UNIVERSIDADE FEDERAL DE UBERLÂNDIA
CENTRO DE CIÊNCIAS EXATAS E TECNOLOGIA
PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA ELÉTRICA

UM ALGORITMO GENÉTICO APLICADO À CORREÇÃO SINTÁTICA DO *CANTUS FIRMUS*.

WELLESLEY BARROS FERREIRA

SETEMBRO 2003

Universidade Federal de Uberlândia

Faculdade de Engenharia Elétrica

ver 1.4

Um algoritmo genético aplicado à correção sintática do *Cantus Firmus*.

Tese apresentada por Wellesley Barros à Universidade Federal de Uberlândia (UFU) como parte dos requisitos para obtenção do título de Doutor em Engenharia Elétrica.

Um algoritmo genético aplicado à correção sintática do *Cantus Firmus*.

Tese apresentada por Wellesley Barros à Universidade Federal de Uberlândia (UFU) como parte dos requisitos para obt ução do título de Doutor em Engenharia Elétrica.

Antônio Eduardo Costa Pereira,P.h.D Orientador	A: imar Soares Barbosa, DSc. Coordenador do Curso de Pós-Graduação

À Lígia Prado Koussathanas (1971-2003)
amiga muito amada, com saudade.

Agradecimentos

Aos meus pais. Aos funcionários e professores da Faculdade de Engenharia Elétrica da UFU pela ajuda recebida. Aos colegas do Laboratório de Inteligência Artificial pela paciência, amizade e companheirismo em especial ao Dr. Luciano Vieira Lima. Aos Amigos de sempre José Alves de Sousa e André Luiz da Silva.

RESUMO

Este trabalho tem como principal objetivo aplicar a teoria evolutiva ubaldiana conjugada com algoritmos genéticos, para composição de melodias conforme as regras do *Cantus Firmus* da teoria de contraponto.

Para tal cometimento usar-se-á a linguagem funcional *Clean* que implementará as regras de teoria musical e do *Cantus Firmus*, sob a tutela de um novo algoritmo intitulado Algoritmo Genético Ubaldiano - AGU.

ABSTRACT

This thesis have with goal apply ubaldian evolutive theory with genetic algorithm, to compose melodies under rules of *Cantus Firmus* from counterpoint theory.

For this one will use the funcional language *Clean* who will implement the musical theory and *Cantus Firmus* rules, by means of a new algorithm named Ubaldian Genetic Algorithm - UGA.

Conteúdo

Lista de Figuras

Parte I

O Algoritmo Ubaldiano

Capítulo 1

A Espiral nas Ciências

1.1 Introdução

A curva espiral é conhecida desde o princípio dos tempos, como se pode ver no capítulo 3 e especialmente no *talismã do mamute*,figura 10.22 na página 226, que é o registro histórico mais antigo que se tem notícia hoje no mundo. Mostrar-se-á que partindo-se desta fixação psico-sócio-antropológica-cultural é possível extrair um algoritmo que descreva o mecanismo evolutivo. Portanto, qualquer processo que evolua pode lançar mão deste mecanismo refinado por *Pietro Ubaldi [11]*. O capítulo 5 nos anexos faz uma longa exposição do pensamento *Ubaldiano*.

Em praticamente todas as culturas antigas a espiral era conhecida e vista como um símbolo místico-descritivo da criação do mundo material e espiritual, do comportamento dos seres vivos e do universo. A espiral é fundamental para a formação das idéias que serão usadas nos algoritmos propostos neste trabalho. As idéias discutidas neste capítulo, se parecem pouco convencionais nas ciências exatas, não o são em outras ciências como a antropologia cultural, história das religiões, das ciências psicologias etc e não são menos verdadeiras na ciência de computação, principalmente quanto esta se aproxima da descrição de fenômenos naturais, como os algoritmos genéticos, meméticos, teoria de fractais, teoria do caos, linguagem natural, estruturas recursivas etc.

A tese está dividida da seguinte forma:

Neste capítulo tem-se uma amostra do aparecimento da espiral em muitas ciências. O objetivo deste capítulo é mostrar que não é coicidência esta relação e que o fenômeno era conhecido desde a grécia antiga e desde lá vem periodicamente sendo estudado, mesmo que indiretamente, por vários cientistas das várias áreas do conhecimento.

No capítulo 2 apresenta-se a teoria de *Pietro Ubaldi* [11] e como ela se aplica à ciência de computação. Isto é feito através de um exemplo da teoria de linguagens formais e autómatos e programas em *Clean* e *Prolog*. O capítulo finaliza com a exposição da equação ubaldiana desenvolvida para esta tese.

No capítulo 3 apresenta-se um resumo da teoria de algoritmos genéticos, junto com fundamentos da teoria musical e *Cantus Firmus*(da teoria de contraponto). O capítulo se encerra com as regras para a formalização de um novo algoritmo genético intitulado *algoritmo genético ubaldiano - AGU* que nesta tese foi usado para composição musical de melodias de *Cantus Firmus*. É importante salientar que o algoritmo AGU é usado sob as vistas da teoria ubaldiana e foi aplicado, a título de exemplo, em música, portanto, não está o referido algoritmo vinculado a aplicações exclusivas na criação de melodias automáticas nem mesmo à música podendo ser usado na solução de problemas de outras áreas do conhecimento desde que tal problema possa ser resolvido por processos evolutivos, ou por outra como prefere Ubaldi [11], sofra transformismo fenomênico.

No capítulo 4, levando a diante o exemplo proposto, estabelece-se um ecossistema pelo qual um AGU possa atuar. A criação de um ecosistema é um dos melhoramentos do AG tradicional proposto neste trabalho. Outro melhoramento é a criação do morfologismo. O ecosistema e o morfologismo são implementados em *Clean*. O ecosistema para o exemplo proposto nada mais é que as regras do *Cantus Firmus* e da teoria intervalar musical.

No capítulo 5 implementou-se em *Clean* algumas ferramentas AGU para

criação de melodias *Cantus Firmus*.

No capítulo 6 estão dois programas em *Clean* que têm a finalidade de mostrar como o ecosistema funciona com uma melodia dada pelo usuário. Este é um subproduto interessante já que ele trabalha como um programa de apoio para os estudantes de música que poderão testar a correção de suas melodias. O capítulo também possui uma explicação de como utilizar os programas, de como foram criados e faz as conclusões finais.

Os capítulos 6,7 e 8 fazem um aprofundamento teórico dos capítulos anterior para os interessados na gênese das idéias apresentadas nesta tese.

1.1.1 A contribuição

A contribuição levada a efeito por este trabalho são:

- O estabelecimento da equação ubaldiana que descreve um comportamento espiral (e não linear) para processos computacionais evolutivos.
- Insere dois novos conceitos na teoria de algoritmos genéticos: *Ecosistema* e *Morfologismo*.
- Produção de um exemplo em *Clean* aplicado na produção de melodias *Cantus Firmus* automáticas. Como resultado o programa auxilia a aprendizagem dos alunos de contraponto dos cursos de música.

Passa-se à descrição pura e simples da forma espiral nas ciências contemporâneas a título de ilustração de seu alcançe. [1] *A la Opera.*

1.2 Biologia

O número de volutas espirais do córtex cerebral é maior no homem do que em outras criaturas, já que uma grande área de superfície é necessária para elevados processos mentais. Figuras 1.1 e 1.2.

O coração humano, possui os músculos e suas fibras em formas espirais que contraem para expulsar o sangue de suas cavidades. Figura 1.4.

[1] apesar de haver controvérsias se a psiquiatria e a psicologia seriam ciência! Não nos interessa aqui discusão desta natureza já que nas ciências ou fora dela a espiral aparece e é indiscutível na natureza, em órgãos e organismos.

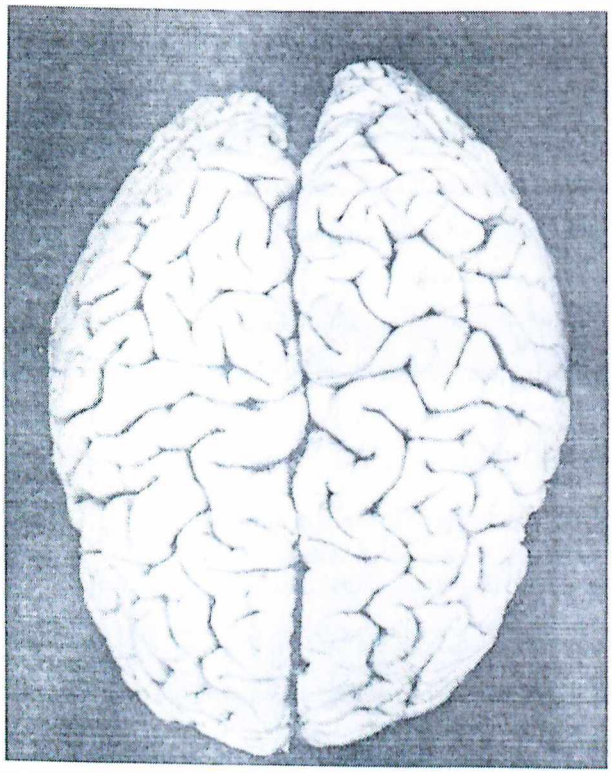


Figura 1.1: Vista superior do cérebro humano [6]

Figura 1.2: Seção transversal do cérebro humano, Scientific American, Janeiro 1961 [6]

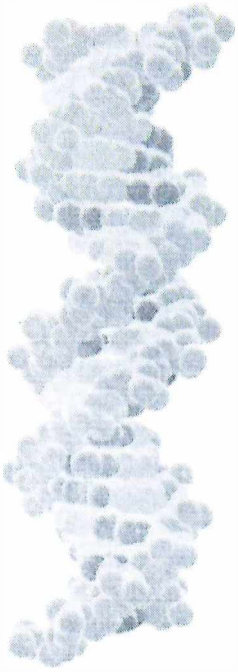


Figura 1.3: DNA [12]

Figura 1.4: Músculo Cardíaco, Scientific American, Maio 1967 [6]

É sabido que o DNA é responsavel não só pelos caracteres herdados que de nossos antepassados, como também pelas modificações (mutuações) que levaram, por exemplo, a massa encefálica dos meros 300g para em média 1500g. Figura 1.3.

1.3 Geologia

Figura 1.5: Piscina em rotação, Theodor Schvenk em *Sensitive Chaos*, Rudolf Steiner Press, Londres 1971 [6]

Os movimentos de ascenção e descida na natureza podem ser vistos nas figuras 1.5 e 1.6. Esta geometria espiral de *Wilcrick Hill* em *Monmouthshire*, Inglaterra, mostram espirais no sentido horário.

A espiral de evolução de acordo com *Oliver Reiser*. Figura 1.7.

1.4 Matemática

1.4.1 Arquimedes

A espiral de Arquimedes [19] é a curva que descreve um ponto que se move, com velocidade constante, sobre uma reta que, por sua vez, gira com velocidade constante.

A equação genérica da espiral de Arquimedes em coordenadas polares é: $r = a\theta$. Figura 1.8.

A espiral mais simples podemos encontrar ao olhar uma corda enrolada sobre si mesma. É muito fácil reconhecê-la: A abertura de suas espiras é sempre a mesma. Por isso se a conhece com o nome de espiral uniforme. Figura 1.9.

A natureza não é muito pródiga na hora de mostrar este tipo de espiral, ainda que se possa reconhecer nesta serpente enrolada a trompa de uma mariposa. Não é de se estranhar que sua língua se chame *espiritrompa*.

Arquimedes foi um notável físico e matemático grego o primero que, fascinado pela beleza da espiral, realizou um estudo profundo sobre as propriedades

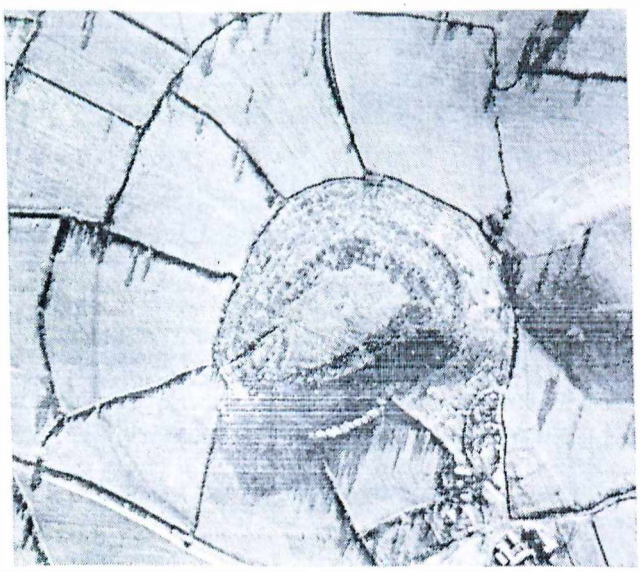


Figura 1.6: Piscina em rotação, Theodor Schvenk em *Sensitive Chaos*, Rudolf Steiner Press, Londres 1971 [6]

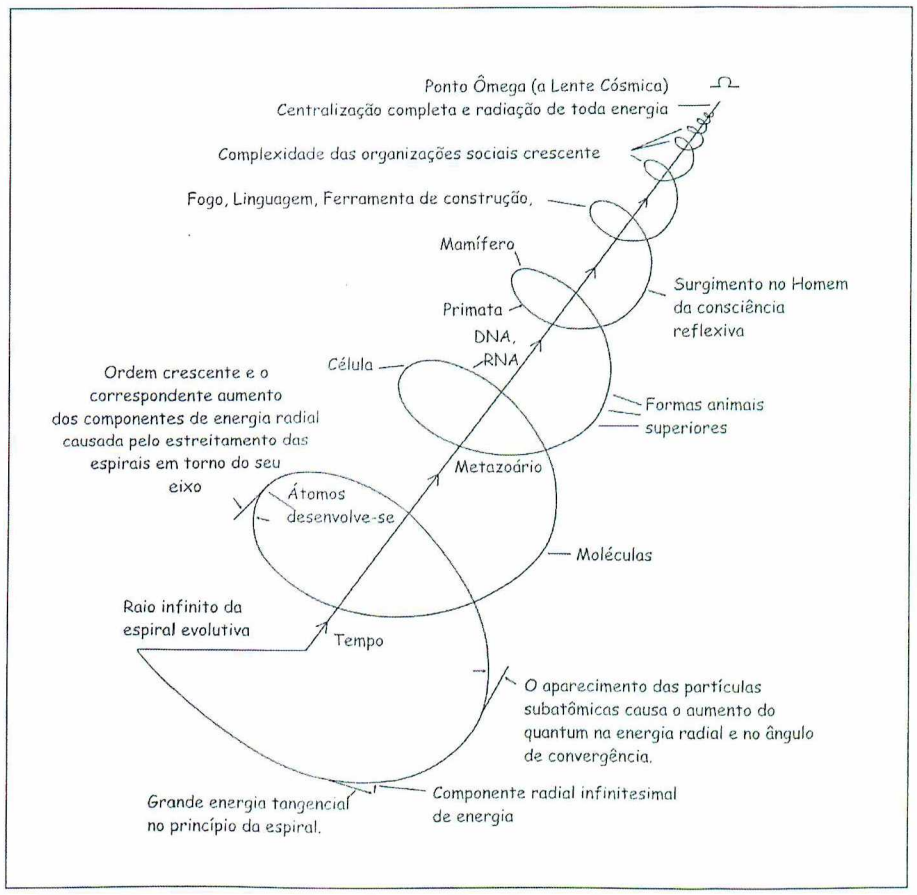


Figura 1.7: Espiral de evolução [6]

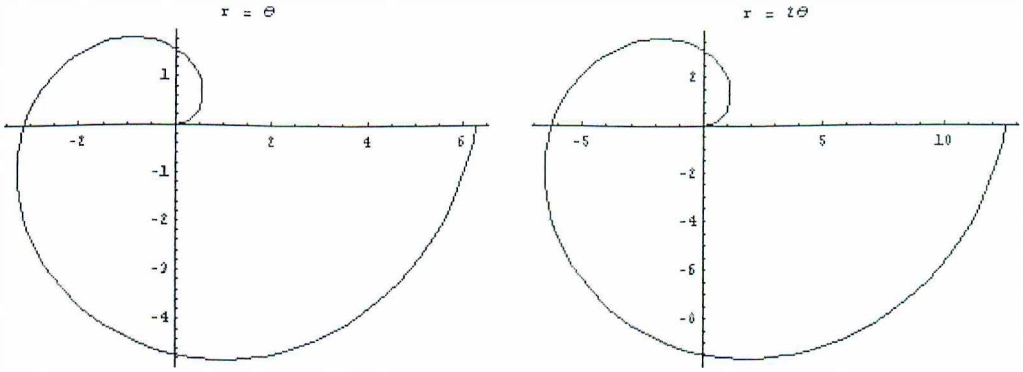


Figura 1.8: Espiral de Arquimedes-1 [19]

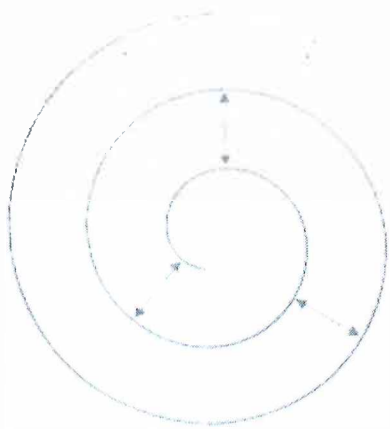


Figura 1.9: Quando a distância entre as volutas é constante [19]

Figura 1.10: Arquimedes [19]

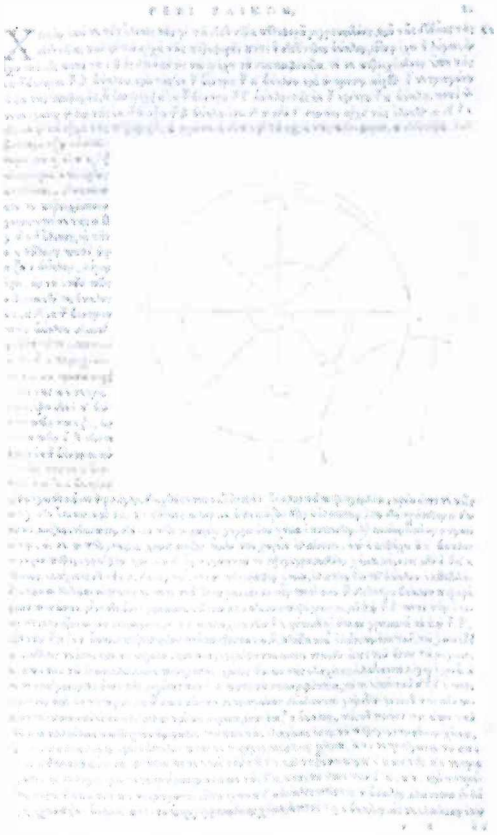


Figura 1.11: livro: "Sobre as espirais" de Arquimedes [19]

matemáticas desta curva no século III antes de Cristo em um estudo intitulado *Sobre as espirais* [19]. Figuras 1.10 e 1.11.

Matematicamente a espiral de Arquimedes se define como o lugar geométrico de um ponto do plano que partindo do extremo de uma semireta se move uniformemente sobre ela, enquanto a semireta gira também uniformemente sobre um de seus extremos.

Nas palavras do próprio Arquimedes:

"Imaginemos uma linha que gira com velocidade constante ao derredor de um extremo, mantendo-se sempre no mesmo plano, e com um ponto que se move ao largo da linha com velocidade linear constante: esse ponto descreverá uma espiral" [19].

Ou seja, é uma curva mecânica. Para defini-la necessitamos recorrer ao movimento. É de fato a primera curva mecânica da história.

Sua equação em coordenadas polares é:$r = a\theta$ onde r é a distância da origem, a é uma constante e θ é o ângulo percorrido.

Arquimedes foi o autor das famosas frases: "Eureka!" e "Dá-me um ponto de apoio e moverei o mundo!". Seu famoso princípio sobre os corpos submersos em líquido é nosso velho conhecido: "Todo corpo submerso em fluido experimenta um empuxo para cima igual ao peso do fluido deslocado" [19].

A história de sua morte nas mãos de um soldado romano na queda de sua cidade natal, *Siracusa*, pela frota de *Marcelo* e a frase que calmamente dirigiu ao soldado romano antes de ser atravessado por sua espada enquanto desenhava na areia quem sabe uma de suas espirais: "não moleste meus círculos..." [19] passaram para a história.Figura 1.12.

Arquimedes se interessou pela espiral ao tentar resolver um problema clássico: a trisecção de um ângulo, utilizando somente régua e compasso. Ainda que hoje se saiba que é um problema insolúvel utilizando somente régua e compasso, Arquimedes, encontrou uma forma de dividir um ângulo em três partes iguais utilizando a espiral uniforme. Figura 1.13.

Basta fazer coincidir o vértice do ângulo com a origem da espiral, dividir o segmento que vai desde a origem ao ponto de corte da espiral com o segundo lado do ângulo em três partes iguais e traçar por esses pontos arcos de circunferência até que cortem a espiral.

Figura 1.12: A morte de Arquimedes [19]

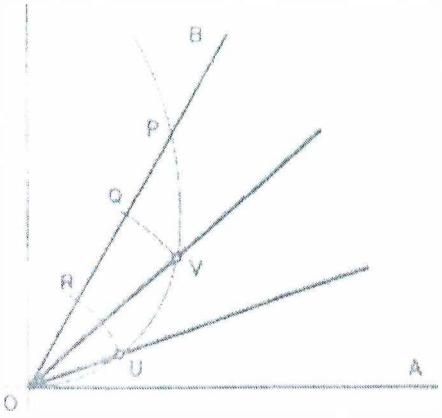


Figura 1.13: trisecção de um ângulo [19]

Se unir-se a origen com esses pontos de corte ter-se-á os três ângulos que dividem o original em três partes iguais. Desafortunadamente para a matemática a espiral uniforme não se pode desenhar com régua e compasso.

Menos conhecidos, no entanto mais surpreendentes para os matemáticos, são seus resultados sobre a espiral uniforme, grafados em seu livro "Sobre as espirais" [19], nele há 28 proposições variadas relativas às áreas das espirais. Figura 1.11:

"A área varrida pelo raio da espiral em sua primera revolução é a terça parte da área do círculo cujo raio é o raio final desta revolução..."

"A área varrida pelo raio na segunda volta é 6 vezes a área da primera volta".

"A área varrida na segunda revolução está na razão de 7/12 com o círculo cujo raio é a posição final do raio vetor".

Arquimedes vai muito além e demostra que as áreas dos sucessivos anéis são dados pela fórmula:

$R_{n+1} = \frac{n}{n-1} R_n$

onde Rn é a área varrida na volta n. Um ponto qualquer sobre a espiral poderá ser descrito como :

$$r : \begin{pmatrix} \cos t & -\sin t \\ \sin t & \cos t \end{pmatrix} \begin{pmatrix} t \\ 0 \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} t\cos t \\ t\sin t \end{pmatrix}$$

Veja figura 1.14.

A espiral de Arquimedes possui conexões com vários tópicos. Por exemplo, a parte da espiral correspondente a $0 < t < 2\pi$ nos dá o conjunto dos números complexos que têm módulo e argumento iguais. Mas isto é uma visão moderna, e de pouca importância quando comparada às descobertas sobre a espiral feitas pelo próprio Arquimedes. Ele deu um método para traçar tangentes à espiral que assim se tornou a primeira curva depois da circunferência a ter suas tangentes conhecidas.

1.4.2 Sistemas de Controle

A figura 1.15 mostra os diagramas de *Nyquist*(ou diagramas polares) de $2.65e^{\frac{-0.8j\omega}{(1+j\omega)}}$ e de $\frac{2.65}{(1+j\omega)}$ [17]. O sistema de primeira ordem sem retardo de transporte é estável para todos os valores de K, mas o que contém um retardo de transporte de $0.8s$ se torna instável para $K > 2.65$.

1.5 Física

A figura 1.16 mostra um anel de vórtice comum em muitos outros fenômenos da natureza. O líquido colorido mostra o fluxo vorticoso sobre o eixo de derramento.

Nossa própria galáxia possui forma espiral. Esta é uma constante no universo já que os movimentos giratórios nas nebulosas são necessários para o adensamento da matéria e subseqüente formação de sóis e planetas. Figura 1.17.

1.5.1 Decaimento Beta

O traço deixado por um elétron energético movendo-se em espiral numa câmara de bolhas de hidrogênio liquido de 10 polegadas é espiral [18]. (Cortesia do Lawrence Radiation Laboratory). Figura 1.18. Esta figura aparece na coleção preparada para proporcionar uma fácil observação estereoscópica. tendo sido publicada com dados explicativos sob o titulo *Introduction to the Detection*

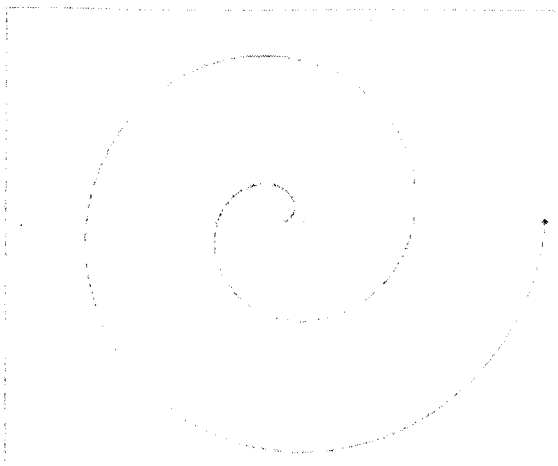


Figura 1.14: Espiral em seno cosseno [19]

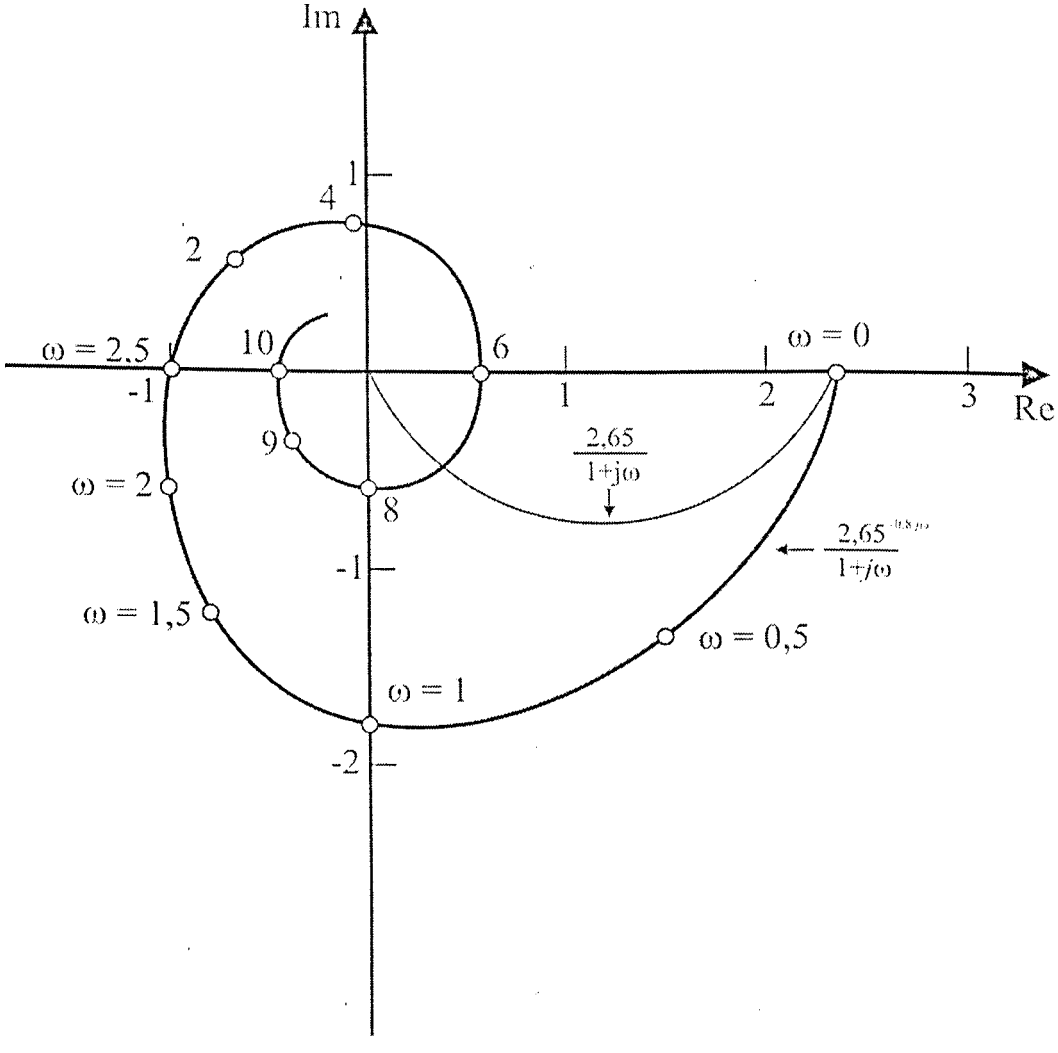


Figura 1.15: Nyquist [17]

of Nuclear Particles in a Bubble Chamber, The Earling Press, Cambridge 40, Massachusetts (1964). Quando observado estereoscopicamente o elétron é visto em movimento ao longo de uma espiral e deslocando-se para o leitor. Assim, o seu vetor velocidade, em qualquer ponto, não está situado no plano da figura, mas inclinado em relação a ele: o movimento é, então tridimensional, em vez de bidimensional.

1.5.2 Eduard Norton Lorenz

No departamento de Meteorologia do Boston Tech, atualmente conhecido como MIT (Instituto de Tecnologia de Massachusetts) em 1955, um cientista de cerca de 38 anos, chamado *Eduard Norton Lorenz*, preenche a vaga deixada por *Thomas Malone* no corpo docente deste departamento. Lorenz herda, desta forma, a direção de um projeto de pesquisa cujo estudo se concentrava na previsão estatística do tempo. Herda também a possibilidade de participar daquilo que seria o início de "uma nova ciência".

A previsão estatística do tempo é muito parecida com a previsão sinóptica, que se caracteriza por se basear mais em observações do passado do que em princípios físicos. Tal forma de previsão era do tipo linear, ou seja, a temperatura de um local poderia ser prevista e calculada como sendo uma constante "a",

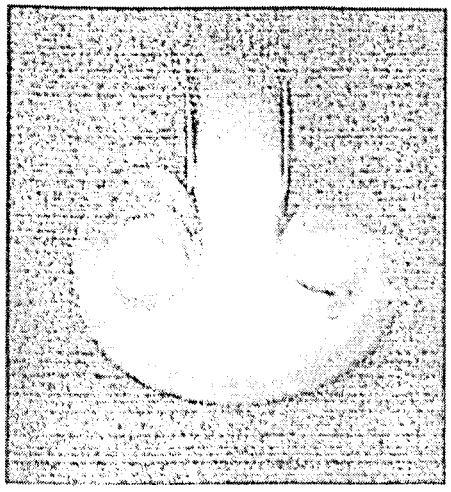


Figura 1.16: Espiral do derramento de um líquido colorido em água [6].

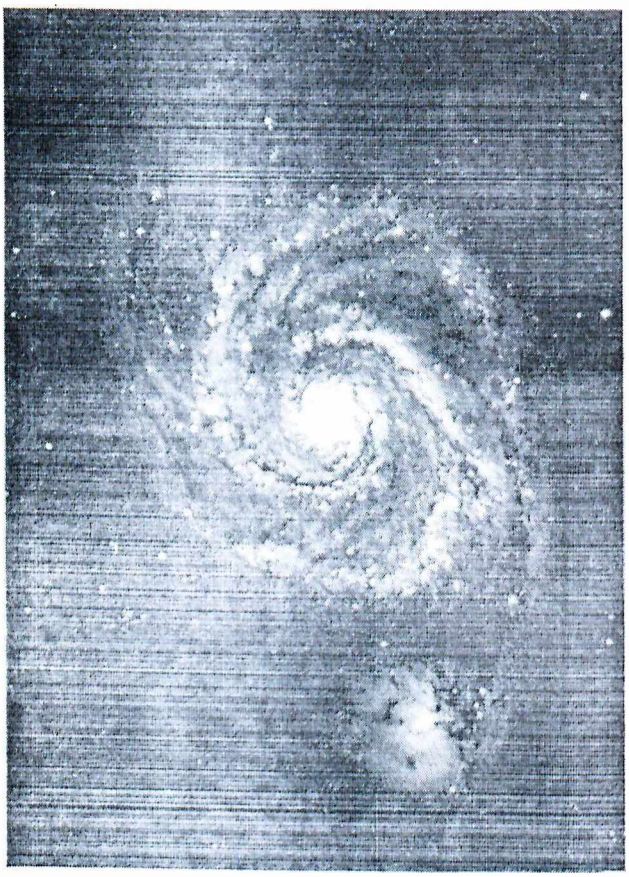


Figura 1.17: Nebulosa em *Canes venatici* [6]

Figura 1.18: Decaimento Beta [18]

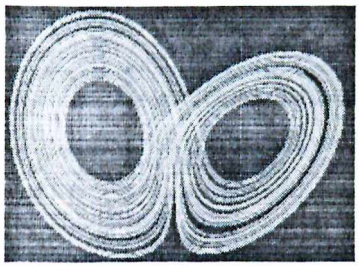


Figura 1.19: A borboleta de Lorenz [20]

somada com uma constante "b" mais uma outra constante "c" multiplicada pela temperatura de hoje em um outro local. O trabalho do meteorologista se limitava a determinar os valores destas constantes a, b, c e os preditores – elementos climáticos que multiplicam as constantes.

Lorenz não estava muito satisfeito com os resultados de previsões sinópticas e numéricas obtidos com equações de caráter linear. Então, num encontro em Wisconsin, 1956, propõe previsões a partir de sistemas de equações não lineares. Isto era bem razoável pelo fato de que a linearidade perfeita fazia com que cada variável sempre assumisse os mesmos valores apresentados no ciclo anterior. Lorenz foi levado a concluir que as equações deveriam apresentar soluções não periódicas. Poder-se-ia fazer uso de um computador para resolver tais equações e chegar a uma previsão mais correta.

Aconselhado por um colega de departamento, Robert White, Lorenz começou a efetivamente usar um computador. Utilizando um Royal McBee LGP-30, Lorenz criou um modelo de previsão que apresentava um conjunto de apenas 14 variáveis, que foram mais tarde reduzidas até 12 variáveis. Tal modelo tinha como objetivo reproduzir o movimento das correntes de ar na atmosfera. O baixo poder computacional que seu primitivo computador apresentava forçava o cientista a poupar recursos, arredondando casas decimais, suprimindo as vírgulas dos números etc. Ainda assim era possível traçar gráficos que representavam as condições meteorológicas desta atmosfera artificial. Dias ou meses de condições climáticas podiam ser simulados em poucos instantes.

Aproximava-se o final da década de 1950. Certo dia, Lorenz decidiu repetir alguns cálculos em seu modelo. Para isto parou sua simulação computacional, anotou uma linha de números que havia sido apresentada tempos antes e digitou-a, fazendo com que o programa rodasse novamente. Foi tomar um café. Voltando instantes depois, para sua surpresa, notou que os novos números da simulação nada pareciam com os impressos anteriormente. Inicialmente eram iguais, depois de algum tempo começavam a diferir na última casa decimal, então na penúltima, na antepenúltima e assim por diante. Fisicamente este resultado poderia ser interpretado como sendo as condições climáticas que, primeiramente, comportavam-se de forma semelhante à simulação anterior, dias após surgiam pequenas diferenças, depois diferenças cada vez maiores até que,

semanas depois, as características climáticas eram totalmente diferentes das características da simulação anterior.

Por que isto ocorreu? A conclusão do cientista foi de que os números digitados não eram exatamente os mesmos; estavam arredondados! Esta pequena diferença, embora irrisória no início, foi de maneira tão incisiva se avolumando até que mudasse totalmente o resultado final. A isto denominamos caos.

Em 1971, o físico matemático francês David Ruelle apresentou na Califórnia uma palestra intitulada "Os atratores estranhos como uma explicação matemática da turbulência" [20]. O termo "atrator estranho" foi citado pela primeira vez no artigo conjunto de Ruelle e Floris Takens: "Sobre a natureza da turbulência", que originou a palestra supra citada. Este artigo influenciou enormemente a recém criada teoria do caos.

Atrator é apenas uma representação gráfica de estados de um sistema. Mesmo sem jamais ter ouvido falar sobre atratores, Lorenz já havia visto um; seu atrator assemelhava-se a uma borboleta, como na figura 1.19.

Embora a palestra de Ruelle tenha chamado a atenção dos estudiosos do caos para uma forma de representação gráfica bastante interessante, nenhuma influência seria de tal monta como a que causou um instigante artigo elaborado por Lorenz. Intitulado "Previsibilidade: o bater de asas de uma borboleta no Brasil desencadeia um tornado no Texas?" [20], o artigo foi apresentado em 1972 em um encontro em Washington. Lorenz não responde à pergunta mas argumenta que [20]:

- se um simples bater de asas de uma borboleta pode ocasionar um tornado, então todos os bateres anteriores e posteriores de suas asas, e ainda mais, as atividades de outras inúmeras criaturas também o poderão;

- se um simples bater de asas de uma borboleta pode ocasionar um tornado que, de outra forma, não teria acontecido, igualmente pode evitar um tornado que poderia ser formado sem sua influência.

- O que Lorenz queria dizer é que insignificantes fatores podem amplificar-se temporalmente de forma a mudar radicalmente um estado. Assim, a previsão do tempo a longo prazo continua a ser algo inalcançável, pelo fato de que as observações são deficientes e os arredondamentos que se utiliza,

inevitáveis.

CONCLUINDO:

O estranho atrator dos transformismos fenomênicos é a espiral de Ubaldi.

