de aproximação com o conhecimento demonstram que a sua realização só pode ser concebida com o envolvimento da integralidade do ser humano.

A explicação definida como simples informação e a compreensão que propõe um envolvimento das objetividades com as subjetividades dos sujeitos sinalizam, também, diferentes patamares na interpretação do sentido dado para o

conhecimento. Em um meio social que se proclama como a “sociedade da informação”, cada vez mais, se verifica a confusão sobre o significado do que é a informação e o que é o conhecimento. Morin ao aprofundar o significado do conhecimento com a inclusão de um patamar mais elevado, que ele chama de sabedoria, utiliza-se freqüentemente de T. S. Eliot (MORIN, 2002/d, p. 83) para abordar esta questão: “Onde está o conhecimento perdido na informação? Onde está a sabedoria perdida no conhecimento?”.

Nas turmas pesquisadas de Expressão Gráfica, acontece um agravamento desta perspectiva, já que a inclusão crescente de softwares gráficos (que consideramos necessários como “ferramentas”) pode, muitas vezes, induzir a uma visão simplificadora do conhecimento, na sua mera visualização como componente prioritário de desenvolvimento. Esta característica na área pesquisada é reflexo de uma cultura dominante na atualidade, e a sua reformulação é, a nosso ver, imprescindível.

Em tempos de instantaneidade generalizada, urgência permanente, de uma cenarização apressada e superficial da vida, os aspectos que organizam as informações em conhecimento e aprofundam o conhecimento em sabedoria, que implicam a possibilidade de reflexão e construção substanciada do conhecimento ou sabedoria com o devido tempo de maturação, ficam prejudicados ou até mesmo eliminados. A necessidade de transformação nesta perspectiva é assim definida por Morin (1999/b, p.54):

O princípio de explicação da ciência clássica tendia a reduzir o conhecível ao manipulável. Hoje, há que insistir fortemente na

utilidade de um conhecimento que possa servir à reflexão, meditação, discussão, incorporados por todos e cada um, no seu saber, na sua experiência, na sua vida.

Percebe-se nos alunos universitários pesquisados a dificuldade de ligação mesmo entre disciplinas da mesma área de conhecimento. É comum alguns estudantes pensarem que as mesmas superfícies representadas na Geometria Descritiva, através de suas projeções sobre um plano e através de suas equações algébricas na Geometria Analítica, tratam de assuntos completamente diferentes.

Esta fragmentação dos saberes, ao não promover a ligação entre os próprios objetos específicos de conteúdo, reforça o distanciamento do conhecimento acadêmico de sua aplicabilidade social e profissional. Ao perceber este distanciamento, o conhecimento fica para o estudante universitário, cada vez mais, deslocado da realidade de seus cotidianos.

A ciência que se produz nesta perspectiva aparece como desengajada, asséptica e neutra em relação à sociedade. O profissional que é formado nestas condições tem a tendência a absorver estes parâmetros para as suas atividades futuras. Morin (2000, p.100) explica esta influência da seguinte forma:

Como as mentes, em sua maioria, são formadas segundo o modelo de especialização fechada, a possibilidade de um conhecimento para além de uma especialização parece-lhes insensata. E, de fato, estes especialistas, experts, vivem de idéias gerais e globais, mas arbitrárias, nunca criticadas, nunca refletidas. O reino dos especialistas é o reino das mais ocas idéias gerais, sendo que a mais oca de todas é a de que não há necessidade de idéia geral.

A tendência à formação de profissionais com especializações cada vez mais restritas, além de dificultar uma compreensão social do fazer científico, também impede o importante exercício de diálogo entre as várias áreas do conhecimento.

O distanciamento entre os alunos pesquisados na faculdade de Arquitetura e os estudantes de diferentes cursos é também ilustrativo desta situação. As aproximações entre os grupos universitários, quando se dão, são prioritariamente na organização de atividades de lazer (sociais ou esportivas) e muito poucas vezes sobre a relação dos conhecimentos científicos trabalhados em suas respectivas unidades. Mesmo nos Salões de Iniciação Científica²⁶, que representariam uma tentativa de maior aproximação das diferentes áreas científicas, observa-se a formação de grupos específicos definidos, com pouca integração nas áreas de conhecimento.

A universidade, ao invés de apresentar-se como lugar de integração do conhecimento, acaba constituindo-se, como uma espécie de espaço caracterizado pela instituição de “guetos do saber”, na qual a falta de comunicação entre as suas áreas inviabiliza projetos mais abrangentes de ciência. As conseqüências destas fragmentações estendem-se para vários aspectos do fazer pedagógico e alimentam perspectivas insulares na própria concepção do conteúdo a ser estudado.

Acreditamos que a concepção de conhecimento está forçosamente ligada à concepção de objeto científico. Os diferentes rumos de uma perspectiva de conhecimento estático em relação a um conhecimento dinâmico, em permanente

²⁶ Encontros anuais para divulgação da pesquisa universitária.

evolução, passam pela compreensão e pela reavaliação da forma como se constitui o objeto na ciência. Soethe (2003, p. 21) propõe a divisão na concepção de objeto científico em *objeto em si* e *objeto para*. No primeiro caso o conhecimento prioriza o corpo do objeto a ser estudado e, no segundo, as suas relações com seu entorno. O conhecimento que é constituído através de um objeto em si reforça a perspectiva de fragmentação disciplinar, segundo este autor:

O objeto em si possui uma frágil existência própria, uma vez que o seu sentido é construído nas relações e conexões no contexto. O objeto em si é uma abstração; e apenas algumas coisas podem ser compreendidas nesse estado. A sua maior riqueza epistemológica advém de suas relações e conexões no contexto. Uma das grandes causas da fragmentação do conhecimento é proveniente da construção do objeto científico enquanto coisa em si como modo de fazer ciência.

A concepção da Geometria como *objeto em si* compreenderia o simples estudo de execução e resolução gráfica dos seus entes fundamentais e superfícies, enquanto uma visão do conhecimento geométrico como *objeto para* pressupõe o questionamento no uso dos seus avanços científicos, suas interdependências com outras áreas científicas e, também, remete a um redimensionamento do próprio conteúdo específico, já que trabalhado de forma relacional este adquire diferentes interpretações.

Verifica-se que a defasagem entre os conhecimentos trabalhados dentro da universidade e aquilo que faz parte do cotidiano dos alunos, ou mesmo, em relação aos conhecimentos mais recentes do próprio conhecimento disciplinar contribui para um desinteresse sobre as disciplinas acadêmicas e traz questionamentos por parte dos alunos sobre porque trabalhar determinado conteúdo, já que não vislumbram utilidade para o que estão estudando.

Pode-se argumentar que uma visão que procura utilidades imediatas para o conhecimento alia-se à idéia de apropriação ou posse, como analisamos anteriormente, mas a distância entre o que se trabalha na universidade e as vivências que os estudantes experimentam fora dela parece ser tão grande, que mesmo estes aspectos, ao apontar para estes questionamentos, merecem uma avaliação cuidadosa. Sobre esta necessidade de relacionar o espaço educativo com o espaço da vida, Morin (2002/b, p.21) alerta:

Não basta enunciar as necessidades de contextualizar e de religar os saberes. É preciso ainda encarar os métodos, instrumentos, operadores e conceitos aptos a produzir esta reunião. [...] As disciplinas deveriam apresentar uma adequação a objetos que sejam a um só tempo naturais e culturais, como o mundo, a terra, a vida, a humanidade.

Percebemos ainda o quanto uma perspectiva tradicional inibe a autonomia dos alunos para buscar diferentes caminhos, quer seja na resolução de problemas específicos, como também na possibilidade de generalizações sobre o saber.

O conhecimento estático aprisiona a criatividade dos estudantes, por outro lado, conforme a pesquisa realizada, a ruptura com esta concepção propicia uma maior liberdade para experimentar e mesmo resgatar conceitos mais ligados à vida dos estudantes, como os de criatividade e solidariedade propostos no trabalho. O cerceamento destes conceitos são uma forma de compreensão da realidade que afasta o sujeito de um conhecimento mais aprofundado, ao reduzir o conhecimento a um tecnicismo abstrato. Ao separar o sujeito do conhecimento, este se separa de sua própria essência de sujeito. A impossibilidade desta dissociação e a necessidade de resgate dos conceitos genericamente humanos para o sujeito da

ciência que se produz no aprendizado são explicitadas por Morin (2002,p.107) ilustradas pela sua concepção de criatividade:

A palavra criatividade foi expulsa do cientificismo, hipostasiada pelo espiritualismo, banalizada pela administração. Não podemos eliminar a criatividade na história humana [...] A criatividade humana é técnica (invenção da roda, do moinho , da máquina a vapor, etc.), estética (ornamentos, cantos, pinturas, artes poesias), intelectual (idéias, conceitos, teorias), social (leis, instituições), mas inclusive neste último caso, precisa dos indivíduos.