1.6 Computação

1.6.1 Engenharia de Software

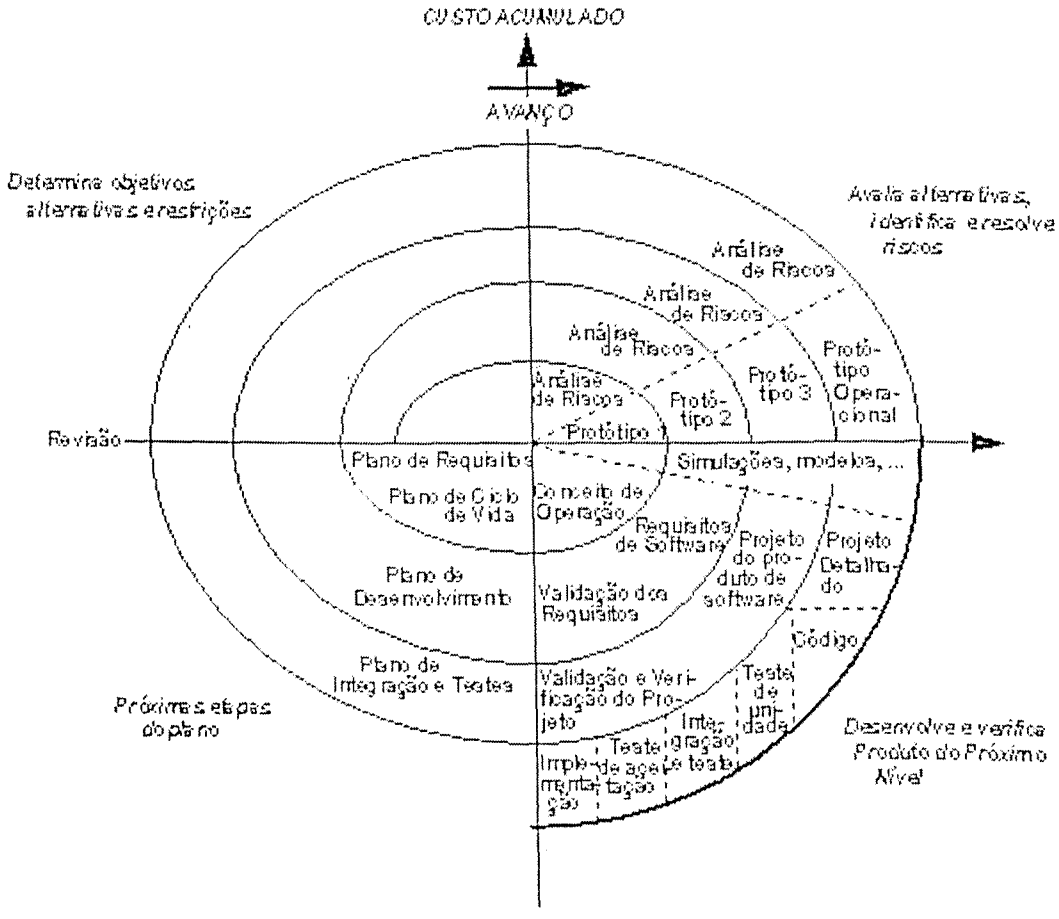


Figura 1.20: O modelo espiral em Engenharia de Software [16]

Uma característica importante deste modelo é o fato de que cada ciclo é encerrado por uma atividade de revisão, onde todos os produtos do ciclo são avaliados, incluindo o plano para o próximo passo (ou ciclo). Numa aplicação

típica do modelo, pode-se imaginar a realização de um ciclo zero, onde se avalie a realizabilidade do projeto, o resultado devendo ser a conclusão de que será possível implementar ou não o projeto de desenvolvimento. As alternativas consideradas neste caso são de muito alto nível, como por exemplo, se a organização deve desenvolver o sistema ela própria ou se deve contratar o desenvolvimento junto a uma empresa especializada. O modelo se adequa principalmente a sistemas que representem um alto risco de investimento para o cliente. Figura 1.20.

1.7 Psicologia

1.7.1 Carl Gustav Jung

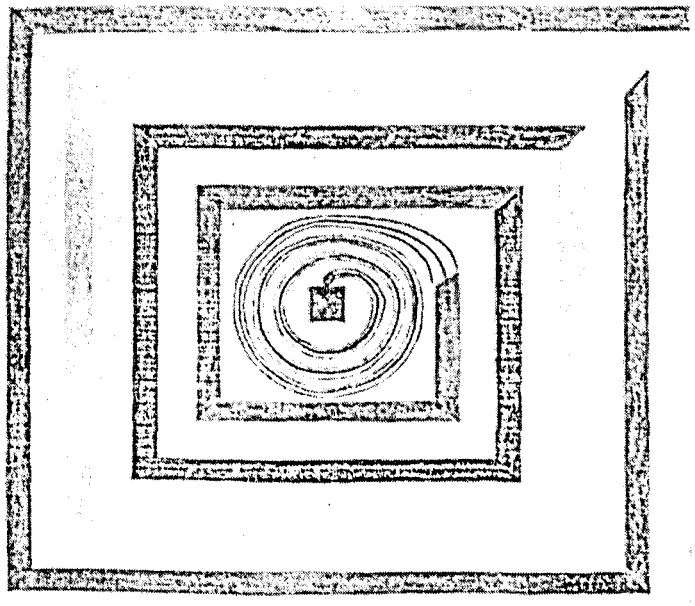


Figura 1.21: Mandala da pacientes femininas de C.G.Jung, do *Archetypes and the Collective Unconscious*, Routledge, Londres, 1969 [13]

As mandalas européias feitas pelas pacientes femininas de Jung durante um curso de individualização, figuras 1.21 e 1.22 mostram num inspeção minuciosa "ser cíclica ou espiral... nós podemos perceber que o inconsciente se move espiralmente à volta do centro que gradualmente se torna mais e mais apertado,

enquanto que as características do centro crescem mais e mais distinto" [13]. O centro mostra o quádruplo aspecto da totalidade. Na figura 1.22, o centro é o ovo, e assim como o furo no centro do marfim paleolítico (figura 10.22), engloba a totalidade.

Segundo C.G.jung em "O homem e seus símbolos" [13] a associação da espiral com o inconsciente é perceptível como ele mesmo relata:"...Sua associação com o herói grego Perseu era curiosa e revelou-se particularmente significativa por sua gritante inexatidão. Confundiu Perseu com o herói que matou o Minotauro e salvou Ariadne do labirinto. Quando lhe pedi que escrevesse o nome deste herói, descobriu seu engano — fora Teseu e não Perseu quem matara o Minotauro. Este equívoco tornou-se repentinamente muito significativo, como ocorre com freqüência nestes lapsos, quando lhe fiz notar o que tinham em comum os dois heróis: Ambos precisavam superar o medo que lhes inspiravam as forças maternais e demoníacas do inconsciente e liberar destas forças uma única figura de mulher jovem.

Perseu teve de cortar a repulsiva cabeça da Medusa, cujo horrível semblante

Figura 1.22: Mandala da pacientes femininas de C.G.Jung, do *Archetypes and the Collective Unconscious*, Routledge, Londres, 1969 [13]

e cabeleira de serpentes transformavam em pedra todos os que a olhassem fixo. Mais tarde precisou vencer o dragão que guardava Andrômeda. Teseu representava o jovem espírito patriarcal de Atenas, precisando arrostar os horrores do labirinto e o seu monstruoso habitante, o Minotauro, símbolos talvez da doentia decadência de uma Creta matriarcal. (Em todas as culturas o labirinto significa uma representação confusa e intrincada do universo da consciência matriarcal; este universo só pode ser transposto por aqueles que estão prontos para fazer uma iniciação especial ao misterioso mundo do inconsciente coletivo.) Tendo vencido este obstáculo Teseu salva Ariadne — uma donzela em perigo.

Este salvamento simboliza a liberação da *anima* dos aspectos "devoradores" da imagem materna. Só quando alcança esta libertação é que um homem torna-se realmente capaz de se relacionar bem com uma mulher. O fato de este paciente não ter conseguido separar adequadamente a sua *anima* da imagem da mãe foi acentuado em outro sonho, no qual encontrou um dragão imagem simbólica do aspecto "devorador" do seu apego à mãe. Este dragão o perseguiu, e como estava desarmado nosso sonhador começou a levar a pior na luta. Sua mulher, no entanto — e este é um fato bastante significativo — apareceu no sonho e a sua presença, de uma certa forma, fez diminuir o tamanho do dragão, tornando-o menos ameaçador. Esta mudança no sonho mostra que no casamento o sonhador começava a superar, embora tardiamente, a fixação materna. Em outras palavras, precisava encontrar um meio de libertar a energia psíquica ligada à relação mãe-filho, de maneira a alcançar um relacionamento mais adulto com as mulheres — e mesmo com a sociedade em geral. A batalha herói-dragão foi uma expressão simbólica deste processo de "crescimento".

Mas a tarefa do herói tem um objetivo que vai além do ajustamento biológico e conjugal: liberar a *anima* como o componente íntimo da psique, necessário a qualquer realização criadora verdadeira. No caso deste paciente temos de supor a probabilidade deste resultado final, já que isto não foi diretamente mencionado no sonho da viagem à Índia. Mas estou certo de que ele confirmaria a minha hipótese de que a subida à colina e a vista da cidadezinha portuária como objetivo da sua caminhada encerravam a promessa fecunda de que iria descobrir a autêntica função da sua *anima*. Ficaria, assim, curado daquele primeiro ressentimento que lhe provocara a falta de proteção (o chapéu impermeável)

da mulher na sua excursão à Índia (nos sonhos, cidades que surgem em certos momentos significativos podem, muitas vezes, ser símbolos da *(anima)*" [13].

Os aspectos do inconciente são espirais recorrentes que obedecem aos princípios do transformismo fenomênico já que as sucessivas revivências de sonhos ou traumas podem levar o paciente a acúmulos de material que se não eliminado produz transtornos psíquicos de variadas ordens. Por outro lado, um tratamento adequado que é por sua própria natureza, também espiralóide e repetitivo tende à identificação e solução do problema.

Capítulo 2

Algoritmo Ubaldiano

2.1 A Teoria Ubaldiana

Segundo *Ubaldi* [11], qualquer sistema evolutivo tem o formato de uma espiral e as várias fases que ele percorre caracteriza o que ele intitulou *transformismo fenomênico*. O *Transformismo Fenomênico* pode ser representado tanto por evolução quanto involução. Observe as características do diagrama 2.1. Começa-se a observação do fenômeno no estado $-y$ (trecho $A \rightarrow B$) e segue-se em sua ascensão através dos estados $-x$(trecho $B \rightarrow C$) e γ(trecho $C \rightarrow D$). No ponto C, o período fenomênico, depois de haver tocado um vértice, torna a descer, volta-se sobre si mesmo e, tornando a fechar-se, percorre em sentido contrário as últimas duas fases do período progressivo. Trecho $D \rightarrow E$.

O primeiro período fenomênico, que representa a criação, fica assim completo em seus dois momentos de ida e volta, evolutivo e involutivo, dados pelos percursos: $-y \rightarrow -x \rightarrow \gamma$ e $\gamma \rightarrow -x$. Uma vez finalizada a fase $-x$, o período esgota-se e, para continuar, novamente se inverte, retomando o movimento ascencional. Mas este, agora, não parte mais de $-y$ e sim de um grau mais alto, $-x$; percorre outras três fases ascendentes que, desta vez, são: $-x, \gamma, \beta$; toca o vértice, para descer de β para γ onde se inicia um terceiro período de novo retificando seu caminho. Assim foi percorrido o trecho $-x \rightarrow \gamma \rightarrow \beta \rightarrow \gamma$.

O fenômeno continua a desenvolver-se, obedecendo a uma lei de progressão constante. O diagrama da figura 2.1 exprime o fenômeno não apenas em sua

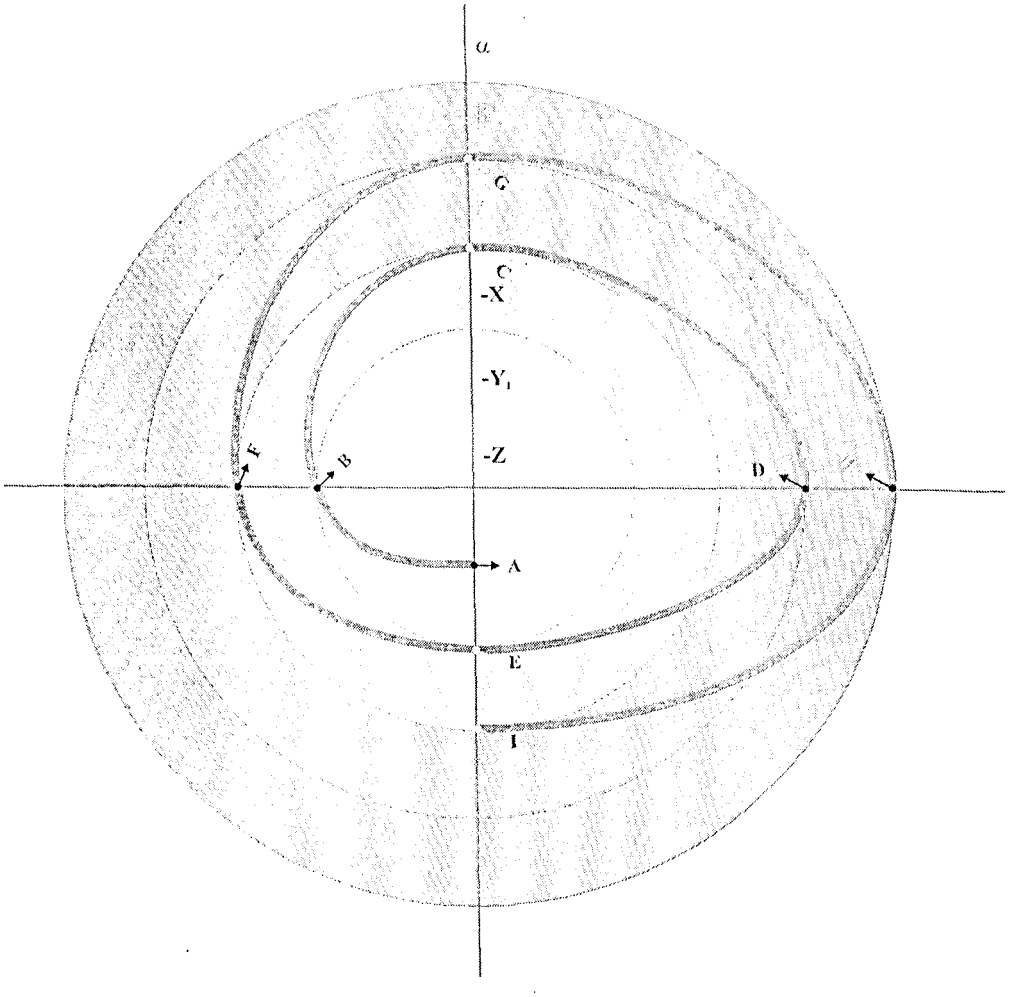


Figura 2.1: Desenvolvimento da trajetória dos movimentos fenomênicos na evolução dos Cosmos [11]

síntese linear, mas também em sua síntese por superfície, que se torna ainda mais evidente. Os três anéis $-y$, $-x$ e γ, representam, no sentido espacial, a amplitude das três fases. Esta produz, como resultado máximo, a fase γ, isto é, segundo Ubaldi [11] "...a matéria, do mundo físico; o resultado final do percurso de cada período, é a cobertura de uma fase circular maior, que servirá, depois, de base a novos impulsos para ocupações de áreas maiores".

A lei de desenvolvimento da trajetória típica dos movimentos fenomênicos está expressa por esta espiral, sujeita a um ritmo de pulsações que se invertem

continuamente, abrem-se e fecham-se, desenrolam-se e enrolam-se. É como uma respiração íntima. É o resultado final desse contínuo voltar sobre si mesmo. É uma progressão constante. Esse é o produto último desse profundo trabalho íntimo de todo o sistema. Assim, em sua simplicidade aparente, a progressão constante da evolução é o resultado de uma elaboração complexa e profunda. Dessa forma, são sucessivamente cobertas as diferentes fases:"...a cada criação, surge o universo físico, depois o dinâmico, depois o psíquico, e assim por diante; o produto último de cada criação permanece, soma-se aos precedentes, totaliza-se numa cobertura cada vez maior de superfície, produzida pelos anéis concêntricos, todo o sistema lentamente se dilata", segundo Ubaldi [11]. Eis que se chega a uma síntese mais ampla do fenômeno, a síntese cíclica, expressa por uma espiral que se desenvolve em progressão constante. A expansão do sistema não é constituída apenas por seu dilatar-se em superfície, mas também pela linha ao longo da qual ocorre essa dilatação. Pode-se, assim, nesta espiral, estabelecer uma linha maior do fenômeno, na qual se desprezem os pormenores dos retornos, tendo-se em conta apenas a progressão final. Eis uma expressão mais alta da Lei. Assim traçamos a espiral, que se disse ser a trajetória típica dos movimentos fenomênicos. Simplesmente afastando o olhar da figura 2.1, vê-se essa linha maior mais visível, com a superposição dos três percursos de que ela é formada. Porque cada fase, segundo Ubaldi [11], para ser definitivamente superada e estavelmente fixada no sistema, tem de ser constituída de três trechos percorridos em direção progressiva de evolução: o primeiro como produto máximo do ciclo ($C \rightarrow D$), o segundo como ponto médio ($B \rightarrow C$), o terceiro como produto mínimo ($A \rightarrow B$), ou seja, ponto-de-partida ou fase inicial do processo evolutivo. Como se vê, o sistema é trino tanto em seu conceito, como em seu desenvolvimento. Tomando como linha única do fenômeno essa espiral maior, sua expressão mais sintética, vê-se que o resultado final de seu desenrolar é o percurso do eixo vertical que indica a evolução; que o eixo y é apenas a trajetória que resume todo o movimento complexo, do qual resulta o abrir-se da espiral. Ver-se-á que essa trajetória – síntese ainda maior, que resume todas as precedentes, produzida pela continuação de tantos trechos contíguos que representam as sucessivas fases de evolução – é também uma espiral, expressão de um fenômeno ainda mais amplo, sem jamais atingir

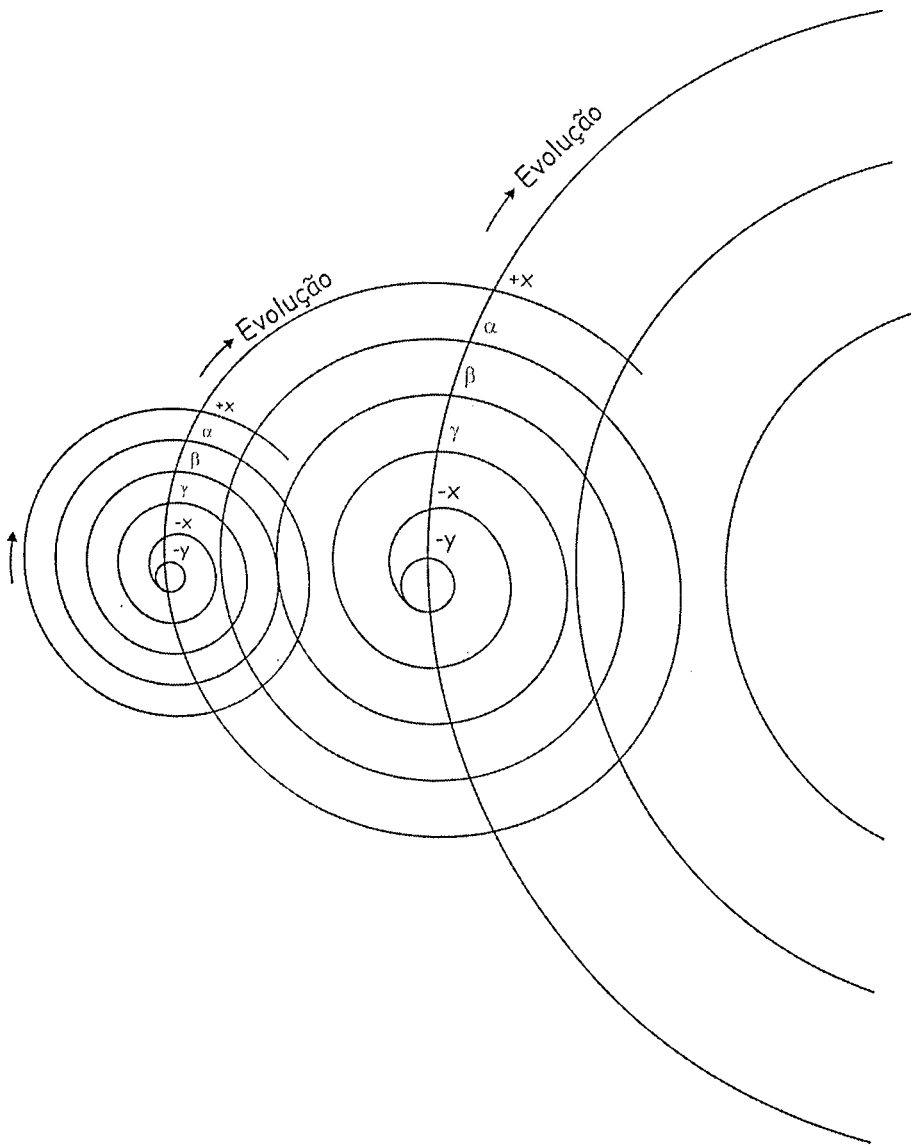


Figura 2.2: Transformismos Fenomênicos entrelaçados [11]

o fim. Assim, segundo Ubaldi [11], constrói-se outro diagrama, que fornecerá a expressão máxima possível por síntese cíclica, da fenomenologia universal. Aí então, ter-se-á observado o universo em seu aspecto mecânico. Figura 2.2.

2.1.1 Estudo da trajetória típica dos movimentos fenomênicos

É indispensável, todavia, em primeiro lugar, aprofundar ainda mais o estudo e passar da simples exposição descritiva dos movimentos fenomênicos, ao campo dos íntimos porquês. Na opinião do professor Ubaldi cada fase, antes de estabilizar-se em definitiva assimilação ao sistema, é percorrida em três trechos, progredindo, e depois por dois trechos, regredindo; isto significa ser vivida cinco vezes, em direções opostas. A razão desse retorno cíclico de duas fases involutivas sobre três evolutivas, é:"...exigida pelo fato de que o voltar a existir, três vezes repetidas, no nível de cada fase, é a primeira condição para a sua assimilação profunda no ser que em si mesmo a fixa. Trata-se de uma vida tríplice, em três posições diferentes, que o ser tem de viver em cada degrau, a fim de poder dominá-lo definitivamente. Nas duas fases de regresso, o passado volta, o ser resume, relembra e revive" [11]. Assim, o que é novo fundamenta-se em bases novamente consolidadas. O conceito fundamental que existe na idéia de trindade é um princípio de ordem e de equilíbrio. Outro significado dessa descida: ela representa a desintegração do velho material de construção, para nova construção, germe de potencialidade maior, porque só esse núcleo mais poderoso pode alcançar culminâncias mais altas, exatamente como se faria caso se quisesse, em lugar de velha casa de dois pavimentos, construir outra de seis. Só através desse processo de íntima destruição e reconstrução, o fenômeno elabora-se e amadurece; só através desse retorno sobre si mesmo, dessa compressão pelo vórtice, dessa fase de concentração, o impulso é fecundado para ascensões maiores. Esse refazer-se desde o início, voltando sobre o próprio caminho, é um concentrar-se do fenômeno sobre si mesmo, a fim de explodir com maior força. Para avançar, primeiro é preciso retroceder, demolir o que está velho, depois reconstruir, sempre partindo do princípio, colocando em alicerces mais sólidos as bases de um organismo novo de maior potencialidade e destinado a um maior desenvolvimento. Pois na lei tudo avança por continuidade, *"natura non facit*

saltus", e cada progresso tem que ser profundamente amadurecido.

Compreende-se ainda melhor, ao passar dos conceitos abstratos à exemplificação de casos concretos. Verifica-se como a realidade corresponde aos princípios expostos acima. Essa necessidade de refazer-se desde o início, reaproximando-se das origens do fenômeno é universal. O ciclo, proporcionado pela espiral que se abre e se fecha, é a linha da transformação de todas as formas do ser. Se, por vezes, parece não ocorrer assim, é porque observa-se os fragmentos de fenômenos. A unidade do princípio permite descobrir exemplos nos campos mais díspares.

No universo da matéria, γ, encontra-se a linha da espiral no desenvolvimento das nebulosas. Aí a matéria é um vórtice centrífugo de expansão, projeta-se no espaço, numa poeira sideral, precisamente formando uma espiral, que apresenta sua própria juventude, madureza e velhice; isto é, atinge um máximo de abertura espacial provocada pelo impulso que o vórtice, germe do fenômeno, imprimiu-lhe, máximo que não pode superar. Depois disso, retrocede. O ciclo torna a fechar-se sobre si mesmo porque, enquanto a espiral se abre, partindo do nível γ, ocorre aquela íntima elaboração da matéria de que se falou na série estequiogenética(Cap 5), pela qual a matéria se desagrega e γ volta a β. Como se viu, a energia se canaliza por sua vez em correntes, que determinam um vórtice centrípeto, concentração dinâmica (período involutivo do ciclo) num núcleo (de novo γ), que constituirá o germe de um vórtice inverso centrífugo (período evolutivo do ciclo), isto é, de nova expansão sideral. Mas desta vez, β, novamente reconstituída, assumirá os mais altos caminhos da vida e da consciência, enquanto nos confins do universo, onde β ainda não amadureceu, vê-la-á dobrar-se sobre si mesma para γ, assim por diante.

No campo da vida, a abertura da espiral não é um vórtice físico nem espacial: é dinâmico. Centro, expansão, limites e retornos são de caráter exclusivamente dinâmico. Porque, por exemplo, tudo tem de nascer de uma semente? Por que o desenvolvimento subsequente não pode ultrapassar determinados limites? Por que a decadência da velhice que vai chegando em todas as coisas? Também a vida é um ciclo, com a sua fase evolutiva e involutiva, e o inexorável retorno ao ponto de partida. Que vem a ser esta mecânica que reconduz tudo ao estado de germe, esse processo da natureza por meio de contínuos regressos ao estado de

semente, se não a expressão mais evidente da lei de evolução e involução cíclica? Na semente, o fenômeno da vida torna a fechar-se em si mesmo, num núcleo que é o centro de nova expansão. Assim por pulsações alternadas da fase de germe à fase de maturidade, procede ininterruptamente a vida. Essa íntima lei do fenômeno, momento da lei universal, estabelece os limites da forma completa, depois a destrói e reconcentra toda a sua potencialidade num germe. Este, de modo inexplicável, não produz o mais vindo do menos, mas simplesmente restitui o que está nele incluso por involução. Sem este inexorável retorno sobre si mesmo, que está na lei dos ciclos, a forma teria que progredir ao infinito ou então, decaindo, jamais ressurgiria para retomar, dentro de pouco tempo, em direção oposta, o mesmo caminho. Se os limites podem deslocar-se e os máximos elevar-se, isto não diz respeito ao ciclo inviolável das vidas individuais, mas ao desenvolvimento em que elas estão concorrendo, do ciclo maior de evolução e involução da espécie, sujeito a essa mesma lei.

Uma vez mais, o progresso só avança por meio de contínuos retornos a um ponto de partida que, gradualmente, desloca-se para frente. Dessa forma, o progresso das espécies orgânicas não é retilíneo, tal como viu a mente de Darwin, mas alterna-se em constantes retornos involutivos. Semelhante a esse caso, que as leis da vida oferecem, toda a criação é feita e funciona por meio de germes, à qual se segue um desenvolvimento, à semelhança de quem para construir um edifício cada vez mais alto, tem que refazer os alicerces, a fim de estabelecer bases cada vez mais sólidas. Vê-se que cada existência é filha de uma semente, cada fenômeno está potencialmente contido num germe. Reencontra-se essa lei até mesmo na evolução e involução dos universos, que são por ela levados a refazerem-se sempre, desde sua fase inicial, que pode ser *-y, -x, etc.*, à fase-germe em que estão inclusas e concentradas, por involução, todas as potencialidades que se desenvolverão na evolução geradora das fases superiores. Cada fase é percorrida, isto é, vivida, uma vez que completou a assimilação, retorna à anterior como fase ou germe de evolução de novas fases, sempre mais altas. Tudo sobe mediante contínuos retornos sobre si mesmo, do máximo ao mínimo. Tudo funciona por germes.

2.2 Aplicações em Ciência da Computação

Os termos que se usarão aqui bem como a notação foram adotados da obra *Linguagens Formais e Autômatos* do Blauth [15].

O diagrama ubaldiano original foi alterado para aplicação em ciência da computação e seu formato é mostrado na figura 2.3.

2.2.1 Conversão: AFϵ para AFN para AFD

$AF\xi \rightarrow AFN$:

$\Sigma = \{a, b, \xi\}$

$Q = \{q_0, q_1, q_2, q_f\}$

$\delta = \Sigma \ x \ Q$

Fase 1 (AFϵ para AFN):

O estado-ubaldiano S_0 é caracterizado por funções-programa de reconhecimento de elementos do alfabeto e os dois estados do autômato envolvidos. Por isso quando o autômato é não-determinístico há pelo menos dois caminhos diferentes e, por conseqüência, três estados envolvidos, como mostra a primeira função delta na primeira linha abaixo.

O estado-ubaldiano S_1 é caracterizado pela substituição de todos os estados de chegada por outros estados, por exemplo: $\delta(q_0, a) = \overbrace{\{q_1, q_2\}}^{p_1}$

O estado-ubaldiano S_2 é caracterizado pela criação da fórmula $q_0 = p_0$.

$\delta(q_0, a) = \overbrace{\{q_1, q_2\}}^{p_1}$

$\delta(q_0, b) = \overbrace{\{q_1, q_2\}}^{p_1}$

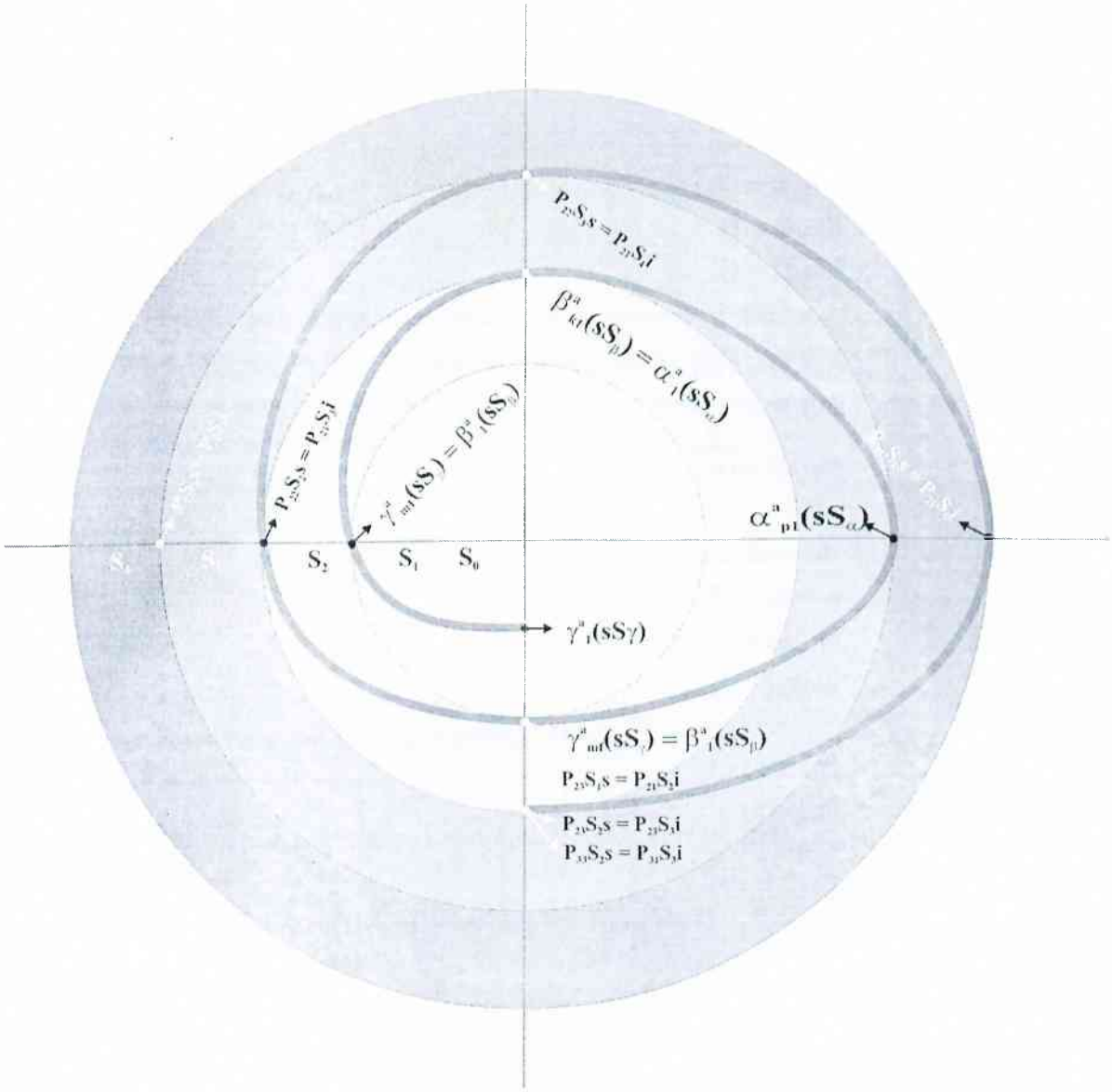


Figura 2.3: Diagrama Evolutivo Ubaldiano

$\delta(q_0, \xi) = \{\}$

$\delta(q_1, a) = \overbrace{\{q_2, q_f\}}^{p_2}$

$\delta(q_1, b) = \{\}$

$\delta(q_1, \xi) = \overbrace{\{q_2\}}^{p_3}$

$\delta(q_2, a) = \overbrace{\{q_f\}}^{p_f}$

$\delta(q_2, b) = \{\}$

$\delta(q_2, \xi) = \{\}$

$\delta(q_f, a) = \overbrace{\{q_f\}}^{p_f}$

$\delta(q_f, b) = \{\}$

$\delta(q_f, \xi) = \overbrace{\{q_2\}}^{p_2}$

Mas então faz-se:

$q_0 = p_0$

$\{q_1, q_2\} = p_1$

$\{q_2, q_f\} = p_2$

$\{q_2\} = p_3$

$\{q_f\} = p_f$

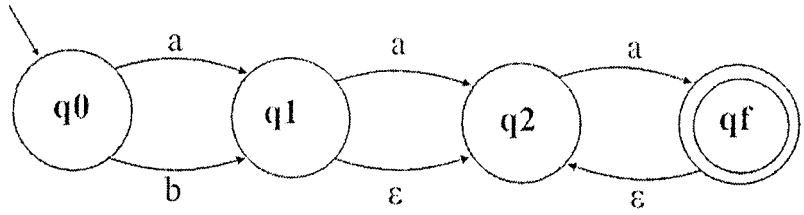


Figura 2.4: AFϵ

[15]

Volta às fases S_1 e S_0:

$\Sigma = \{a, b\}$

$P = \{p_0, p_1, p_2, p_3, p_f\}$

$\delta = \Sigma \ x \ P$

- - - - - - - - - - - - - - - - -

Não é uma estranha coincidência que nesta etapa é necessário voltar às etapas anteriores. Na verdade, vê-se claramanete pela formulação abaixo que é necessário reeditar as primeiras funções. Estes são os estados-ubaldianos S_1 e S_2 em outro ponto da curva: S_1^d e S_2^d.

$\delta(p_0, a) = p_1$

$\delta(p_1, a) \rightarrow \ mas \ p_1 = \{q_1, q_2\} = \delta(\{q_1, p_2\}, a) = \overbrace{\delta(q_1, a)}^{p_2} \cup \overbrace{\delta(q_2, a)}^{p_f} = \{p_2, p_f\}$

- - - - - - - - - - - - - - - - -

$\delta(p_0, b) = p_1$

$\delta(p_1, b) \rightarrow \ mas \ p_1 = \{q_1, q_2\} = \delta(\{q_1, p_2\}, b) = \overbrace{\delta(q_1, b)}^{\{\}} \cup \overbrace{\delta(q_2, b)}^{\{\}} = \{\}$

- - - - - - - - - - - - - - - - -

$\delta(p_2, a) \rightarrow \ mas \ p_2 = \{q_2, q_f\} = \delta(\{q_2, p_f\}, a) = \overbrace{\delta(q_2, a)}^{p_f} \cup \overbrace{\delta(q_f, a)}^{p_2} = \{p_2, p_f\}$

- - - - - - - - - - - - - - - - -

$\delta(p_2, b) \rightarrow \ mas \ p_2 = \{q_2, q_f\} = \delta(\{q_2, p_f\}, b) = \delta(q_2, b) \cup \delta(q_f, b) = \{\}$

- - - - - - - - - - - - - - - - -

$\delta(p_3, a) \rightarrow \ mas \ p_3 = q_2 = \delta(q_2, a) = p_f$

$\delta(p_f, a) = \delta(q_f, a) = p_f$

- - - - - - - - - - - - - - - - -

$\delta(p_3, b) \rightarrow \ mas \ p_3 = q_2 = \delta(q_2, b) = \{\}$

$\delta(p_f, b) = \delta(q_f, b) = \{\}$

$\delta(p_3, a) = p_f$ não há entrada, portanto, é eliminado. A fase se encerra com o

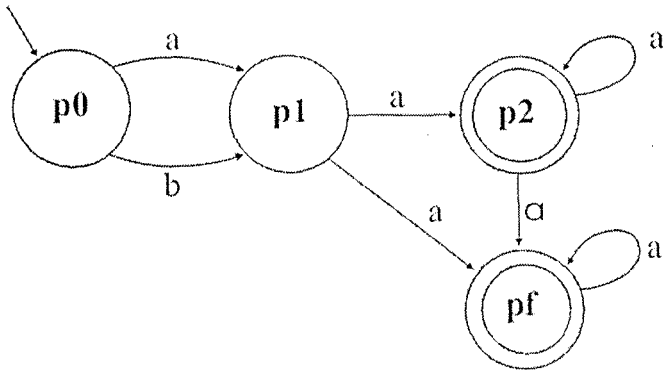


Figura 2.5: Autômato Finito não-determinístico

autômato finito não-determinístico que é o ponto de partida para a próxima fase. Ele é o resumo e a reincidência final desta etapa. Figura 2.5.