Esta incorporação de conceitos que remetem à reflexão do ser humano sobre si próprio e de sua condição perante o outro é indispensável em qualquer nível de aprendizagem escolar. No entanto, o que se observa é um crescente afastamento destes parâmetros do currículo, de acordo com o desenrolar das etapas de ensino. A universidade encontra-se no topo desta escala e, portanto, submetida fortemente aos danosos efeitos destas não integralidades.

O conhecimento concebido em movimento, tendo reconhecidas as suas evoluções e constituído pela convivência de seus antagonismos, causa um estranhamento inicial nos trabalhos acadêmicos. Os estudantes, considerando as historicamente tradicionais metodologias escolares, tem esta perspectiva de continuidade na universidade, e a tentativa de ruptura, mesmo que restrita a uma disciplina, no caso a Geometria, parece trazer, em um primeiro momento, um certo desconforto, postura esta que foi se modificando com o decorrer dos trabalhos. A importância desta transição e sua relação com o sujeito é analisada por Morin (1999, p.58): “Não é somente o ser que condiciona o conhecer, mas também o conhecer que condiciona o ser; [...] a vida só pode auto-organizar-se com o conhecimento. A vida só é viável e passível de ser vivida com conhecimento. Nascer é conhecer.”

A intensidade desta relação entre ser e conhecer remete à centralidade da concepção de conhecimento na educação.

Consideramos que a referida desestabilização inicial, verificada no grupo de trabalho, auxiliou a idéia de que os participantes da pesquisa questionassem de forma mais contundente a sua leitura de conhecimento, qual a relação do sujeito/aluno com o conhecimento e como se dá a integração do conhecimento trabalhado na universidade e a sua inserção na sociedade. A positividade desta instabilidade é reforçada por Morin (1999/b, p. 205):

Trabalhe com a incerteza. O trabalho com a incerteza perturba muito os espíritos, mas exalta outros; incita a pensar aventurosamente e a controlar o pensamento. Incita a criticar o saber estabelecido, que se impõe como certo. Incita ao auto-exame e à tentativa de auto-crítica.

Verificamos em todo o processo de conhecimento uma interpretação e a freqüente procura de modelos muitas vezes estereotipados do que é conhecer. Esta visão também é pensada de outra maneira com as mudanças nas perspectivas tradicionais, visto que os modelos passam a ser também reavaliados. Podemos dizer que um diferente parâmetro de conhecimento surge com as rupturas das formas tradicionais. Neste parâmetro ocorre a aproximação do conhecimento ao sujeito em sua integralidade e não afastado da vida do estudante.

O conhecimento como processo cognitivo/biológico/psicológico/social constitui-se em uma interpretação e reorganização dos saberes pelo sujeito cognoscente, observando as suas singularidades e complexidades pessoais. Caracterizado desta forma podemos dizer que a mobilidade é intrínseca ao ato de

conhecer, e cercear este movimento descaracteriza a autenticidade do processo cognitivo. Verificamos em Morin (1999, p. 18) a ênfase da multidimensionalidade que permeia este processo de mobilidade do conhecimento:

[...] todo o acontecimento cognitivo necessita da conjunção de processos energéticos, elétricos, químicos, fisiológicos, cerebrais, existenciais, psicológicos, culturais, lingüísticos, lógicos, ideais, individuais, coletivos, pessoais, transpessoais e impessoais, que se encaixam uns nos outros. O conhecimento é, portanto, um fenômeno multidimensional, de maneira inseparável, simultaneamente físico, biológico, cerebral, mental, psicológico, cultural, social.

Definido desta maneira, o conhecimento engloba, como não poderia deixar de ser, as variadas dimensões da complexidade do ser humano e da vida em geral.

Observamos, também, que uma proposta transdisciplinar traz consigo o receio do novo, portanto, uma relativa insegurança sobre o que está sendo estudado. O estabelecimento de uma maior compreensão sobre as mudanças ocorreu ao longo dos trabalhos do semestre, na medida em que o grupo de trabalho assimilou as inter-relações instigadas, e transformou-se em um entusiasmo crescente na dinâmica das aulas próximas aos trabalhos de conclusão.

Este acréscimo de entusiasmo e interesse verificados nos grupos pesquisados, com a evolução para uma mais abrangente proposta de aprendizagem, denota a potencialidade de transformação implícita e explícita no grupo de estudantes. Suas interpretações da proposta trabalhada foram amadurecendo durante o decorrer do semestre, e a tendência inicial de classificar o projeto como uma simples modificação na metodologia de ensino foi, com o desenrolar das atividades, dando lugar à compreensão de que o que estava sendo

proposto com uma diferente forma de aprender, era uma também distinta compreensão do conhecimento.

A relação dialógica entre aprendizagem/conhecimento/sujeito cognoscente foi intensificando-se com o exercício das atividades. A inserção da discussão dos conceitos de criatividade e solidariedade foi fundamental para um maior engajamento do grupo, já que estes conceitos transitaram entre os trabalhos realizados e trouxeram a percepção de que os conteúdos não são “perceíveis” ou somente específicos, mas que podem ser desenvolvidos em outras disciplinas do curso, em diferentes momentos e mesmo fora da universidade.

É importante que além de relatar algumas das dificuldades mencionadas para as transformações, devido ao tradicionalismo escolar histórico com que os estudantes chegam à universidade, compreendamos que as classificações entre tradicional e transdisciplinar não podem constituir-se como elementos isolados. Suas perspectivas priorizam formas de concepção do conhecimento, no entanto, a convivência de seus antagonismos não pode ser descartada em uma visão simplista destes fenômenos. Verificamos muitos aspectos tradicionais na proposta transdisciplinar, como também, não subestimamos as possibilidades abrangentes em algumas faces da proposta tradicional. Morin (1999, p.256) sugere a complementaridade destes fatores e sua relação com o método do conhecimento da seguinte forma:

O reconhecimento desta complexidade não exige apenas a atenção às complicações, às sobreposições, às inter-relações, aos riscos que tecem o próprio fenômeno do conhecimento, mas requer bem mais do que o sentido das interdependências e da multidimensionalidade do fenômeno cognitivo e bem mais do que a capacidade de enfrentar os paradoxos e as antinomias que se

apresentam ao conhecimento deste fenômeno. Exige o recurso a um pensamento complexo capaz de tratar da interdependência, da multidimensionalidade e do paradoxo. Em outras palavras, a complexidade não é somente problema de objeto de conhecimento, mas também questão de método de conhecimento apropriado ao objeto.

Percebemos ainda na pesquisa que, mesmo submetidos a metodologias historicamente tradicionais, os estudantes sinalizam, a sua maneira, compreensões sobre a complexidade do conhecimento. Ao responder com extensos relatos sobre o momento de suas vidas, o grupo não apenas demonstra a necessidade de uma abertura maior na interlocução aluno/professor, mas também, e talvez de forma subliminar, apresentam em suas respostas carregadas de subjetividade uma tentativa de resgatar o subjetivo que foi retirado pela pseudo-objetividade do conhecimento tradicional. Esta abertura para a demonstração das singularidades de cada estudante é uma necessidade do processo educativo. Morin (2002/c, p.125) enfatiza esta importância na educação e na vida:

A diversidade humana é o tesouro da unidade humana, que é o tesouro da diversidade humana. Daí decorre o duplo imperativo: reencontrar e realizar a unidade humana no desabrochar das diversidades. Salvar singularidades e diversidades e, ao mesmo tempo, instituir um tecido comum.

É nesta tênue fronteira que se estabelece entre as singularidades dos indivíduos e os aspectos generalizados do grupo que caminha o processo educativo. A percepção do sujeito/estudante que é constituinte do todo, como também ele constituindo um todo singular, é imprescindível a um trabalho pedagógico que procura afastar-se de padronizações simplificadoras.

A diversidade nos grupos de estudantes aparece como elemento que representa uma postura de oposição às padronizações e modelagens hegemônicas, tão difundidas na cultura da atualidade. Ao “ser diferente” o papel do estudante reflete a unicidade de cada ser e, também, a sua possibilidade como grupo. O estudante reivindica, de sua forma, a complexidade de sua condição.

É importante, que do mesmo modo que analisamos os depoimentos receptivos às transformações, que aqueles depoimentos mais resistentes a elas sejam interpretados, e buscadas as causas que justificam estas posturas. Verificamos nestes depoimentos contrários uma recorrente necessidade de reportarem-se a práticas passadas, como se sua simples repetição fosse legitimadora destas posturas.

- Se sempre foi assim para que mudar...?

- É importante continuar como está para se ter mais segurança...

A idéia da perda do controle ou da desapropriação do conhecimento, pelo questionamento de uma abordagem quantitativa por uma perspectiva de cunho mais qualitativo, também foi, algumas vezes, expressada no grupo mais resistente às modificações. Aqueles fatores que não podem ser quantificados são menosprezados em suas leituras. O maior extravasamento desta postura verifica-se quanto à dificuldade de estabelecer conteúdos práticos e objetivos que fossem “cobrados” nas provas:

-O que vai cair na prova deste jeito?

-E a Geometria onde fica nessas, cai na prova ou não?

-Como a gente vai medir o que é mais ou menos solidário?

-A solidariedade vale mais que a criatividade na nota final?

Comentários como os acima descritos verificaram-se nas discussões de como avaliar os trabalhos, já que as expectativas iniciais de quantificação, objetividade e utilidade imediata do conhecimento estavam sendo questionadas no desenvolvimento do trabalho proposto aos alunos.

O conhecimento, quantificado e imobilizado, subentende uma idéia de dominação e posse do objeto, alimenta a noção de quantificação e revela a contradição de uma perspectiva de possibilidade ilimitada do conhecimento. Em oposição a este aspecto e com a compreensão da limitação do conhecimento como aspecto emancipatório de sua própria evolução, Morin (1999, p.245) comenta:

A descoberta dos limites do conhecimento é muito mais do que uma descoberta dos limites. Constitui uma aquisição capital do conhecimento. Indica que o conhecimento dos limites do conhecimento faz parte das possibilidades do conhecimento e realiza essa possibilidade. Supera os limites do conhecimento restrito que se acreditava ilimitado. Faz-nos detectar uma realidade que excede as nossas possibilidades de conhecimento [...] A idéia de que o conhecimento é ilimitado não passa de uma idéia limitada. A idéia de que o conhecimento é limitado tem conseqüências ilimitadas.

Neste sentido a idéia da limitação do conhecimento apresenta uma positividade para o próprio avanço do conhecimento e implica uma noção não menos salutar de ruptura com um antropocentrismo dominante nas interpretações científicas clássicas da realidade. A compreensão da fragilidade do ser perante o universo configura a sua potência.

Podemos dizer ainda, que o parcelamento verificado nas turmas quanto à aceitação ou não das propostas apresentadas reflete também as ambivalências pessoais/individuais quanto à aceitação das mudanças, considerando a análise do grupo em sua relação interferente com cada sujeito de pesquisa, segundo o princípio hologramático do referencial por nós adotado e exposto anteriormente.

O conhecimento como processo necessita de relações com seu entorno, contextualizações e, principalmente ressignificações permanentes. Este fato se dá, a nosso ver, com a possibilidade de o conhecimento integrar e ser integrado pelos conceitos que chamamos de genéricos por consistirem o fundamento, o princípio do humano.

Solidariedade e criatividade entram nesta etapa como elementos que dão significado ao conhecimento, e as discussões sobre estes conceitos aprofundam a legitimação do espaço educativo como lugar de desvelamento da realidade externa e reflexão sobre o estar no mundo dos estudantes. A resistência cultural às idéias gerais e, por outro lado, à necessidade de sua apropriação pelo conhecimento é assim compreendida por Morin (1998, p.86):

À crise da reflexividade associa-se a crise das idéias. As idéias gerais tornam-se cada vez mais desencarnadas na cultura humanística. [...] No campo científico o especialista recusa as idéias gerais porque as considera necessariamente vazias. Mas a rejeição às idéias gerais é a mais oca das idéias gerais. E, de resto, nenhum especialista escapa às idéias gerais: ninguém pode prescindir de idéias sobre o universo, a vida, a política, o amor.

As idéias gerais, aqui utilizadas no sentido de idéias genéricas, integralizam o conhecimento e o sujeito cognoscente. A sua carência, por outro lado, descaracteriza o processo de conhecimento, tornando-o elemento estanque ao sujeito e à vida. O conhecimento não integralizado determina a fragmentação do próprio sujeito, em sujeito do conhecimento, neste caso, desligado de sua imanente condição humana e o sujeito artificialmente humanizado. A tentativa de ruptura desta dicotomia foi o aspecto determinante do projeto executado com os estudantes universitários.

A solidariedade e a criatividade definidas na apresentação inicial da proposta de trabalho, conforme as definições abrangentes citadas anteriormente, atravessaram e foram atravessadas pelos conceitos geométricos e arquitetônicos, e sua redefinição apresenta-se em um nível diferente da proposta inicial, após a realização dos trabalhos. Depoimentos sobre estes conceitos limitavam-se, no início da pesquisa, a considerações vagas, nas quais os alunos demonstravam seu distanciamento destes parâmetros.

- A solidariedade é boa, faz bem para todos...

- Ser solidário é legal, criativo melhor ainda...

Relatos como estes acima citados foram dando lugar a compreensões mais elaboradas com o desenvolvimento do projeto.

O aspecto de retornar ao ponto inicial em uma dimensão diferente contempla o princípio da recursividade do paradigma da complexidade. A sua concretização no trabalho foi evidenciada na transformação da compreensão de conceitos que pareciam abstratos e desconectados das vidas dos estudantes, em conceitos reais, palpáveis, e mesmo, indispensáveis em suas práticas profissionais.

As relações da solidariedade com um fazer profissional, que não se limita a um individualismo competitivo, a noção de criatividade como motor dos progressos científicos, a relação entre solidariedade e criatividade como fator de integração pessoal e social, foram alguns dos aspectos levantados nos projetos de conclusão dos trabalhos. Pensamos que este olhar comparativo dos momentos iniciais e conclusivos da pesquisa revela a riqueza de possibilidades interpretativas desenvolvidas com os grupos de jovens universitários.

A concepção de conhecimento sobressai destas interpretações como ponto nevrálgico que determina e é determinado pela abordagem do processo de aprendizagem e metodologias educacionais adotadas.

A sua representação como conhecimento complexo, conforme citado no início destas análises, é reforçada quando são realizados os procedimentos que desarticulam o conhecimento pré-estabelecido e tradicional. As conseqüências

destas desestabilizações são, por sua vez, também complexas e não obedecem relações deterministas de causa e efeito, como vimos no transcorrer deste estudo.

Mesmo considerando estes aspectos, avançar no sentido de procurar apontar alguns resultados que possam auxiliar a compreensão deste epicentro do processo educativo é uma necessidade a que se propõe esta pesquisa. Nesta perspectiva, mesmo não tendo a pretensão de dar conta da amplitude das concepções de conhecimento, pensamos que sinalizar para a possibilidade de reavaliações de perspectivas mais tradicionais na disciplina de Geometria possa trazer algumas repercussões nesta e em outras áreas no ensino da Arquitetura.

Neste sentido pensamos que a análise de dados realizada permitiu-nos chegar a algumas conclusões quanto à concepção de conhecimento dos estudantes de Arquitetura e as diferentes abordagens a elas atreladas. Colocamos, a seguir, os aspectos mais relevantes que verificamos ao confrontar os dados de pesquisa com os referenciais de análise adotados.

O conhecimento como objeto, imóvel e desligado tanto da vida pessoal dos estudantes como da comunidade na qual se insere a universidade, é uma concepção historicamente arraigada na percepção dos alunos, isto se deve as suas experiências escolares anteriores e a todo o entorno cultural por eles vivenciado.

As dificuldades na implementação de uma proposta pedagógica que procure a ruptura com esta imobilidade do conhecimento e proponha, concretamente, a sua processualidade, provisoriedade e complexidade são marcantes em uma etapa

inicial de pesquisa. Esta resistência aparece no grupo como uma incompreensão da proposta de transformação ou como a sua classificação em uma simples mudança na metodologia de ensino.

Após superadas as dificuldades iniciais, verificou-se uma crescente adesão e inserção do grupo nos temas propostos, o que demonstra a potencialidade e latência em relação às mudanças, onde os estudantes passam a experimentar papéis protagonistas no processo de ensino-aprendizagem e emancipatórios em sua concepção como sujeitos históricos inseridos em um contexto social.

A inclusão da discussão dos conceitos de criatividade e solidariedade foi muito bem aceita pelo grupo de estudantes e percebeu-se a necessidade expressa dos alunos em estender estes conceitos para outras disciplinas do curso, procurando desta forma um significado mais contundente para o que estudam no curso, porque estudam e de que forma suas atividades podem repercutir na comunidade na qual se inserem.

Destacamos, ainda, que mesmo constituindo-se a pesquisa em uma abordagem prioritariamente qualitativa, não podemos desprezar os significativos resultados quantitativos, relacionados ao rendimento escolar, que a execução do projeto ocasionou. Tanto os índices de evasão (que não são baixos em disciplinas de primeiro semestre), como os de repetência, foram consideravelmente reduzidos em comparação com semestres anteriores.

A comparação dos dados foi possível pelo fato de o pesquisador atuar na disciplina pesquisada, Geometria Descritiva, desde 1998, e a metodologia utilizada anteriormente ter sido próxima do que podemos chamar de tradicional, apenas com algumas diferenciações, como a participação dos estudantes na elaboração e correção dos exercícios avaliativos e abertura de alguns espaços ao final das aulas para discussão de temas mais generalizados.