Fase 2(AFN para AFD):

Exceto pela tranformação algébrica necessária nesta fase, todo resto obedece ao mesmo princípio da fase anterior, o que mostra que neste transformismo fenomênico mais uma volta de espira será realizada.

$\delta(p_0, a) = \overbrace{\{p_1\}}^{r_1}$

$\delta(p_0, b) = \overbrace{\{p_1\}}^{r_1}$

$\delta(p_1, a) = \overbrace{\{p_2, p_f\}}^{r_2}$

$\delta(p_2, a) = \overbrace{\{p_2, p_f\}}^{r_2}$

$\delta(p_f, a) = \overbrace{\{p_f\}}^{r_f}$

– – – – – – – – – – – – – –

mas $\quad p_0 = r_0$

$p_1 = r_1$

$\{p_2, p_f\} = r_2$

$p_f = r_f$

$\Sigma = \{a, b\}$

$R = \{r_0, r_1, r_2, r_f\}$

$\delta : \Sigma \ x \ R$

– – – – – – – – – – – – – – – – – – –

$\delta(r_0, a) = \delta(p_0, a) = r_2$

$\delta(r_0, b) = \delta(p_0, b) = r_1$

$\delta(r_1, a) = \delta(p_1, a) = r_2$

$\delta(r_1, b) = \delta(p_1, b) = \{\}$

– – – – – – – – – – – – – – – – – – –

$\delta(r_2, a),\ mas\ r_2 = \{p_2, p_f\} = \delta(\{p_2, p_f\}, a) = \overbrace{\delta(p_2, a)}^{r_2} \cup \overbrace{\delta(p_f, a)}^{r_f}$

$\delta(r_2, b),\ mas\ r_2 = \{p_2, p_f\} = \delta(\{p_2, p_f\}, b) = \delta(p_2, b) \cup \delta(p_f, b) = \{\}$

– – – – – – – – – – – – – – – – – – –

Transformação algébrica de $\underline{\delta(p_2, a) \cup \delta(p_f, a)}$

$\delta(p_2, a) \cup \delta(p_f, a) = \delta(q_2, a) \cup \overbrace{\delta(q_f, a) \cup \delta(q_f, a)}^{\delta(q_f, a)} = \delta(q_2, a) \cup \delta(q_f, a) = \{p_2, p_f\} =$

r_2

– – – – – – – – – – – – – – – – – – –

$\delta(r_f, a) = \delta(p_f, a) = r_f$

$\delta(r_f, b) = \delta(p_f, b) = \{\}$

– – – – – – – – – – – – – – – – – – –

$\delta(r_0, a) = r_1$

$\delta(r_0, b) = r_1$

$\delta(r_1, a) = r_2$

$\delta(r_2, a) = r_2$

$\delta(r_f, a) = r_f$ Não há valor chegando no estado.

O autômato é mostrado na figura 2.6.

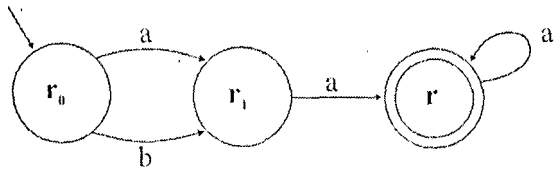


Figura 2.6: Autômato Finito Determinístico

2.2.2 Um programa em Clean 2.0.2

Como mais um exemplo do algoritmo Ubaldiano mostrar-se-á um programa simples escrito em *Clean* que apenas multiplica um número pelos elementos da lista.

$$\delta \begin{cases} \delta_1 : multNinList\ [\,]\ \_\ = [\,]; \\ \delta_2 : multNinList\ [h : t]\ n = [h * n : (multNinList\ t\ n)]; \end{cases}$$

$Start = multNinList\ [3, 5, 6, 7]\ 2;$

O programa agora se distribuirá conforme o modelo Ubaldiano como se demonstra abaixo:

$S_0(a)$:

δ_2 : $multNinList\ [3, 5, 6, 7]\ 2\ em\ multNinList\ [h : t]\ n =$
$[6 : (multNinList\ [5, 6, 7]\ 2)] = [6 : S_1]$
onde S_1 é um de Estado de devenir e é $(multNinList[5, 6, 7]\ 2)$.

$S_1(a)$:

δ_2 : $multNinList\ [5, 6, 7]\ 2\ em\ multNinList\ [h : t]\ n =$
$[10 : (multNinList\ [6, 7]\ 2)] = [10 : S_2]$
onde S_2 é um de Estado de devenir e é $(multNinList\ [6, 7]\ 2)$

$S_2(a)$:

δ_2 : $multNinList\ [6, 7]\ 2\ em\ multNinList[h : t]\ n =$
$[12 : (multNinList\ [7]\ 2)] = [12 : S_3]$
onde S_3 é um de Estado de devenir e é $(multNinList[7]\ 2)$

$S_3(a)$:

δ_2 : $multNinList$ [7] 2 *em* $multNinList[h : t]$ $n =$

$[14 : (multNinList[\ ]\ 2)] = [14 : S_4]$

onde S_4 é um de Estado de devenir e é $(multNinList\ [\ ]\ 2)$

$S_4(a)$:

δ_1 : $multNinList$ [ ] 2 *em* $multNinList$ [ ] _ = [ ]

O estado S_4 é o estado de devenir de inversão de polaridade ou fase. Marca o início do retorno aos estados já percorridos. A partir desse ponto ocorre a solução de todos os estados de devenir. É importante salientar que este retorno não se dá ao mesmo ponto de partida de um estado S_n qualquer. Na verdade, deveria-se dizer que o estado de devenir $S_3(d)$, por exemplo, é realmente outro apesar de guardar características muito próximas com $S_3(a)$. No ponto de inversão $S_4(a) = S_4(d)$.

$S_3(d)$:

$S_4(d)$ *produz* [ ] : $multNinList$ [7] 2 $= [14 : S_4] = [14 : [\ ]] = [14]$

$S_2(d)$:

$S_3(d)$ *produz* [14] : $multNinList$ [6, 7] 2 $= [12 : S_3] = [12 : [14]] = [12, 14]$

$S_1(d)$:

$S_2(d)$ *produz* [12, 14] : $multNinList$ [5, 6, 7] 2 $= [10 : S_2] = [10, 12, 14]$

$S_0(d)$:

$S_1(d)$ *produz* [10, 12, 14] : $multNinList$ [3, 5, 6, 7] 2 $= [6 : S_1] = [6, 10, 12, 14]$

Como se pode facilmente notar, os estados S_n são divididos em $S_n(a)$ e $S_n(d)$. A reincidência não é fortuita, foi prevista por Ubaldi [11]. O estado $S_n(a)$ percorrido no início do processo é novamente percorrido como $S_n(d)$ antes que nova fase tenha início.

O que faz então o estado $S_n(a)$ que é dispersivo no início de qualquer fase tornar-se $S_n(d)$, ou seja, convergente? A resposta é o algoritmo conjugado a este. O algoritmo Ubaldiano, normalmente, é conjugado com outros para funcionar e é sempre o gerenciador do processo.

Cita-se alguns exemplos:

- por ser evolutivo, os algoritmos genéticos podem(e serão usados neste trabalho) conjugados com os algoritmos ubadianos.
- o clima, como demonstrou Lorenz, é fundamentalmente regido pela espiral, portanto, está sujeito à idéia ubaldiana mas não existe por si só, a curva ubaldiana rege fenômenos físicos e químicos intrínsecos e naturais ao processo, como demonstra o estranho atrator.
- resumindo: as particularidades de qualquer sistema evolutivo são como que trechos de um plano maior que seria a espiral ubaldiana que apesar de suas aparentes diferença locais possuem a mesma curva reguladora.

Sobre a figura 2.7 que ilustra graficamente o programa *multNinList* poderia-se dizer:

- Os estados S_0 *a* S_4 são estados de dispersão.
- Os estados S_5 *a* S_9 são estados de convergência.
- O estado S_4 é especial pois é o estado de inversão.
- Todos os estados após o estado de inversão são estados de retorno, chamados estados de devenir.

2.2.3 Um append em Prolog 5.2

Com tudo que já se disse na seção anterior fica fácil traduzir a espiral do programa em prolog 5.2 que faz *append* de duas listas como mostrado na figura 2.8. O programa é:

```
append([],L,L).
append([H|T],L,{H|Tf]):-append(T,L,Tf).
```

2.3 A equação Ubaldiana

A equação Ubaldiana é definida como um conjunto de funções-programa Ω:

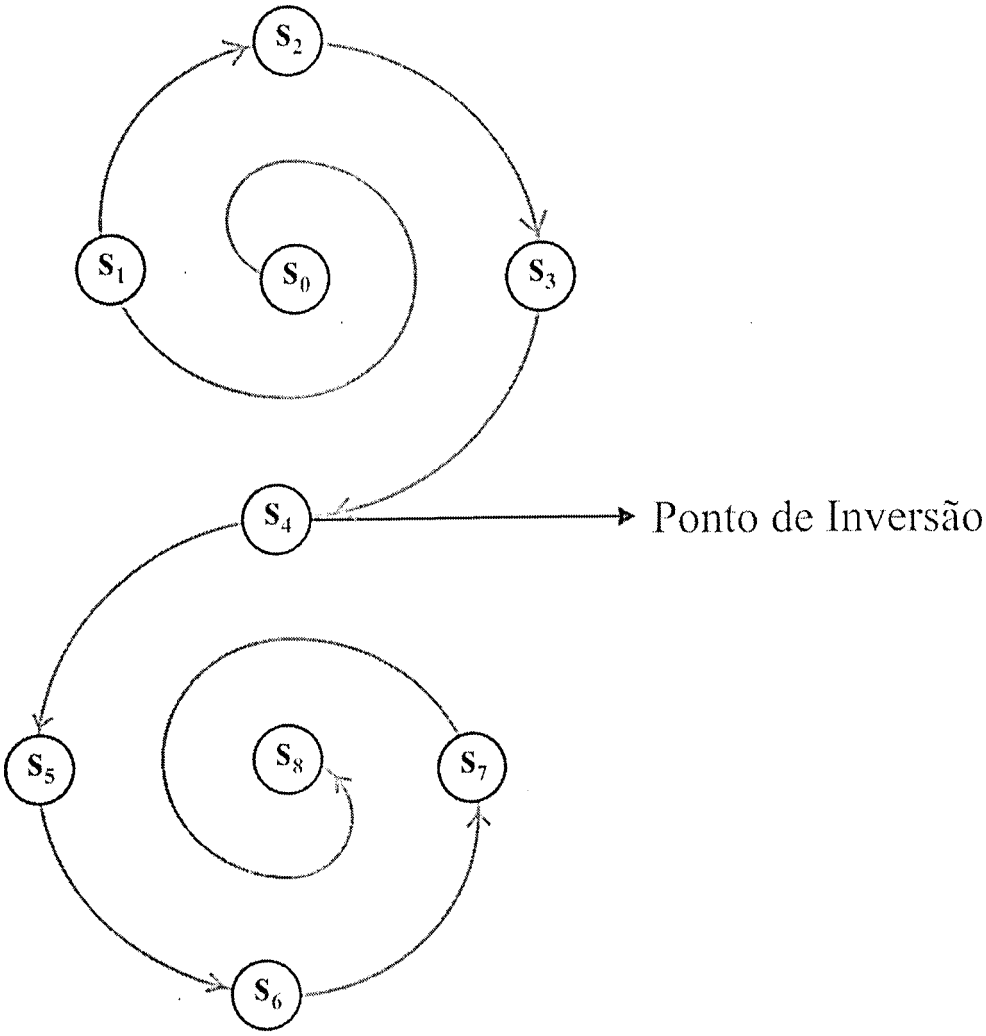


Figura 2.7: Ilustração do programa multNinList

$$\Omega = \psi_{f1} \bigcup \psi_{f2} \bigcup \ldots \bigcup \psi_{fi} \bigcup \ldots \bigcup \psi_{fn}$$

Onde ψ_{fi} é um conjunto típico de funções-programa parciais na fase i e n é o numero de fases necessárias para a solução de um dado problema.
O conjunto de funções-programa na fase ψ_{fi} é definido como:

$$\psi_{fi} = \gamma_{fi}^{S_n}(a) \bigcup \beta_{fi}^{S_{n+1}}(a) \bigcup \alpha_{fi}^{S_{n+2}}(a) \bigcup \alpha_{fi}^{S_{n+2}}(d) \bigcup \beta_{fi}^{S_{n+1}}(d) \text{(figura 2.3)}$$

Onde $\gamma_{fi}^{S_n}(a), \beta_{fi}^{S_{n+1}}(a), \alpha_{fi}^{S_{n+2}}(a), \alpha_{fi}^{S_{n+2}}(d)$ e $\beta_{fi}^{S_{n+1}}(d)$ são conjuntos de funções-programa parciais, respectivamente trabalhando nos sub-espaços de estados de cada estado S_n, S_{n+1} e S_{n+2} na fase f_i. O indicador "(a)" significa ascendente o que na prática é a primeira utilização de um sub-espaço de estado. O indicador "(d)" significa descendente o que na prática é a reutilização do mesmo sub-espaço de estado já utilizado em $\alpha_{fi}^{S_{n+2}}(a)$ e $\beta_{fi}^{S_{n+1}}(a)$.

O conjunto $\gamma_{fi}^{S_n}(a)$ é composto por funções-programa parciais:

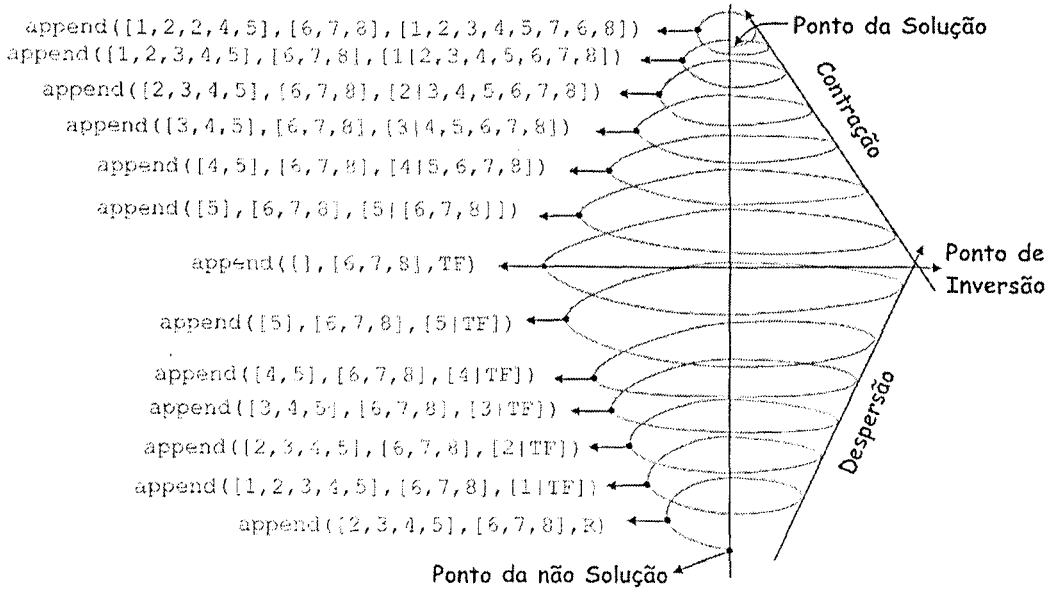


Figura 2.8: Um Exemplo com concatenação de listas

$\gamma_{fi}^{S_n}(a) = \gamma_1^a(sS_\gamma), \gamma_2^a(sS_\gamma), \ldots, \gamma_m^a(sS_\gamma)$, onde m é a quantidade de funções-programa no sub-estado sS_γ do estado Sn.

O conjunto $\beta_{fi}^{S_{n+1}}(a)$ é composto por funções-programa parciais:

$\beta_{fi}^{S_{n+1}}(a) = \beta_1^a(sS_\beta), \beta_2^a(sS_\beta), \ldots, \beta_k^a(sS_\beta)$, onde k é a quantidade de funções-programa no sub-estado sS_β do estado S_{n+1}.

O conjunto $\alpha_{fi}^{S_{n+2}}(a)$ é composto por funções-programa parciais:

$\alpha_{fi}^{S_{n+2}}(a) = \alpha_1^a(sS_\alpha), \alpha_2^a(sS_\alpha), \ldots, \alpha_p^a(sS_\alpha)$, onde p é a quantidade de funções-programa no sub-espaço de estado sS_α do estado S_{n+2}.

$\alpha_{fi}^{S_{n+2}}(d) = \alpha_1^d(sS_\alpha), \alpha_2^d(sS_\alpha), \ldots, \alpha_p^d(sS_\alpha)$, onde q é a quantidade de funções-programa no mesmo sub-estado já utilizado sS_α do estado S_{n+2}. A quantidade q não precisa ser igual a p. O identificador "(d)" significa descendente, ou seja, reutilização do mesmo sub-espaço de estados sS_α com funções-programa diferentes(mas não necessariamente). A volta ao mesmo sub-espaço de estado em outro ponto da curva denota transformismo fenomênico. Transformismo fenomênico pode significar uma de três coisas, evolução, involução ou estagnação (ou involução e evolução tão lentos que dão sensação de estagnação).

$\beta_{fi}^{S_{n+1}}(d) = \beta_1^d(sS_\beta), \beta_2^d(sS_\beta), \ldots, \beta_k^d(sS_\beta)$, onde r é a quantidade de funções-programa no mesmo sub-espaço já utilizado sS_β do estado S_{n+1}.

Algumas funções-programa possuem um característica peculiar. Para a mesma fase f_i tem-se:

- A função-programa $\gamma_1^a(sS_\gamma)$ é o ponto de partida da função Ω.
- A função-programa $\gamma_{m1}^a(sS_\gamma)$ é o ponto de mudança do estado $\gamma_{fi}^{S_n}(a)$ para $\beta_{fi}^{S_{n+1}}(a)$. O mesmo ocorre com todas as funções-estado iniciais e finais do

sub-espaço de estado.

- $\gamma^a_{m1}(sS_\gamma) = \beta^a_1(sS_\beta)$
- $\beta^a_{k1}(sS_\beta) = \alpha^a_1(sS_\alpha)$. Nesta função-programa ocorre a completa inversão de direção, mas ainda é evolutiva. Figura 2.3.
- A função-programa $\alpha^a_{p1}(sS_\alpha)$ é o ponto da curva a partir do qual ocorre a "descida" em direção à completude do ciclo.
- As funções-programa $\gamma^a_{mf}(sS_\gamma) = \beta^a_1(sS_\beta)$ terminam a fase f_i.
- Os três espaços de estado S_n, S_{n+1} e S_{n+2} de uma dada fase f_i, são intimamente relacionados e possuem, como se viu, pontos em comum.
- Cada fase possui três estados percorridos "ascendentemente" e os dois últimos são revisitados "descendentemente".
- Cada fase sempre inicia na "borda inferior" de S_n e termina na "borda superior" fechando o estado. Na prática representa nível hierárquico entre as funções.
- Os espaços de estados S_{n+1} e S_{n+2} são espaços de devenir, ou seja, são o vislumbre futuro da solução e sua hipótese mais provável mesmo não a tendo. É sua tendência e daqui se pode extrair o grau de convergência.
- Fazendo-se um projeção tridimensional da espiral nota-se que o eixo central mede o avanço ou retrocesso de fases sucessivas.

Olhando a figura 2.3 na página 37 pode-se dizer que o ângulo θ no sentido horário mede o grau do transformismo fenomênico do sistema e conseqüentemente seu grau de convergência ou dispersão (caso haja evolução ou involução), porque, por exemplo, entre as funções programa $\gamma^a_{m1}(sS_\gamma)$ e $\beta^a_{k1}(sS_\beta)$ existe um ângulo (no caso 90°) que mede o grau do transformismo fenomênico. Caso o processo seja evolutivo haverá aproximação da solução e, portanto, convergência. Caso o processo seja involutivo haverá o afastamento da solução e, portanto, dispersão e a conseqüente extinção do sub-espaço de estados (no caso de GA a extinção da população). Na prática se ocorrer dispersão deve-se escolher outro sub-espaço de estado. Nos algoritmos genéticos isto significa a escolha de outra população inicial, ou seja, outro espaço de soluções.

Capítulo 3

Algoritmo Genético Ubaldiano e o *Cantus Firmus*

3.1 Antes de ler este capítulo

Para aqueles que não têm formação musical sugere-se a leitura do livro de teoria musical do *Bohumil* [8].
Para maior conforto trechos do livro foram inseridos no apêndice A.

3.2 Resumo sobre Algoritmos Genéticos

Algoritmos genéticos são uma parte da computação evolutiva que por sua vez é uma área da Inteligência artificial.

Algoritmos genéticos são inspirados pela teoria das espécies de *Darwin*. Simplesmente a solução para um problema em algoritmo genético é sua evolução.

Algoritmos genéticos ubaldianos(um dos motivos desta tese) são inspirados pela teoria das espécies de *Darwin* e as teorias do filósofo italiano Pietro Ubaldi [11].

A idéia de computação evolutiva foi introduzida em 1960 por *I. Rechenberg* [21] em seu trabalho *Evolution strategies*. Sua idéia foi então desenvolvida

por outros pesquisadores.

Os Algoritmos genéticos (GAs) foram inventados por *John Holland* [21] e desenvolvidos por ele, seus alunos e colegas. Ele publicou um livro intitulado *Adaption in Natural and Artificial Systems* publicado em 1975.

Em 1992 *john Koza* [21] usou algoritmos genéticos para levar programas a executarem certas tarefas. Ele chamou seu método de *genetic programming(GA)*.

3.2.1 O modelo biológico

Cromossomos

Todo organismo vivo consiste de células. Em cada célula há o mesmo conjunto de cromossomos. Cromossomos são cadeias de DNAs e servem como modelo para um organismo inteiro. Um cromossomo consiste de genes que são blocos de DNAs cujo tamanho pode variar. Cada gene codifica uma proteína em particular. Basicamente, cada gene codifica um traço, por exemplo, a cor dos olhos. As configurações possíveis para um traço são chamados alelos. Cada gene tem sua própria posição no cromossomo. Esta posição é chamada locus. O conjunto completo de material genético (todos os cromossomos) é chamado genoma. Um conjunto particular de genes no genoma é chamado genótipo.

Reprodução

Durante a reprodução, primeiro ocorre a recombinação (ou cruzamento). Genes dos pais se recombinam formando um novo cromossomo. A nova prole criada pode também sofrer mutação. Mutação significa que os ácidos nucléicos sofreram alteração em sua seqüencia. Estas mudanças são causadas principalmente por "erros" na cópia de genes dos pais. A adaptação de um organismo é medido pelo sucesso de sua sobrevivência.

Espaço de Busca - Espaço de Estados

Às vezes, ao se resolver um problema, se está procurando uma solução que seja a melhor dentre várias possíveis. O espaço de todas as possíveis soluções é chamado espaço de busca, ou espaço de estado. Cada ponto no espaço de estados

representa uma solução possível. Cada solução possível pode ser assinalada por seu valor ou grau de adaptação em relação ao problema. A melhor solução é um ponto no espaço de busca.

A busca de uma solução é igual a busca de um extremo (mínimo ou máximo, pouco adaptado ou muito adaptado) no espaço de busca. O espaço de busca pode ser inteiramente conhecido no intervalo de tempo da solução do problema, mas normalmente se conhece somente alguns poucos pontos dele e outros pontos são gerados no processo da busca que então continua até sua conclusão. Muitas vezes o espaço de busca é complexo o que leva à dificuldade de não se saber onde procurar pela solução ou mesmo por onde começar.

NP-hard problems

Os problemas NP são um exemplo da dificuldade de solução. Esta classe de problemas não pode ser resolvida da maneira tradicional. Há muitas tarefas que podem ser resolvidas polinomialmente com algoritmos muito rápidos. Outras não podem ser resolvidas algoritmicamente. Para alguns problemas foi provado não terem solução num tempo polinomial. Assim há muitas tarefas para as quais é muito difícil encontrar solução, mas uma vez encontrada é fácil checar a solução. NP significa em inglês, *nondeterministic polynomial* o que significa ser possível "advinhar" a solução (através de algum algoritmo não determinístico) e então checar a solução num tempo polinomial.

Uma característica dos problemas NP é que algum algoritmo simples pode ser empregado para achar a solução e ele é provavelmente óbvio à primeira vista, basta tentar todas as possiveis soluções. É claro que este algoritmo é muito lento (normalmente $O(2^n)$) e mesmo para uma quantidade grande de problemas ele simplesmente não é aplicável.

Hoje ninguém sabe se existe algum algoritmo rápido para esta classe de problemas. Muitos pensam que tal algoritmo não existe e assim eles estão procurando métodos alternativos dentres estes métodos está o algoritmo genético.

O básico sobre Algoritmo Genético

Algoritmos genéticos são inspirados na teoria Darwiniana sobre evolução. Solucionar um problema em algoritmo genético significa fazer evoluir uma população

até a solução.

O algoritmo se inicia com um conjunto de soluções (representada por cromossomos) chamado população. Soluções de uma população anterior são usadas para se produzir a nova população. Isto é motivado por uma esperança que a nova população seja melhor do que a anterior. As soluções que são obtidas para formar a nova população (prole) são selecionadas de acordo com seu grau de adaptação. Em conseqüência, quanto mais próximo da solução estiver o indivíduo mais chances ele terá de se reproduzir. Todo processo de melhorias é repetido até que alguma condição que designe uma solução satisfatória seja obtida.

Rascunho de um algoritmo genético darwiniano básico

Start - Gere uma população de n cromossomos (possíveis soluções para o problema).

Adaptação - Avalie a adaptação: $f(x)$ de cada cromossomo x na população.

Nova população - Crie uma nova população pela repetição dos passos seguintes até a nova população estar completa.

- **Seleção** - Se a população tem tamanho t então selecione n cromossomos pais pelo grau de adaptabilidade deles tal que $2 < n < t$ onde n é par.
- **Cruzamento** - Com uma taxa de probabilidade de cruzmanto, faça o cruzamento dos selecionados anteriormente. Se nenhum cruzamento for feito a nova população é cópia fiel dos pais.
- **Mutação** - Com uma taxa de probabilidade de mutação, faça a mutação dos cromossomos da população anteriormente obtida no locus desejado (ou obtido por sorteio).
- **Nova População** - Coloque os pais e filhos juntos e forme a nova população.

Substituição - Substitua a antiga população pela nova.

Teste - Teste se a condição de parada é satisfeita:

Condição satisfeita - Se a condição de parada for satisfeita pare e volte a(s) melhor(es) solução(es).

Condição não satisfeita - Volte para o passo da Adaptação (2° passo).

Alguns Comentários sobre o algoritmo GA

Como se pode ver, o rascunho de um algoritmo GA básico é muito geral. Há várias formas de se implementar dependendo do problema.

A primeira questão a ser resolvida quando se deseja criar um programa GA é como criar os cromossomos, qual tipo de codificação escolher. As escolha tem impacto direto no cruzamento e na mutação. Após resolver isto é preciso um método de escolha dos pais para cruzamento. Isto pode ser feito de várias formas, mas a principal idéia é selecionar os melhor pais (na esperança que melhores pais produzam uma prole ainda melhor). Também se pode pensar que fazendo uma nova população somente com a prole pode-se perder bons cromossomos da população anterior. Para se evitar isto usa-se elitismo. Elitismo faz com que pelo menos a melhor solução da população anterior seja copiada para a próxima população.

Operadores GA

A mutação e o cruzamento são os principais operadores genéticos (darwinianos). A performace é influenciada principalmente por estes dois operadores.

Codificando um cromossomo

Um cromossomo deve de alguma forma conter informação sobre a solução que se deseja representar, ou seja, deve-se escolher um modelo mais simples e completo possível que represente a solução deseja. A forma mais usada de codificação é a binária como mostrado abaixo: Cada cromossomo é representado por uma

Cromossomo 1	1101100100110110
Cromossomo 2	1101111000011110

cadeia binária. Cada bit na cadeia representa alguma característica da solução, ou ainda, toda cadeia pode representar um número.

Existem várias formas de se codificar um cromossomo, isto depende principalmente do problema a ser resolvido. Por exemplo, se pode codificar diretamente inteiros ou números reais, um conjunto de caracteres etc.

Cruzamento

Após ter escolhido qual codificação usar, pode-se fazer o cruzamento de cromossomos. O cruzamento seleciona genes dos pais e cria uma nova prole. A maneira mais simples de se fazer isto é escolher aleatoriamente (um sorteio simples, por exemplo, usando o predicado *random* do Visual Prolog) algum ponto de cruzamento e copiar tudo antes deste ponto, no pai, para um filho e nesta mesma posição no cromossomo mãe copiar tudo após o ponto sorteado para um dos filhos e vice-versa produzindo dois filhos contendo material genético provindo dos dois cromossomo genitores. Há várias formas de se fazer o cruzamento, por

Cromossomo 1	11011 | 00100110110
Cromossomo 2	00110 | 11000011110
Filho 1	11011 | 11000011110
Filho 2	00110 | 00100110110

exemplo, pode-se escolher mais de um ponto de cruzamento. O Cruzamento pode ser um tanto complicado e muito dependente da estrutura adotada para representar o cromossomo. A representação da estrutra do cromossomo tem impacto sobre a performace do programa.

Mutação

Depois do cruzamento faz-se a mutação. A mutação tem a principal função de prevenir que todas as soluções na população caiam num mínimo ou máximo local. A mutação muda aleatoriamente uma posição do cromossomo. Para as estruturas binárias seria a troca de um 1 por um 0 ou ao contrário. A mutação também é dependente da estrutura adotada para a representação do cromossomo. A mutação teoricamente pode mudar mais de um gene.

Filho original 1	1101111000011110
Filho original 2	0011000100110110
Filho Mutado 1	1100111000011110
Filho Mutado 2	0011001100110110

3.2.2 Parâmetros GA

Probabilidade de Cruzamento e Mutação

Probabilidade de cruzamento diz quão freqüente o cruzamento será efetuado. Se não há cruzamento a prole é uma cópia fiel dos pais. Se há cruzamento, a prole é feita de parte dos pais. Se há 100 % de probabilidade de cruzamento então toda prole foi obtida por cruzamento. Se é 0 % toda nova geração é cópia da anterior.

Probabilidade de mutação diz quão freqüente serão as mutações nos cromossomos. Se a probabilidade de mutação é 0 % a prole final terá sido criado apenas por mutação. Se a probabilidade de mutação é 100 % o cromosso inteiro é modificado.

Outros parâmetros

Um outro parâmetro GA que deve ser considerados é o tamanho da população. Ela é a quantidade de cromossomos na população (numa determinada geração). Se há poucos cromossomos há pouca probabilidade de cruzamento e apenas uma pequena parte do espaço de busca é explorado. Por outro lado, se há muitos cromossomos o processo se torna lento. As pesquisas revelam que após algum limite (que depende principalmente do problema e da estrutura do cromossomo) não é útil aumentar-se o tamanho da população.

3.3 Algoritmos Meméticos

Os AGs se popularizaram nos anos 80 e surgiu ai uma nova classe denominada "knowledge-augmented GAs", algumas vezes referida como Algoritmos

Genéticos Híbridos (AGH). Reconhecendo importantes diferenças e similaridades com outras abordagens populacionais, alguns destes AGHs foram categorizados como Algoritmos Meméticos em 1989 [23]. Os AMs têm sido encarados apenas como um AG que utiliza indivíduos que são mínimos locais. É uma visão simplista, uma vez que um AM pode ser muito mais amplo. Um exemplo é a busca por espalhamento – *Scatter Search* – que pode ser classificado como um AM e está presente na literatura desde 1977 [23].

Algoritmos não-populacionais baseiam sua busca em um único indivíduo, que percorre o espaço de soluções (ou espaço de estados ou espaço de busca) à procura do ótimo global. Essa busca normalmente segue regras bem definidas, podendo ter características aleatórias *(Simulated Annealing)* ou não (*(Busca Tabu)*. Um algoritmo populacional, por sua vez, utiliza um conjunto de indivíduos para vasculhar o espaço de soluções. É um processo estruturalmente paralelo, e no caso dos AGs e AMs existe ainda a troca de informações entre as soluções à medida que efetuam a busca.

O método populacional normalmente consegue realizar mais iterações de busca que o método populacional em um mesmo intervalo de tempo. Isto é natural, visto que a cada passo todos os indivíduos da população precisam evoluir. No entanto, o fato da busca ser mais distribuída pelo espaço de soluções geralmente acaba compensando esse menor número de iterações.

Algoritmos Genéticos e Meméticos se baseiam em processos naturais, tais como recombinação, seleção, mutação, entre outros. O princípio básico consiste em selecionar bons indivíduos, identificados aqui como as soluções do problema de otimização, para reprodução e recombiná-los, com o propósito de obter soluções melhores que os pais (como já se disse). Esses filhos, por sua vez, tendem a ocupar o lugar dos indivíduos menos adaptados da população, melhorando a adaptabilidade da população como um todo. A mutação entra como um elemento adicionador de variedade genética. Todos esses elementos agindo sobre uma dada população levarão a um processo evolutivo. Desta forma, uma população inicialmente pouco adaptada, ao fim de um certo número de gerações, constituir-se-á na sua maioria de indivíduos bem adaptados.

Algoritmos Meméticos utilizam ainda o conceito de *evolução cultural*, onde a adaptabilidade de um indivíduo pode ser modificada no decorrer de sua

existência dentro da população. Um indivíduo pode ser geneticamente pouco favorecido ao nascer, mas devido às condições em que vive, por trocas de informação como outros indivíduos, "experiências" agregadas dentre outros aspectos, pode se tornar mais adaptado, e mais do que isso, transmitir essa experiência aos seus descendentes (evolução cultural).

3.4 Cantus Firmus

Exposto uma panorâmica sobre algoritmos genéticos e meméticos é necessário agora mostrar as regras do *Cantus Firmus.*

Introdução ao Contraponto Modal do Século XVI Modos Litúrgicos ou Eclesiásticos [10]

O *Cantus Firmus* é um conjunto de regras para se produzir o material melódico para a realização do contraponto [26]. Basicamente, o conceito de "modo" pode ser definido como "a maneira como as notas estão situadas em relação a um determinado som central (relação intervalar)" [30]. "Literalmente, o modo é uma forma de ser e de fazer, cujo elemento essencial em música é a escolha de uma escala fundamental que será objeto de um tratamento apropriado. Numa acepção mais restrita este termo designa a repartição dos intervalos numa escala-tipo de um sistema habitual" [31]. "Todas as melodias são compostas com um número finito de notas. Assim como a língua compõe suas muitas palavras e infinitas frases com alguns poucos fonemas, a música constrói sua grande e interminável frase com um repertório limitado de sons melódicos (...). Aquele conjunto mínimo de notas com as quais se forma a frase melódica costuma ser chamado de "escala" ou "modo" ou "gama"(...). O modo é um estoque de intervalos, unidades distintivas que serão combinadas para formar sucessões melódicas(...)" [29].

Os chamados "Modos Litúrgicos" ou "Modos Eclesiásticos" [27] formam aquele conjunto de escalas utilizado pelos músicos da igreja nos finais da idade média e durante a renascença. Aqui será adotado o modelo vigente no século XVI[28] (Tabela 3.4). Essas escalas renascentistas recebem nomes gregos antigos. No entanto hoje se sabe que, por uma enorme confusão histórica e um

número sem fim de mal entendidos, o sistema dos gregos propriamente dito, era bastante diferente deste adotado por esses músicos e teóricos da renascença, que é o que se usa até hoje.

Gama	Finalis	Confinalis	Nome	Éthos segundo:	
	(F)	(C)		Nicolaus Burtius -1487	Hermann Finch - 1556[1]
ré → ré	ré	lá	Dórico	todos os afetos	Sol - vivacidade
lá → lá	ré	lá	Hipodórico	pesaroso	Lua - serenidade
mi → mi	mi	dó	Frigio	desgostoso	Marte - belicoso
si → si	mi	dó	Hipofrígio	prazeiroso	Mercúrio - parasita, bajulador
fá→ fá	fá	dó	Lídio	recatado, puro	gentil, amigo
dó → dó	fá	dó	Hipolídio	deleitoso	Vênus - áspero
sol → sol	sol	ré	Mixolídio	divertido	Saturno - eloqüente, rude (marido)
ré → ré	sol	ré	Hipomixolídio	alegre, contente	calmo, paciente (boa esposa que acalma a rudeza do marido).

Tabela 3.1: Sistema Modal na Polifonia Renascentista segundo tratadistas dos séculos XV e XVI.

Ao longo desta história de classificação dos tipos de arrumação interna dos intervalos no âmbito de uma oitava, as épocas, músicos e tratadistas estabeleceram "éthos"[2]para cada um dos tipos escalares. Essas qualidades, afetos, ou sentidos das gamas, assim como o próprio estabelecimento da escala e de seu nome, foram se transformando e possuem muita história interessante. As tabelas 3.2 e 3.4 ilustram essas transformações[3].