Finalmente, é preciso mais uma vez destacar que a proposta de exercitar um conhecimento complexo não poderia trabalhar de forma maniqueísta e dicotômica com as diversas possibilidades advindas de sua interpretação. Compreender, coerentemente com os seus pressupostos, a convivência dos antagonismos no próprio interior do seu exercício e aceitar a complementaridade de concepções do conhecimento como fator de autenticidade em suas análises, foi fundamental para o aprofundamento de suas interpretações.

Percorremos, na análise de dados, uma trajetória que buscou desvelar alguns aspectos do conhecimento. O conhecimento como conceito formal e o conhecimento que redimensiona o seu conceito quando impregnado de relação com o humano. Esta relação aponta uma reflexão: na busca de uma melhor compreensão do conhecimento voltamos o nosso olhar para a concepção de sujeito, e desta ligação emerge um novo conhecimento humano e um novo sujeito cognoscente. Como afirma Morin (1999, p.245): “A unidade das possibilidades do conhecimento é indestrutível. Aquilo que permite o conhecimento também o limita; o que limita o conhecimento também o possibilita.” A limitação do conhecimento se dá na relação

com a concepção de sujeito, mas é também esta relação que rompe com a limitação do conhecimento, para concebê-lo como complexo e potencialmente ilimitado.

Ser e conhecer estão, portanto, dialogicamente relacionados, e sua conjugação remete a análises do presente e perspectivas futuras do conhecimento e do sujeito, mas talvez, fundamentalmente, indiquem o retorno ao início. “O começo é agora. Ele não jaz atrás de nós [...] mas se ergue a nossa frente.” (HEIDEGGER, apud MORIN, 2002, p.293). Um holograma temporal desprende-se, nesta perspectiva, de uma linearidade em seu próprio tempo. O presente, que contém o passado e futuro, transcende a caracterização de tempo seqüencial e comporta, assim, a compreensão de uma eternidade instantânea e de um instante eterno.

O exercício do princípio hologramático aparece aqui, a nosso ver, de forma mais sutil do que o verificado nas questões relacionadas com o espaço. E seguindo esta linha de interpretação, podemos dizer que o retorno à origem é o que nos resta para avançar. Este retorno se dá no resgate dos conceitos genéricos, que auxiliam o ser humano a compreender a potencialidade de realização de sua humanidade.

O conhecimento perpassado pela solidariedade e pela criatividade foi experimentado nas seis turmas de geometria pesquisadas durante um ano e meio de realização da pesquisa empírica. Se os resultados obtidos não foram tão contundentes como talvez prévissemos no início dos trabalhos, não podem, por outro lado, ser subestimadas as sementes de possibilidades instauradas nos grupos, suas formas complexas e, portanto, autenticamente humanas de respostas.

O projeto, por nós denominado *geometria da complexidade*, percorreu um longo caminho e também ele regenera-se, na intenção de sua continuidade como proposta de transformação. Esta regeneração se dá na busca da compreensão do conceito de utopia.

**QUARTA PARTE:
DA CONCRETIZAÇÃO À UTOPIA**

Ante o ainda não ser, de Ernst Bloch, caem todos os realismos; mas o que sobra não é um idealismo, e sim um hiper-realismo, que vê além da aparência mais imediata da realidade atual e assim não deixa de ver os germes do novo dentro desta mesma realidade: sua possibilidade real. É através deste hiper-realismo que se percebe o caráter auroral do mundo, o seu caráter de aurora, de amanhecer, de dia incompleto, de abertura para mais ser e para o novo. É quando percebemos que recém chegamos ao começo.

Suzana Albornoz

8 A UTOPIA

O ser que condiciona a consciência, assim como a consciência que trabalha o ser, compreendem-se, em última instância, somente a partir de onde e para onde tendem. A essência não é o que foi, ao contrário: a essência mesma do mundo situa-se na linha de frente. (ERNST BLOCH, 2005:28)

Procurar um significado para a existência. Talvez seja o sentimento que mobilize os projetos de vida do ser humano, consciente ou inconscientemente. Propostas de transformação, sonhos de realizações pessoais e coletivas necessitam de ações concretas que justifiquem suas buscas. Mas a busca, o processo, o anseio não vão legitimar-se por resultados, por diferentes pontos de chegada. A busca legitima-se no seu processo, na trajetória, nas suas nuances, nos meandros do caminho percorrido. A busca legitima-se na utopia.

Esta utopia pode fornecer significado para a existência, talvez subliminarmente, em uma pretensa negação de sua limitação, talvez reconhecendo em sua limitação o seu aspecto de perenidade.

O conceito de utopia entra na discussão teórica a que se propõe este trabalho como o último vértice de um tripé, composto por solidariedade, criatividade e utopia. Abordaremos aqui alguns conceitos sob a ótica da utopia de Ernst Bloch e

pensamos que trazer a discussão deste elemento para o estudo aqui desenvolvido, pode instigar uma nova visitação de suas etapas, releituras de suas interpretações e, de alguma forma, legitimar ou dar significado para o caminho percorrido.

A utopia, segundo Bloch, constitui-se na realidade, porque manifesta a possibilidade dos homens e, quando confrontada as circunstâncias reais nas quais se estabelece, caracteriza-se pela elucidação do *vir a ser* na própria realidade presente. Esta é a utopia concreta.

A perspectiva de movimento que aponta para frente é característica da utopia, é algo que “ainda” não é, mas pode vir a ser. É algo que ainda não tem lugar, mas pode acontecer no futuro. (ALBORNOZ, 2001)

Bloch ao diferenciar os sonhos noturnos, como portadores de lembranças e significados do passado, dos sonhos diurnos que são portadores dos significados futuros, afirma a necessidade imperiosa de que estes últimos sejam incorporados ao real e, através de um novo real, denominado hiper-realismo, vislumbra o germe da possibilidade como ontologicamente ligado à evolução do ser humano e da vida. Segundo Bloch (2005, p.14), desta forma os sonhos diurnos tornam-se ainda mais plenos:

[...] o que significa que eles se enriquecem justamente com o olhar sóbrio - não no sentido da obstinação, mas sim no de se tornar lúcido. Não no sentido do entendimento meramente contemplativo, que aceita as coisas como são e estão no momento, mas sim no da participação, que as aceita em seu movimento, portanto, como podem ir melhor.

Ainda complementando o aspecto progressivo de seu entendimento dos sonhos diurnos, diz Bloch (2005, p.95): “Para o sonho desperto como sonho amplo é importante, além disso, comunicar-se com o que está além de si mesmo.” Como vimos, a idéia de utopia está intrinsecamente relacionada à idéia de um movimento perspectivo da realidade, sendo, portanto, componente essencial para propostas de transformação futuras.

Bloch identifica-se com a concepção aristotélica dinâmica da matéria, como *ser em possibilidade*, concebe-a como indeterminada e inacabada, na qual tudo se pode criar. Define a necessidade do possível real pressupor um sujeito, este sujeito é matéria e esta, um eterno ser. (ALBORNOZ,1985)

Propõe uma diferente aliança do ser humano com a natureza, questionando a técnica que não se introduz de forma sustentável no ambiente natural, por outra que a seu ver deve ser “amiga” da natureza. A aliança do ser com o meio ambiente só pode dar-se, segundo Bloch, com uma nova perspectiva de organização do ser humano entre si, esta perspectiva é tarefa e, portanto, movimento impregnado de utopia.

Pensamos que o trabalho de pesquisa realizado por nós insere-se nesta linha de raciocínio. Ao propor uma ruptura com um modelo estático de conhecimento, percorremos uma longa trajetória. Esta trajetória foi alimentada pela utopia. Pela esperança confrontada com o real, e que em um primeiro momento pensava, presunçosamente, em ser instrumento de uma transformação generalizada no curso universitário trabalhado. Mas com as circunstâncias vieram as dificuldades, as

impossibilidades. No entanto, este real cotidiano foi também realimentador; a forma como as adversidades foram enfrentadas são algumas destas pistas, que se concretizaram, às vezes, na fala de um aluno, outras apenas em gestos ou olhares. O real alimentou-se também na expectativa dos sujeitos e pesquisador, já que estes influenciam a pesquisa e são por ela influenciados.

Sobre as transposições necessárias para avançar de forma conseqüente, Bloch (2005, p.14) afirma:

[...] a transposição efetiva não vai em direção a um mero vazio de algum diante-de-nós, no mero entusiasmo, apenas imaginando abstratamente. Ao contrário, ela capta o novo como algo mediado pelo existente em movimento, ainda que, para ser trazido à luz, exija ao extremo a vontade que se dirige para ela. A transposição efetiva conhece e ativa a tendência de curso dialético instalada na história.

É nesta perspectiva que compreendemos as dificuldades inerentes a qualquer projeto de transformação. Suas existências provocam, ao mesmo tempo, momentos de reavaliação das condições iniciais propostas, bem como, desafios que podem trazer novas perspectivas nos caminhos da pesquisa.

A dificuldade em executar uma pesquisa externa pelos alunos é significativa e ilustrativa, como exemplo dos obstáculos encontrados no desenvolvimento do trabalho. Após as primeiras saídas para contatos com a comunidade, percebeu-se que um caráter de simples assistencialismo institucional impediria o propósito de fazer com que os estudantes ensinassem e também, ou principalmente, aprendessem nas suas saídas a campo. Esta percepção deu-se pelo grupo quando das discussões com a direção administrativa da universidade na comunidade

visitada²⁷, onde claramente foi colocado que os estudantes deveriam “oferecer coisas concretas” aos moradores da vila e não “simples” propostas de troca de experiências. Neste episódio do trabalho podemos dizer que o institucional frustrou o sonho em um momento inicial, mas nem por isso eliminou o momento de aprendizagem. Talvez tenha enriquecido-a com a discussão transparente sobre a dificuldade imposta. A discussão com o grupo sobre a diferença entre uma proposta assistencial, onde as trocas seriam alimentadas e instigadas entre os alunos e as crianças e adolescentes da comunidade pesquisada, e uma proposta assistencialista, conforme foi sugerido pela direção universitária junto ao campus aproximado, propiciou um interessante momento de aprendizagem, que não estava previsto inicialmente. A utopia renovou-se no caminho e o caminho renovou-se na utopia.

A capacidade de reavaliação das idéias iniciais é fundamental em uma trajetória de trabalho. Esta flexibilidade é analisada por Morin (2000, p.62) com o auxílio da comparação entre estratégia e programa:

A estratégia opõe-se ao programa, ainda que possa comportar elementos programados. O programa é a determinação a priori de uma seqüência de ações tendo em vista um objetivo. O programa é eficaz, em condições externas estáveis, que possam ser determinadas com segurança. Mas as menores perturbações nessas condições desregulam o programa e o obrigam a parar. A estratégia como o programa, é estabelecida tendo em vista um objetivo; vai determinar os desenvolvimentos da ação e escolher um deles em função do que ela conhece sobre um ambiente incerto. A estratégia procura incessantemente reunir as informações colhidas e os acasos encontrados durante o percurso. Todo o ensino tende para o programa, ao passo que a vida exige estratégia [...]

²⁷ Vila popular conveniada com a PUCRS.

A estratégia, como elemento que traz em si a incerteza que vai enfrentar, consiste em uma aposta e, nesta concepção, Morin aproxima-se da conceituação de utopia real de Bloch.

Também na linha que procura analisar as dificuldades encontradas como pistas para interpretações mais amplas, a fala de alguns ex-alunos em meio à atribuição de diversas tarefas acadêmicas, um ano após a experiência por nós implementada, é esclarecedora:

- Pô professor, ta faltando criatividade, solidariedade...poesia....é só trabalho, trabalho...

Estas falas indicam que as propostas de trabalhar as disciplinas com maior abrangência, ou procurando os conceitos que pudessem transitar pelos campos específicos da arquitetura para exercício de significações mais amplas não estavam sendo realizadas, naquele momento, em outras disciplinas ou níveis posteriores do curso. Ao especificar “-é só trabalho...”, com uma conotação de desânimo, estes estudantes demonstram quanto o conhecimento científico em propostas tradicionais, desprende-se de aspectos de maior satisfação, contextualizados em suas vivências pessoais. Estes comentários expressam a necessidade dos estudantes em relação aos conceitos genéricos como solidariedade, criatividade, ou o exercício da poesia (citado acima), entre outros, como fatores de aproximação do conhecimento universitário dos seus anseios de vida.

Bloch reforça o aspecto de “carência” ao afirmar que o estímulo de base do ser humano é a fome; a fome material, a fome do prazer, a fome dos sentimentos; o ser humano está em permanente estado de necessidade. (ALBORNOZ, 1999) Ou ainda, destacando a imprescindibilidade da esperança como elemento desencadeador de mudanças, Bloch enfatiza (2005, p.15): “A falta de esperança é, ela mesma, tanto em termos temporais quanto em conteúdo, o mais intolerável, o absolutamente insuportável para as necessidades humanas”.

Pode-se pensar que a constatação da não continuidade das propostas transdisciplinares em outras etapas do Curso apontaria para a ineficácia do projeto executado. A nosso ver, no entanto, esta leitura é simplificadora, já que a legitimação do trabalho se dá na realização do mesmo e os comentários dos alunos sobre a falta de continuidade estão a indicar que as potencialidades de transformação foram, de alguma forma, despertadas e os seus resultados apresentaram-se, naquele momento, na forma de expectativas. Segundo Bloch (2005, p.79): “O desejo de ver as coisas melhorarem não adormece. Nunca nos livramos do desejo, ou então nos livramos apenas ilusoriamente”. E ainda sobre estas expectativas, Bloch (apud FURTER, 1974, p.94) reforça o presente com o sentido de movimento para frente, daquilo que ainda pode ser realizado, segundo ele:

O ‘ainda não ser’ baseia-se na teoria das possibilidades imanentes do ser que ainda não foram exteriorizadas, mas que constituem uma força dinâmica que projeta o ente para o futuro. Imaginando os sujeitos ‘astuciam o mundo’. O futuro deixa de ser insondável, para se vincular à realidade como expectativa de libertação e desalienação.

Pensamos que é no enfrentamento às adversidades que a utopia parece renovar-se e adquirir, de acordo com os contextos em que se apresenta, um caráter de resistência. Uma utopia resistente que se constitui em uma aproximação mais intensa com o real. É o hiper-realismo de Bloch, que vislumbra a semente do novo naquilo que está estabelecido. Utopia e resistência formam assim uma aliança que reforça a sua positividade no enfrentamento transparente das dificuldades. Esta importância da compreensão da realidade em que se integra o projeto de transformação é afirmada por Bloch (2005, p.17):

Expectativa, esperança e intenção voltadas para a possibilidade que ainda não veio a ser: este não é apenas um traço básico da consciência humana, mas, retificado e compreendido concretamente, uma determinação fundamental em meio à realidade objetiva.

Com isto evidencia-se o aspecto relacional da utopia, que compreende a necessidade de ligação de um anseio interno pessoal ou coletivo com as circunstâncias reais externas, que envolvem as suas interpretações.

Se o conceito de utopia tem no senso comum o sentido de algo irrealizável, é na sua transformação em elemento concreto, real e possível, que se dá o redimensionamento do seu significado. A concretude da utopia se faz então necessária, já que o ser humano tem “fome” desta utopia para a realização de suas expectativas de vida. Esta necessidade é destacada por Albornoz (2001, p.71):

As utopias não só podem influenciar, como efetivamente têm influenciado o mundo. Os sonhos dos homens sobre a realidade, sobre as carências de suas realidades, têm contribuído, pelo menos parcialmente, às vezes, pontualmente em alguns aspectos e provisoriamente, em alguns momentos, para transformar a realidade; e no que tange ao progresso técnico e científico, essas

transformações originalmente sonhadas por utopistas, têm tido conseqüências permanentes.

A utopia compreendida como elemento que dá significado às transformações no presente deve ser confrontada e analisada segundo os aspectos evolutivos alcançados posteriormente, em decorrência da atividade prática. Mais uma vez fica caracterizada a idéia de movimento como indissociável do conceito de utopia.

Nesta linha de raciocínio, a utopia pode ligar-se àquilo que Morin propõe como o retorno às origens (*arkhé*) para a realização humana da própria humanidade. O resgate dos conceitos genéricos, no sentido de conter os fundamentos, as essências, por um homem genérico, tido na concepção de Marx em sua fase inicial, pode caracterizar-se nos dias atuais como utopia, utopia concreta e necessária. Pensar neste sentido, ao propor mudanças na concepção de conhecimento na universidade e com esta perspectiva pretender transformações mais amplas, também caracteriza uma utopia mais localizada, mas não menos concreta e não menos necessária. Desta forma, o exercício de práticas localizadas fornece elementos para interpretações mais generalizadas. A utopia, neste caso, busca no antes ou nas origens os subsídios que propõem transformações futuras, sendo apropriada a sua concepção como um movimento que atravessa o seu próprio tempo.

Mas será possível exercitar a solidariedade e a criatividade no fazer educativo universitário? Será possível resgatar um pouco de poesia para a vivência cotidiana de estudantes e professores? Quantos saberes autenticamente humanos foram alijados pelo conhecimento especializado e fragmentado da modernidade, que

podem ser reincorporados para o espaço acadêmico e para a vida dos que dele participam? Estas e outras tantas questões, que questionam a concepção de conhecimento tradicional, quantitativo, tecnicista, descontextualizado, desinteressado e, cada vez mais, paradoxalmente imóvel em relação à dinâmica da vida, remetem à necessidade de ações transformadoras, de movimento, de utopia. De uma utopia concreta, aquela que confrontada com o real avança, não só na realização de suas propostas, mas também no enfrentamento das dificuldades. Dentro e fora da universidade, a utopia, em seu exercício permanente como ferramenta de transformação, apresenta-se como uma necessidade imprescindível.