A nota mais importante de cada modo, uma espécie de nota fundamental ou

[2]Do grego éthos, 'costume', 'uso', 'característica'. Disposição, caráter ou atitude peculiar a determinado povo, cultura, ou grupo, que o(s) distingue de outro(s) povo(s), cultura(s) ou grupo(s).

[3]sobre esse assunto ver o verbete MODO do New Grove Dictionary

Categorias	Nome do Modo	Éthos	Gama
HELICÁSTICO	1. Dórico	nobre por excelência	ré → ré
Qualidades	2. Lídio	doce e ameno	mi → mi
Apaziadoras	3. Mixolídio	expressa pena e angústia	si → si
DISTÁLTICO	4. Hipodórico	altivez, firmeza	lá → lá (Finalis = mi)
Qualidades de Heroismo	5. Hipofrígio	ativo, enervante	sol → sol (Finalis = ré)
SISTÁLTICO	6. Frígio	energia e movimento	ré → ré
Qualidades de Êxtase	7. Hipolídio	canções amorosas e festins	fá →fá (Finalis = dó)

Tabela 3.2: Sistema Modal na Grécia Antiga segundo os escritos de Aristóteles.

Gama	Nome Latino	Hermanus Contractus	Frutolfus Michelisburg	Johanes Afflighemensir
ré → ré	Protus Autêntico	série, nobre	todos os afetos	lento, vagaroso
lá → lá (Finalis = ré)	Protus Plagal	agradável	triste	sério, profundo
mi → mi	Deuteros Autêntico	saltitante	exultante	áspero, severo
si → si(Finalis = mi)	Deuteros Plagal	pesaroso, moderado	nobre, sério	adulatório
fá → fá	Tritus Autêntico	voluptuoso	alegre	luxuriante
dó → dó (Finalis = fá)	Tritus Plagal	triste	voluptuoso	lagrimoso
sol → sol	Tetrardus Autêntico	falante	feliz	saltitante
ré → ré (Finalis = sol)	Tetrardus Plagal	alegre	agradável	digno

Tabela 3.3: Sistema Modal na Idade Média segundo Tratadista do século XI.

tônica, onde a melodia modal termina é chamada de Finalis (F). A Confinalis (C) é a segunda nota mais importante do modo, uma espécie de antepassado modal da moderna Dominante tonal.

Cada um dos modos pode ser usado em seu formato Autêntico ou Plagal. A diferença entre uma linha melódica dita Plagal e uma dita Autêntica, é que a Plagal tem tessitura, *Ambitus* mais grave que a autêntica. O modo Plagal é o mesmo Autêntico, só que invertido uma quarta abaixo da Finalis deste modo Autêntico.

O modo Plagal á designado pelo prefixo grego *hipo* que significa *abaixo de, posição inferior.* Assim, para o modo dórico, gama autêntica de "ré-ré", existe um modo Hipodórico que é uma gama plagal, idêntica ao Dórico "ré-ré", só que de Ambitus "lá-lá".

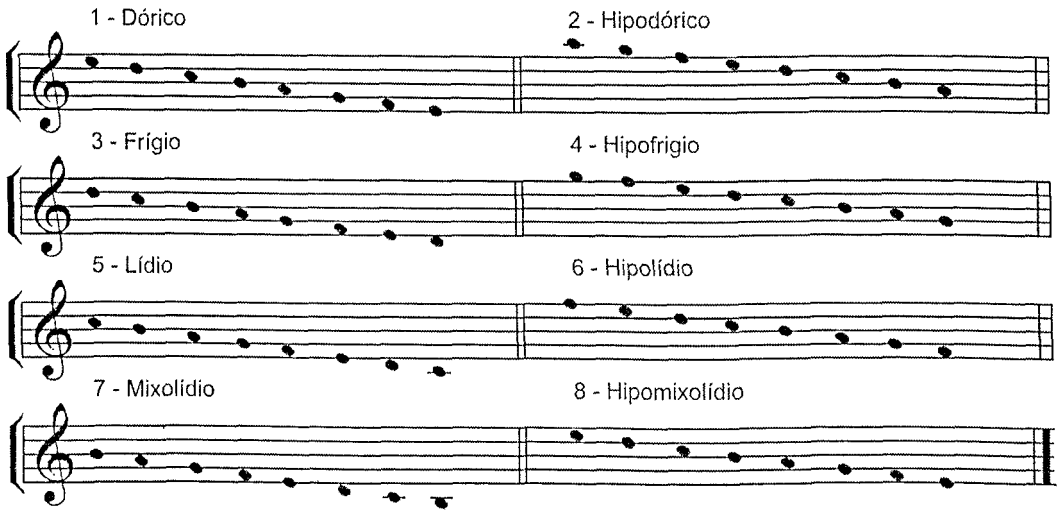


Figura 3.1: Sistema Modal na Grécia Antiga

Alterações (música ficta) [26]

Entende-se por música ficta (fictícia) aquela fase da música modal em que foram introduzidas alterações (séculos XIII ao XVI). Essas alterações tinham por objetivo evitar o trítono (diabulus in musica), enfatizar a finalis e impedir a terça

menor no encontro final das vozes (a três ou mais vozes). Preparam freqüentemente, o último grau do modo (nota sensível). A música ficta representa historicamente a transição do idioma modal para o tonal.

Canto Firme

O *Cantus Firmus*[4] é uma linha melódica moda e fixa, pré-escrita, de forte tradição e história, à qual se adiciona uma segunda linha melódica, mais grave ou mais aguda, chamada "Contraponto". O "Cantus Firmus" é então aquela base melódica sobre a qual se exercita a espécies de Contraponto. Também denominada de "Cantos Planus", "Canto Chão", "Canto Gregoriano". "Cantis Rectus", "Canto Dado", etc. Os CFs podem ser conseguidos nos florilégios e tratados, no entanto, tradicionalmente os professores acreditam que, necessariamente o aluno deve se exercitar elaborando seus próprios CFs, sem o que, a realização das espécies pode ficar comprometida. A elaboração de Cantus prepara assim, as melodias que servirão de base para os exercícios vindouros. De resto, como o estudo do contraponto, é antes de tudo o estudo do melódico, da

[4]texto base de Damiano Cozzella

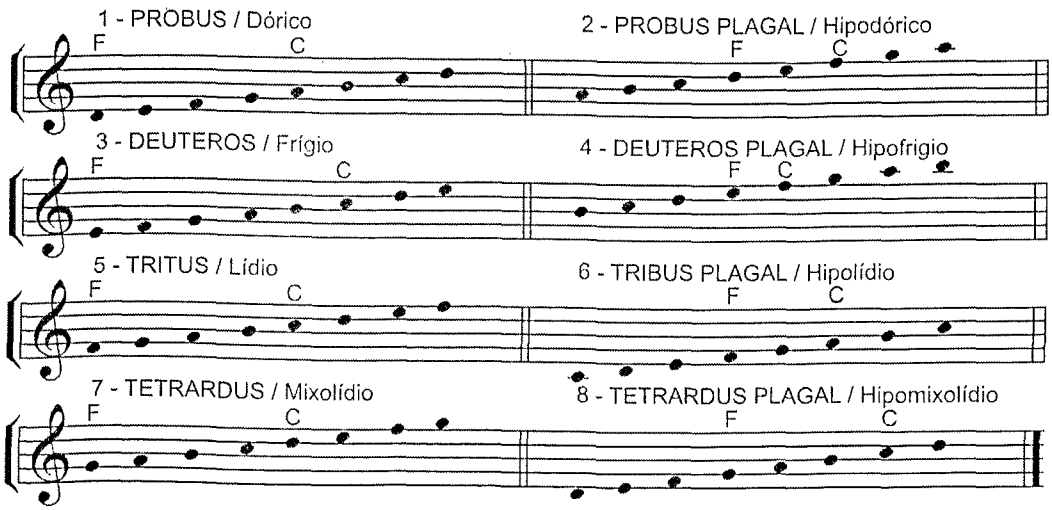


Figura 3.2: Modos eclesiásticos na renascença - séc XVI

Modo	Alterações
Dórico	o "Si" poderá ser alterado para "Si b", quando for bordadura de "lá". o "Dó" poderá ser alterado para "Dó#", quando for bordadura de "Ré",ou quando tiver função de sensível, isto é, levar ao "Ré".
Frígo	em princípio não há alterações. Muito raramente aparece o "Ré#" como sensível
Lídio	o "Si" poderá ser alterado para "Si b", principalmente quando a linha melódica for descendente.
Mixolídio	o "Fá" poderá ser alterado para "Fá#" quando tiver função de sensível, isto é, levar ao "Sol".
Eólio	o "Sol" poderá ser alterado pan "Sol#" quando tiver função de sensíveL Se essa alteração ocorrer numa linha melódica ascendente, será necessário alterar também o "Fá" para "Fá#", evitando, assim, o intervalo de segunda aumentada entre o "Fá" e o "Sol#" (= escala menor melódica).
em todos os modos, inclusive no Jônico, o "Si" poderá ser alterado para "Síb", sempre que haja necessidade de evitar o trítono.	

Tabela 3.4: Alterações possíveis aos modos litúrgicos na renascença.

melodia que acompanha a outra melodia, todos os princípios desta arte já se enunciam aqui, nas diretrizes de construção da linha melódica principal.

1. início e fim na "fundamental" (finalis) do modo; termina por passo;
2. não modula;[5]
3. evita arpejos;
4. não repetir a mesma nota mais que duas vezes;
5. compensa: depois de salto segue por passo, preferência movimento contrário;
6. ponto culminante: grave e agudo, não repete;
7. saltos não maiores que 5^a... não pode 8^a!
8. nunca intervalo aumentado/diminuto; atenção com o trítono!!! (Ψ);
9. não mais do que 10^a de extensão;
10. evita seqüência (repetição imediata do mesmo desenho); tamanho: de 10 a 14 semibreves[6]; modos litúrgicos à vontade; menor só melódico (cuidado com a 2ª aumentada da escala harmônica);

3.5 Regras para um AGU (Algoritmo Genético Ubaldiano)

Far-se-á agora algumas considerações sobre a notação a ser empregada na AGU. Esta é uma das contribuições desta tese.

- Os indivíduos na população terão o seguinte aspecto morfológico: $L * * * * * * * * * * L$, onde L é uma nota musical que, como se vê, é a mesma na primeira e na última posições. O asterisco é um ponto estrutural que será substituido por uma nota musical específica conforme a nota anterior à medida que o indivíduo evolui.

[5]então nada de movimentos cromáticos.
[6]Linha melódica "isométrica"

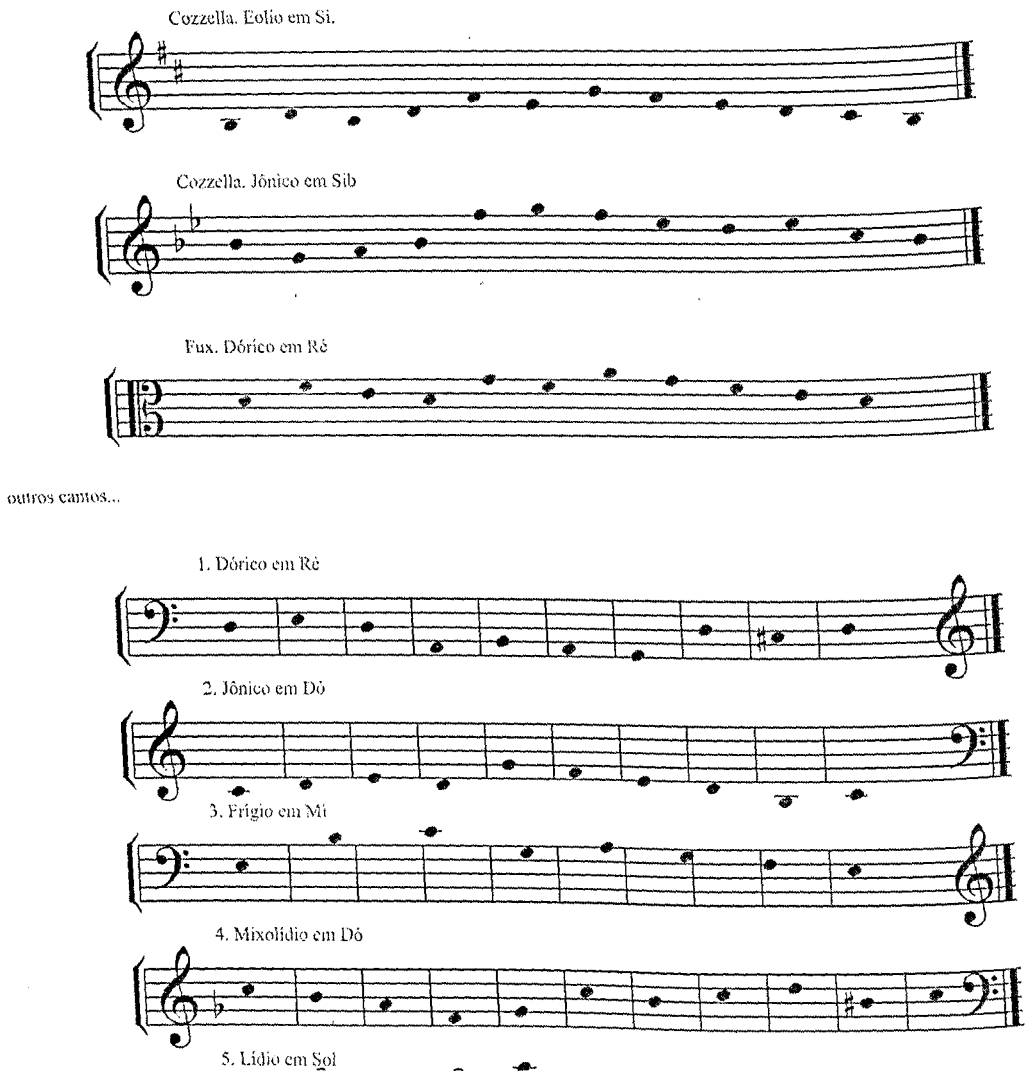


Figura 3.3: Sistema Modal na Idade Média

- Define-se *morfologismo*, neste trabalho, como sendo o mecanismo pelo qual um indivíduo pode e deve diferenciar-se para que lhe seja garantida a sobrevivência no ambiente.
- Define-se *ecosistema*, neste trabalho, como sendo as regras pelas quais um indivíduo pode existir em determinado ambiente (ou núcleo populacional).
- Estas regras afetam as gerações a serem produzidas no ambiente.
- Indivíduos que não possuirem a morfologia adequada ao ecosistema será extinto.
- As letras *Ls* serão notas musicais (a mesma), ou seja, inicialmente qualquer indivíduo da população terá a *finalis* do modo já pré-definido. Este é o sinal morfológico que garante a existência do indivíduo no ecosistema.
- A forma com que as funções-programa atuarão no programa será *Ubaldiana*, ou seja, haverá funções-programa distintas em cada espaço de estado S_n na fase F_n.
- Por causa do item anterior a forma evolutiva prevista não é linear, ou darwiniana, mas espiral, ubaldiana.
- Todos os indivíduos da população são gerados amorfos, ou seja, não possuem sinais morfológicos de diferenciação sexual, mas possuem sinais morfológicos do ecosistema. Este é o estado ubaldiano S_0.
- Define-se *Ponto Histórico* como sendo um instante qualquer na vida da população a partir do qual se quer começar a considerar para efeito de análise ou tratamento.
- Pelo menos dois pontos históricos são fundamentais em um AGU. O primeiro é o instante em que se passa a considerar o início da população. O segundo é o instante em que se interrompe a análise.
- Como o estado ubaldinao S_0 é o ponto histórico inicial é ele quem marca o instante evolutivo onde os indivíduos que são gerados amorfos passam a ter diferenciação sexual e o processo de evolução que se quer acompanhar tem início.

- É o programador quem escolhe qual sinal morfológico sexual ele pretende dar aos indivíduos no ecosistema.
- No presente trabalho um indivíduo que possui mais notas musicais do que asteriscos no início da cadeia é considerado fêmea e ao contrário macho.
- Um indivíduo é considerado melhor quanto mais notas ele possuir em detrimento dos asteriscos.
- O indivíduo ideal será aquele que não possuir mais asteriscos (assim como no corpo humano é mais saudável quem possui menos gordura).
- Deve-se separar os indivíduos em dois grupos: o grupo de machos e o grupo de fêmeas.
- O Cruzamento deverá ocorrer entre os dois grupos, na forma, de combinação dois a dois entre todos os indivíduos.
- Como resultado deste cruzamento sempre haverá um filho mais adaptado que o outro e melhor adaptado que os pais e sempre haverá um menos adaptado inclusive em relação aos pais.
- A mutação ocorre somente após o cruzamento com o intuito de fazer diferenciação sexual.
- A fêmea ideal é do tipo $FFFFFFF******$, onde F é uma nota musical, ou seja, todas as posições morfológicas da cadeia que caracterizam uma fêmea estão preenchidas com notas. Obviamente supondo que o cromossomo seja de 14 posições.
- O macho ideal é do tipo $*******MMMMMMM$, onde M é uma nota musical, ou seja, todas as posições morfológicas da cadeia que caracterizam um macho estão preenchidas com notas.
- A colocação das notas na cadeia dos cromossomos fêmeas (nos humanos é XX) se dá **seqüencialmente** da esquerda para a direita.
- A colocação das notas na cadeia dos cromossomos machos (nos humanos seria o cromossomo XY) se dá **seqüencialmente** da direita para a esquerda.

- Quando o cromossomo chegar no ponto $FFFFFF * MMMMMMM$ sendo macho ou fêmea, a colocação da última nota deverá ser feita considerando-se o gene F e o M que lhe estão ao lado. Este ponto do programa é um ponto histórico final e a regra é tal que S_n da fase $F_n = S_0$ de uma provável fase F_{n+1}. A regra aqui é única porque até este ponto histórico só se considerava a nota que vinha antes nas fêmeas e a que vinha depois, quando macho.

- Apesar da diferenciação sexual o indivíduo na fase de avaliação de seu grau evolutivo é avaliado em seu todo.

- As notas não podem entrar por acaso na cadeia do cromossomo. Elas necessariamente devem ser colocadas na posição com a filtragem do ecosistema que determinará quais as possivel notas que poderão ser colocadas ali.

- Quando da análise do cromossomo serão desprezadas as notas que antecedem ou vêm após um asterisco.

- O intuito do cruzamento por diferenciação sexual é dobrar a velocidade de convergência à solução.

- Aqui há elitismo porque só os melhores da população passam adiante.

- O resultado do programa é tipicamente não determinístico, ou seja, serão geradas eventualmente várias melodias todas válidas, ou pelo menos uma.

- Pode ocorrer extinção da população caso nenhum cromossomo consiga satisfazer as regras do ecosistema e não haja outras alternativas possíveis.

- A população não mantém a mesma quantidade de indivíduos a todo instante de execução do programa.

Capítulo 4

O Ecosistema para Cantus Firmus

4.1 Intervalos e a Teoria da Música

No livro do Bohomil [8] vê-se um vasto e bem completo texto sobre teoria da música e de lá extraiu-se idéias para os códigos mostrados a seguir, escritos em *Clean*.

O diagrama a seguir é o resumo da estrutura intervalar das notas na música ocidental:

```
|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|-----|
A     B     C     D     E     F     G     A     B     C     D     E     F
|-distância-|
|--1--|-1/2-|--1--|--1--|-1/2-|--1--|--1--|--1--|-1/2-|--1--|--1--|-1/2-|
|-intervalo-|
|--M--|
|-----m-----|
|--------J--------|
|-----------J-----------|
|--------------m--------------|
|-----------------m-----------------|
|--------------------J--------------------|
```

```
|-no de ptos|
|-2M--|
|----3m-----|
|-------4J--------|
|----------5J----------|
|-------------6m-------------|
|----------------7m----------------|
|-------------------8J-------------------|
```

4.1.1 Módulo teomus.icl

```
implementation module teomus;

import StdEnv,noteType;
/////////////// basicAscInterval ////////////////
```

Todas as funções do módulo teomus.icl fazem parte das regras do ecosistema. A função *basicAscInterval* supõe que a primeira nota é menor que a segunda e, portanto, o intervalo é sempre ascendente. Ela é parte do ecosistema e é implementação da teoria que resolve o problema intervalar. Aqui está apenas a relação entre todas as notas sem acidentes e sem considerar sua oitava.

Um dos grandes problemas da composição musical é sua relação intervalar, portanto, é necessário criar funções que descubram, dadas duas notas quaisquer, sua relação intervalar.

```
basicAscInterval :: String String -> (Int,String);
basicAscInterval "A" "A" = (1,"J");
basicAscInterval "A" "B" = (2,"M");
basicAscInterval "A" "C" = (3,"m");
basicAscInterval "A" "D" = (4,"J");
basicAscInterval "A" "E" = (5,"J");
basicAscInterval "A" "F" = (6,"m");
basicAscInterval "A" "G" = (7,"m");

basicAscInterval "B" "B" = (1,"J");
```

```
basicAscInterval "B" "C" = (2,"m");
basicAscInterval "B" "D" = (3,"m");
basicAscInterval "B" "E" = (4,"J");
basicAscInterval "B" "F" = (5,"dim");
basicAscInterval "B" "G" = (6,"m");
basicAscInterval "B" "A" = (7,"m");

basicAscInterval "C" "C" = (1,"J");
basicAscInterval "C" "D" = (2,"M");
basicAscInterval "C" "E" = (3,"M");
basicAscInterval "C" "F" = (4,"J");
basicAscInterval "C" "G" = (5,"J");
basicAscInterval "C" "A" = (6,"M");
basicAscInterval "C" "B" = (7,"M");

basicAscInterval "D" "D" = (1,"J"); //-------------------------------
basicAscInterval "D" "E" = (2,"M");
basicAscInterval "D" "F" = (3,"m");
basicAscInterval "D" "G" = (4,"J");
basicAscInterval "D" "A" = (5,"J");
basicAscInterval "D" "B" = (6,"M");
basicAscInterval "D" "C" = (7,"m");

basicAscInterval "E" "E" = (1,"J");
basicAscInterval "E" "F" = (2,"m");
basicAscInterval "E" "G" = (3,"m");
basicAscInterval "E" "A" = (4,"J");
basicAscInterval "E" "B" = (5,"J");
basicAscInterval "E" "C" = (6,"m");
basicAscInterval "E" "D" = (7,"m");

basicAscInterval "F" "F" = (1,"J");
basicAscInterval "F" "G" = (2,"M");
```

```
basicAscInterval "F" "A" = (3,"M");
basicAscInterval "F" "B" = (4,"aum");
basicAscInterval "F" "C" = (5,"J");
basicAscInterval "F" "D" = (6,"M");
basicAscInterval "F" "E" = (7,"M");

basicAscInterval "G" "G" = (1,"J");
basicAscInterval "G" "A" = (2,"M");
basicAscInterval "G" "B" = (3,"M");
basicAscInterval "G" "C" = (4,"J");
basicAscInterval "G" "D" = (5,"J");
basicAscInterval "G" "E" = (6,"M");
basicAscInterval "G" "F" = (7,"m");

basicAscInterval _ _  = abort "basicAscInterval Error!";
///////////////  IntervalAdjust  ///////////////////////
```

Após ter todos os intervalos básicos o próximo passo é corrigir o intervalo quando não for básico. com base no diagrama de intervalos acima.

Esta função supõe que foi obtido o intervalo básico, por exemplo, $(3, M)$ e dado um acidente: $x, \#, b$ ou bb, corrige-se o intervalo básico.

```
intervalAdjust (2,"M","#") = (2,"aum");
intervalAdjust (3,"M","#") = (3,"aum");
intervalAdjust (6,"M","#") = (6,"aum");
intervalAdjust (7,"M","#") = (7,"aum");

intervalAdjust (1,"m","#") = (1,"M");
intervalAdjust (2,"m","#") = (2,"M");
intervalAdjust (3,"m","#") = (3,"M");
intervalAdjust (6,"m","#") = (6,"M");
intervalAdjust (7,"m","#") = (7,"M");

intervalAdjust (1,"J","#")   = (1,"aum");
```

```
intervalAdjust (5,"J"  ,"#") = (5,"aum");
intervalAdjust (1,"aum","b") = (1,"J");
intervalAdjust (5,"aum","b") = (5,"J");
intervalAdjust (1,"dim","#") = (1,"J");
intervalAdjust (5,"dim","#") = (5,"J");
intervalAdjust (1,"J"  ,"b") = (1,"dim");
intervalAdjust (5,"J"  ,"b") = (5,"dim");//---------------------------------

intervalAdjust (4,"J"  ,"#") = (4,"aum");
intervalAdjust (4,"aum","b") = (4,"J");
intervalAdjust (4,"dim","#") = (4,"J");
intervalAdjust (4,"J"  ,"b") = (4,"dim");

intervalAdjust (2,"M","b") = (2,"m");
intervalAdjust (3,"M","b") = (3,"m");
intervalAdjust (6,"M","b") = (6,"m");
intervalAdjust (7,"M","b") = (7,"m");

intervalAdjust (1,"m","b") = (1,"dim");
intervalAdjust (2,"m","b") = (2,"dim");
intervalAdjust (3,"m","b") = (3,"dim");
intervalAdjust (6,"m","b") = (6,"dim");
intervalAdjust (7,"m","b") = (7,"dim");

intervalAdjust (n,m,acc)  = (0,"");
//abort("erro em intervalAdjust=>"+++toString(n)+++","+++m+++","+++acc);

//////////////////////intervalWithAcc//////////////////////
```

Esta função irá verificar os acidentes das duas notas. Eles modificam o tipo do intervalo. os casos são (duas espirais involuindo de a "bb"e evoluindo de a "x"):

```
1)   "bb"  "bb"
2)   "bb"  "b"
```

```
3)   "bb"  "" ----------------
4)   "bb"  "#"
5)   "bb"  "x"

6)   "b"  "bb"
7)   "b"  "b"
8)   "b"  "" ----------------
9)   "b"  "#"
10)  "b"  "x"

11)  ""  "bb"
12)  ""  "b"
13)  ""  "" ------------------------------------
14)  ""  "#"
15)  ""  "x"

16)  "#"  "bb"
17)  "#"  "b"
18)  "#"  "" ----------------
19)  "#"  "#"
20)  "#"  "x"

21)  "x"  "bb"
22)  "x"  "b"
23)  "x"  "" ----------------
24)  "x"  "#"
25)  "x"  "x"
```

Esta função irá devolver qualquer intervalo entre duas notas mesmo que uma ou as duas notas possuam acidentes. Para tal ele se utiliza da função *basicAscInterval*. Esta última é responsável por achar o intervalo entre as duas notas supondo que ambas não possuem acidentes. Num segundo passo conforme os acidentes que as notas possuem faz-se a determinação do intervalo. Esta função foi implementada assim porque é exatamente assim que acontece na música.

Por exemplo, se se tem duas notas D^b e $F^\#$ o intervalo númerico é $3^a m$ que é a distância entre D e F. Então por causa dos acidentes o intervalo é corrigo para $3^a aum$.

```
intervalWithAcc :: Nota Nota -> (Int,String);
intervalWithAcc note1 note2
    // 1-5
    |(note1.acc==note2.acc) // dois acc iguais é como se não tivesse nenhum.
    = basicAscInterval note1.n note2.n;

    |(note1.acc=="bb") && (note2.acc=="b")
    # (itvl,kind) = basicAscInterval note1.n note2.n;
    = intervalAdjust (itvl,kind,"#");

    |(note1.acc=="bb") && (note2.acc="")
    # (itvl,kind)       = basicAscInterval note1.n note2.n;
      (newitvl,nkind)   = intervalAdjust (itvl,kind,"#");
    = intervalAdjust (newitvl,nkind,"#"); //simetria ----------------

    |(note1.acc=="bb") && (note2.acc=="#")
    # (itvl,kind)           = basicAscInterval note1.n note2.n;
      (newitvl1,kind1)      = intervalAdjust (itvl,kind,"#");
      (newitvl2,kind2)      = intervalAdjust (newitvl1,kind1,"#");
    = intervalAdjust (newitvl2,kind2,"#");

    |(note1.acc=="bb") && (note2.acc=="x")
    # (itvl,kind)         = basicAscInterval note1.n note2.n;
      (newitvl1,kind1)    = intervalAdjust (itvl,kind,"#");
      (newitvl2,kind2)    = intervalAdjust (newitvl1,kind1,"#");
      (newitvl3,kind3)    = intervalAdjust (newitvl2,kind2,"#");
    = intervalAdjust (newitvl3,kind3,"#");

    //6-9
    |(note1.acc=="b") && (note2.acc=="bb")
```

```
# (itvl,kind) = basicAscInterval note1.n note2.n;
= intervalAdjust (itvl,kind,"b");

|(note1.acc=="b") && (note2.acc=="")
# (itvl,kind) = basicAscInterval note1.n note2.n;
= intervalAdjust (itvl,kind,"#");

|(note1.acc=="b") && (note2.acc=="#") //simetria ----------------
# (itvl,kind)       = basicAscInterval note1.n note2.n;
  (newitvl1,kind1)  = intervalAdjust (itvl,kind,"#");
= intervalAdjust (newitvl1,kind1,"#");

|(note1.acc=="b") && (note2.acc=="x")
# (itvl,kind)          = basicAscInterval note1.n note2.n;
  (newitvl1,kind1)     = intervalAdjust (itvl,kind,"#");
  (newitvl2,kind2)     = intervalAdjust (newitvl1,kind1,"#");
= intervalAdjust (newitvl2,kind2,"#");

//10-13
|(note1.acc=="") && (note2.acc=="bb")
# (itvl,kind)       = basicAscInterval note1.n note2.n;
  (newitvl1,kind1)  = intervalAdjust (itvl,kind,"b");
= intervalAdjust (newitvl1,kind1,"b");

|(note1.acc=="") && (note2.acc=="b")
# (itvl,kind)  = basicAscInterval note1.n note2.n;
= intervalAdjust (itvl,kind,"b"); //simetria ----------------

|(note1.acc=="") && (note2.acc=="#")
# (itvl,kind) = basicAscInterval note1.n note2.n;
= intervalAdjust (itvl,kind,"#");

|(note1.acc=="") && (note2.acc=="x")
```

```
# (itvl,kind)          = basicAscInterval note1.n note2.n;
  (newitvl,kind1)      = intervalAdjust (itvl,kind,"#");
= intervalAdjust (newitvl,kind1,"#");

//14-17
|(note1.acc=="#") && (note2.acc=="bb")
# (itvl,kind)        = basicAscInterval note1.n note2.n;
  (newitvl1,kind1)   = intervalAdjust (itvl,kind,"b");
  (newitvl2,kind2)   = intervalAdjust (newitvl1,kind1,"b");
= intervalAdjust (newitvl2,kind2,"b");

|(note1.acc=="#") && (note2.acc=="b")
# (itvl,kind)        = basicAscInterval note1.n note2.n;
  (newitvl1,kind1)   = intervalAdjust (itvl,kind,"b");
= intervalAdjust (newitvl1,kind1,"b");//simetria ----------------

|(note1.acc=="#") && (note2.acc=="")
# (itvl,kind) = basicAscInterval note1.n note2.n;
= intervalAdjust (itvl,kind,"b");

|(note1.acc=="#") && (note2.acc=="x")
# (itvl,kind) = basicAscInterval note1.n note2.n;
= intervalAdjust (itvl,kind,"#");

//18-21
|(note1.acc=="x") && (note2.acc=="bb")
# (itvl,kind)        = basicAscInterval note1.n note2.n;
  (newitvl1,kind1)   = intervalAdjust (itvl,kind,"b");
  (newitvl2,kind2)   = intervalAdjust (newitvl1,kind1,"b");
  (newitvl3,kind3)   = intervalAdjust (newitvl1,kind2,"b");
= intervalAdjust (newitvl3,kind3,"b");

|(note1.acc=="x") && (note2.acc=="b")
```

```
# (itvl,kind)        = basicAscInterval note1.n note2.n;
  (newitvl1,kind1)   = intervalAdjust (itvl,kind,"b");
  (newitvl2,kind2)   = intervalAdjust (newitvl1,kind1,"b");
= intervalAdjust (newitvl2,kind2,"b");//simetria ----------------

|(note1.acc=="x") && (note2.acc=="")
# (itvl,kind)        = basicAscInterval note1.n note2.n;
  (newitvl1,kind1)   = intervalAdjust  (itvl,kind,"b");
= intervalAdjust (newitvl1,kind1,"b");

|(note1.acc=="x") && (note2.acc=="#")
# (itvl,kind) = basicAscInterval note1.n note2.n;
= intervalAdjust (itvl,kind,"b");

| otherwise = (0,"");
```

A simetria não é só local em cada versão de *intervalAdjust* mas na função como um todo já que:

```
(note1.acc=="bb") && (note2.acc=="b")
vai até
(note1.acc=="x") && (note2.acc=="#")
```

As funções abaixo supõem que os intervalos: $X->Y$ (ascendente) e $X<-Y$ (descendente) são iguais.

```
1a.n |2a.n |1a.n  | 2a.n B   ->  E == B   <-   E


mas,
1a.n |2a.n |2a.n  | 1a.n
B->E  <>  B<-E
```

Versão que resolve o problema do intervalo ser ascendente mas não maior que a 2ª oitava.

```
itvlGT1 n1 n2//só para high1<high2
```

```
| n1.n == n2.n=(8,"J");
| n1.n >  n2.n= intervalWithAcc n1 n2;
| n1.n <  n2.n
    # (n,m)=intervalWithAcc n1 n2;
    = (7+n,m);
```

Versão que resolve o problema do intervalo ser ascendente e dentro da 1ª oitava.

```
itvlEQ1 n1 n2//só para high1==high2
| n1.n <= n2.n= intervalWithAcc n1 n2;
| n1.n >  n2.n
    # (n,m)= intervalWithAcc n2 n1;
    = (-1*n,m);
```

- Estas funções só são válidas para high1 <= high2, ou seja, quando a primeira nota é mais grave que a segunda.
- *intervalWithAcc* resolve qualquer intervalo com *n1.high==n2.high*.
- um intervalo positivo é ascendente. um intervalo negativo é descendente.

Esta é a última função do módulo teomus.icl e resume em si mesma toda teoria intervalar. Na determinação do intervalo entre duas notas é importante levar-se em consideração quem é a nota referencial. Aqui foi adotado o *A* como nota referencial, ou seja, é no *A* que ocorre a mudança de oitava. Repare que a regra muda conforme as notas estejam ou não na mesma oitava. Há três casos fundamentais:

- a nota está na mesma oitava.
- a nota está a uma oitava de distância.
- a nota está a mais de uma oitava de distância.

```
interval :: Nota Nota -> (Int,String);
interval note1 note2
| note1.high == note2.high = itvlEQ1 note1 note2;
| note2.high-note1.high==1 = itvlGT1 note1 note2; |
note1.high-note2.high==1
```

```
    # (n,m) = itvlGT1 note2 note1;
    = (-1*n,m);
```

Versão que resolve o problema do intervalo ascendente ter duas oitavas ou mais.

```
| note2.high-note1.high >1
    # it  = note2.high-note1.high;
     (n,m)= intervalWithAcc note1 note2;
    =((it*7)+n,m);
```

Versão que resolve o problema do intervalo descendente ter duas oitavas ou mais.

```
| note1.high-note2.high >1
    # it = note1.high-note2.high;
     (n,m)= intervalWithAcc note2 note1;
    =((-1*it*7)+n,m);
```

4.2 Módulo baseEGeradores.icl

Este módulo fornece o universo de notas possíveis. Os sub-conjuntos de notas serão os modos.

```
implementation module baseEGeradores;


import StdEnv,noteType;


// ===================== Todas as natas do piano ==========================
allNotes :: [Nota];
allNotes=[
        // ----------------------- notas dublo bemol -----------------
        {n="C",acc="bb",high=1,dur=0.0},
        {n="D",acc="bb",high=1,dur=0.0},{n="E",acc="bb",high=1,dur=0.0},
        {n="F",acc="bb",high=1,dur=0.0},{n="G",acc="bb",high=1,dur=0.0},
        {n="A",acc="bb",high=1,dur=0.0},{n="B",acc="bb",high=1,dur=0.0},


        {n="C",acc="bb",high=2,dur=0.0},
```

```
{n="D",acc="bb",high=2,dur=0.0},{n="E",acc="bb",high=2,dur=0.0},
{n="F",acc="bb",high=2,dur=0.0},{n="G",acc="bb",high=2,dur=0.0},
{n="A",acc="bb",high=2,dur=0.0},{n="B",acc="bb",high=2,dur=0.0},

{n="C",acc="bb",high=3,dur=0.0},
{n="D",acc="bb",high=3,dur=0.0},{n="E",acc="bb",high=3,dur=0.0},
{n="F",acc="bb",high=3,dur=0.0},{n="G",acc="bb",high=3,dur=0.0},
{n="A",acc="bb",high=3,dur=0.0},{n="B",acc="bb",high=3,dur=0.0},

{n="C",acc="bb",high=4,dur=0.0},
{n="D",acc="bb",high=4,dur=0.0},{n="E",acc="bb",high=4,dur=0.0},
{n="F",acc="bb",high=4,dur=0.0},{n="G",acc="bb",high=4,dur=0.0},
{n="A",acc="bb",high=4,dur=0.0},{n="B",acc="bb",high=4,dur=0.0},

{n="C",acc="bb",high=5,dur=0.0},
{n="D",acc="bb",high=5,dur=0.0},{n="E",acc="bb",high=5,dur=0.0},
{n="F",acc="bb",high=5,dur=0.0},{n="G",acc="bb",high=5,dur=0.0},
{n="A",acc="bb",high=5,dur=0.0},{n="B",acc="bb",high=5,dur=0.0},

{n="C",acc="bb",high=6,dur=0.0},
{n="D",acc="bb",high=6,dur=0.0},{n="E",acc="bb",high=6,dur=0.0},
{n="F",acc="bb",high=6,dur=0.0},{n="G",acc="bb",high=6,dur=0.0},
{n="A",acc="bb",high=6,dur=0.0},{n="B",acc="bb",high=6,dur=0.0},

{n="C",acc="bb",high=7,dur=0.0},
{n="D",acc="bb",high=7,dur=0.0},{n="E",acc="bb",high=7,dur=0.0},
{n="F",acc="bb",high=7,dur=0.0},{n="G",acc="bb",high=7,dur=0.0},
{n="A",acc="bb",high=7,dur=0.0},{n="B",acc="bb",high=7,dur=0.0},

{n="C",acc="bb",high=8,dur=0.0},
{n="D",acc="bb",high=8,dur=0.0},{n="E",acc="bb",high=8,dur=0.0},
{n="F",acc="bb",high=8,dur=0.0},{n="G",acc="bb",high=8,dur=0.0},
{n="A",acc="bb",high=8,dur=0.0},{n="B",acc="bb",high=8,dur=0.0},
```

```
{n="C",acc="bb",high=9,dur=0.0},
{n="D",acc="bb",high=9,dur=0.0},{n="E",acc="bb",high=9,dur=0.0},
{n="F",acc="bb",high=9,dur=0.0},{n="G",acc="bb",high=9,dur=0.0},
{n="A",acc="bb",high=9,dur=0.0},{n="B",acc="bb",high=9,dur=0.0},

// --------------------- notas bemois -------------------------
{n="C",acc="b",high=1,dur=0.0},
{n="D",acc="b",high=1,dur=0.0},{n="E",acc="b",high=1,dur=0.0},
{n="F",acc="b",high=1,dur=0.0},{n="G",acc="b",high=1,dur=0.0},
{n="A",acc="b",high=1,dur=0.0},{n="B",acc="b",high=1,dur=0.0},

{n="C",acc="b",high=2,dur=0.0},
{n="D",acc="b",high=2,dur=0.0},{n="E",acc="b",high=2,dur=0.0},
{n="F",acc="b",high=2,dur=0.0},{n="G",acc="b",high=2,dur=0.0},
{n="A",acc="b",high=2,dur=0.0},{n="B",acc="b",high=2,dur=0.0},

{n="C",acc="b",high=3,dur=0.0},
{n="D",acc="b",high=3,dur=0.0},{n="E",acc="b",high=3,dur=0.0},
{n="F",acc="b",high=3,dur=0.0},{n="G",acc="b",high=3,dur=0.0},
{n="A",acc="b",high=3,dur=0.0},{n="B",acc="b",high=3,dur=0.0},

{n="C",acc="b",high=4,dur=0.0},
{n="D",acc="b",high=4,dur=0.0},{n="E",acc="b",high=4,dur=0.0},
{n="F",acc="b",high=4,dur=0.0},{n="G",acc="b",high=4,dur=0.0},
{n="A",acc="b",high=4,dur=0.0},{n="B",acc="b",high=4,dur=0.0},

{n="C",acc="b",high=5,dur=0.0},
{n="D",acc="b",high=5,dur=0.0},{n="E",acc="b",high=5,dur=0.0},
{n="F",acc="b",high=5,dur=0.0},{n="G",acc="b",high=5,dur=0.0},
{n="A",acc="b",high=5,dur=0.0},{n="B",acc="b",high=5,dur=0.0},

{n="C",acc="b",high=6,dur=0.0},
```

```
{n="D",acc="b",high=6,dur=0.0},{n="E",acc="b",high=6,dur=0.0},
{n="F",acc="b",high=6,dur=0.0},{n="G",acc="b",high=6,dur=0.0},
{n="A",acc="b",high=6,dur=0.0},{n="B",acc="b",high=6,dur=0.0},

{n="C",acc="b",high=7,dur=0.0},
{n="D",acc="b",high=7,dur=0.0},{n="E",acc="b",high=7,dur=0.0},
{n="F",acc="b",high=7,dur=0.0},{n="G",acc="b",high=7,dur=0.0},
{n="A",acc="b",high=7,dur=0.0},{n="B",acc="b",high=7,dur=0.0},

{n="C",acc="b",high=8,dur=0.0},
{n="D",acc="b",high=8,dur=0.0},{n="E",acc="b",high=8,dur=0.0},
{n="F",acc="b",high=8,dur=0.0},{n="G",acc="b",high=8,dur=0.0},
{n="A",acc="b",high=8,dur=0.0},{n="B",acc="b",high=8,dur=0.0},

{n="C",acc="b",high=9,dur=0.0},
{n="D",acc="b",high=9,dur=0.0},{n="E",acc="b",high=9,dur=0.0},
{n="F",acc="b",high=9,dur=0.0},{n="G",acc="b",high=9,dur=0.0},
{n="A",acc="b",high=9,dur=0.0},{n="B",acc="b",high=9,dur=0.0},

// ------------------ notas naturais -----------------------
{n="C",acc="",high=1,dur=0.0},
{n="D",acc="",high=1,dur=0.0},{n="E",acc="",high=1,dur=0.0},
{n="F",acc="",high=1,dur=0.0},{n="G",acc="",high=1,dur=0.0},
{n="A",acc="",high=1,dur=0.0},{n="B",acc="",high=1,dur=0.0},

{n="C",acc="",high=2,dur=0.0},
{n="D",acc="",high=2,dur=0.0},{n="E",acc="",high=2,dur=0.0},
{n="F",acc="",high=2,dur=0.0},{n="G",acc="",high=2,dur=0.0},
{n="A",acc="",high=2,dur=0.0},{n="B",acc="",high=2,dur=0.0},

{n="C",acc="",high=3,dur=0.0},
{n="D",acc="",high=3,dur=0.0},{n="E",acc="",high=3,dur=0.0},
{n="F",acc="",high=3,dur=0.0},{n="G",acc="",high=3,dur=0.0},
```

```
{n="A",acc="",high=3,dur=0.0},{n="B",acc="",high=3,dur=0.0},

{n="C",acc="",high=4,dur=0.0},
{n="D",acc="",high=4,dur=0.0},{n="E",acc="",high=4,dur=0.0},
{n="F",acc="",high=4,dur=0.0},{n="G",acc="",high=4,dur=0.0},
{n="A",acc="",high=4,dur=0.0},{n="B",acc="",high=4,dur=0.0},

{n="C",acc="",high=5,dur=0.0},
{n="D",acc="",high=5,dur=0.0},{n="E",acc="",high=5,dur=0.0},
{n="F",acc="",high=5,dur=0.0},{n="G",acc="",high=5,dur=0.0},
{n="A",acc="",high=5,dur=0.0},{n="B",acc="",high=5,dur=0.0},

{n="C",acc="",high=6,dur=0.0},
{n="D",acc="",high=6,dur=0.0},{n="E",acc="",high=6,dur=0.0},
{n="F",acc="",high=6,dur=0.0},{n="G",acc="",high=6,dur=0.0},
{n="A",acc="",high=6,dur=0.0},{n="B",acc="",high=6,dur=0.0},

{n="C",acc="",high=7,dur=0.0},
{n="D",acc="",high=7,dur=0.0},{n="E",acc="",high=7,dur=0.0},
{n="F",acc="",high=7,dur=0.0},{n="G",acc="",high=7,dur=0.0},
{n="A",acc="",high=7,dur=0.0},{n="B",acc="",high=7,dur=0.0},

{n="C",acc="",high=8,dur=0.0},
{n="D",acc="",high=8,dur=0.0},{n="E",acc="",high=8,dur=0.0},
{n="F",acc="",high=8,dur=0.0},{n="G",acc="",high=8,dur=0.0},
{n="A",acc="",high=8,dur=0.0},{n="B",acc="",high=8,dur=0.0},

{n="C",acc="",high=9,dur=0.0},
{n="D",acc="",high=9,dur=0.0},{n="E",acc="",high=9,dur=0.0},
{n="F",acc="",high=9,dur=0.0},{n="G",acc="",high=9,dur=0.0},
{n="A",acc="",high=9,dur=0.0},{n="B",acc="",high=9,dur=0.0},

// ------------------- notas sustenidas ---------------------
```

```
{n="C",acc="#",high=1,dur=0.0},
{n="D",acc="#",high=1,dur=0.0},{n="E",acc="#",high=1,dur=0.0},
{n="F",acc="#",high=1,dur=0.0},{n="G",acc="#",high=1,dur=0.0},
{n="A",acc="#",high=1,dur=0.0},{n="B",acc="#",high=1,dur=0.0},

{n="C",acc="#",high=2,dur=0.0},
{n="D",acc="#",high=2,dur=0.0},{n="E",acc="#",high=2,dur=0.0},
{n="E",acc="#",high=2,dur=0.0},{n="G",acc="#",high=2,dur=0.0},
{n="A",acc="#",high=2,dur=0.0},{n="B",acc="#",high=2,dur=0.0},

{n="C",acc="#",high=3,dur=0.0},
{n="D",acc="#",high=3,dur=0.0},{n="E",acc="#",high=3,dur=0.0},
{n="F",acc="#",high=3,dur=0.0},{n="G",acc="#",high=3,dur=0.0},
{n="A",acc="#",high=3,dur=0.0},{n="B",acc="#",high=3,dur=0.0},

{n="C",acc="#",high=4,dur=0.0},
{n="D",acc="#",high=4,dur=0.0},{n="E",acc="#",high=4,dur=0.0},
{n="F",acc="#",high=4,dur=0.0},{n="G",acc="#",high=4,dur=0.0},
{n="A",acc="#",high=4,dur=0.0},{n="B",acc="#",high=4,dur=0.0},

{n="C",acc="#",high=5,dur=0.0},
{n="D",acc="#",high=5,dur=0.0},{n="E",acc="#",high=5,dur=0.0},
{n="F",acc="#",high=5,dur=0.0},{n="G",acc="#",high=5,dur=0.0},
{n="A",acc="#",high=5,dur=0.0},{n="B",acc="#",high=5,dur=0.0},

{n="C",acc="#",high=6,dur=0.0},
{n="D",acc="#",high=6,dur=0.0},{n="E",acc="#",high=6,dur=0.0},
{n="F",acc="#",high=6,dur=0.0},{n="G",acc="#",high=6,dur=0.0},
{n="A",acc="#",high=6,dur=0.0},{n="B",acc="#",high=6,dur=0.0},

{n="C",acc="#",high=7,dur=0.0},
{n="D",acc="#",high=7,dur=0.0},{n="E",acc="#",high=7,dur=0.0},
{n="F",acc="#",high=7,dur=0.0},{n="G",acc="#",high=7,dur=0.0},
```

```
{n="A",acc="#",high=7,dur=0.0},{n="B",acc="#",high=7,dur=0.0},

{n="C",acc="#",high=8,dur=0.0},
{n="D",acc="#",high=8,dur=0.0},{n="E",acc="#",high=8,dur=0.0},
{n="F",acc="#",high=8,dur=0.0},{n="G",acc="#",high=8,dur=0.0},
{n="A",acc="#",high=8,dur=0.0},{n="B",acc="#",high=8,dur=0.0},

{n="C",acc="#",high=9,dur=0.0},
{n="D",acc="#",high=9,dur=0.0},{n="E",acc="#",high=9,dur=0.0},
{n="F",acc="#",high=9,dur=0.0},{n="G",acc="#",high=9,dur=0.0},
{n="A",acc="#",high=9,dur=0.0},{n="B",acc="#",high=9,dur=0.0},

// ----------------- notas duplo sustenido ------------------
{n="C",acc="x",high=1,dur=0.0},
{n="D",acc="x",high=1,dur=0.0},{n="E",acc="x",high=1,dur=0.0},
{n="F",acc="x",high=1,dur=0.0},{n="G",acc="x",high=4,dur=0.0},
{n="A",acc="x",high=1,dur=0.0},{n="B",acc="x",high=1,dur=0.0},

{n="C",acc="x",high=2,dur=0.0},
{n="D",acc="x",high=2,dur=0.0},{n="E",acc="x",high=2,dur=0.0},
{n="F",acc="x",high=2,dur=0.0},{n="G",acc="x",high=2,dur=0.0},
{n="A",acc="x",high=2,dur=0.0},{n="B",acc="x",high=2,dur=0.0},

{n="C",acc="x",high=3,dur=0.0},
{n="D",acc="x",high=3,dur=0.0},{n="E",acc="x",high=3,dur=0.0},
{n="F",acc="x",high=3,dur=0.0},{n="G",acc="x",high=3,dur=0.0},
{n="A",acc="x",high=3,dur=0.0},{n="B",acc="x",high=3,dur=0.0},

{n="C",acc="x",high=4,dur=0.0},
{n="D",acc="x",high=4,dur=0.0},{n="E",acc="x",high=4,dur=0.0},
{n="F",acc="x",high=4,dur=0.0},{n="G",acc="x",high=4,dur=0.0},
{n="A",acc="x",high=4,dur=0.0},{n="B",acc="x",high=4,dur=0.0},
```

```
{n="C",acc="x",high=5,dur=0.0},
{n="D",acc="x",high=5,dur=0.0},{n="E",acc="x",high=5,dur=0.0},
{n="F",acc="x",high=5,dur=0.0},{n="G",acc="x",high=5,dur=0.0},
{n="A",acc="x",high=5,dur=0.0},{n="B",acc="x",high=5,dur=0.0},

{n="C",acc="x",high=6,dur=0.0},
{n="D",acc="x",high=6,dur=0.0},{n="E",acc="x",high=6,dur=0.0},
{n="F",acc="x",high=6,dur=0.0},{n="G",acc="x",high=6,dur=0.0},
{n="A",acc="x",high=6,dur=0.0},{n="B",acc="x",high=6,dur=0.0},

{n="C",acc="x",high=7,dur=0.0},
{n="D",acc="x",high=7,dur=0.0},{n="E",acc="x",high=7,dur=0.0},
{n="F",acc="x",high=7,dur=0.0},{n="G",acc="x",high=7,dur=0.0},
{n="A",acc="x",high=7,dur=0.0},{n="B",acc="x",high=7,dur=0.0},

{n="C",acc="x",high=8,dur=0.0},
{n="D",acc="x",high=8,dur=0.0},{n="E",acc="x",high=8,dur=0.0},
{n="F",acc="x",high=8,dur=0.0},{n="G",acc="x",high=8,dur=0.0},
{n="A",acc="x",high=8,dur=0.0},{n="B",acc="x",high=8,dur=0.0},

{n="C",acc="x",high=9,dur=0.0},
{n="D",acc="x",high=9,dur=0.0},{n="E",acc="x",high=9,dur=0.0},
{n="F",acc="x",high=9,dur=0.0},{n="G",acc="x",high=9,dur=0.0},
{n="A",acc="x",high=9,dur=0.0},{n="B",acc="x",high=9,dur=0.0}
];
```

Segundo o Bohomil [8] as notas mais graves do piano tomam numeração negativa o que pode até ser uma boa convenção musical mas não o é na prática computacional, portanto, começamos a contagem das notas em 1.

A próxima função gera uma lista com números aleatórios ela será importante para se selecionar as notas a serem inseridas no locus dos cromossomos.

```
// ================ gerador de números aleatórios ==============

randoms = (iterate (\seed->(77*seed+1) rem 1024));
```

```
rndL seed n= map scaling (randoms seed)
where { scaling x= toInt ((toReal x) * (toReal n)/1024.0)};

rndList :: Int Int Int -> [Int];
rndList elems seed range = tl(take elems (rndL seed range));
rnd :: Int Int -> Int;
rnd seed n
# lstRnd = drop 50 (rndList 100 seed n);
= (hd lstRnd);
```

4.3 Módulo intercode.icl

O módulo *intercode.icl* é quem efetivamente possui as regras do *Cantus Firmus* que conseqüentemtne representa as regras do ecosistema. Os trechos de código abaixo em sua maioria também tratam o erro que ocorre caso a regra que trazem não seja obedecida.

```
module intercode;

import StdEnv, teomus;

noNote={n="",acc="",high=0,dur=0.0};

hdc :: [Note] -> String;
hdc []      = "";
hdc [x:xs] = x.n;

lastc :: [Note] -> String;
lastc []        = "";
lastc [a]       = a.n;
lastc [a:xs]    = lastc xs;

len lst = lensub 0 lst;
```

```
lensub n [x:xs] = lensub (inc n) xs;
lensub n []     = n;

//devolve os intervalos entre as notas de uma lista
vrfItvl [x,y]     = [interval x y];
vrfItvl [x,y:xs] = [interval x y:vrfItvl [y:xs]];

//Start=takeNotes cfFux [];
//lê uma lista do tipo Note e devolve uma lista com o nome da nota.
takeNotes :: [Note] [String] -> [String];
takeNotes []     acc = acc;
takeNotes [x:xs] acc = takeNotes xs (acc++[x.n]);

//Start=zipNotes cfFux;
//Usa takeNotes e itvl para produzir uma lista de tuplas do tipo:
//("G",(3,"M"))
zipNotes lst=:[x:xs]
# name=takeNotes lst [];
  itvl=vrfItvl lst;
= zip(name,itvl++[(0,"")]);
```

As regras do *Cantus Firmus* são 10 como já se disse e elas serão relacionadas aqui nas subsecções com seus respectivos códigos.

4.3.1 Início e fim na *finalis* do modo

As funções *hdc* e *lastc* pegam respectivamente a primeira e última notas e o *if* compara para ver se não houve erro na escolha da *finalis* do modo.

```
ie=if (iniEnd==hdc(cfirmus) && iniEnd==lastc(cfirmus))
          []
          ["A primeira e a última nota (finalis) deve ser: "+++iniEnd];
```

4.3.2 Não modula

Escolhido um modo é preciso verificar se todas as notas do cromossomo e seus respectivos acidentes estão de acordo com este modo.

```
//////////////////////// não modula ////////////////////////////
////Start=takeNoteAndAcc cfErr;
takeNoteAndAcc [x]     = [(x.n,x.acc)];
takeNoteAndAcc [x:xs] = [(x.n,x.acc):takeNoteAndAcc xs];
//Start = sameKey (takeNoteAndAcc cfErr) Am [];
sameKey :: [(String,String)] [(String,String)] [String] -> [String];
sameKey []          lst acc = acc;
sameKey [(x,y):xs] lst acc
    | isMember (x,y) lst = sameKey xs lst acc;
    | otherwise=sameKey xs lst acc++["A nota "+++x+++y+++
                                     " não pertence à mesma tonalidade.\n"];
modulation :: String [Note] -> [String];
modulation whatkey cfirmus
    | whatkey =="CM"
        # CM=[("C",""),("D",""),("E",""),("F",""),("G",""),("A",""),("B","")];
    = sameKey (takeNoteAndAcc cfirmus) CM [];
    | whatkey =="Am"
        # Am=[("C",""),("D",""),("E",""),("F",""),("G",""),("F","#"),("G","#"),
                        ("A",""),("B","")];
    = sameKey (takeNoteAndAcc cfirmus) Am [];
    | whatkey =="GM"
        # GM=[("C",""),("D",""),("E",""),("F","#"),("G",""),("A",""),("B","")];
    = sameKey (takeNoteAndAcc cfirmus) GM [];
Em=[("C","#"),("D","#"),("E",""),("F","#"),("G",""),("A",""),("B","")];
DM=[("C","#"),("D",""),("E",""),("F","#"),("G",""),("A",""),("B","")];
Bm=[("C","#"),("D",""),("E",""),("F","#"),("G",""),("A",""),("G","#"),("A","#"),
                        ("B","")];
AM=[("C","#"),("D",""),("E",""),("F","#"),("G","#"),("A",""),("B","")];
Fsusm=[("C","#"),("D",""),("E",""),("D","#"),("E","#"),("F","#"),("G","#"),
                        ("A",""),("B","")];
```

```
EM=[("C","#"),("D","#"),("E",""),("F","#"),("G","#"),("A",""),("B",")];
Csusm=[("C","#"),("D","#"),("E",""),("F","#"),("G","#"),("A",""),("B",""),
                    ("A","#"),("B","#")];
BM=[("C","#"),("D","#"),("E",""),("F","#"),("G","#"),("A","#"),("B",")];
Gsusm=[("C","#"),("D","#"),("E",""),("F","#"),("E","#"),("F","x"),("G","#"),
                    ("A","#"),("B",")];
FsusM=[("C","#"),("D","#"),("E","#"),("F","#"),("G","#"),("A","#"),("B",")];
Dsusm=[("C","#"),("D","#"),("E","#"),("F","#"),("G","#"),("A","#"),("B",""),
                    ("B","#"),("C","x")];
CsusM=[("C","#"),("D","#"),("E","#"),("F","#"),("G","#"),("A","#"),("B","#")];
Asusm=[("C","#"),("D","#"),("E","#"),("F","#"),("G","#"),("F","x"),("G","x"),
                    ("A","#"),("B","#")];

FM=[("C",""),("D",""),("E",""),("F",""),("G",""),("A",""),("B","b")];
Dm=[("C",""),("D",""),("E",""),("F",""),("G",""),("A",""),("B","b"),
                    ("B",""),("C","#")];
BbM=[("C",""),("D",""),("E","b"),("F",""),("G",""),("A",""),("B","b")];
Gm=[("C",""),("D",""),("E","b"),("F",""),("E",""),("F","#"),("G",""),
                    ("A",""),("B","b")];
EbM=[("C",""),("D",""),("E","b"),("F",""),("G",""),("A","b"),("B","b")];
Cm=[("C",""),("D",""),("E","b"),("F",""),("G",""),("A","b"),("B","b"),
                    ("A",""),("B",")];
AbM=[("C",""),("D","b"),("E","b"),("F",""),("G",""),("A","b"),("B","b")];
Fm=[("C",""),("D","b"),("E","b"),("D",""),("E",""),("F",""),("G",""),
                    ("A","b"),("B","b")];
DbM=[("C",""),("D","b"),("E","b"),("F",""),("G","b"),("A","b"),("B","b")];
Bbm=[("C",""),("D","b"),("E","b"),("F",""),("G","b"),("A","b"),("G",""),
                    ("A",""),("B","b")];
GbM=[("C","b"),("D","b"),("E","b"),("F",""),("G","b"),("A","b"),("B","b")];
Ebm=[("C","b"),("D","b"),("C",""),("D",""),("E","b"),("F",""),("G","b"),
                    ("A","b"),("B","b")];
CbM=[("C","b"),("D","b"),("E","b"),("F","b"),("G","b"),("A","b"),("B","b")];
Abm=[("C","b"),("D","b"),("E","b"),("F","b"),("G","b"),("F",""),("G",""),
```

```
("A","b"),("B","b")];
```

4.3.3 Evita arpejos

Arpejos também são conhecidos por acordes só que as notas não são executadas simultaneamente.

```
//////////////////////// regras de arpejos ///////////////////////
//verifica se existem três notas consecutivas cujo intervalo entre
//elas seja uma 3a.
arpeggios [] acc = [];
arpeggios [(a,(i1,_)),(b,(i2,_)),(c,(_,_))] acc
    | (i1==(-3) || i1==3) && (i2==(-3) || i2==3)
    = acc++["deve-se evitar arpejos. Veja as notas "+++a+++" "+++
                b+++" "+++c+++"\n"];
arpeggios [(a,(i1,x)),(b,(i2,y)),(c,(i3,z)):xs] acc
    | (i1==(-3) || i1==3) && (i2==(-3) || i2==3)
    = arpeggios [(b,(i2,y)),(c,(i3,z)):xs] acc++
        ["deve-se evitar arpejos. Veja as notas "+++a+++" "+++b+++" "+++c+++"\n"];
arpeggios [x:xs] acc = arpeggios xs acc;
```

4.3.4 Não repetir a mesma nota mais de duas vezes

A maioria das "regras" da música são estéticas, ou seja, não passam de recomendações que em algum momento podem ser rompidas por algum motivo justo.

O código abaixo irá verificar se na melodia uma nota foi repetida.

```
//////////////////////// moreThanTwo ////////////////////////////
//CMtest=[("C",""),("D",""),("E",""),("F",""),("G",""),("A",""),("B",""),("C","")];
//Start=counterElem ("C","") CMtest 0;
counterElem :: (String,String) [(String,String)] Int -> Int;
counterElem _ [] acc = acc;
counterElem (x,y) [(xc,yc):xs] acc
    | (x==xc) && (y==yc) = counterElem (x,y) xs acc+1;
    | otherwise = counterElem (x,y) xs acc;
```

```
//Start=moreThanTwo CM CMtest [];
moreThanTwo :: [(String,String)] [(String,String)] [String] -> [String];
moreThanTwo [] _ acc = acc;
moreThanTwo [(x,y):xs] lst acc
    | noElem > 2
    = moreThanTwo xs lst acc++["Recomenda-se não repetir uma nota
                    mais que 2 vezes. Veja nota: "+++x+++y+++"\n"];
    |otherwise
    = moreThanTwo xs lst acc;
where{
     noElem = counterElem (x,y) lst 0;
     };
```

4.3.5 Compensa após salto

Após um salto na seqüencia da melodia deve-se seguir por passo de preferência por movimento contrário.

```
//////////////// compensa após salto ////////////////////

jointInterval :: String String -> Bool;
jointInterval n1 n2
    #   (itvl,x1) =  basicAscInterval n1 n2;
    |   (itvl==2) || (itvl==(-2)) = True;
    |   otherwise = False;
jumpAndTwo [] acc = acc;
jumpAndTwo [(x1,y1),(x2,y2),(x3,y3):xs] acc
    | (not (jointInterval x1 x2)) && (jointInterval x2 x3)
    = jumpAndTwo [(x2,y2),(x3,y3):xs] acc;
    | (jointInterval x1 x2)
    = jumpAndTwo [(x2,y2),(x3,y3):xs] acc;
    | otherwise
    = jumpAndTwo [(x2,y2),(x3,y3):xs]
                acc++["Após um salto maior que 2a.
                   compensa-se com passo em movimento contrário de preferência\n"];
```

4.3.6 Ponto culminante não repete

O ponto culminante da melodia seja a nota mais grave ou a mais aguda não deve repetir-se.

```
//////////////////////// mimMaxNote ////////////////////////
qsortNote :: [Note] -> [Note];
qsortNote []       = [];
qsortNote [a:xs]   = qsortNote [x \\ x <-xs | x.high<a.high] ++
                        [a] ++ qsortNote [x \\ x<-xs |x.high>=a.high];

//filterNote :: (a->Bool) [a] -> [a];
filterNote p [] = [];
filterNote p [x:xs]
    | p x.high  = [x:filterNote p xs];
    |otherwise  = filterNote p xs;

innerMinMaxSub :: Note [Note] (Int,[Note]) -> (Int,[Note]);
innerMinMaxSub _ [] (q,lNote) = (q,lNote);
innerMinMaxSub nx [nc:nt] (q,lNote)
    | nx.n==nc.n  = innerMinMaxSub nx nt (q+1,lNote);
    | otherwise = innerMinMaxSub nx nt (q,lNote++[nc]);

innerMinMax :: [Note] String [String] -> [String];
innerMinMax [] _ acc = acc;
innerMinMax [x:xs] mens acc
#   (qt,lst)=innerMinMaxSub x xs (1,[]);
|   qt>2=innerMinMax lst mens acc++["A nota "+++x.n+++mens+++
                " se repete mais que 2 vezes."];
|   otherwise=innerMinMax lst mens acc;

minMaxNote :: [Note] -> [String];
minMaxNote lst
```

```
#   lstOrd     = qsortNote lst;//ordena a lista de notas
    minNote    = hd lstOrd;//pega o primeiro(de menor grupo)
                           //elemento da lista ordenada.
    lstOrdInv = reverse lstOrd;//inverte a lista ordena.
    maxNote= hd lstOrdInv;//pega o primero (de maior grupo)
                           //elemento da lista ord.
    lstmin = filterNote ((==)minNote.high) lstOrd;//grupo das menores notas.
    lstmax = filterNote ((==)maxNote.high) lstOrdInv;//grupo das maiores notas.
    iMin   = innerMinMax lstmin "(Ponto de mínimo)" [];
    iMax   = innerMinMax lstmax "(Ponto de máximo)" [];
=iMin++iMax;
```

4.3.7 Não são permitidos saltos maiores que 8^a, mas pode 5^a

Pode-se dizer também, de outra forma, que são permitidos quaisquer saltos menores que 9ª menos os de 6^a e 7^a.

```
//////////////////////// salto de 6 e 7 ////////////////////////////
//Start=jump6and7 (zipNotes cfErr) [];
jump6and7 [] acc = [];
jump6and7 [(a,(i,_)):xs] acc
    | (i==(-6) || i==6 || i==(-7) || i==7 || i>8)
    = acc++["Não são permitidos saltos de 6a, 7a,
            nem maiores que 8a. Veja o intervalo da nota "+++a+++
            " e a seguinte.\n"]
    | otherwise=jump6and7 xs acc;
```

4.3.8 Nunca intervalo aum/dim

Na melodia do *Cantus Firmus* nunca deverá existir um intervalo aumentado ou diminuto, principalmente trítono (*diabulus in musica*).

Para se utilizar desta função primeiro será necessário obter através da função *interval* o intervalo entre as notas.

```
//////////////////////// intervalos aum e dim ////////////////////////
```

```
//Start=aumDim (zipNotes cfErr) [];
aumDim [] acc = [];
aumDim [(a,(_,ac)):xs] acc
    | (ac=="dim" || ac=="aum")
    = acc++["Não podem existir intervalos aumentados nem diminutos.
                Veja a nota: "+++a+++"\n"]
    | otherwise=aumDim xs acc;
```

4.3.9 Não mais do que 10^a de extensão

Entre as notas que compõe toda melodia não deve existir um intervalo maior que 10^a. Quando da escolha de cada nota que comporá um locus no cromossomo esta regra será levada em consideração e, portanto, o cromossomo não será nem criado desobedencendo a esta regra.

4.3.10 Tamanho da melodia entre 10 e 14 notas

```
leng=if ((len cfirmus < 10) || (len cfirmus > 14))
          ["O Cantus Firmus deve conter de 10 a 14 notas"]
          [];
```

4.3.11 A função *Cantus Firmus*

Para algumas regras a solução é muito simples e por isso ela foi implementada diretamente junto com a chamada a algumas regras mais complexas. A função abaixo é um exemplo pequeno que resume o exposto.

```
//////////////////////// cantusFirmus ////////////////////////////
//Start=cantusFirmus cfErr
cantusFirmus :: String String [Note]-> [String];
cantusFirmus iniEnd whatkey cfirmus
#
     ie=if (iniEnd==hdc(cfirmus) && iniEnd==lastc(cfirmus))
           []
           ["A primeira e a última nota (finalis) deve ser: "+++iniEnd];
    noMod = modulation whatkey cfirmus//não modula
```

```
    arp=arpeggios (zipNotes cfirmus) [];//evita arpejos

   leng=if ((len cfirmus < 10) || (len cfirmus > 14))
           ["O Cantus Firmus deve conter de 10 a 14 notas"]
           [];
=ie++noMod++arp++leng;
```

Capítulo 5

Criando melodias usando *Cantus Firmus*

No capítulo anterior estabeleceu-se as regras do ecosistema que são as regras do *Cantus Firmus* que garante a beleza estética de uma melodia (pelo menos sob ponto de vista medieval). Agora mostra-se o código e algoritmo para a criação de melodias. Cada cromossomo de uma dada população será um melodia com individualidade própria.

O primeiro passo para o programa será a criação de cromossomos morfologicamente adaptados ao ecosistema.

5.1 O Módulo gacfver20

```
module gacfver20;

import StdEnv,baseEGeradores,teomus;

append []     lst = lst;
append [x:xs] lst = [x:append xs lst];

modulo x
    | x < 0     = ~x;
```

```
| otherwise =  x;
```

A função abaixo irá criar um cromossomo do tipo *Note* válido no ecosistema.

```
//geraCromIni :: String Int String [Nota] -> [Nota];
geraCromIni :: {#.Char} Int {#Char} [u:Nota] -> [v:Nota], [u <= v];
geraCromIni morf 2        _        crom = [{n=morf,acc="",high=0,dur=0.0}]++crom++
                                          [{n=morf,acc="",high=0,dur=0.0}];
geraCromIni morf lenCrom noMorf crom = geraCromIni morf (lenCrom-1) noMorf
          (append crom [{n=noMorf,acc="",high=0,dur=0.0}]);
```

A geração de uma nova população é feita pela função abaixo:

```
geraPopIni 0    _    _        _       = [];
geraPopIni nPop morf lenCrom noMorf = [(geraCromIni morf lenCrom noMorf []):
            geraPopIni (nPop-1) morf lenCrom noMorf];
```

Criada uma população morfologicamente adaptada ao ecosistema é necessário dividi-la em um grupo de machos e um de fêmea.
Uma população morfologicamente adaptada possui cromossomos do tipo: $L * * * * * * * * * * * L$, onde L é uma nota que caracteriza o modo a ser utilizado na construção da melodia.

```
dividePop n pop = splitAt (n/2) pop;
//uso:
//Start=dividePop 2 (geraPopIni 2 "A" 14 "*");
```

Esta função verifica se "intervalo" é o intervalo entre nota1 e nota2.Exemplo:

```
note2 = {n="C",acc="",high=1,dur=0.5};
note1 = {n="D",acc="",high=3,dur=0.25};
Start=proxNotaDoIntervalo 2 [2,9,16,23,30,37,44,51,58,65] "M" note2 note1;
A lista de números [2,9,16,23,30,37,44,51,58,65] determina os intervalos
sinônimos.
```

```
proxNotaDoIntervalo :: Int [Int] String Nota Nota -> Bool;
proxNotaDoIntervalo intervalo intervalos tipo nota1 nota2
```

```
# (i,t) = interval nota1 nota2;
     //np = if (i < 0) (~i) (i);
= (isMember i intervalos) && (tipo==t);
```

Esta função filtra todos os intervalos de 2^a do universo "allNotes" em relação a "nota". Isto é necessário porque escolhido um modo as notas a serem usadas na construção da melodia se restringem aos acidentes permitidos por este modo. Além disso o menor intervalo entre uma nota e outra é sempre uma 2^a. Conhecendo-se a combinação de intervalos que caracteriza um modo é possível determiná-lo ou selecionar-lhe o universo de notas.

```
int2a :: (Int,String) Nota -> [Nota];
int2a (intervalo,tipo) nota =
    filter (proxNotaDoIntervalo intervalo
            [2,9,16,23,30,37,44,51,58,65] tipo nota) allNotes;
```

Este trecho de programa é absolutamente Ubaldiano. O modo jônico é caracterizado pela seqüencia ascendente a partir de uma nota dada:

```
[(2,"M"),(2,"M"),(2,"m"),(2,"M"),(2,"M"),(2,"M"),(2,"m")]
exemplo:
note = {n="C",acc="",high=1,dur=0.5};
Start=modoJonico [(2,"M"),(2,"M"),(2,"m"),(2,"M"),
                  (2,"M"),(2,"M"),(2,"m")] note;
```

No universo de todas as notas e dado um modo, em nosso exemplo, o modo jônico deve-se filtrar as notas de tal modo e só deste subconjunto extrair as notas que comporão o melodia. Cada nota na melodia é um *locus* no cromossomo e qual nota se encaixa em determinado *locus* está estritamente ligada às regras do ecosistema.

```
modoJonico :: [(Int,String)] Nota -> [Nota];
modoJonico [i1,i2,i3,i4,i5,i6,i7] nota
# lstini = int2a i1 nota;
    lst2 = int2a i2 (hd lstini);
    lst3 = int2a i3 (hd lst2);
    lst4 = int2a i4 (hd lst3);
```

```
    lst5 = int2a i5 (hd lst4);
    lst6 = int2a i6 (hd lst5);
    lst7 = int2a i7 (hd lst6);
= lstini++lst2++lst3++lst4++lst5++lst6++[nota]++lst7;
```

5.2 Formalizando o Algoritmo Genético Ubaldiano - AGU

1. Cria-se uma população de cromossomos com morfologismo mínimo, caracterizado por: $LF_1F_2F_3F_4F_5F_6M_1M_2M_3M_4M_5M_6L$ onde L - é a *finalis* do modo, F_n serão as notas de diferenciação morfológica feminina e M_n as notas de diferenciação morfológica masculina.

   (a) Este será o ponto histórico (phi) inicial pertencente à S_{n+2} da fase F_0.

   (b) Aqui o *phi* é caracterizado como sendo o instante na história evolutiva da população onde pela primeira vez os indivíduos que eram asexuados passam a ter diferenciação sexual. Portanto é aqui nesta fase que a população recém-criada e amorfa no que diz respeito à diferenciação sexual deve ser separada em machos e fêmeas e deve-se provocar uma mutação no segundo *locus*(F_1) do conjunto de fêmeas e no penúltimo (M_6) do conjunto dos machos para caracterizá-los como tal. Neste primeiro passo não se avalia a população porque já se supõe que o morfologismo dado seja suficiente para a existência dos seres neste ecosistema. As variáveis C, F e M, são do tipo

   ```
   {n="C",acc="",high=1,dur=0.5}
   ```

   (c) A colocação das notas num cromossomo "feminino" dá-se sempre seqüencialmente da esquerda para a direita.

   (d) A colocação das notas num cromossomo "masculino" dá-se sempre seqüencialmente da direita para a esquerda.

(e) A última nota a ser colocada é sempre uma das centrais (F ou M).

(f) É preciso obter ainda o grau evolutivo da população para saber se ela está evoluindo ou involuindo. Como é a quantidade de notas que mede o grau evolutivo simplesmente conta-se a quantidade de notas de qualquer um dos filhos (portanto deve ser feito após o cruzamento). Inicialmente pode-se fixar um número para o grau evolutivo.

2. Em qualquer fase F_n do algoritmo ubaldiano tem-se:

S_n: As funções-programa deste estado são responsáveis pelo cruzamento entre os dois grupos.