Respaldando esta idéia, Bloch (2005, p.18) concebe as transformações como exercícios de uma expectativa atuante:

Somente uma maneira de pensar direcionada para a mudança do mundo, que municia com informação este desejo de mudança, diz respeito a um futuro que não é feito de constrangimento (futuro como espaço de surgimento inconcluso entre nós) e a um passado que não é feito de encantamento. Por isso, o decisivo é que apenas o saber como teoria-práxis consciente diz respeito ao que está em devir e que, por isto mesmo, é passível de decisão.

Nesta visão o conceito de utopia não se submete ao resultado, ao contrário, as diferentes opções por determinadas ações em um processo de transformação, é que são submetidas à interpretação utópica da realidade presente.

Ao invés de um idealismo inseqüente, como pejorativamente é usualmente concebida, a utopia aparece, então, como um dos pilares de sustentação na interpretação e transformação da realidade.

A pesquisa realizada constitui-se como uma parte do todo, mas também contém o todo em si. Trabalhar no sentido de transformar realidades locais e procurar instigar as necessidades de humanização em grupos estudantis é, portanto, também trabalhar para uma humanização mais generalizada na sociedade. Esta é a ética da transformação, que na idéia de Albornoz (1999, p.14), caracteriza-se da seguinte forma: “A ética da transformação, que segue o imperativo de subverter as relações em que o homem seja menos do que pode ser, será também uma ética da solidariedade.”

O conhecimento, visto como objeto de propriedade, repercute, como vimos anteriormente, a ótica de uma sociedade que desta forma se organiza. A ruptura com esta concepção de conhecimento deve, então, apontar para transformações nestas formas de organização social. A solidariedade, um dos conceitos propostos na discussão deste trabalho, passa a refletir-se como necessidade na reorganização do homem em sociedade. O homem solidário pode encontrar na sociedade solidária o espaço para exercício de suas potencialidades.

A utopia, como compreensão daquilo que “ainda não é”, impõe, como vimos, a idéia de movimento. Na trajetória desta pesquisa, o conhecimento em movimento foi proposto e encontra-se na, sua aproximação com a utopia, este elemento de identificação. Podemos dizer que o conhecimento em movimento constitui-se utópico quando a utopia impregnada de movimento a ele vai juntar-se. É nesta união, através da idéia de uma regeneração permanente dos fenômenos, que somos auxiliados a compreender o presente como possibilidade.

Panta rei (tudo flui) dizia Heráclito, no redimensionamento de um conhecimento estático em conhecimento dinâmico e vivo, a utopia surge como ferramenta de interpretação e, principalmente, como elemento real de transformação.

Neste sentido, após esta breve incursão pelo terreno da utopia, pensamos que a caracterização de seu exercício como necessidade ontológica do ser humano talvez seja a nossa principal conclusão.

A utopia perpassou a atividade do pesquisador, impregnou as ações dos estudantes pesquisados e pretendeu, de alguma forma, revigorar e legitimar o próprio projeto desenvolvido. Ao instigar a revisitação de suas etapas, o conceito de utopia pode aliar-se ao princípio da recursividade multidimensional, ao propor o retorno às fases anteriores em uma diferente dimensão. Este componente de contemplação do movimento (tanto retrospectivo, como perspectivo) foi alimentado nesta leitura que fazemos da utopia.

A compreensão da limitação do conhecimento é um dos pilares do novo paradigma do conhecimento, como pretendemos expor neste trabalho. A limitação da utopia, por outro lado, não aparece como aspecto elucidativo na compreensão da realidade; ao limitar a utopia, limita-se a própria vida, que é talvez seu maior exemplo de concretude. A prática da utopia fornece a possibilidade real de abertura para o desenvolvimento de uma maior plenitude do viver.

A solidariedade e a criatividade, como outros tantos conceitos genericamente humanos, tão represados nos espaços educativos, podem e devem ser resgatados para a vida escolar, desde os níveis iniciais, até a universidade. Este resgate compreenderá novas avaliações de organização social pelos estudantes, no qual o seu papel protagonizador da história poderá, então, ser exercitado. Isto implica a compreensão e a esperança em uma nova realidade, mais próxima da realização humana de sua humanidade; realidade utópica, ou ainda, utopicamente concreta.

A utopia deve permanecer, revigorar-se, regenerar-se, uma meta-utopia pode vir a auxiliar os seus significados e legitimar, mais ainda, a sua presença. A utopia, concebida como *o que não está em lugar algum* e, portanto, pode estar em todo o lugar, e como *o que ainda não é*, e só por isso, pode vir a ser, constitui e é constituída pela complexidade e dinâmica da vida. É com esta perspectiva de legitimação recíproca da utopia, da vida e do próprio caminho aqui percorrido, que encaminhamos as nossas considerações finais.

9 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Tu perguntas, o que a lagosta tece lá embaixo com seus pés dourados? Respondo, que o oceano sabe.

Por quem a medusa espera em sua veste transparente? Está esperando pelo tempo, como tu.

Quem as algas apertam em seu abraço? perguntas... Mais firme que uma hora e um mar certo? Perguntas sobre a presa branca do narval? E eu respondo, como o unicórnio do mar, arpoado...., morre. Perguntas sobre as plumas do rei-pescador, que vibram nas puras primaveras do sul?

Quero te contar, que o oceano sabe isto:

que a vida em seus estojos de jóias é infinita, como a areia, incontável, pura.

E o tempo entre as uvas cor de sangue tornou a pedra dura e lisa, encheu a água-viva de luz, desfez seu nó, soltou seus fios musicais, como uma cornucópia feita de infinita madrepérola.

Sou só a rede vazia diante dos olhos humanos na escuridão, com dedos habituados à longitude do tímido globo de uma laranja.

Caminho, como tu, investigando a estrela sem fim e, em minha rede, durante a noite, acordo nu.

A única coisa capturada é um peixe...

Preso dentro do vento.

Pablo Neruda

É hora de desembarcar. Neste trabalho navegamos por espaços de uma, duas, três e mais dimensões, ao percorrermos a história da Geometria e suas evoluções, situada nos mais diferentes contextos.

Procuramos traçar um breve paralelo de seu desenvolvimento relacionando com alguns aspectos epistemológicos e filosóficos dos períodos estudados e, ao fazê-

lo, passamos pela Mesopotâmia, Egito, China, Índia. Aportamos na Grécia, que justificou uma parada mais demorada, seguimos pela Idade Média com um olhar mais voltado para o oriente, e posteriormente, com o Renascimento, nos detemos na Europa Ocidental, onde nasciam os parâmetros da ciência moderna.

Naqueles mares o ser humano parecia ter assumido definitivamente o controle do destino universal através do conhecimento científico, mas a viagem continuava e o resultado não seria conforme esta perspectiva. Seguimos em frente, aquilo que era ordem, organização e determinismo passou a necessitar da desordem, do imprevisível, do indeterminado, da incerteza como constituintes e indispensáveis nas tentativas humanas de compreensão da vida.

Naquele momento içamos as velas e, com esperança, falamos de um elo, que permanecia, não intacto, mas resistente, o elo da potencialidade de compreensão humana de sua própria humanidade. Navegar é preciso...apostar, indispensável. Nas águas desta busca seguimos o nosso curso.

Ao chegar à atualidade, em um período conhecido pela fase de transição paradigmática da ciência moderna, paramos em um porto muito especial, onde fomos recebidos por um grupo de estudantes, um “Porto Alegre”, mais especificamente na Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Pontifícia Universidade Católica do Rio Grande do Sul. Ali discutimos, pesquisamos, aprendemos muito, ensinamos um pouco, e durante três semestres de pesquisa empírica procuramos colher os dados sobre uma nova abordagem da Geometria, indagando sobre a forma como os alunos

recebem uma proposta diferente de estudar e conhecer, e as dificuldades encontradas na implementação destas mudanças.

Descrevemos as respostas obtidas segundo o conteúdo, dinâmica e aproveitamento educativos. Percebemos que os conteúdos muitas vezes ainda são compreendidos como objetos e que as dificuldades de transformação nesta perspectiva envolvem a compreensão de todo um histórico de vida escolar dos estudantes. Por outro lado, a real potencialidade de transformação nestes parâmetros, procurando a mobilidade do conhecimento e a sua adequação ao movimento da vida complexa, foi também muitas vezes observada.

A proposta de uma *geometria da complexidade*, como denominamos este projeto de abordagem dos conhecimentos geométricos, trouxe para a dinâmica das aulas um crescente entusiasmo e participação dos estudantes, fazendo com que estas posturas se refletissem no aproveitamento educativo. Os resultados obtidos quanto à minimização da evasão e da repetência na disciplina foram significativos.