(a) Como resultado do cruzamento haverá filhos melhores e filhos piores que os pais.

(b) Para que a população não cresça pode-se estabelecer que o grau evolutivo do ser é medido pela quantidade de notas nas cadeia e ela não pode ser menor que o grau evolutivo da etapa anterior.

(c) Todos os indivíduos que possuam graus evolutivos menores ou iguais àquele estabelecido na fase F_n devem ser descartados.

(d) Neste ponto também deverão ser separados os grupos de machos e fêmeas apesar de ainda não terem tido diferenciação sexual. Lembre-se que como a cadeia que define machos e fêmeas possuem a mesma quantidade de notas no cruzamento os filhos possuem morfologismo sexual indefinido, como aconteçe realmente, já que nos bebês só se sabe o sexo morfologicamente após alguns meses (apesar do cromossomo XX ou XY estar lá desde o princípio).

(e) A velocidade evolutiva da população é medida por $dv = \frac{d\theta}{dt}$, que é também a velocidade de convergência à resposta.

(f) A cada novo cruzamento dobra-se a velocidade de convergência relativo ao morfologismo sexual.

S_{n+1}: As funções-programa deste estado são responsáveis pela mutação que irá atuar em cada conjunto de machos e fêmeas de maneira ligeiramente diferente já que o *o locus* em cada grupo é diferente, além

disso a mutação é seletiva e só altera o primeiro F ou M na cadeia conforme seja macho ou fêmea.

(a) À medida que o ser evolui irão desaparecendo os F_s e M_s, como aconteceu com o homem que vem perdendo os pêlos, maxilar avantajado etc conforme evolui.

(b) A mutação só ocorre segundo as regras do ecosistema (como é de fato na natureza!)

S_{n+2}: Esta etapa avalia a população para se descobrir se já se chegou ao ponto histórico final (phf).

(a) Caso não se tenha chegado lá o processo continua.

(b) Há que se considerar também se algum dos grupos de machos ou fêmeas não se tornou vazio. Neste caso pode-se reiniciar todo processo ou dividir o grupo que resta ao meio e transformar uma das partes no morfologismo faltante.

(c) Deve-se ter em mente que pode não ser possível fechar a última nota da melodia porque neste ponto as regras tornam-se mais rígidas já que se tem que considerar as duas notas que cercam a nota final.

(d) Este é um dos pontos fracos do algoritmo aplicado ao *Cantus Firmus* o que não ocorrerá necessariamente se aplicado a outras situações.

(e) Pelo fato de se ter uma população de melodias, aumenta-se muito as chances de se ter pelo menos uma melodia válida.

(f) Repare finalmente que este último estado avalia ubaldianamente tudo que foi feito anteriormente e anota na verdade o sucesso ou fracasso do cruzamento e da mutação.

(g) Como este estado é a revisão dos estados anteriores deve-se avaliar cada cromossomo da população segundo as regras do ecosistema para descartá-lo ou mantê-lo no ambiente. Em conseqüencia disto o volume de indivíduos na população pode variar levando a população à extinção.

Capítulo 6

Um editor simples de partitura

Para que o software de edição de partitura funcione é imprescindível que se instale a fonte *petrucci* que está no CD em anexo. O código fonte completo dos programas deste capítulo bem como do próximo, além de toda tese estão também no CD. A tese possui o formato PDF e todas as figuras estão também lá.

Este capítulo tem como idéia precípua mostrar um exemplo de implementação em *Clean* de um editor de partitura simples. O próximo capítulo mostrará um analisador sintático para as regras do *Cantus Firmus.* Os dois capítulos estão relacionados e os dois programas deveriam funcionar como um só, mas isto não acontece. O motivo é que o programa deste capítulo foi feito em *Clean 1.3.3* no início do projeto e o segundo programa, o do capítulo seguinte, foi feito em *Clean 2.0.2.* Os dois programa mesmo em versões diferentes podem ainda assim conversarem bastando para isto que se implemente um modesto analisador léxico que faça a conversão de um formato de texto noutro. Deixa-se aos interessados esta tarefa simples ou, ainda melhor, a conversão do código do editor para *Clean 2.0.2* ou posterior.

6.1 Módulo TypeRhyNote

No módulo TypeRhyNote ficam as declarações dos tipos básicos a serem usados por todo programa além de algumas funções para obtenção da posição da nota, voz e compasso.

6.1.1 Tipo *Ritmos*

Uma duração de nota é definida como sendo um funtor seguido de suas coordenadas, como se vê abaixo. Os funtores existem para identificar qual nota está nesta coordenada.

```
:: Ritmos=  Br Point  |  SB Point |  Mi Point |  SM Point |
             Co Point |  SC Point|
            Fu Point  |  SF Point |

            PB Point  | PSB Point | PMi Point | PSM Point |
            PCo Point | PSC Point|
            PFu Point | PSF Point | // nao eh aceito a 1a letra em minuscula

            BeBr Point  |  BeSB Point | BeMi Point |
             BeSM Point |  BeCo Point |
            BeSC Point  |  BeFu Point | BeSF Point |

            SusBr Point  |  SusSB Point |  SusMi Point |
            SusSM Point  |  SusCo Point  |  SusSC Point |
            SusFu Point |  SusSF Point | NOT;
```

6.1.2 Tipo *Notas*

De forma semelhante ao tipo *Ritmos* define-se o tipo *Notas*. O primeiro campo da tupla define a altura da nota, o segundo campo define a voz e o terceiro o compasso. O conjunto de notas na notação acidental é limitado por isso é mais fácil enumerá-lo diretamente.

```
:: Notas= A (Int,Int,Int) | B (Int,Int,Int) | Cc (Int,Int,Int) |
```

```
D (Int,Int,Int) | M (Int,Int,Int) | F (Int,Int,Int) |
G (Int,Int,Int) | Asus (Int,Int,Int) |
Bsus (Int,Int,Int) | Csus (Int,Int,Int) |
Dsus (Int,Int,Int) | Msus (Int,Int,Int) |
Fsus (Int,Int,Int) | Gsus (Int,Int,Int) |
Ab (Int,Int,Int) | Bb (Int,Int,Int) |
Cb (Int,Int,Int) | Db (Int,Int,Int) |
Mb (Int,Int,Int) | Fb (Int,Int,Int) |
Gb (Int,Int,Int) | NO;
```

6.1.3 Função getPos

A função getPos tem o propósito de obter a posição de um nota qualquer.

```
getPos :: (Ritmos,Notas) -> Point;
getPos((Br  p ,_))= p;
getPos((SB  p ,_))= p;
getPos((Mi  p ,_))= p;
getPos((SM  p ,_))= p;
getPos((Co  p ,_))= p;
getPos((SC  p ,_))= p;
getPos((Fu  p ,_))= p;
getPos((SF  p ,_))= p;

getPos((PB  p ,_))= p;
getPos((PSB p ,_))= p;
getPos((PMi p ,_))= p;
getPos((PSM p ,_))= p;
getPos((PCo p ,_))= p;
getPos((PSC p ,_))= p;
getPos((PFu p ,_))= p;
getPos((PSF p ,_))= p;

getPos((BeBr  p ,_))= p;
getPos((BeSB  p ,_))= p;
```

```
getPos((BeMi  p ,_))= p;
getPos((BeSM  p ,_))= p;
getPos((BeCo  p ,_))= p;
getPos((BeSC  p ,_))= p;
getPos((BeFu  p ,_))= p;
getPos((BeSF  p ,_))= p;

getPos((SusBr  p ,_))= p;
getPos((SusSB  p ,_))= p;
getPos((SusMi  p ,_))= p;
getPos((SusSM  p ,_))= p;
getPos((SusCo  p ,_))= p;
getPos((SusSC  p ,_))= p;
getPos((SusFu  p ,_))= p;
getPos((SusSF  p ,_))= p;

getPos _ = abort "getPos falhou!";
```

6.1.4 A função whatVoice

A função whatVoice tem o propósito de obter a voz a que pertence determinada nota.

```
whatVoice :: (Ritmos,Notas) -> Int;
whatVoice (_,A (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,B (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Cc (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,D (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,M (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,F (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,G (_,y,_)) = y;

whatVoice (_,Asus (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Bsus (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Csus (_,y,_)) = y;
```

```
whatVoice (_,Dsus (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Msus (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Fsus (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Gsus (_,y,_)) = y;

whatVoice (_,Ab (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Bb (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Cb (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Db (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Mb (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Fb (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Gb (_,y,_)) = y;

whatVoice (_,A (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,B (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Cc (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,D (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,M (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,F (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,G (_,y,_)) = y;

whatVoice (_,Asus (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Bsus (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Csus (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Dsus (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Msus (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Fsus (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Gsus (_,y,_)) = y;

whatVoice (_,Ab (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Bb (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Cb (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Db (_,y,_)) = y;
```

```
whatVoice (_,Mb (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Fb (_,y,_)) = y;
whatVoice (_,Gb (_,y,_)) = y;
whatVoice _ = abort("Erro na rotina whatVoice");
```

6.1.5 Função takeCompass

A função takeCompass tem o propósito de obter o compasso a que pertence determinada nota.

```
takeCompass :: (Ritmos,Notas) -> Int;
takeCompass (_,A (x,y,z)) = z;
takeCompass (_,B (x,y,z)) = z;
takeCompass (_,Cc (x,y,z)) = z;
takeCompass (_,D (x,y,z)) = z;
takeCompass (_,M (x,y,z)) = z;
takeCompass (_,F (x,y,z)) = z;
takeCompass (_,G (x,y,z)) = z;

takeCompass (_,Asus (x,y,z)) = z;
takeCompass (_,Bsus (x,y,z)) = z;
takeCompass (_,Csus (x,y,z)) = z;
takeCompass (_,Dsus (x,y,z)) = z;
takeCompass (_,Msus (x,y,z)) = z;
takeCompass (_,Fsus (x,y,z)) = z;
takeCompass (_,Gsus (x,y,z)) = z;

takeCompass (_,Ab (x,y,z)) = z;
takeCompass (_,Bb (x,y,z)) = z;
takeCompass (_,Cb (x,y,z)) = z;
takeCompass (_,Db (x,y,z)) = z;
takeCompass (_,Mb (x,y,z)) = z;
takeCompass (_,Fb (x,y,z)) = z;
takeCompass (_,Gb (x,y,z)) = z;
takeCompass _ = abort("Erro takeCompass");
```

6.2 Módulo ConvertToMidi

Como o nome do módulo informa, ele reúne funções que preparam a conversão do texto em MIDI.

```
implementation module ConvertToMidi;


import StdEnv,TypeRhyNote;
```

6.2.1 Função NoteSym

A função NoteSym irá obter o caracter que corresponde à nota que representa. Isto porque o editor feito em *Clean* manipula fonte quando se trata da impressão da nota.

```
NoteSym :: (Ritmos,Notas) -> String;
NoteSym((Br  p,_))= "W";
NoteSym((SB  p,_))= "w";
NoteSym((Mi  p,_))= "h";
NoteSym((SM  p,_))= "q";
NoteSym((Co  p,_))= "e";
NoteSym((SC  p,_))= "x";
NoteSym((Fu  p,_))= " ";
NoteSym((SF  p,_))= " ";

NoteSym((PB  p,_))= "ã";
NoteSym((PSB p,_))= "î";
NoteSym((PMi p,_))= "î";
NoteSym((PSM p,_))= "Î";
NoteSym((PCo p,_))= "ä";
NoteSym((PSC p,_))= "Ä";
NoteSym((PFu p,_))= "¨";
NoteSym((PSF p,_))= "ô";

NoteSym((BeBr  p,_))= "bW";
NoteSym((BeSB  p,_))= "bw";
```

```
NoteSym((BeMi  p,_))= "bh";
NoteSym((BeSM  p,_))= "bq";
NoteSym((BeCo  p,_))= "be";
NoteSym((BeSC  p,_))= "bx";
NoteSym((BeFu  p,_))= "b ";
NoteSym((BeSF  p,_))= "b ";

NoteSym((SusBr  p,_))= "#W";
NoteSym((SusSB  p,_))= "#w";
NoteSym((SusMi  p,_))= "#h";
NoteSym((SusSM  p,_))= "#q";
NoteSym((SusCo  p,_))= "#e";
NoteSym((SusSC  p,_))= "#x";
NoteSym((SusFu  p,_))= "# ";
NoteSym((SusSF  p,_))= "# ";

NoteSym _ = abort "NoteSym falhou!";
```

6.2.2 Função RitmoStr

A função RitmoStr irá converter a representção interna do ritmo numa notação textual para futura análise léxica.

```
RitmoStr (Br _,_) = " (b)";
RitmoStr (SB _,_) = " (sb)";
RitmoStr (Mi _,_) = " (m)";
RitmoStr (SM _,_) = " (sm)";
RitmoStr (Co _,_) = " (c)";
RitmoStr (SC _,_) = " (sc)";
RitmoStr (Fu _,_) = " (f)";
RitmoStr (SF _,_) = " (sf)";
RitmoStr (PB _,_) = " (b)";
RitmoStr (PSB _,_) = " (sb)";
RitmoStr (PMi _,_) = " (m)";
RitmoStr (PSM _,_) = " (sm)";
```

```
RitmoStr (PCo _,_) = " (c)";
RitmoStr (PSC _,_) = " (sc)";
RitmoStr (PFu _,_) = " (f)";
RitmoStr (PSF _,_) = " (sf)";
RitmoStr (BeBr _,_) = " (b)";
RitmoStr (BeSB _,_) = " (sb)";
RitmoStr (BeMi _,_) = " (m)";
RitmoStr (BeSM _,_) = " (sm)";
RitmoStr (BeCo _,_) = " (c)";
RitmoStr (BeSC _,_) = " (sc)";
RitmoStr (BeFu _,_) = " (f)";
RitmoStr (BeSF _,_) = " (sf)";
RitmoStr (SusBr _,_) = " (b)";
RitmoStr (SusSB _,_) = " (sb)";
RitmoStr (SusMi _,_) = " (m)";
RitmoStr (SusSM _,_) = " (sm)";
RitmoStr (SusCo _,_) = " (c)";
RitmoStr (SusSC _,_) = " (sc)";
RitmoStr (SusFu _,_) = " (f)";
RitmoStr (SusSF _,_) = " (sf)";
```

6.2.3 Função NotaStr

A função NotaStr irá converter a representção interna de altura de nota numa notação textual para futura análise léxica.

```
NotaStr (_,A (x,y,z)) = "A"+++toString(x);
NotaStr (_,B (x,y,z)) = "B"+++toString(x);
NotaStr (_,Cc (x,y,z)) = "C"+++toString(x);
NotaStr (_,D (x,y,z)) = "D"+++toString(x);
NotaStr (_,M (x,y,z)) = "E"+++toString(x);
NotaStr (_,F (x,y,z)) = "F"+++toString(x);
NotaStr (_,G (x,y,z)) = "G"+++toString(x);

NotaStr (_,Asus (x,y,z)) = "A#"+++toString(x);
```

```
NotaStr (_,Bsus (x,y,z)) = "B#"+++toString(x);
NotaStr (_,Csus (x,y,z)) = "C#"+++toString(x);
NotaStr (_,Dsus (x,y,z)) = "D#"+++toString(x);
NotaStr (_,Msus (x,y,z)) = "E#"+++toString(x);
NotaStr (_,Fsus (x,y,z)) = "F#"+++toString(x);
NotaStr (_,Gsus (x,y,z)) = "G#"+++toString(x);

NotaStr (_,Ab (x,y,z)) = "Ab"+++toString(x);
NotaStr (_,Bb (x,y,z)) = "Bb"+++toString(x);
NotaStr (_,Cb (x,y,z)) = "Cb"+++toString(x);
NotaStr (_,Db (x,y,z)) = "Db"+++toString(x);
NotaStr (_,Mb (x,y,z)) = "Eb"+++toString(x);
NotaStr (_,Fb (x,y,z)) = "Fb"+++toString(x);
NotaStr (_,Gb (x,y,z)) = "Gb"+++toString(x);
```

6.2.4 Função ToStrManyVoices

O parâmetro *nOfc* é o número de compassos na voz. Se a lista *listaNt* for tal que:

```
listaNt = [(Br (20,20),A(5,1,1)), (Co (21,21),B (3,1,2)),
           (Co (10,10), C (3,1,2)),
           (SM (15,15),D(5,1,2)), (Mi (20,20),A(5,1,2)),
           (Br (20,20),A(5,2,1)), (Co (21,21),B (3,2,2)),
           (Co (10,10), C (3,2,2)),
           (SM (15,15),D(5,2,2)), (Mi (20,20),A(5,2,2))];
```

e se a chamada for:

```
Start = ToStrManyVoices listaNt 2;
```

a função devolverá:

```
`` VOICE 1-(A5 (b));2-(B3 (c),C3 (c),D5 (sm),A5 (m)); FINALVOICE
  VOICE 1-(A5·(b));2-(B3 (c),C3 (c),D5 (sm),A5 (m)); FINALVOICE ''
```

```
ToStrManyVoices :: [(Ritmos,Notas)] Int -> {#Char};
ToStrManyVoices listaNt nOfc
#  svoice = SeparateVoice listaNt [] [];
=  ScoreStr svoice nOfc "";
```

6.2.5 A função ScoreStr

A saída de SeparateVoice é a entrada desta funcao. Se for dado *listaNt*:

```
listaNt =
[
  [ ((Br (20,20)),(A (5,1,1))),((Co (21,21)),(B (3,1,2))),
    ((Co (10,10)),(C (3,1,2))),((SM (15,15)),(D (5,1,2))),
    ((Mi (20,20)),(A (5,1,2)))
  ],
  [ ((Br (20,20)),(A (5,2,1))),
    ((Co (21,21)),(B (3,2,2))),((Co (10,10)),(C (3,2,2))),
    ((SM (15,15)),(D (5,2,2))),((Mi (20,20)),(A (5,2,2)))
  ]
];
```

e a chamada for:

```
Start=ScoreStr listaNt 2 "";
```

a função devolverá:

```
``VOICE 1-(A5 (b));2-(B3 (c),C3 (c),D5 (sm),A5 (m)); FINALVOICE
  VOICE 1-(A5 (b));2-(B3 (c),C3 (c),D5 (sm),A5 (m)); FINALVOICE''
```

```
ScoreStr orList nOfc strc
    |length(orList) == 0 = strc;
    |otherwise = ScoreStr (tl(orList)) nOfc
                          (strc+++(ToStrOneVoice (hd(orList)) nOfc));
```

6.2.6 Função SeparateVoice

Esta funcao vai separar as notas que pertencem ao pentagrama 1 das do pentagrama 2 Se:

```
listaNt = [(Br (20,20),A(5,1,1)), (Co (21,21),B (3,1,2)),
           (Co (10,10), C (3,1,2)),
           (SM (15,15),D(5,1,2)), (Mi (20,20),A(5,1,2)),
           (Br (20,20),A(5,2,1)), (Co (21,21),B (3,2,2)),
           (Co (10,10), C (3,2,2)),
           (SM (15,15),D(5,2,2)), (Mi (20,20),A(5,2,2))];

Start = SeparateVoice listaNt [] []

Devolve:

[
  [ ((Br (20,20)),(A (5,1,1))),((Co (21,21)),(B (3,1,2))),
    ((Co (10,10)),(C (3,1,2))),((SM (15,15)),(D (5,1,2))),
    ((Mi (20,20)),(A (5,1,2)))
  ],
  [ ((Br (20,20)),(A (5,2,1))),
    ((Co (21,21)),(B (3,2,2))),((Co (10,10)),(C (3,2,2))),
    ((SM (15,15)),(D (5,2,2))),((Mi (20,20)),(A (5,2,2)))
  ]
]
```

6.2.7 Função SeparateVoice

Esta função irá separar as vozes da lista de descrição da melodia. O resultado da operação será uma lista contendo duas lista cada uma com uma melodia numa voz própria.

```
SeparateVoice :: [(Ritmos,Notas)] [(Ritmos,Notas)]
                 [(Ritmos,Notas)] -> [[(Ritmos,Notas)]];
SeparateVoice listaOr l1 l2
    | length(listaOr) == 0 = [l1]++[l2];
    | (whatVoice (hd(listaOr)) ) == 1
        = SeparateVoice (tl(listaOr)) (Append l1 [(hd(listaOr))]) l2;
    | (whatVoice (hd(listaOr)) ) == 2
```

```
        = SeparateVoice (tl(listaOr)) l1 (Append l2 [(hd(listaOr))]);
```

6.2.8 Função ToStrOneVoice

A lista Lst descreve toda partitura com suas n vozes. Se:

```
listaNt = [(Br (20,20),A(5,1,1)), (Co (21,21),B (3,1,2)),
           (Co (10,10), C (3,1,2)),
           (SM (15,15),D(5,1,2)), (Mi (20,20),A(5,1,2))];

Start = ToStrOneVoice listaNt 2;

Devolve:
``VOICE 1-(A5 (b));2-(B3 (c),C3 (c),D5 (sm),A5 (m)); FINALVOICE ''

ToStrOneVoice orList nOfc
#    oneVoiceLst = SeparateCompass orList nOfc 1 [];
=    (ToStrAllCompass  oneVoiceLst "");
```

6.2.9 Função SeparateCompass

Esta função vai separar as notas que pertencem a cada um dos compassos. Na devolução a lista exterior representa uma voz e as listas interiores, cada compasso.

```
Se:
listaNt = [(Br (20,20),A(5,1,1)), (Co (21,21),B (3,1,2)),
           (Co (10,10), C (3,1,2)),
           (SM (15,15),D(5,1,2)), (Mi (20,20),A(5,1,2))];

Start = SeparateCompass listaNt 2 1 []

Devolve:

[
   [((Br (20,20)),(A (5,1,1)))],
```

```
  [((Co (21,21)),(B (3,1,2))),((Co (10,10)),(C (3,1,2))),
   ((SM (15,15)),(D (5,1,2))),((Mi (20,20)),(A (5,1,2)))]
]

SeparateCompass oneVoice nOfc count ac
    | count == (nOfc+1) = ac;
    | otherwise = SeparateCompass oneVoice nOfc (count+1)
                                  (Append ac [takeCompassN oneVoice count []]);
```

6.2.10 Função takeCompassN

Esta funcao separa todas as nótas pertencentes ao compasso n Se:

```
listaNt = [(Br (20,20),A(5,1,1)), (Co (21,21),B (3,1,2)),
           (Co (10,10), C (3,1,2)),
           (SM (15,15),D(5,1,2)), (Mi (20,20),A(5,1,2))];

Start = takeCompassN listaNt 2 []

Devolve:

[
   ((Co (21,21)),(B (3,1,2))),
   ((Co (10,10)),(C (3,1,2))),
   ((SM (15,15)),(D (5,1,2))),
   ((Mi (20,20)),(A (5,1,2)))
]
    Ou seja, todas as notas do compasso 2.

takeCompassN orList n ac
     | length(orList) == 0 = ac;
     | (takeCompass (hd(orList)) ) == n =
         takeCompassN (tl(orList)) n (Append ac [(hd(orList))]);
     | otherwise = takeCompassN (tl(orList)) n ac;
```

6.2.11 Função ToStrAllCompass

A lista Lst descreve apenas uma voz da partitura. Quem produz Lst é SeparateCompass, se:

```
Lst =[ [((Br (20,20)),(A (5,1,1)))],
       [((Co (21,21)),(B (5,1,2))),((Co (10,10)),(C (5,1,2))),
        ((SM (15,15)),(D (5,1,2))),((Mi (20,20)),(A (4,1,2)))]
     ];

Start = ToStrAllCompass Lst ""

Devolve:    " VOICE 1-(A5 (b));2-(B5 (c),C5 (c),D5 (sm),A4 (m)); FINALVOICE "

ToStrAllCompass orList strc
    | length(orList) == 0 = " VOICE " +++ strc +++ " FINALVOICE ";
    | otherwise = ToStrAllCompass (tl(orList))
                                  (strc+++(oneCompass (hd(orList)) ));
```

6.2.12 Função oneCompass

Esta função devolve uma formatação textual para a estrutura do programa que representa um compasso musical.

```
Lst =[((Co (21,21)),(B (5,1,2))),((Co (10,10)),(C (5,1,2))),
      ((SM (15,15)),(D (5,1,2))),((Mi (20,20)),(A (4,1,2)))];

Start = oneCompass Lst

Devolve:    ``2-(B5 (c),C5 (c),D5 (sm),A4 (m));''

oneCompass orList
#       hdn    =  (hd(orList));
   idxIntOfc =  takeCompass (hdn);
   idxStrOfc =  toString(idxIntOfc) +++ "-(";
   notes     =  oneCompassSub orList "";
```

```
= idxStrOfc +++ (notes%(0,size(notes)-2)) +++ ");";
```

6.2.13 Função oneCompassSub

Esta função é dependente da anterior e se:

```
Lst =[((Co (21,21)),(B (5,1,2))),((Co (10,10)),(C (5,1,2))),
      ((SM (15,15)),(D (5,1,2))),((Mi (20,20)),(A (4,1,2)))];

Start = oneCompassSub Lst ""

Devolve:

``B5 (c),C5 (c),D5 (sm),A4 (m),''

oneCompassSub oneScoreLst pent
    | length(oneScoreLst) == 0 = pent;
    | otherwise = oneCompassSub (tl(oneScoreLst))
                              (pent+++(assemblyNoteStr (hd(oneScoreLst)))+++",");

assemblyNoteStr elem
#   ntStr=NotaStr elem;
    rtStr=RitmoStr elem;
=   ntStr +++ rtStr;
```

6.3 módulo ger1199

Este módulo possui funções para conversão midi.

```
implementation module ger1199;

import StdEnv, Midi0899;
```

Esta declarações abaixo são para a formação do cabeçalho do protocolo midi.

```
        ppq :== 0x400;
     format :== 1;
```

```
    noTracks :== 2;

chk = {
        timeSignature = 0xFF58,
        formula = 0x0402,
        ticks = 0x18,
        nFusas = 0x8,
        keySignature = 0xFF59,
        accidents = 0,
        mode = 0,
        tempo = 0x98968,
        channel = 0xC0,
        instrument = 0
      };
```

Supondo que ln é uma lista com infinitas vozes podemos sofisticar estas duas funções simples abaixo: vo1 e vo2 e torná-las junto com music capaz de escrever uma grade de orquestra.

6.3.1 função gerMidi

O trabalho da função gerMidi é produzir um arquivo midi para execução em qualquer máquina. O trecho *notesLst = (parsit(Tokens score));* devolve uma lista do tipo [C [N (..)]...].

```
gerMidi :: String -> String;
gerMidi score
# notesLst   = (parsit(Tokens score)); //  devolve uma lista do tipo [C [N (..)]...]
        v1   = (hd(notesLst));
        v2   = (hd(tl(notesLst)));
    voice1   = notesMidi v1 ppq;
    voice2   = notesMidi v2 ppq;
=   (hdrChk format noTracks  ppq)+++
    (TrkChunk chk voice1) +++ (TrkChunk chk voice2);
```

Se como exemplo se tem:

```
score =
"VOICE " +++
"1 - ( B4 (c); C5 (c), D5 (c), E5 (c), F5 (m));" +++
"2 - ( D5 (c 3), E5 (c 3), F5 (c 3), G5 (sm), A5 (m));" +++
"3 - ( D5 (c d 3) , E5 (sc 3), F5 (c 3), G5 (0 FF 88 4 2 2 24 8. sm));" +++
" FINALVOICE " +++
" VOICE " +++
"1 - ( Bb4 (c), Cb5 (c), Db5 (c), Eb5 (c), Fb5 (m));" +++
"2 - ( Db5 (c 3), Eb5 (c 3), Fb5 (c 3), Gb5 (sm), Ab5 (m));" +++
"3 - ( Db5 (c d 3) , Eb5 (sc 3), Fb5 (c 3), Gb5 (0 FF 88 4 2 2 24 8. sm));" +++
" FINALVOICE ";
```

a chamada fica: Start= gerMidi score;

6.4 módulo principal ScoreEdit

Neste módulo estão reunidas todas as funções necessárias para a produção de uma editor simples de partitura.

```
module ScoreEdit;

import StdEnv;
import ConvertToMidi,ger1199,SaveScore,ReadScoreTxt;
import deltaPicture; // aqui se encontra o tipo Point e todas as
                     // funções de desenho.
import deltaDialog; // função Beep
import deltaIOState; // função accFiles
import deltaFileSelect; // SelectOutPutFile e SelectInputFile
import deltaWindow; // DrawInActiveWindow
import deltaEventIO; // QuitIO
```

Abaixo tem-se o estado do programa colocado em memória ($*IO$), bem como a representação do estado ($*State$).

```
:: *IO          :== IOState State;
```

```
:: *State=  {   g :: ![(Ritmos, Notas)]
            , stt :: (!Action,!Action)
            };
```

Para que os estados sejam mapeados nas ações de colocação das notas na partitura é criado o tipo *Action*.

```
:: Action=  NOTHING | DEL | Breve |  SBreve     |  Minima |  SMinima
                    |  Colcheia   |  SColcheia |    Fusa |   SFusa
                    |  PBreve     | PSBreve    | PMinima | PSMinima
                    | PColcheia   | PSColcheia |   PFusa |  PSFusa
                    | Bemol       | Sustenido;
```

6.4.1 Seção de Ordenação

É preciso criar uma seção de ordenação das notas para algumas análises.

6.4.2 ordVoicAndCompass

Esta função ordena primeiro os compassos depois as vozes. Ao ordenar os compassos emparelha-se as vozes lado a lado primeiro.

```
ordVoicAndCompass orList
#     qsv = qsortCompass orList;
=     qsortVoice qsv;
```

6.4.3 Função qsortVoice

Esta função nada mais é que o *quick sort* aplicado ao tipo criado para manipulação de melodias.

```
qsortVoice :: [(Ritmos,Notas)] -> [(Ritmos,Notas)];
qsortVoice []      =   [];
qsortVoice [a:xs] =  qsortVoice [x \\ x<-xs | x !< a] ++ [a] ++
                              qsortVoice [x\\x<-xs | not (x !< a)];
```

6.4.4 Função qsortCompass

Esta função nada mais é que o *quick sort* aplicado ao tipo criado para manipulação de compassos

```
qsortCompass :: [(Ritmos,Notas)] -> [(Ritmos,Notas)];
qsortCompass []     =   [];
qsortCompass [a:xs] =  qsortCompass [x \\ x<-xs | x !!< a] ++ [a] ++
                                    qsortCompass [x\\x<-xs | not (x !!< a)];
```

6.4.5 Operador ! <

O operador ! < faz ordenação pela voz musical.

```
(!<) infix 5 :: !(Ritmos, Notas) !(Ritmos, Notas) -> Bool;
(!<) y1 y2
#   voic1 = whatVoice y1; // modulo TypeRhyNotes
    voic2 = whatVoice y2;
=   if (voic1 < voic2) True False;
```

6.4.6 Operador !! <

O operador !! < faz ordenação pelo compasso.

```
(!!<) infix 5 :: !(Ritmos, Notas) !(Ritmos, Notas) -> Bool ;
(!!<) y1 y2
#   voc1 = takeCompass y1; // modulo TypeRhyNotes
    voc2 = takeCompass y2;
= if (voc1 < voc2) True False;
```

6.4.7 Seção Geração do pentagrama

Efetivamente se irá criar o programa que contrói o editor de partitura. Abaixo estão as declarações das constantes a serem usadas no programa.

```
grid    =   10;
wWidth  =   20*grid;
```

```
wHeight =   5*grid;
wW      =   800;
wH      =   350;

WindowRect= ((0,0),(wW, wH));
```

A função DrawCLine ((x1,y1), (x2,y2)) color diz que a linha varia de x1 a x2 e de y1 a y2 na cor "color". "grid" é o espaçamento entre as linhas. "is" é a distância do primeiro pentagrama ao topo (ex: is=30) e $(n * grid)$ são as linhas com distancia "grid"".

```
horizontalLines 0 = [];
horizontalLines is =
          [ DrawCLine ((0,is),          (wW,is))          BlackColour
          , DrawCLine ((0,is+grid),     (wW,is+grid))     BlackColour
          , DrawCLine ((0,is+(2*grid)),(wW,is+(2*grid))) BlackColour
          , DrawCLine ((0,is+(3*grid)),(wW,is+(3*grid))) BlackColour
          , DrawCLine ((0,is+(4*grid)),(wW,is+(4*grid))) BlackColour
          ];


vertLineLim1 = wW/3;
vertLineLim2 = 2*wW/3;

verticalLines is =
    [ DrawCLine ((vertLineLim1,is), (vertLineLim1, is+(4*grid)))
            BlackColour] ++
    [ DrawCLine ((vertLineLim2,is), (vertLineLim2, is+(4*grid)))
             BlackColour ];


twoStaffs gc fc = (horizontalLines gc) ++ (verticalLines gc) ++
                  (horizontalLines fc) ++ (verticalLines fc);
```

A função htwoStaffs calcula a posição do bloco de pentagramas G, F quando se tratar do primeiro conjunto m=0. Do segundo em diante "m" será o número de pentagramas acima da posição em que ele dever aparecer. O parâmetro "m" de (htwoStaffs n m) determina qual clave se trata. Caso m seja par é clave de Sol, caso seja impar é clave de Fa.

```
heightStaff     = 4*grid;
betweenStaff    = 4*grid;
oneStaff        = heightStaff + betweenStaff;
htwoStaffs n m = (n*grid)+m*oneStaff;
gPos n m = (htwoStaffs n m) + 2*grid;
fPos n m = (htwoStaffs n m) + grid;
tsgPosx       =  5*grid;
tsgPosy2 n m =  (htwoStaffs n m) + 3*grid;
```

O trecho de código abaixo é responsável por criar dois pentagramas, juntar os compassos e colocar as claves.

```
Score = (twoStaffs (htwoStaffs 3 0) (htwoStaffs 3 1)) ++
        (twoStaffs (htwoStaffs 3 2) (htwoStaffs 3 3)) ++
        Clef "&" (gPos 3 0) ++ Clef "?" (fPos 3 1) ++
        timeSignature "4" "4" tsgPosx (htwoStaffs 3 0) (tsgPosy2 3 0) ++
        timeSignature "4" "4" tsgPosx (htwoStaffs 3 1) (tsgPosy2 3 1) ++
        Clef "&" (gPos 3 2) ++ Clef "?" (fPos 3 3) ++
        timeSignature "4" "4" tsgPosx (htwoStaffs 3 2) (tsgPosy2 3 2) ++
        timeSignature "4" "4" tsgPosx (htwoStaffs 3 3) (tsgPosy2 3 3);
```

A função abaixo utiliza funções internas do *Clean* para colocar uma clave no pentagrama.

```
Clef title step = [  SetFont        font4
                    ,MovePenTo      (grid/2,step)
                    ,SetPenMode     OrMode
                    ,DrawString     title
                   ];
```

A função abaixo utiliza funções internas do *Clean* para colocar uma fórmula de compasso no pentagrama.

```
timeSignature title1 title2 x y1 y2 =      [ SetFont     font4
                                            ,MovePenTo   (x,y1)
                                            ,DrawString title1
                                            ,MovePenTo   (x,y2)
                                            ,SetPenMode OrMode
                                            ,DrawString title2
                                           ];
```

Abaixo está o trecho de código responsável por estabelecer uma fonte e tamanho para ser usado na partitura. Repare que usou-se a fonte *Petrucci* do *Finale*. Para uma projeto comercial será preciso que, ou se obtenha a autorização da *coda music* para a utilização da fonte ou se contrua uma fonte própria.

```
fontLen  = 12;
fontTpl (k,f)= f;
font  = fontTpl( SelectFont "Petrucci" [] fontLen); // n u
font2 = fontTpl( SelectFont "Petrucci" [] (2*fontLen));// n u
font3 = fontTpl( SelectFont "Petrucci" [] 16);  // n u
font4 = fontTpl( SelectFont "Petrucci" [] (3*fontLen));
```

6.4.8 Determinação da nota no pentagrama

Ao se clicar no pentagrama é preciso conhecer a região onde o clique ocorreu para se descobrir a nota. A função abaixo irá resolver este problema.

```
NotePosition acd p=:(x,y) = Prx acd p rPos wSf grid;
where {
   YPos
    | y <= (htwoStaffs 3 1)-(betweenStaff/2) =
           (whatCompass 1 0 x (htwoStaffs 3 0) );
    | y <= (htwoStaffs 3 2)-(betweenStaff/2) &&
            y > (htwoStaffs 3 1)-(betweenStaff/2) =
           (whatCompass 2 0 x (htwoStaffs 3 1) );
    | y <= (htwoStaffs 3 3)-(betweenStaff/2) &&
            y > (htwoStaffs 3 2)-(betweenStaff/2) =
           (whatCompass 1 3 x (htwoStaffs 3 2) );
```

```
  | y <= (htwoStaffs 3 4)-(betweenStaff/2) &&
          y > (htwoStaffs 3 3)-(betweenStaff/2) =
         (whatCompass 2 3 x (htwoStaffs 3 3) );
  | otherwise = abort ("Erro na rotina NotePosition ");

  rPos = tupla_3_3(YPos);
  wSf  = tupla_3_12(YPos);
  };

tupla_3_12 (x,y,_) = (x,y);
tupla_3_3  (_,_,n) = n;

tupla_2_1::(!Int,!Int) -> Int;
tupla_2_1  (x,_)   = x;
tupla_2_2  (_,y)   = y;
```

6.4.9 Função whatCompass

A função *whatCompass* devolve (v,c,y) onde: "v" indica a voz em que a nota está. "c" indica o compasso na referida voz e "y" é a posicao da nota. Quem é a nota é determinado por NotePosition.

```
whatCompass v c x y
    |x <= wW/3 = (v,c+1,y);
    |x > wW/3 && x <= 2*wW/3 = (v,c+2,y);
    |x > 2*wW/3 = (v,c+3,y);
```

O operador (!) define a precisão da região do clique do mouse.

```
(~!) infix 5 :: !Int !Int -> Bool ;
(~!) y1 y2 = y1-y2 < h && y2-y1 < h where {h=grid/5};
```

Prx devolve a tupla (posx, posy, Nota) que além da nota descreve sua posicao. exemplo: (15,45,FSus (5,1,12)), ou seja, (15,45) é posicao da nota FSus(5,1,12) sendo que 5 é a oitava da nota. 1 é a voz (clave de G) e 12 é o compasso em que a nota está.

```
Prx :: String Point Int (Int,Int) Int -> (!Int,!Int,!Notas);
Prx acd (x,y) step whatStaff g
    | y ~! (step)     && (acd == "Bequadro") = (x,(step),     (nG6B4 whatStaff));
    | y ~! (step+  g) && (acd == "Bequadro") = (x,(step+  g), (nM6G4 whatStaff));
    | y ~! (step+2*g) && (acd == "Bequadro") = (x,(step+2*g), (nC6M4 whatStaff));
    | y ~! (step+3*g) && (acd == "Bequadro") = (x,(step+3*g), (nA5C4 whatStaff));
    | y ~! (step+4*g) && (acd == "Bequadro") = (x,(step+4*g), (nF5A3 whatStaff));
    | y ~! (step+5*g) && (acd == "Bequadro") = (x,(step+4*g), (nD5F3 whatStaff));

    | y ~! ( step     +g/2) && (acd == "Bequadro")  =
                    (x,( step+     g/2), (nF6A4 whatStaff));
    | y ~! ((step+  g)+g/2) && (acd == "Bequadro")  =
                    (x,((step+  g)+g/2), (nD6F4 whatStaff));
    | y ~! ((step+2*g)+g/2) && (acd == "Bequadro")  =
                    (x,((step+2*g)+g/2), (nB5D4 whatStaff));
    | y ~! ((step+3*g)+g/2) && (acd == "Bequadro")  =
                    (x,((step+3*g)+g/2), (nG5B3 whatStaff));
    | y ~! ((step+4*g)+g/2) && (acd == "Bequadro")  =
                    (x,((step+4*g)+g/2), (nM5G3 whatStaff));

    | y ~! (step)     && (acd == "Sustenido") = (x,(step),     (nGss6Bss5 whatStaff));
    | y ~! (step+  g) && (acd == "Sustenido") = (x,(step+  g), (nMss6Gss4 whatStaff));
    | y ~! (step+2*g) && (acd == "Sustenido") = (x,(step+2*g), (nCss6Mss4 whatStaff));
    | y ~! (step+3*g) && (acd == "Sustenido") = (x,(step+3*g), (nAss5Css4 whatStaff));
    | y ~! (step+4*g) && (acd == "Sustenido") = (x,(step+4*g), (nFss5Ass3 whatStaff));
    | y ~! (step+5*g) && (acd == "Sustenido") = (x,(step+5*g), (nDss5Fss3 whatStaff));

    | y ~! (step+     g/2) && (acd == "Sustenido")=
                    (x,(step+     g/2),(nFss6Ass4 whatStaff));
    | y ~! ((step+  g)+g/2) && (acd == "Sustenido")=
                    (x,((step+  g)+g/2),(nDss6Fss4 whatStaff));
    | y ~! ((step+2*g)+g/2) && (acd == "Sustenido")=
                    (x,((step+2*g)+g/2),(nBss5Dss4 whatStaff));
```

```
| y ~! ((step+3*g)+g/2) && (acd == "Sustenido")=
                (x,((step+3*g)+g/2),(nGss5Bss4 whatStaff));
| y ~! ((step+4*g)+g/2) && (acd == "Sustenido")=
                (x,((step+4*g)+g/2),(nMss5Gss3 whatStaff));

| y ~! (step)     && (acd == "Bemol") = (x,(step),     (nGb6Bb4 whatStaff));
| y ~! (step+  g) && (acd == "Bemol") = (x,(step+  g), (nMb6Gb4 whatStaff));
| y ~! (step+2*g) && (acd == "Bemol") = (x,(step+2*g), (nCb5Mb4 whatStaff));
| y ~! (step+3*g) && (acd == "Bemol") = (x,(step+3*g), (nAb5Cb3 whatStaff));
| y ~! (step+4*g) && (acd == "Bemol") = (x,(step+4*g), (nFb5Ab3 whatStaff));
| y ~! (step+5*g) && (acd == "Bemol") = (x,(step+5*g), (nDb5Fb3 whatStaff));

| y ~! (step+     g/2) && (acd == "Bemol")  =
                (x,(step+ g/2),     (nFb6Ab4 whatStaff));
| y ~! ((step+  g)+g/2)&& (acd == "Bemol")  =
                (x,((step+  g)+g/2),(nDb6Fb4 whatStaff));
| y ~! ((step+2*g)+g/2)&& (acd == "Bemol")  =
                (x,((step+2*g)+g/2),(nBb5Db4 whatStaff));
| y ~! ((step+3*g)+g/2)&& (acd == "Bemol")  =
                (x,((step+3*g)+g/2),(nGb5Bb3 whatStaff));
| y ~! ((step+4*g)+g/2)&& (acd == "Bemol")  =
                (x,((step+4*g)+g/2),(nMb5Gb3 whatStaff));

| otherwise = Prx acd (x,y+1) step whatStaff g;
```

O conjunto de funções abaixo determinam qual nota foi escolhida pelo clique do mouse conforme se escolhe o primeiro ou segundo pentagrama.

```
nG6B4 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (G (6,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (B (4,2,tupla_2_2(wStaff)));
nF6A4 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (F (6,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (A (4,2,tupla_2_2(wStaff)));
nM6G4 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (M (6,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (G (4,2,tupla_2_2(wStaff)));
nD6F4 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (D (6,1,tupla_2_2(wStaff)))
```

```
        (F (4,2,tupla_2_2(wStaff)));
nC6M4 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Cc (6,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (M (4,2,tupla_2_2(wStaff)));
nB5D4 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (B (5,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (D (4,2,tupla_2_2(wStaff)));
nA5C4 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (A (5,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Cc (4,2,tupla_2_2(wStaff)));
nG5B3 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (G (5,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (B (4,2,tupla_2_2(wStaff)));
nF5A3 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (F (5,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (A (3,2,tupla_2_2(wStaff)));
nM5G3 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (M (5,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (G (3;2,tupla_2_2(wStaff)));
nD5F3 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (D (5,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (F (3,2,tupla_2_2(wStaff)));

nGss6Bss5 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Gsus (6,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Bsus (5,2,tupla_2_2(wStaff)));
nFss6Ass4 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Fsus (6,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Asus (4,2,tupla_2_2(wStaff)));
nMss6Gss4 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Msus (6,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Gsus (4,2,tupla_2_2(wStaff)));
nDss6Fss4 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Dsus (6,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Fsus (4,2,tupla_2_2(wStaff)));
nCss6Mss4 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Csus (6,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Msus (4,2,tupla_2_2(wStaff)));
nBss5Dss4 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Bsus (6,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Dsus (4,2,tupla_2_2(wStaff)));
nAss5Css4 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Asus (5,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Csus (4,2,tupla_2_2(wStaff)));
nGss5Bss4 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Gsus (5,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Bsus (4,2,tupla_2_2(wStaff)));
nFss5Ass3 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Fsus (5,1,tupla_2_2(wStaff)))
```

```
        (Asus (3,2,tupla_2_2(wStaff)));
nMss5Gss3 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Msus (5,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Gsus (3,2,tupla_2_2(wStaff)));
nDss5Fss3 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Dsus (5,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Fsus (3,2,tupla_2_2(wStaff)));

nGb6Bb4 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Gb (6,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Bb (4,2,tupla_2_2(wStaff)));
nFb6Ab4 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Fb (6,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Ab (4,2,tupla_2_2(wStaff)));
nMb6Gb4 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Mb (6,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Gb (4,2,tupla_2_2(wStaff)));
nDb6Fb4 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Db (6,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Fb (4,2,tupla_2_2(wStaff)));
nCb5Mb4 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Cb (5,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Mb (4,2,tupla_2_2(wStaff)));
nBb5Db4 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Bb (5,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Db (4,2,tupla_2_2(wStaff)));
nAb5Cb3 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Ab (5,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Cb (3,2,tupla_2_2(wStaff)));
nGb5Bb3 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Gb (5,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Bb (3,2,tupla_2_2(wStaff)));
nFb5Ab3 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Fb (5,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Ab (3,2,tupla_2_2(wStaff)));
nMb5Gb3 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Mb (5,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Gb (3,2,tupla_2_2(wStaff)));
nDb5Fb3 wStaff = if (tupla_2_1(wStaff)==1) (Db (5,1,tupla_2_2(wStaff)))
        (Fb (3,2,tupla_2_2(wStaff)));
```

6.4.10 Seção manipulação de arquivos

Os botões da janela de ferramentas que aparece no software têm suas ações controladas nesta seção.

6.4.11 Função writit

Os parâmetros de entrada desta função são: "nm" que é o nome do arquivo em questão. "txt" que é a variavel cujo conteúdo será escrito no arquivo "nm". Repare que a operação já está definida e é "FWriteText". "io" vai sendo modificado ao longo das chamadas sucessivas.

```
writit nm txt s io
# ((open,file),io)= accFiles (fopen2 nm FWriteText) io;
  | not open = (s,Beep io);
# file1=fwrites txt file;
  (c,io)=accFiles (fclose file1) io;
  | not c = (s,Beep io);
= (s,io);
```

6.4.12 Função fopen2

Esta função recebe três parâmetros de entrada a saber: *fileName* que é o nome do arquivo. *mode* que é o tipo de operação que se vai fazer com o arquivo, leitura ou escrita. *files* que é a parte do mundo pertinente a arquivos que está sendo manipulada no momento. O que a função devolve é: "ok" que é um booleano que diz se a operação foi bem sucedida. "file" é o arquivo que foi modificado pela operação *mode* e *files2* que é a parte do mundo relativo a arquivos agora modificada pela função.

```
fopen2 fileName mode files :== ((ok,file),files2);
where {
    (ok,file,files2) = fopen fileName mode files
      };
```

6.4.13 Função ReadFont

Esta função é responsável pela criação da janela, estabelecimento da cor a ser usada, colocação dos pentagramas e captura as ações do mouse.

```
ReadFont bs =
    [ EraseRectangle WindowRect,
      SetPenColour BlackColour] ++ Score ++ (mkDrawing bs);
```

6.4.14 Função mkDrawing

"note" é do tipo: *(Ritmos, Notas)*, por exemplo: *(Co (c1,c2), A (a1,a2,a3))* sendo "Co" o ritmo da nota, *(c1,c2)* as coordenadas onde se deve colocar a nota (fonte). *a1* é a altura da nota *A*, *a2* é 1 ou 2 caracterizando se a nota está na clave de G ou F e *a3* é o número do compasso onde a nota aparece.

```
mkDrawing []=[];
mkDrawing [note:r]=
          [  SetFont          font2
           , MovePenTo        (getPos note) // devolve tipo "Point"
           , SetPenMode       OrMode
           , DrawString       (NoteSym note) // devolve a string ritmo da nota.
           : mkDrawing r
          ];
```

6.4.15 Seção DialogBox

O programa como aqui com o estabelecimento do estado global *inistate = g= [], stt= (NOTHING,NOTHING);*

```
Start :: *World -> *World;
Start  mundo = snd(StartIO  Tools inistate [] mundo);

where {
        inistate = { g= [],  stt= (NOTHING,NOTHING)};
      };
```

Neste trecho abaixo inicia-se as janelas de diálogo, de sistema e os menus do programa.

```
Tools= [DialogSystem[dialSys], WindowSystem[Wnd], MenuSystem[Files,Dialogo]];
where {
```

```
Files = PullDownMenu 0 "Arquivo"      Able
        [MenuItem 1 "Salvar"          (Key 'S') Able Quit
        ,MenuItem 2 "Abrir"           (Key 'A') Able Quit
        ,MenuItem 3 "Salvar Em Midi"  (Key 'M') Able Quit
        ,MenuItem 4 "Sair"            (Key 'R') Able Quit
        ];

Dialogo= PullDownMenu 0 "Diálogo Notas" Able [d1];
d1= MenuItem 5 "Notas e pausas"(Key 'N') Able (fn 1);
fn 1 s io= (s, OpenDialog Notes_and_Rests io);
Notes_and_Rests
      = CommandDialog Notes_and_RestsID "Salvar como" [] 0
              [DialogButton 6 Left " Salvar " Able Save
              ,DialogButton 7 (RightTo 6)" Abrir " Able Load
              ,DialogButton 8 (Below 7)" Midi " Able Smidi
              ,EditText 9 (Below 3)(MM (toReal 50)) 2 ""
              ];

 Notes_and_RestsID = 100;
   //g i info s io= (s, Beep io)
}; // where ddd
```

A função *Save* coleta todas as notas inseridas na partitura até aquele momento transporta-as para uma representação textual.

```
//Save :: DialogInfo State IO -> (State,IO);
Save info s=:{g} io
# txt= "INICIO "+++ (lstStrOfNotes g "") +++ " FIM";
    (ok, fn, s, io)=SelectOutputFile "" "" s io;
    | not ok = (s,Beep io);
= writit fn txt s io;
```

A função *load* faz o processo inverso lendo um arquivo texto e traduzindo a notação textual para notas na partitura.

```
//Load :: DialogInfo State IO -> (State,IO);
Load info s io
#   (ok, fn, s, io) = SelectInputFile  s io;
    ((open,file),io)= accFiles (fopen2 fn FReadText) io;
    (txt, file)     = freads file 200000;
    (c,io)          = accFiles (fclose file) io;
    rs              = readScoreTxt txt;
    | not ok || not c || not open = (s,Beep io);
= ( {g=rs,stt= (NOTHING,NOTHING)}, DrawInActiveWindow (ReadFont rs ) io);
```

A função *Smidi* se utiliza da função *gerMidi* já mostrada para criar um arquivo midi correspondente à melodia no pentragrama.

```
Smidi :: DialogInfo State IO -> (State,IO);
Smidi info s=:{g} io
# txt = gerMidi (ToStrManyVoices (g) 2); // GERMIDI
    (ok,fn,s,io)=SelectOutputFile "" "" s io;
    | not ok = (s,Beep io);
= writit fn txt s io;
```

A função *Quit* finaliza o programa.

```
Quit :: State IO -> (State,IO);
Quit s io = (s, QuitIO io);
```

A função *UpdFunction* provoca um *refresh* na tela mostrando as últimas modificações.

```
UpdFunction area s=:{g} =
      (s, EraseRect ++ Score ++ (mkDrawing g));
```

6.4.16 Ações dos botões

Todos os botões possuem um código a ser executado quando eles são pressionados. Abaixo mostra-se este botões dentro de uma janela *dialog* e seu códigos.

```
winX     = 0;
winY     = 0;
```

```
Dialog_id  = 100;
Button_id  = 112;

dlgPos= DialogPos (Pixel (winX+525)) (Pixel (125+winX));

dialSys= CommandDialog Dialog_id  "Notas e Pausas" [dlgPos] 0 bbb;

bbb=
    [ DialogButton quitID  Left             "Quit"     Able  Closit
    , DialogButton delID   (RightTo quitID) "Del "     Able  deleteNote
    , DialogButton saveID  (Below quitID)   "Save"     Able  Save
    , DialogButton midiID  (RightTo saveID) "Midi"     Able  Smidi
    , CalcButton   bID     (Below saveID)   "W"        font3 1 drawBreve
    , CalcButton   sbID    (RightTo bID)    "w"        font3 1 drawSBreve
    , CalcButton   miID    (Below  bID)     "h"        font  2 drawMinima
    , CalcButton   smID    (RightTo miID)   "q"        font  2 drawSMinima
    , CalcButton   coID    (Below   miID)   "e"        font  2 drawColcheia
    , CalcButton   scID    (RightTo coID)   "x"        font  2 drawSColcheia
    , CalcButton   fuID    (Below coID)     "q"        font  3 drawFusa
    , CalcButton   sfID    (RightTo fuID)   "q"        font  4 drawSFusa
    , CalcButton   pbID    (Below fuID)     "ã"        font  1 drawPBreve
    , CalcButton   psbID   (RightTo pbID)   "î"        font  1 drawPSBreve
    , CalcButton   psmID   (Below pbID)     "Î"        font3 1 drawPSMinima
    , CalcButton   pcoID   (RightTo psmID)  "ä"        font2 1 drawPColcheia
    , CalcButton   pscID   (Below  psmID)   "Å"        font3 1 drawPSColcheia
    , CalcButton   pfuID   (RightTo pscID)  "¨"        font  1 drawPFusa
    , CalcButton   psfID   (Below pscID)    "ô"        font  1 drawPSFusa
    , CalcButton   bemolID (RightTo sbID)   "b"        font3 1 bemois
    , CalcButton   susID   (Below bemolID)  "#"        font3 1 sustenidos
    , CalcButton   beqID   (Below susID)    "n"        font3 1 bequadros
    ]
where {
      [quitID,delID,saveID,midiID,bID,sbID,miID,smID,coID,scID,fuID,sfID,
```

```
                pbID,psbID,psmID,pcoID,pscID,pfuID,psfID,bemolID,
                susID,beqID:_]= [Button_id..]

        };
```

As funções a seguir necessitam do estado s apenas o campo g. As funções de colocação de notas no pentagrama desenham um determinado texto conforme deva ser o desenho da nota.

```
Closit info s io = (s, QuitIO io);

deleteNote  info s=:{g}  io=
    ( {s&stt= (DEL,NOTHING)}
    , DrawInActiveWindow (ReadFont g ) io
    );

drawBreve   info s=:{g}  io=
    ( {s&stt= (Breve,NOTHING)}
    , DrawInActiveWindow (ReadFont g) io
    );

drawSBreve  info s=:{g}  io=
    ( {s&stt= (SBreve,NOTHING)}
    , DrawInActiveWindow (ReadFont g ) io
    );

drawMinima  info s=:{g}  io=
    ( {s&stt= (Minima,NOTHING)}
    , DrawInActiveWindow (ReadFont g ) io
    );

drawSMinima info s=:{g}  io=
    ( {s&stt= (SMinima,NOTHING)}
    , DrawInActiveWindow (ReadFont g ) io
    );
```

```
drawColcheia info s=:{g}  io=
    ( {s&stt= (Colcheia,NOTHING)}
    , DrawInActiveWindow (ReadFont g ) io
    );

drawSColcheia info s=:{g} io=
    ( {s&stt= (SColcheia,NOTHING)}
    , DrawInActiveWindow (ReadFont g ) io
    );

drawFusa   info  s=:{g}   io=
    ( {s&stt= (Fusa,NOTHING)}
    , DrawInActiveWindow (ReadFont g ) io
    );

drawSFusa  info  s=:{g}   io=
    ( {s&stt= (SFusa,NOTHING)}
    , DrawInActiveWindow (ReadFont g ) io
    );

bemois info s=:{g,stt} io
#   (x,_)=:s.stt =
    ( {s&stt=(x,Bemol)}
    , DrawInActiveWindow (ReadFont g) io
    );

sustenidos info s=:{g,stt} io
#   (x,_)=:s.stt =
    ({s&stt=(x,Sustenido)}
    , DrawInActiveWindow (ReadFont g) io
    );
```

```
bequadros info s=:{g,stt} io
#   (x,_)=:s.stt =
    ( {s&stt= (x,NOTHING)}
    , DrawInActiveWindow (ReadFont g) io
    );

/*-----------------------------PAUSAS-------------------------*/

drawPBreve   info s=:{g}  io=
    ( {s&stt= (PBreve,NOTHING)}
    , DrawInActiveWindow (ReadFont g) io
    );

drawPSBreve  info s=:{g}  io=
    ( {s&stt= (PSBreve,NOTHING)}
    , DrawInActiveWindow (ReadFont g ) io
    );

drawPSMinima info s=:{g}  io=
    ( {s&stt= (PSMinima,NOTHING)}
    , DrawInActiveWindow (ReadFont g ) io
    );

drawPColcheia info s=:{g}  io=
    ( {s&stt= (PColcheia,NOTHING)}
    , DrawInActiveWindow (ReadFont g ) io
    );

drawPSColcheia info s=:{g} io=
    ( {s&stt= (PSColcheia,NOTHING)}
    , DrawInActiveWindow (ReadFont g ) io
    );
```

```
drawPFusa   info  s=:{g}   io=
    ( {s&stt= (PFusa,NOTHING)}
    , DrawInActiveWindow (ReadFont g ) io
    );

drawPSFusa  info  s=:{g}   io=
    ( {s&stt= (PSFusa,NOTHING)}
    , DrawInActiveWindow (ReadFont g ) io
    );
```

6.4.17 Função CalcButton

A função *calcButton* produz o formato do botão.

```
CalcButton :: DialogItemId ItemPos ItemTitle Font Int (ButtonFunction State IO) ->
                                                        DialogItem     State IO;
CalcButton id pos title font type bfunc
    = DialogIconButton id pos buttonDomain (look type) Able bfunc;
where
    {
    buttonWidth     = 30;
    buttonHeight    = 30;
    buttonDomain    = ((0,0),(buttonWidth,buttonHeight));
    bhf             = (buttonHeight-fontLen);
    x               = (buttonWidth-FontStringWidth title font)/2-1;
    look :: Int SelectState -> [DrawFunction];
    look 1 _
        = [ SetFont         font
          , FillRectangle   shadowrect
          , SetPenColour    WhiteColour //ou (RGB 0.5 0.5 0.5)
          , FillRectangle   buttonrect
          , SetPenColour    BlackColour
          , DrawRectangle   buttonrect
          , MovePenTo       (x,bhf)
          , SetPenMode      OrMode
```

```
      , DrawString       title
      ];
look 2 _
    = [ SetFont          font
      , FillRectangle    shadowrect
      , SetPenColour     WhiteColour //ou (RGB 0.5 0.5 0.5)
      , FillRectangle    buttonrect
      , SetPenColour     BlackColour
      , DrawRectangle    buttonrect
      , MovePenTo        (x,bhf+5)
      , SetPenMode       OrMode
      , DrawString       title
      ];

look 3 _
    = [ SetFont          font
      , FillRectangle    shadowrect
      , SetPenColour     WhiteColour //ou (RGB 0.5 0.5 0.5)
      , FillRectangle    buttonrect
      , SetPenColour     BlackColour
      , DrawRectangle    buttonrect
      , MovePenTo        (x,bhf+5)
      , SetPenMode       OrMode
      , DrawString       title
      , MovePenTo        (x+(x/2)-1,x/2)
      , DrawString       "r"
      , MovePenTo        (x+(x/2)-1,x+2)
      , DrawString       "K"
      ];

look 4 _
    = [ SetFont          font
      , FillRectangle    shadowrect
```

```
        , SetPenColour     WhiteColour //ou (RGB 0.5 0.5 0.5)
        , FillRectangle    buttonrect
        , SetPenColour     BlackColour
        , DrawRectangle    buttonrect
        , MovePenTo        (x,bhf+5)
        , SetPenMode       OrMode
        , DrawString       title
        , MovePenTo        (x+(x/2)-1,x/2)
        , DrawString       "r"
        , MovePenTo        (x+(x/2)-1,x+2)
        , DrawString       "r"
        ];

    shadowrect  = ((2,2),(buttonWidth,buttonHeight));
    buttonrect  = ((0,0),(buttonWidth-2,buttonHeight-2));

    };

WindowId    = 114;
```

A função *Wnd* cria uma janela onde os eventos de mouse são controlados pela função *Markit*.

```
Wnd=
    FixedWindow
    WindowId     // nro da janela.
    (winX, winY)  // pos da janela.
    "Score Editor" // titulo da janela.
    WindowRect // tamanho da janela.
    UpdFunction // funcao da janela.
    [GoAway Quit, Mouse Able Markit];
```

6.4.18 Ações do Mouse

Quando se aperta algum dos botões que caracteriza uma nota há uma mudança no estado "stt" determinando qual nota foi escolhida. Veja as funções drawSBreve, drawMinima, etc. Então quando se clica na partitura o estado atual de "stt" é comparado com as opções abaixo e então a função apropriada executa seu trabalho.

```
Markit (pMouse, ButtonDown, _) s =: {stt} io =
        case stt of {
            (NOTHING,NOTHING)    -> (s,io);
            (DEL,NOTHING)        -> delNote        (pMouse) s io;

            (Breve,NOTHING)      -> addBreve
                    (NotePosition "Bequadro" pMouse) s io;
            (SBreve,NOTHING)     -> addSBreve
                    (NotePosition "Bequadro" pMouse) s io;
            (Minima,NOTHING)     -> addMinima
                    (NotePosition "Bequadro" pMouse) s io;
            (SMinima,NOTHING)    -> addSMinima
                    (NotePosition "Bequadro" pMouse) s io;
            (Colcheia,NOTHING)   -> addColcheia
                    (NotePosition "Bequadro" pMouse) s io;
            (SColcheia,NOTHING) -> addSColcheia
                    (NotePosition "Bequadro" pMouse) s io;
            (Fusa,NOTHING)       -> addFusa
                    (NotePosition "Bequadro" pMouse) s io;
            (SFusa,NOTHING)      -> addSFusa
                    (NotePosition "Bequadro" pMouse) s io;

            (PBreve,NOTHING)     -> addPBreve
                    (NotePosition "Bequadro" pMouse) s io;
            (PSBreve,NOTHING)    -> addPSBreve
                    (NotePosition "Bequadro" pMouse) s io;
            (PMinima,NOTHING)    -> addPMinima
```

```
        (NotePosition "Bequadro" pMouse) s io;
(PSMinima,NOTHING)  -> addPSMinima
        (NotePosition "Bequadro" pMouse) s io;
(PColcheia,NOTHING) -> addPColcheia
        (NotePosition "Bequadro" pMouse) s io;
(PSColcheia,NOTHING)-> addPSColcheia
        (NotePosition "Bequadro" pMouse) s io;
(PFusa,NOTHING)     -> addPFusa
        (NotePosition "Bequadro" pMouse) s io;
(PSFusa,NOTHING)    -> addPSFusa
        (NotePosition "Bequadro" pMouse) s io;

(Breve,Bemol)     -> addbBreve
        (NotePosition "Bemol" pMouse) s io;
(SBreve,Bemol)    -> addbSBreve
        (NotePosition "Bemol" pMouse) s io;
(Minima,Bemol)    -> addbMinima
        (NotePosition "Bemol" pMouse) s io;
(SMinima,Bemol)   -> addbSMinima
        (NotePosition "Bemol" pMouse) s io;
(Colcheia,Bemol)  -> addbColcheia
        (NotePosition "Bemol" pMouse) s io;
(SColcheia,Bemol) -> addbSColcheia
        (NotePosition "Bemol" pMouse) s io;
(Fusa,Bemol)      -> addbFusa
        (NotePosition "Bemol" pMouse) s io;
(SFusa,Bemol)     -> addbSFusa
        (NotePosition "Bemol" pMouse) s io;


(Breve,Sustenido)     -> addSusBreve
        (NotePosition "Sustenido" pMouse) s io;
(SBreve,Sustenido)    -> addSusSBreve
```

```
                (NotePosition "Sustenido" pMouse) s io;
        (Minima,Sustenido)     -> addSusMinima
                (NotePosition "Sustenido" pMouse) s io;
        (SMinima,Sustenido)    -> addSusSMinima
                (NotePosition "Sustenido" pMouse) s io;
        (Colcheia,Sustenido)   -> addSusColcheia
                (NotePosition "Sustenido" pMouse) s io;
        (SColcheia,Sustenido) -> addSusSColcheia
                (NotePosition "Sustenido" pMouse) s io;
        (Fusa,Sustenido)       -> addSusFusa
                (NotePosition "Sustenido" pMouse) s io;
        (SFusa,Sustenido)      -> addSusSFusa
                (NotePosition "Sustenido" pMouse) s io;

        otherwise              -> (s,io)
                };

Markit _  s io  = (s,io);
```

Abaixo vê-se a função *EraseRect* usada para apagar toda partitura.

```
EraseRect=
    [   SetPenColour BlackColour// ou (RGB 0.0 0.0 0.8)
    ,   EraseRectangle  WindowRect  // apaga toda partitura: linhas, notas, tudo!
    ];
```

As duas funções abaixo usadas em conjunto apagam uma única nota na partitura.

```
delNote   point s io=
    let! {nug= eraseNote point s.g}
    in   ( {s&g= nug, stt=(NOTHING,NOTHING)}
         , DrawInActiveWindow (ReadFont nug) io
         );

eraseNote p [] = [];
```

```
eraseNote p [n:r]  |  p ~=~ getPos(n) = r;
eraseNote p [n:r] = [n: eraseNote p r];
```

6.4.19 Coleção de notas bequadro

As funções abaixo mostram como a posição do mouse é mapeada em notas e a partir desta identificação o estado é "zerado" com {*s&g= nug, stt= (NOTHING,NOTHING)*} e a janela é redesenhada.

```
addBreve point s io =
    let!  {nug= [( Br (tupla_3_12(point)),tupla_3_3 (point)  ):s.g]}
    in    ( {s&g= nug, stt= (NOTHING,NOTHING)}
          , DrawInActiveWindow (mkDrawing nug) io
          );

addSBreve point s io =
    let!  {nug= [ (SB (tupla_3_12(point)),tupla_3_3 (point)  ):s.g]}
    in    ( {s&g= nug, stt= (NOTHING,NOTHING)}
          , DrawInActiveWindow (mkDrawing nug) io
          );

addMinima point s io =
    let!  {nug= [ (Mi (tupla_3_12(point)),tupla_3_3 (point)  ):s.g]}
    in    ( {s&g= nug, stt= (NOTHING,NOTHING)}
          , DrawInActiveWindow (mkDrawing nug) io
          );

addSMinima point s io =
    let!  {nug= [ (SM (tupla_3_12(point)),tupla_3_3 (point)  ):s.g]}
    in    ( {s&g= nug, stt= (NOTHING,NOTHING)}
          , DrawInActiveWindow (mkDrawing nug) io
          );

addColcheia point s io =
    let!  {nug= [ (Co (tupla_3_12(point)),tupla_3_3 (point)  ):s.g]}
```

```
    in     ( {s&g= nug, stt= (NOTHING,NOTHING)}
           , DrawInActiveWindow (mkDrawing nug) io
           );

addSColcheia point s io =
    let!  {nug= [ (SC (tupla_3_12(point)),tupla_3_3 (point)  ):s.g]}
    in     ( {s&g= nug, stt= (NOTHING,NOTHING)}
           , DrawInActiveWindow (mkDrawing nug) io
           );

addFusa point s io =
    let!  {nug= [ (Fu (tupla_3_12(point)),tupla_3_3 (point)  ):s.g]}
    in     ( {s&g= nug, stt= (NOTHING,NOTHING)}
           , DrawInActiveWindow (mkDrawing nug) io
           );

addSFusa point s io =
    let!  {nug= [ (SF (tupla_3_12(point)),tupla_3_3 (point)  ):s.g]}
    in     ( {s&g= nug, stt= (NOTHING,NOTHING)}
           , DrawInActiveWindow (mkDrawing nug) io
           );
```

Capítulo 7

Implementação de um Ecosistema em Clean 2.02 (analisador sintático para *Cantus Firmus*)

7.1 Um pequeno analisador léxico

```
implementation module lexSintaticocf;

import StdEnv,noteType;
```

As funções a seguir são reconhecedores de dígito, acidente musical, nota e espaço em branco

```
digito :: String Int -> Bool; digito xs n
    | n > (size xs-1) = False;
    | otherwise = ((xs.[n]>='0') && (xs.[n]<='9')) || (xs.[n]=='.');

acidente :: String Int -> Bool; acidente xs n
    | n > (size xs)-1 = False;
```

```
    | otherwise = (xs.[n]=='b') || (xs.[n]=='#') || (xs.[n]=='x');

nota :: String Int -> Bool; nota xs n
    | n > (size xs)-1 = False;
    | otherwise = (xs.[n]>='A') && (xs.[n]<='G');

branco :: String Int -> Bool; branco xs n
    | n > (size xs)-1=False;
    | otherwise = xs.[n] <= ' ';
```

As funções a seguir são geradores de tokens.

```
numero xs s e | branco xs e  = (True,e,xs%(s,e-1));
numero xs s e | digito xs e = numero xs s (e+1);
numero xs s e = (True,e,xs%(s,e-1));

notas xs s e | branco xs e = (True,e,xs%(s,e-1));
notas xs s e | nota xs e = notas xs s (e+1);
notas xs s e = (True,e,xs%(s,e-1));

acidentes xs s e | branco xs e = (True,e,xs%(s,e-1));
acidentes xs s e | acidente xs e = acidentes xs s (e+1);
acidentes xs s e = (True,e,xs%(s,e-1));

automato xs n | (n>(size xs)-1) || (n<0) = (False,0,"");
automato xs n | branco xs n = automato xs (n+1);
automato xs n | digito xs n = numero xs n (n+1);

automato xs n | nota xs n = notas xs n (n+1);
automato xs n | acidente xs n = acidentes xs n (n+1);

loopTokens xs n = if b [s:(loopTokens xs m)] [];
where {(b,m,s)=automato xs n};

tokens :: String -> [String]; tokens xs = loopTokens xs 0;
```

```
notacf nt ac h d ={n=nt,acc=ac,high=toInt(h),dur=toReal(d)};
```

Abaixo tem-se o analisador sintático segundo o modelo do exemplo *Start*.

```
sintaticocf :: [String] -> [Nota]; sintaticocf [] = [];
sintaticocf [nt,"bb",h,d:xs]=
    [(notacf nt "bb" h d):(sintaticocf xs)];
sintaticocf [nt,"b",h,d:xs] =
    [(notacf nt "b" h d):(sintaticocf xs)];
sintaticocf [nt,"#",h,d:xs] =
    [(notacf nt "#" h d):(sintaticocf xs)];
sintaticocf [nt,"x",h,d:xs] =
    [(notacf nt "x" h d):(sintaticocf xs)];
sintaticocf [nt,h,d:xs]     =
    [(notacf nt "" h d):(sintaticocf xs)];

Start= sintaticocf (tokens "Abb5 1.23 G#4 3.4 F6 5.4 Db4 0.3 E#3 0.5");
```

7.2 Formulário

```
module formulario;

import StdEnv,StdIO,intercode,lexSintaticocf;
```

A variável de estado local para este programa é:

```
:: Local= {
            semEstado::Bool
           };

juntaString [] acc = acc; juntaString [s:ss] acc = juntaString ss
(acc+++" "+++s);
```

7.2.1 Função fopen

```
fopenGen fileName mode files :== ((ok,file), fileMod)
```

```
where {
        (ok,file,fileMod)=fopen fileName mode files};
//esta estrutura é do Clean
```

openIds - gera números para as janelas. *startIO* gera interface windows. *NDI* significa sem diálago de interface. O estado=True simbolizando estado de partida do programa. *initIO* inicializa os ids.

```
Start world
    # (ids, world)=openIds 100 world;
    =startIO NDI {semEstado=True} (initIO ids) [] world;


initIO ids ps // ps - variável process state (estado atual do seu programa)
    # (error,ps) = openWindow undef window ps;//openWindow - abre uma janela.
    | error <> NoError = closeProcess ps;
    # (error,ps) = openDialog 0 myDialog ps;
    //openDialog - abre diálogo. myDialog - é o layout da janela
    | error <> NoError = closeProcess ps;
    //NoError - controlador de mensagem de erro do Clean. closeProcess fecha tudo.
    | otherwise=ps;
```