Analisamos os dados colhidos focados na concepção de conhecimento a eles atrelada, por considerar este o ponto central de ruptura que pensamos tensionar com as nossas propostas. O conhecimento estático tradicional foi desestabilizado por um conhecimento em movimento. A viagem que era externa interiorizou-se.

Passamos a navegar pelas águas da solidariedade e da criatividade, conceitos tão caros ao fazer educativo, tão necessários em tempos de não se ter tempo. Surgiram as potencialidades e também as dificuldades. As potencialidades

eram o vento, que tremulava em nossas velas, levando-nos em direção a um rumo certo. Mas não há rumo certo quando se navega pelas águas da incerteza, da dúvida e da complexidade. As dificuldades eram tempestades de alto-mar, tormentas que encontramos ao longo deste percurso. Era preciso enfrentá-las.

Não foram poucas as pessoas de quem nos aproximamos nesta viagem, famosas e anônimas, todas singulares. Paulo Freire que sempre nos mostrou como se pode ensinar aprendendo e aprender ensinando, estava presente em vários portos. E o que dizer do aluno “transgressor”? Aquele que encontrou na palavra transgressão a definição de boa parte do que talvez tenhamos procurado todo este tempo. Ou ainda, daquele aluno, que trabalhando de dia para ter o que comer à noite, percebia que conhecer é muito mais do que aprender a usar lapiseira para fazer desenhos; conhecer, disse ele, “é relacionar-se com a vida.”

A complexidade, com Edgar Morin a bordo, apareceu como uma bússola a mostrar-nos caminhos, previsíveis e imprevisíveis, certos e incertos, caminhos complementares. E a lembrar, que em tempos de relativizações simplificadoras, “preparar-se para um mundo incerto é o contrário de se resignar a um ceticismo generalizado.” A esperança na realização da humanidade estava constantemente sendo realimentada.

Mas o ser humano complexo, igualmente mostrou nesta viagem, as suas faces menos humanitárias, algumas vezes, tentaram afundar a nossa embarcação. Em um “navio pirata”, um diretor institucional proclamou que: “-aos pobres deve-se dar apenas coisas concretas e não propor trocas abstratas”. Resistimos, talvez

reforçados por fatos como aquele, em que o aparelho de audição da aluna pesquisada tenha ficado pronto; ela passou a entender mais Geometria e nós passamos a entender mais sobre o enfrentamento das dificuldades.

Os momentos de vida deste marinheiro/autor também passaram por suas dificuldades e, como pesquisa e pesquisador, barco e marinheiro, influenciam e são influenciados em suas viagens, algumas vezes sentimos vontade de atracar no primeiro porto e ficar. Mas ficar como? Se a vida segue, e o movimento, conceito central na realização desta viagem, é a sua essência de realização.

Então, um navegador experiente, chamado Ernst Bloch, cruzou a nossa travessia e nos ensinou algumas formas de transpor obstáculos, ou ao menos, entendê-los de uma diferente maneira. Com esta compreensão, no enfrentamento das adversidades, avistamos outras possibilidades e para lá rumamos. Desembocamos em diferentes águas e, desta vez chegamos a um mar, que energizou e deu significado a nossa viagem: *o oceano utopia*.

Uma utopia concreta, que impregnada ao real transforma-o em um hiper-real, onde o que é, consiste no que ainda pode ser e, neste redimensionamento, alimenta o presente das possibilidades e potencialidades de transformações futuras.

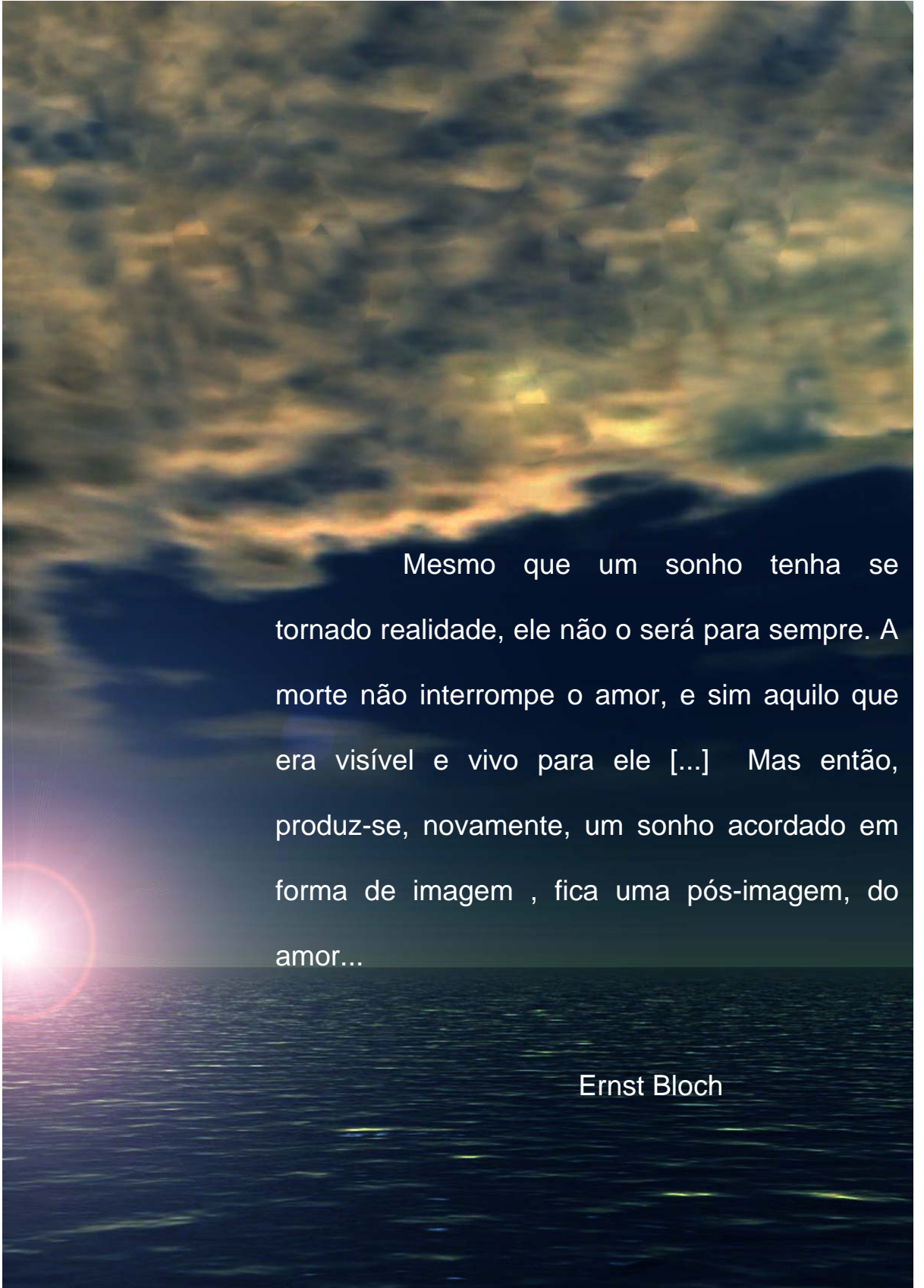
No mundo do ceticismo, do materialismo, da competição, do individualismo, em uma palavra, no mundo do capitalismo, a urgência de ruptura com estes valores é cada vez mais imperiosa. Na busca desta mudança, a resignificação do conhecimento, com o resgate de conceitos humanos para o cotidiano dos espaços

educativos, é um exemplo de aposta na realização da humanidade. Aliado à utopia, o reconhecimento do direito humano de sonhar concretamente passa, então, a constituir-se em uma ação política.

No conhecimento da utopia e na utopia do conhecimento aportamos.

É realmente hora de desembarcar. O pescador de Neruda responde: - *o oceano sabe...nós compreendemos: a vida sente a si mesma.*

O fim é sempre um começo.

A dramatic sunset or sunrise over a dark sea. The sky is filled with dark, heavy clouds, with a bright orange and yellow glow breaking through near the horizon. The sun is visible on the left side, creating a lens flare effect. The water below is dark and textured with small waves.

Mesmo que um sonho tenha se tornado realidade, ele não o será para sempre. A morte não interrompe o amor, e sim aquilo que era visível e vivo para ele [...] Mas então, produz-se, novamente, um sonho acordado em forma de imagem , fica uma pós-imagem, do amor...

Ernst Bloch

REFERÊNCIAS

ALBORNOS, Suzana. *Ética e utopia*. Porto Alegre: Movimento, 1985.

_____. *O enigma da Esperança*. Rio de Janeiro: Vozes, 1999.

_____. Os direitos humanos: uma revisão da questão para a filosofia política. *Revista Basaroi*, n 14, p. 43-77. Santa Cruz do Sul, UNISC, 2001.

ALMEIDA, Maria Conceição; CARVALHO, Edgar de Assis e CASTRO, Gustavo (Org). *Ensaio de Complexidade*. Porto Alegre: Sulina, 2002.

Aproximação do Conjunto de Mandelbrot (Fig 12). Disponível em: <http://www.educ.fc.ul.pt>, Acessado em: 10 abr. 2006.

BARBOSA, Ruy Madsen. *Descobrendo a geometria fractal: para a sala de aula*. Belo Horizonte : Autêntica, 2002.

BEN-DOV, Yoav. *Convite à física*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar, 1996.

- BLOCH, Ernst. *O princípio esperança*. Rio de Janeiro: EdUERJ/Contraponto, 2005.
- BORGES, Gladis C. M., BARRETO, Deli G. O. e MARTINS, Enio Z. *Noções de geometria descritiva*. Porto Alegre: Sagra Luzzatto, 1998.
- BOYER, Carl B. *História da matemática*. São Paulo: Edgar Blücher, 2001.
- BRANDÃO, Carlos Rodrigues (org.) *Pesquisa Participante*. São Paulo: Brasiliense, 1985.
- CAPRA, Fritjof. *O tao da física*. São Paulo: Cultrix, 1975.
- _____. *O ponto de mutação*. São Paulo: Cultrix, 1982.
- _____. *A teia da vida*. São Paulo: Cultrix, 1996.
- CÉSAR, Ana Cristina. *Inéditos e dispersos*. São Paulo, Brasiliense, 1991.
- Conjunto de Mandelbrot* (Fig 11). Disponível em: <http://www.educ.fc.ul.pt>. Acessado em: 10 abr. 2006.
- COSTA, Antonio Mochon. A geometria projetiva e seu papel na geometria descritiva. *Anais do Simpósio Nacional de Geometria Descritiva e Desenho Técnico*, p.8-24, Recife, 1994.

COUTINHO, Lázaro. *Convite às geometrias não-euclidianas*. Rio de Janeiro: Interciência, 2001.

CYRINO, Hélio. *Matemática e gregos*. Campinas: Ypsilon, 1986.

DESCARTES, René. *Discurso sobre o método*. Curitiba: Hemus, 2000.

DILIGENTI, Marcos. *Avaliação participativa no ensino superior e profissionalizante*. Porto Alegre: Mediação, 2003.

Eixos Cartesianos (Fig 1). Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br>. Acessado em: 15 abr. 2006.

EVES, Howard. *História da geometria*. São Paulo: Atual, 1992.

_____. *Introdução à história da matemática*. Campinas: Unicamp, 1995.

Fractal (Fig 9). Disponível em: <http://www.renascimento.com.br>. Acessado em: 10 dez. 2005.

Fractal Flor (Fig 10). Disponível em: <http://www.insite.com.br/fractarte>. Acessado em: 10 fev. 2006.

FREIRE, Paulo. *Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos*. São Paulo: Unesp, 2000.

FURTER, Pierre. *Dialética da Esperança*. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

GAMA, Ruy. *A tecnologia e o trabalho na história*. São Paulo: Nobel/USP, 1986.

HERÁCLITO. In: Japiassú, H. e Marcondes, D. *Dicionário Básico de Filosofia*. Rio de Janeiro: Jorge Zahar Editor, 1996.

HOUAISS, Antônio (Instituto). *Dicionário Houaiss da Língua Portuguesa*. Rio de Janeiro: Objetiva, 2001.

KÖRNER, Stephan. *Uma introdução à filosofia da matemática*. Rio de Janeiro: Zahar, 1985.

MACHADO, Ardevan. *Geometria descritiva*. Ciência e Progresso, São Paulo, 1973.

MANDELBROT, Benoit. *Objetos fractais: forma, acaso e dimensão*. Lisboa: Gradiva, 1998.

MARTINS FILHO, Ives Gandra. *Manual esquemático de história da filosofia*. São Paulo: LTR, 2000.

MINAYO, Maria Cecília. *O desafio do conhecimento: pesquisa qualitativa em saúde*. São Paulo: Hucitec, 2000.

_____ (org). *Pesquisa social: teoria, método e criatividade*. Petrópolis: Vozes, 1994.

MLODINOW, Leonard. *A janela de Euclides: a história da geometria, das linhas paralelas ao hiperespaço*. São Paulo: Geração, 2004.

MONTENEGRO, Gildo. *Geometria descritiva*. São Paulo: Edgar Blucher, 1991.

MORIN, Edgar. *Sociologia*. Lisboa: Europa-América, 1984.

_____. *O Método 4- As idéias*. Porto Alegre: Sulina, 1998.

_____. *O Método 3- O conhecimento do conhecimento*. Porto Alegre: Sulina, 1999.

_____. *Ciência com consciência*. Bertrand Brasil, Rio de Janeiro, 1999/b.

_____. *A cabeça bem feita: repensar a reforma, reformar o pensamento*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000.

_____. *Meus demônios*. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2000/b.

_____. *Saberes globais e saberes locais: o olhar transdisciplinar*. Garamond: Rio de Janeiro, 2000/c.

_____. *O Método 2- A vida da vida*. Porto Alegre: Sulina, 2001.

_____. *O Método 5- A humanidade da humanidade*. Porto Alegre: Sulina, 2002.

_____. *A religação dos saberes: o desafio do século XXI*. Porto Alegre: Sulina, 2002/b.

_____. *Em busca dos fundamentos perdidos: textos sobre o marxismo*. Porto Alegre: Sulina, 2002/c.

_____. *Educação e complexidade: os sete saberes e outros ensaios*. São Paulo: Cortez, 2002/d.

_____. *O Método 1- A natureza da natureza*. Porto Alegre: Sulina, 2002/e.
NERUDA, Pablo. Retirado do filme: *Ponto de Mutação*, Bernt Capra, 1991.

NICOLESCU, Basarab. *O manifesto da transdisciplinaridade*. São Paulo: Triom, 1999.

PESSIS-PASTERNAK, Guitta. *Do caos à inteligência artificial: quando os cientistas se interrogam*. São Paulo, Unesp, 1992.

Planos Geométricos (Fig 3). Disponível em: <http://www.if.ufrgs.br> . Acessado em: 15 abr. 2006.

Pseudo Esfera (Fig 2). Disponível em: <http://www.xtusenxet.usc.es>. Acessado em: 10 mar. 2006.

POINCARÉ, Henry. In: Karlson, Paul. *A magia dos números*. Porto Alegre: Globo, 1961.

RUELLE, David. *Acaso e caos*. São Paulo: Unesp, 1993.

SILVA, Fábio e SILVA, Régio Pierre. *Superfícies de Geometria Descritiva*. Porto Alegre, UFRGS, 1998.

SILVA, Juremir Machado e MORIN, Edgar. *As duas globalizações: complexidade e comunicação, uma pedagogia do presente*. Porto Alegre: Sulina / EdUPUCRS, 2001.

SOETHE, José Renato. In: Org LÔBO de Souza, Ielbo e FOLLMANN, José Ivo. *Transdisciplinaridade e universidade: uma proposta em construção*. Transdisciplinaridade e teoria da complexidade. São Leopoldo: Unisinos, 2003, 21- 28.

SOUZA, José Cavalcante e PESSANHA, José Américo Motta. *Os pré-socráticos: fragmentos, doxografia e comentários*. São Paulo: Nova cultural, 2000.

STEWART, Ian. *Será que Deus joga dados? A nova matemática do caos*. Rio de Janeiro, Jorge Zahar, 1991.

_____. *Os números da natureza: a realidade irreal da imaginação matemática*. Rio de Janeiro: Rocco, 1996.

Superfície Topológica (Fig 4). Disponível em: <http://www.fapesp.br/matemac>
Acessado em: 20 nov. 2005.

Superfície Topológica / Anel de Moebius (Fig 5). Disponível em:
<http://www.fapesp.br/matema>. Acessado em: 17 ago. 2005.

TELLES, Pedro C. da Silva. *História da engenharia no Brasil*. Rio de Janeiro: Livros Técnicos e Científicos, 1984.

VASCONCELLOS, Maria José Esteves. *Pensamento sistêmico: o novo paradigma da ciência*. Campinas: Papyrus, 2002.

1° PARTE - MORIN, Edgar. *Sociologia*: Lisboa :Europa-América, 1984, p. 53.

2° PARTE - FREIRE, Paulo. *Pedagogia da indignação: cartas pedagógicas e outros escritos*. São Paulo: Unesp, 2000, p. 42.

3° PARTE- Ernst Bloch, cit por ALBORNOZ, Suzana. *O enigma da Esperança*. RJ, Vozes,1999, p. 29.

4° PARTE- ALBORNOZ, Suzana. *O enigma da Esperança*. RJ, Vozes,1999, p. 33.

Encerramento - BLOCH, Ernst. *O princípio esperança*. RJ, EdUERJ / Contraponto, 2005, p.324.