O símbolo *:+:* funciona como cola para colar os componentes tais como botões *editBox* e *labels* etc.

```
where {
    components=labelTxt01:+:arpeggiosEdit:+:jump6and7Edit:+:
    arpeggiosBt:+:jump6and7Bt:+:
    tomTxt:+:tomEdit:+:
    aumDimBt:+:aumDimEdit:+:modulationBt:+:modulationEdit:+:
    moreThanTwoBt:+:moreThanTwoEdit:+:
    jumpAndTwoBt:+:jumpAndTwoEdit:+:minMaxNotaBt:+:minMaxNotaEdit:+:
                resultTxt:+:resultEdit:+:sairBt:+:traco01;
    [ labelTxt01Id,tomTxtId,tomEditId,arpeggiosEditId,jump6and7EditId,
      resultTxtId,
      jump6and7BtId,aumDimBtId,aumDimEditId,modulationBtId,modulationEditId,
      moreThanTwoBtId,moreThanTwoEditId,jumpAndTwoBtId,jumpAndTwoEditId,
```

```
  minMaxNotaBtId,minMaxNotaEditId,
  resultEditId,arpeggiosBtId,sairBtId,dlgID,traco01Id,wId:_]= ids;

window  = Window "Partitura" NilLS
    [ WindowId          wId
    , WindowPos         (LeftTop,OffsetVector {pos & vy=pos.vy+wSize.h})
    , WindowViewDomain  pDomain
    , WindowLook        True (monitorlook initLocal)


bigwidth=PixelWidth 600;
width =PixelWidth 200; //PixelWidth 200 é o tamanho do campo
width2 = PixelWidth 98;

labelTxt01 = TextControl "[Ecosistema Cantus Firmus]
                ----------------------------------------->>>"
            [ControlId labelTxt01Id, ControlPos (Left,zero)];
resultTxt = TextControl "Melodia a ser analisada pelo
                        Ecosistema (num formato ruim!):"
            [ControlId resultTxtId,
             ControlPos (Below labelTxt01Id,zero)];
resultEdit = EditControl melodia bigwidth 4
            [ControlId resultEditId,
             ControlPos (Below resultTxtId,zero)];
tomTxt     = TextControl "Tonalidade:"
            [ControlId tomTxtId,
             ControlPos (RightTo resultEditId,zero)];
tomEdit    = EditControl "CM" width2 1
            [ControlId tomEditId,
             ControlPos (Below tomTxtId,zero)];
arpeggiosBt = ButtonControl "Arpeggios------->"
            [ControlId arpeggiosBtId,
             ControlPos (Below resultEditId,zero),
```

```
            ControlFunction(noLS arpeggiosf)];
arpeggiosEdit = EditControl "" bigwidth 2
           [ControlId arpeggiosEditId,
            ControlPos (RightTo arpeggiosBtId,zero)];
jump6and7Bt = ButtonControl "jump6and7------>"
           [ControlId jump6and7BtId,
            ControlPos (Below arpeggiosBtId,zero),
            ControlFunction(noLS jump6and7f)];
jump6and7Edit = EditControl "" bigwidth 2
           [ControlId jump6and7EditId,
            ControlPos (RightTo jump6and7BtId,zero)];

aumDimBt = ButtonControl "aumDim---------->"
           [ControlId aumDimBtId,
            ControlPos (Below jump6and7BtId,zero),
            ControlFunction(noLS aumdimf)];
aumDimEdit = EditControl "" bigwidth 2
           [ControlId aumDimEditId,
            ControlPos (RightTo aumDimBtId,zero)];

modulationBt = ButtonControl "modulation------>"
           [ControlId modulationBtId,
            ControlPos (Below aumDimBtId,zero),
            ControlFunction(noLS modulationf)];
modulationEdit = EditControl "" bigwidth 2
           [ControlId modulationEditId,
            ControlPos (RightTo modulationBtId,zero)];

moreThanTwoBt = ButtonControl "moreThanTwo->"
           [ControlId moreThanTwoBtId,
            ControlPos (Below modulationBtId,zero),
            ControlFunction(noLS moreThanTwof)];
moreThanTwoEdit = EditControl "" bigwidth 2
```

```
            [ControlId moreThanTwoEditId,
             ControlPos (RightTo moreThanTwoBtId,zero)];

jumpAndTwoBt = ButtonControl "jumpAndTwo---->"
            [ControlId jumpAndTwoBtId,
             ControlPos (Below moreThanTwoBtId,zero),
             ControlFunction(noLS jumpAndTwof)];
jumpAndTwoEdit = EditControl "" bigwidth 2
            [ControlId jumpAndTwoEditId,
             ControlPos (RightTo jumpAndTwoBtId,zero)];


minMaxNotaBt = ButtonControl "minMaxNota---->"
            [ControlId minMaxNotaBtId,
             ControlPos (Below jumpAndTwoBtId,zero),
             ControlFunction(noLS minMaxNotaf)];
minMaxNotaEdit = EditControl "" bigwidth 2
            [ControlId minMaxNotaEditId,
             ControlPos (RightTo minMaxNotaBtId,zero)];

            ////////////////////////////////////////
traco01 = TextControl "_____________________________
aa                     ________________________________________"
            [ControlId traco01Id,
             ControlPos (Below minMaxNotaBtId,zero)];
sairBt = ButtonControl "Sair"
            [ControlId sairBtId,
             ControlPos (Below traco01Id,zero),
             ControlFunction(noLS closeProcess)];
```

A função *myDialog* cria uma janela *Dialog* com os componentes colados acima.

```
myDialog = Dialog "Escreve em arquivo" components [WindowId dlgID];
```

```
listaPstr [] = True;
listaPstr _  = False;
```

As funções abaixo têm muito em comum. Todas elas leêm e escrevem em campos na janela *dialog*.

```
arpeggiosf ps=:{ls}
#   (jWin,ps) = accPIO (getWindow dlgID) ps;//accPIO - abre browser.
    [(okIn,jmelodia):_]=getControlTexts [resultEditId] (fromJust jWin);
        //fromJust - função Clean que converte do formato
        //\emph{handle} para \emph{string}.
        //getControlTexts - pega valor nos campos.
    mel=fromJust jmelodia;
    | not (okIn)=abort"não foi possível ler dados no campo.";
    |otherwise
    #   regnotas  = sintaticocf (tokens mel);
        result    = arpeggios (zipNotas regnotas) [];
        vs        = if (listaPstr result) ("Ok!") (juntaString result "");
        txt       = [(arpeggiosEditId,vs)];
    =appPIO (setControlTexts txt) ps;
    //setControlTexts - coloca informação nos campos

jump6and7f ps=:{ls}
#   (jWin,ps) = accPIO (getWindow dlgID) ps;//accPIO - abre browser.
    [(okIn,jmelodia):_]=getControlTexts [resultEditId] (fromJust jWin);
        //fromJust - função Clean. getControlTexts - pega valor nos campos
    mel=fromJust jmelodia;
    | not (okIn)=abort"não foi possível ler dados no campo.";
    |otherwise
    #   regnotas  = sintaticocf (tokens mel);
        result    = jump6and7 (zipNotas regnotas) [];
        vs        = if (listaPstr result) ("Ok!") (juntaString result "");
        txt       = [(jump6and7EditId,vs)];
    =appPIO (setControlTexts txt) ps;
```

```
aumdimf ps=:{ls}
#   (jWin,ps) = accPIO (getWindow dlgID) ps;//accPIO - abre browser.
    [(okIn,jmelodia):_]=getControlTexts [resultEditId] (fromJust jWin);
        //fromJust - função Clean. getControlTexts - pega valor nos campos
    mel=fromJust jmelodia;
    | not (okIn)=abort"não foi possível ler dados no campo.";
    |otherwise
    #   regnotas  = sintaticocf (tokens mel);
        result    = aumDim (zipNotas regnotas) [];
        vs        = if (listaPstr result) ("Ok!") (juntaString result "");
        txt       = [(aumDimEditId,vs)];
    =appPIO (setControlTexts txt) ps;

modulationf ps=:{ls}
#   (jWin,ps) = accPIO (getWindow dlgID) ps;//accPIO - abre browser.
    [(okIn,jmelodia),(okTom,jTom):_]=
         getControlTexts [resultEditId,tomEditId] (fromJust jWin);
        //fromJust - função Clean. getControlTexts - pega valor nos campos
    mel=fromJust jmelodia;
    tom=fromJust jTom;
    | not (okIn) || not(okTom)=abort"não foi possível ler dados no campo.";
    |otherwise
    #   regnotas  = sintaticocf (tokens mel);
        result    = modulation tom regnotas;
        vs        = if (listaPstr result) ("Ok!") (juntaString result "");
        txt       = [(modulationEditId,vs)];
    =appPIO (setControlTexts txt) ps;

moreThanTwof ps=:{ls}
#   (jWin,ps) = accPIO (getWindow dlgID) ps;//accPIO - abre browser.
    [(okIn,jmelodia),(okTom,jTom):_]=
        getControlTexts [resultEditId,tomEditId] (fromJust jWin);
        //fromJust - função Clean. getControlTexts - pega valor nos campos
```

```
  mel=fromJust jmelodia;
  tom=fromJust jTom;
  | not (okIn) || not(okTom)=abort"não foi possível ler dados no campo.";
  |otherwise
  #   regnotas  = sintaticocf (tokens mel);
      result    = moreThanTwo (qualTom tom) (takeNotaAndAcc regnotas) [];
      vs        = if (listaPstr result) ("Ok!") (juntaString result "");
      txt       = [(moreThanTwoEditId,vs)];
  =appPIO (setControlTexts txt) ps;

jumpAndTwof ps=:{ls}
#   (jWin,ps) = accPIO (getWindow dlgID) ps;//accPIO - abre browser.
    [(okIn,jmelodia):_]=getControlTexts [resultEditId] (fromJust jWin);
        //fromJust - função Clean. getControlTexts - pega valor nos campos
    mel=fromJust jmelodia;
    | not (okIn)=abort"não foi possível ler dados no campo.";
    |otherwise
    #   regnotas  = sintaticocf (tokens mel);
        result    = jumpAndTwo (takeNotaAndAcc regnotas) [];
        vs        = if (listaPstr result) ("Ok!") (juntaString result "");
        txt       = [(jumpAndTwoEditId,vs)];
    =appPIO (setControlTexts txt) ps;

minMaxNotaf ps=:{ls}
#   (jWin,ps) = accPIO (getWindow dlgID) ps;//accPIO - abre browser.
    [(okIn,jmelodia):_]=getControlTexts [resultEditId] (fromJust jWin);
        //fromJust - função Clean. getControlTexts - pega valor nos campos
    mel=fromJust jmelodia;
    | not (okIn)=abort"não foi possível ler dados no campo.";
    |otherwise
    #   regnotas  = sintaticocf (tokens mel);
        result    = minMaxNota regnotas;
        vs        = if (listaPstr result) ("Ok!") (juntaString result "");
```

```
        txt       = [(minMaxNotaEditId,vs)];
    =appPIO (setControlTexts txt) ps;
};
```

Capítulo 8

Conclusão

8.1 Considerações Finais

Na natureza, segundo Ubaldi [11], o acaso não existe [1] e seu pensamento sobre a teoria de evolução difere de *Darwin* principalmente porque não é linear, é espiral.

Para o presente trabalho são feitas (e implementadas) algumas considerações sobre algoritmos genéticos tais como:

- Que as regras para a solução de um problema é um ecosistema em particular e que os espaços de estados são as características do ecosistema.
- Estas características impõe o transformismo fenomênico aos cromossomos.
- Existem infinitas maneiras de se compor sub-espaços de estados num espaço de estado, que seriam sub-características da característica que representa um estado particular.
- Por exemplo, Caso se queira criar melodias, sintaticamente corretas segundo as regras do *Cantus Firmus*, começa-se pelo estabelecimento destas regras que seriam as características do ecosistema.
- Estas regras são conhecidas como são conhecidas as regras de clima, umidade, pressão atmosférica, distribuição de chuvas, quantidade de predado-

[1] o que não invalida o fato de na mutação haver um sorteio de qual nota entrará na melodia. Repare que não é qualquer nota que é válida, ou seja, o sorteio é condicionado a certas regras.

res ou comida etc, num ecosistema real.

- Esta regras são 10 e regem a forma como as notas devem se relacionar, ou seja, um indivíduo no ecosistema é uma melodia e suas partes (na verdade sua morfologia) devem estar consuetâneos como o ambiente.

- Por exemplo, morfologicamente o camelo está adaptado aos rigores do deserto e o urso polar aos rigores do ártico. Este animais possuem órgão especializados que lhes garante a sobrevivência nestes ambientes.

- Na verdade a população inical é formada por uma coleção de melodias incorretas, mas que evoluem até o ponto de se tornarem corretas, ou morfologicamente mais adaptadas ao ambiente. Portanto elas aumentam seu grau de adaptação.

- Cada fase f do processo obedeceria à *equação Ubaldiana.*

- Repare que um ecosistema em si mesmo também obedece aos mesmos princípios e por isto uma espiral está dentro da outra. Mas por questão de simplicidade escolhe-se um instante na história do ecosistema para não ter que se reportar ao infinito passado de sua origem.

- Isto significa que a população seria melhor escolhida não pelo acaso, mas por regras mais ou menos bem definidas conforme o ecosistema atual.

- Isto é a prática da natureza, pois se observa indivíduos que, derivando de um ecosistema anterior, se encontram menos adaptados às novas condições. Se seus descendente não conseguirem se adaptarem a estas novas condições se extinguirão.

- Existe uma morgologia mínima. Isto garante um bom começo para o indivíduo e alguma chance de sobrevivência, mesmo que para alguns, seja baixa. 100% de regras corretas entre as notas, obviamente designa o máximo de adaptação ao ecosistema.

- Outro fator interessante é que os indivíduos do ecosistema podem afetá-lo também. Um exemplo disto é que a proliferação excessiva de predadores pode ocasionar a diminuição da caça e como tudo é uma grande rede (como diria Frijof Capra em *o ponto de mutação*) a diminuição da comida

dos predadores pode levar ao aumento da comida das caças, já que elas estão em menor quantidade no ambiente e mantida a mesma quantidade de alimento das caças e com a diminuição dos caçadores pela falta de caça, a caça tende a aumentar equilibrando o sistema que é dinâmico.

- Se a quantidade de caça aumentar demais tanto os caçadores aumentam quanto a quantidade de alimento das caças diminuem. Nota-se aqui neste resumo simplista, mas verdadeiro, que o ecosistema é autoregulado pelo opostos e é espiralmente cíclico.

- Na regras do ecosistema do *Cantus Firmus* caso se chegue a um impasse com relação a continuidade da existência da população poder-se-á alterar dinâmicamente as regras do ecosistema. Como exemplo, pode-se aceitar dois pontos culminantes ao invés de um. Esta nova regra é aceitável na teoria do contraponto (porque algumas regras são recomendações e não leis).

- Outra consideração importante é o fato de que o morfologismo da natureza produziu a forma espiral dos opostos complementares. Os opostos complementares podem ser encontrados nos pólos macho e fêmea e mesmo naqueles animais que se bipartem, como os platelmintos, a duplicação do DNA/RNA só é feita através de opostos.

- O oposto complementar da timinina é a guanina e vice-versa, não é possível a ligação de citosina com timinina. Sobre este prisma se pode definir o conceito de complementaridade nos genes de um cromossomo virtual, como acontece realmente.

- Uma das novidades a serem introduzidas num AG tradicional e uma das muitas características do AGU (Algoritmo Genético Ubaldiano visto acima) é o morfologismo.

- O morfologismo afeta diretamente a seção de cruzamento, porque os cruzamentos entres os cromossomos serão feitos pela complementaridade. Assim existirão, em algum ponto da evolução do ecosistema, indivíduos (cromossomos) macho e fêmea.

- Outra novidade a ser acrescentada no AG tradicional é a *equação Ubaldiana.* O Ponto γ_1^a é a função-programa responsável pelo resumo das características do ecosistema anterior. Ele é um ponto histórico a partir do qual, durante o próximo período de tempo que virá, a população evoluirá (espera-se) em direção ao ponto da solução satisfatória, outro ponto histórico. Este ponto histórico final poderá ocorrer após várias fases como se vê na equação Ω.

- Características morfológicas determinam o grau de adaptação do indivíduo no meio.

- As garoupas sofrem interressante processo diferenciador sexual conforme a idade. Todas as garoupas nascem fêmeas e se tornam machos com a idade. Com isto se pode transformar uma população de machos ou de fêmeas em seu oposto. Esta idéia é útil para este trabalho se algum dos conjuntos (machos ou fêmeas) da população esvaziar.

- A grau de adaptabilidade afeta a velocidade de convergência. Assim quanto maior o grau de adaptabilidade mais rápido os indivíduos se adaptarão ao ambiente. Graus de adaptabilidade negativos produzem involução e a conseqüente extinção da população.

- A velocidade de variação do ângulo θ é: $v_\theta = \frac{d\theta}{dt}$ e não é necessariamente constante.

- A equação acima mede o grau de evolução (entre dois espaços de estado no sentido:$\gamma \rightarrow \beta \rightarrow \alpha$).

- Se a variação for no sentido inverso, v_θ negativo, medir-se-á o grau de involução (entre dois espaços de estado no sentido: $\alpha \rightarrow \beta \rightarrow \gamma$).

- $v_\theta = 0$ é teoricamente possível mas muito improvável já que qualquer modificação, mínima que seja, no ecosistema ou nos indivíduos pode ocasionar a ruptura do equilíbrio e o conseqüente adernar para um ou outro lado; como acontece no delicado equilíbrio ecológico de qualquer ecosistema terrestre.

- Poder-se-ia falar em graus morfológicos o que estabeleceria uma relação hierarquica e númerica e mediria o grau de adaptabilidade entre os indivíduos.
- Por exemplo, é preciso que um animal tenha pêlos para que ele tenha cor de pêlo.
- Como acontece freqüentemente a cor da pele não designa a cor dos pêlos.
- O número de sinais morfológicos pode também ser sinal evolutivo.
- Neste trabalho é importante se considerar a quantidade de sinais morfológicos.
- Eles aumentarão à medida que o indivíduo evolui no ecosistema.
- A morfologia deve ser empregada como um divisor de opostos complementares e pode virtualmente ser qualquer característica da resposta que se quer(inicialmente pelo menos uma).
- No exemplo do *Cantus Firmus* as regras que estabelecem o ecosistema na verdade são as regras que garantem uma melodia absolutamete correta.
- Inicialmente para se garantir uma mais rápida convergência deve-se ter indivíduos com pelo menos uma característica morfológica que é a *finalis* do modo como primeira e última nota.
- Esta característica morfológica é absolutamente necessária ao indivíduo no ecossistema. Sem ela ele não deveria existir. Como não existem camelos nos pólos..
- Em nosso exemplo se usará a morfologia para separar entre cromossomos machos e fêmeas. Como eles são opostos e complementares adotar-se-á os vários critérios abaixo.
- Se uma maior quantidade de intervalos corretos (sinais morfológicos) estiver entre o início do cromossomo e o meio ele será considerado fêmea.
- Se uma maior quantidade de intervalos corretos estiver entre o meio e o fim do cromossomo ele será considerado macho.

- De fato se deve falar em graus de masculinidade e graus de feminilidade.
- O ponto de cruzamento é fixo e por isso o cromossomo deve, neste exemplo do *Cantus Firmus*, ter um número par de genes o que garantirá, na produção dos filhos 50% dos cromossomos do pai e 50% dos cromossomos da mãe como ocorre realmente.
- Os cromossomos machos são separados das fêmeas formando-se dois grupos que se cruzarão.
- Quanto maior o grau e masculinidade e maior o grau de feminilidade dos cromossomos pais mais próximos os filhos estarão da solução.
- A solução final ocorrerá quando houver o equilíbrio perfeito (ou quase) entre os dois gêneros.
- Considerando-se um cromossomo como "masculino completo" como tendo 50% de seus genes certos e se localizando (com *locus*) na segunda parte do cromossomo e como "feminino completo" como tendo 50% de seus genes certos e se localizando na primeira parte do cromossomo poder-se-ia (isto depende do problema) ter uma resposta satisfatória quando um cromossomo fosse 50% masculino e 40% feminino ou vice-versa.
- No exemplo do *Cantus Firmus* a melodia só é considerada correta se o cromossomo for 50% masculino e 50% feminino, ou seja, não se admite nenhum erro nos intervalos das notas.
- Tomando-se Qg como a quantidade de genes no cromossomo e Sm como a quantidade de sinais morfológicos, no exemplo do *Cantus Firmus*, a fórmula que determina o total de sinais morfológicos será: $Sm = Qg - 1$.
- Todos os machos cruzarão com todas as fêmeas. Os filhos e pais estarão na mesma população, ou seja, ainda não houve mudança de fase.
- Da população gerada que será grande, só os mais aptos sobreviverão (Elitismo). Isto é feito pela avaliação de toda população e serão escolhidos apenas os "n" indivíduos mais adaptados.
- sugere-se trabalhar com um número fixo na criação da nova população para evitar explosão populacional.

- O número de machos e fêmeas poderá variar.
- Se não houver o conjunto de machos a população será extinta.
- Se não houver o conjunto de fêmeas a população será extinta.
- Como existem salamandras e rãs além das garoupas que podem mudar de sexo conforme certas condições poderá-se, eventualmente, transformar machos em fêmeas.
- Caso um dos conjuntos se esvazie não será possível, neste trabalho, inverter o sexo.
- v_θ tende a convergir e a aumentar já que o ecosistema com suas regras expele os indivíduos pouco adaptados privilegiando os mais adaptados que se tornam cada vez mais adaptados mais rapidamente (elitismo acelerado).
- Por exemplo, se um indivíduo 30% masculino cruzar com um indivíduo 40% feminino o resultado será um indivíduo 40% feminino, mas com 30% de masculinidade o que garantirá 70% da solução final.
- A involução é impedida porque, apesar do cruzamento redundar em indivíduos piores que os pais (como acontece na natureza!) eles serão eliminado pelas regras do ecosistema.
- Não será possível a nenhum indivíduo manter-se 50% masculino ou feminino e 0% masculino ou feminino porque quanto mais alta a taxa de feminilidade ou de masculinidade maiores as chances de cruzar e obter percentagens da outra polaridade e de produzirem filhos com mais equilíbrio entre os dois.
- Estes filhos serão fatalmente escolhidos pelo ecosistema e passarão adiante.
- Cada nova geração é uma nova fase no AGU.
- Será feita mutação seletiva, ou seja, se a morfologia estiver indeterminada (50% de masculidade e 50% de feminilidade) procura-se um ponto para a mutação correta. Isto poderá ser feito sem prejuízo de desempenho desde que não haja um espaço gigantesco de soluções (e no caso do *Cantus Firmus* não há.)

- A mutação deverá ser empregada, no caso do *Cantus Firmus*, e deverá ser feita após o cruzamento. A mutação ocorrerá em um dos lados dos dois possíveis do cromossomo.

- A mutação nunca ocorrerá por acaso, mas sempre sob uma injunção do ecosistema.

- No cruzamento o filho sempre possui a primeira parte da mãe e e a segunda parte do pai.

- Escolhe-se os indivíduos mais adaptados, ou seja, aqueles cada vez mais femininos e masculinos. Deve-se ter em mente que a taxa de masculinidade e feminilidade vai aumentando nos cromossomos melhores.

- Todos os indivíduos da população têm características que os "autoriza" a permanência no ecosistema. Por exemplo, todas as melodias(cromossomos) da população inicial do *Cantus Firmus* possuem a primeira nota igual a última e esta nota é dada conforme o ecosistema que é o modo onde a melodia será criada.

- Todo *Cantus Firmus* é feito encima de um modo (frígio, mixolídio, dórico etc) e a escolha do modo determina qual será a nota inicial, chamada *finalis* do modo que deve ser também a última.

- Esta já é uma das regras do ecosistema e, como já se disse, para justificar a presença de um indivíduo no ecosistema (e não se ter um mamute no meio dos elefantes!) é preciso que ele traga em si algum sinal morfológico que o justifique.

- Uma morfologia "errada" num ecossitema pode ser correta em outro ecosistema.

- Pode-se fazer evoluir o ecosistema (o que aumentaria dificuldade do algoritmo).

- Quanto mais rigoroso (maior número de regras) tiver o ecosistema mais difícil se produzir indivíduos adaptados a ele e mais fácil a quebra de equilíbrio.

- O ecosistema tem a tendência de dificultar a adaptação.
- Se o ecosistema evolui conforme seus indivíduos evoluem um programa faria com que a população pudesse alterar as regras do ecosistema.
- O ecosistema pode possuir regras hierarquisadas, ou seja, dá-se preferência a algumas morfologias (hierarquia de morfologias) por serem mais importates para saltos evolutivos ou por impedirem involuções.
- Algumas regras do ecosistema (por exemplo a restrição ao modo) junto com mutação, morfologismo, cruzamento etc melhoram a convergência do algoritmo à solução.

A escolha da população inicial deve ser feita em várias etapas:

- No caso do *Cantus Firmus* escolhe-se um tamanho fixo para o cromossomo entre 10 e 14 gens(notas).
- Escolhe-se uma quantidade de indivíduos para a população, por exemplo, 200.

8.2 Próximos Passos

É possível tornar todas estas idéias ainda mais próximas da realidade da vida. Primeiramente poderia-se considerar a população de forma mais dinâmica, ou seja, algumas regras do ecosistema poderiam ser alteradas conforme o que tenha acontecido na população de cromossomos. Como exemplo poderíamos dizer que por causa da rigidez da regras do ecosistema em algum momento pode-se produzir um impasse evolutivo no meio dos cromossomos e levá-los à extinção. Isto pode ser evitado considerando-se que algumas regras do ecosistema podem ser mais flexíveis, por exemplo, aquela que diz que não poderá haver dois pontos culminantes nem dois vales no desenho da melodia. Como esta regra é estética poderá ser justificado o seu não cumprimento em algumas situações específicas. Assim poderia-se obter melodias menos perfeitas mas ainda boas melodias conforme faz a própria psicologia humana em situações como esta. Para implementar tal recurso seria necessário fazer o código implementar código *Clean* num

arquivo específico (que já existe e se chama intercode.icl). O novo código tanto pode substituir o antigo como acrescentar-lhe novos recursos.

Há que se considerar que cada problema tem suas peculiaridades como é o caso do *Cantus Firmus* e por isso seus problemas. Como exemplo podemos citar o fato da nota ter que obedecer a uma praxis para entrar na cadeia. Em situações onde o *locus* não é tão importante a implementação do AGU ganharia desempenho.

O algoritmo ubaldiano não se conjuga apenas como algoritmos genéticos, mas poderia (e em futuros trabalhos serão) conjugados com redes neurais, linguagem natural e outros algoritmos que tenham características evolutivas.

Apêndice A

9.1 NOTAS - PAUTA

A mais importante característica do som é a altura. *Até o século XI a altura era a única característica grafada. No século XII inicia-se a definição da duração. O timbre começa a ser indicado a partir do século XVI e a intensidade a partir do século XVII.*

A música foi cultivada durante muito tempo por transmissão oral, de geração em geração. As origens da notação musical ocidental encontram-se nos símbolos taquigráficos gregos - **notação fonética**. *Do século V ao século VII foi aperfeiçoado um sistema de* **neumas**, *uma espécie de* **mnemônica**, *que não definia a altura exata, apenas dava uma idéia aproximada da melodia. Por volta do século IX surge a* **pauta**. *A princípio consistia em uma única linha horizontal colorida (vermelha - representava a nota Fá), à qual foi posteriormente acrescentada outra linha colorida (amarela - representava a nota Dó). Guido d'Arezzo (992 - 1050) sugeriu o emprego de três e quatro linhas (o canto gregoriano utiliza até hoje o tetragrama). O pentagrama, sistema de cinco linhas paralelas, conhecido desde o século XI, foi adotado apenas no século XVII.*

Embora sejam inúmeros os sons empregados na música, para representá-los bastam somente sete notas:

dó - ré - mi - fá - sol - lá - si

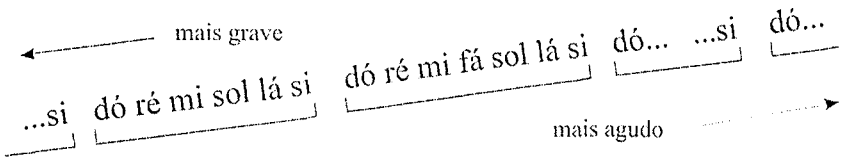
A estes monossílabos (sistema silábico introduzido por Guido d'Arezzo),

usados predominantemente em línguas latinas, correspondem as sete letras (sistema alfabético introduzido pelo Papa Gregório Grande, ± 540 d.C.) usadas em inglês, alemão, grego, etc.:

C - D - E - F - G - A - H (alemão).
B (inglês).

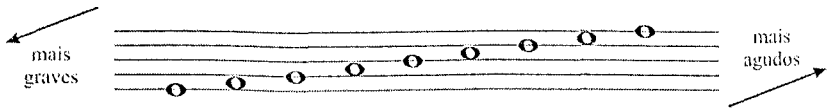
Obs.: A letra "B"representa a nota "si"em inglês; enquanto, em alemão, a letra "B"representa a nota "si bemol".

Os nomes das notas se repetem de sete em sete da seguinte maneira:

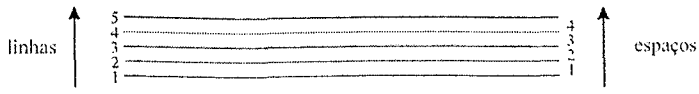


No piano, estas sete notas correspondem às teclas brancas.

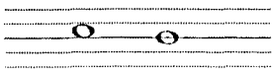
As notas são representadas graficamente com sinais na forma oval, que, pelas posições tomadas no pentagrama, indicam os sons mais graves ou os mais agudos.



O PENTAGRAMA ou a PAUTA MUSICAL é a disposição de cinco linhas paralelas horizontais e quatro espaços intermediários, onde se escrevem as notas musicais. Contam-se as linhas e os espaços da pauta de baixo para cima.

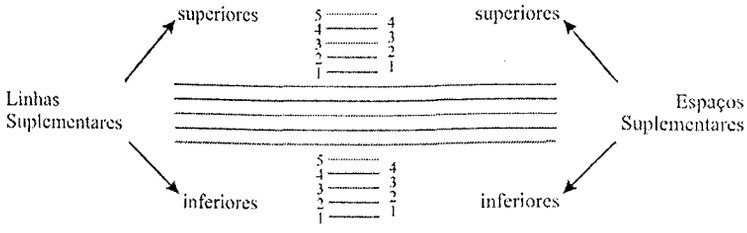


A nota que está num espaço não deve passar para a linha de cima nem para a de baixo. A nota que está numa linha ocupa a metade do espaço superior e a metade do espaço inferior.



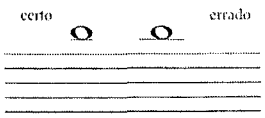
Na pauta podem ser escritas apenas nove notas (veja o exemplo acima). Para grafar as notas mais agudas ou as mais graves, utilizam-se as *linhas suplementares* (curtos segmentos de linha horizontal que atuam como uma extensão da pauta mantendo o mesmo distanciamento das linhas da pauta normal).

Contam-se as linhas e os espaços suplementares a partir da pauta:

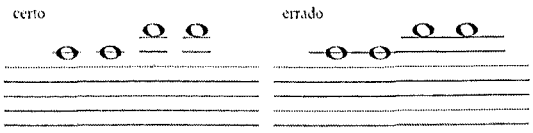


Obs.: As linhas suplementares são também chamadas linhas complementares ou auxiliares.

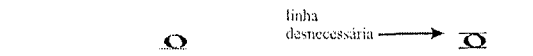
A largura da linha suplementar é um pouco maior que a cabeça da nota:



As linhas suplementares são individuais (independentes) para cada nota:



Somente são grafadas as linhas suplementares estritamente indispensáveis:



O número de linhas suplementares é ilimitado, mas procura-se evitar os excessos (acima de oito linhas suplementares).

9.2 CLAVE DE SOL - CLAVE DE FÁ NA QUARTA LINHA

O uso do pentagrama permite a grafia relativa, isto é, indica que um som é mais agudo que outro. Para definir o nome de cada nota na pauta é necessário dar nome a pelo menos uma delas. A CLAVE é um sinal colocado no início da pauta que dá seu nome à nota escrita em sua linha. Nos espaços e nas linhas subseqüentes, ascendentes ou descendentes, as notas são nomeadas sucessivamente de acordo com a ordem: dó - ré - mi - fá - sol - lá - si - dó

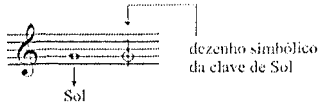
Obs.:

1) A palavra CLAVE vem do latim e significa "chave".

2) Atualmente usam-se três tipos de clave: de Sol, de Fá e de Dó.

3) As claves derivam de letras maíusculas que eram indicações das linhas nas pautas primitivas. O desenho da clave de Sol origina-se da letra G, o da clave de Fá da letra F e o da clave de Dó da letra C. O desenho das claves é uma deformação histórica das letras acima.

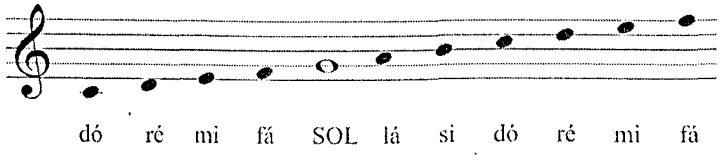
4) O desenho da clave se repete rigorosamente no início de cada nova pauta.



A CLAVE DE SOL marca o lugar da nota sol na segunda linha:

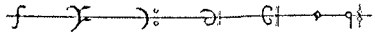
Formas antigas da Clave de Sol:

Tendo a posição da nota sol, pode-se deduzir os nomes das outras notas:

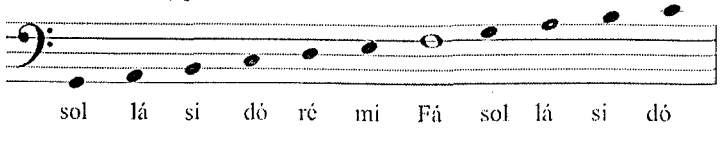


A CLAVE DE FÁ marca o lugar da nota fá na quarta linha:

Formas antigas da clave de Fá:

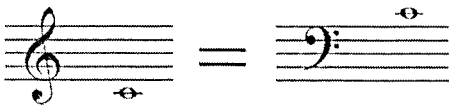


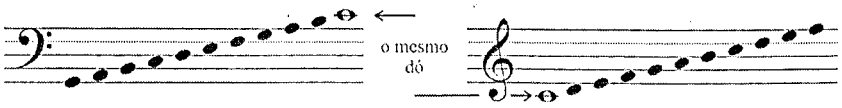
Obs.: Os dois pontos após a clave Fá são os resídios da letra F. Tendo a posição da nota fá, pode-se deduzir os nomes das outras notas:



Para definir a relação entre as notas grafadas nas duas claves, é preciso definir uma só nota, grafada em duas claves. Esta nota chama-se Dó Central e encontra-se no meio do teclado do piano.

Dó Central:



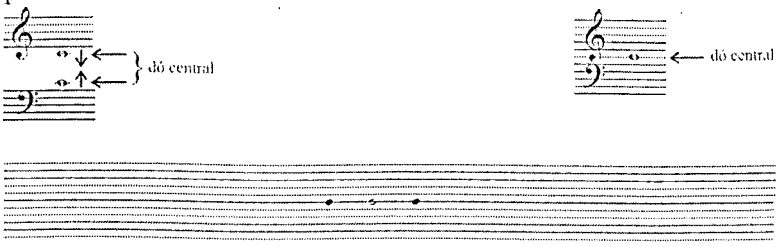


A clave de Sol é própria para grafar as notas agudas (violino, flauta, oboé, canto, etc.). A clave de Fá é indicada para as notas graves (violoncelo, contrabaixo, fagote, trombone, etc.).

Tendo uma mesma nota grafada em duas claves diferentes, podese transcrever melodias de uma clave para a outra. **Transcrever uma melodia** significa grafar a mesma melodia na mesma altura, usando um outro sistema, por exemplo, uma outra clave.

O sistema de cinco linhas e de sete claves é até hoje o sistema mais usado e o mais prático. Todas as outras modalidades de grafia musical são usadas esporadicamente.

1) **Sistema de onze linhas** - é a aproximação das duas pautas, uma com a clave de sol e a outra com a clave de fá. Muito interessante porém pouco prático.



2) **Tablaturas** - Indicações da posição dos dedos nas cordas do instrumento.

3) **Notação numérica** - números representam os graus da escala e traços em cima ou em baixo do número indicam as oitavas superiores ou inferiores.

4) **Braille** - notação para deficientes visuais através de um sistema de perfurações.

5) Outros sistemas.

9.3 VALORES

Em música existem sons longos e sons breves. Há também momentos quando se interrompe a emissão do som: os silêncios. A **duração** do som depende da duração da vibração do corpo elástico. A **duração** é a maior ou a menor continuidade de um som. A relação entre durações de sons define o **ritmo**.

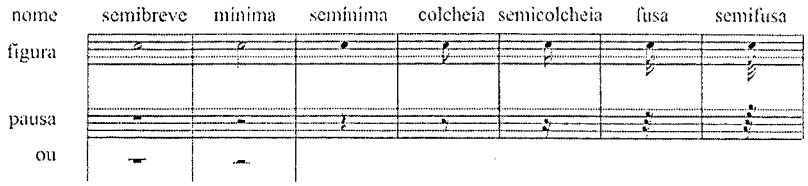
O RITMO é a organização do tempo. O ritmo não é, portanto, um som, mas somente um tempo organizado. *"O ritmo é a ordem do movimento" (Platão).* A palavra **ritmo** (em grego *rhythmos*) designa "aquilo que flui, aquilo que se move."

Antigamente eram as palavras que indicavam, mais ou menos, o tempo de duração de cada nota. No princípio do século XIII surgiram as ***figuras mensurais*** *para determinar a duração dos sons. As mais antigas eram a Máxima, a Longa, a Breve, a Semibreve, a Mínima e a Seminima. Eram originariamente pretas, posteriormente brancas. No inicio do século XVI desapareceram as neumas e no século XVII a* ***notação redonda*** *substituiu a notação quadrada.*

Na NOTAÇÃO MUSICAL ATUAL, cada nota escrita na pauta informa a altura (posição da nota na linha ou no espaço da pauta), e também a duração (formato e configuração da nota). A DURARAÇÃO RELATIVA dos sons é definida pelos valores (os valores definem as proporções entre as notas). A DURAÇÃO ABSOLUTA é dada pela indicação do andamento.

VALOR é o sinal que indica a duração relativa do som e do silêncio. Os VALORES POSITIVOS ou FIGURAS indicam a duração dos sons e os VALORES NEGATIVOS ou PAUSAS indicam a duração dos silêncios.

FIGURAS e PAUSAS são um conjunto de sinais convencionais representativos das durações. São sete os valores que representam as figuras e as pausas no atual sistema musical. Para cada figura existe uma pausa correspondente.

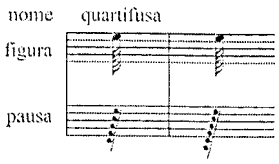


A figura é formada de até três partes:

1) cabeça 2) haste 3) colchete ou bandeirola

VALORES ANTIGOS

VALORES EXTREMOS



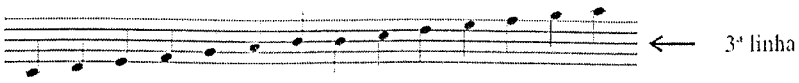
A duração das figuras e pausas correspondem-se. O silêncio é a ausência do som.

Observações sobre a grafia das figuras:

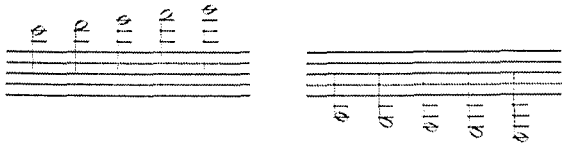
1) É muito importante a precisão na grafia das notas.

2) A haste é um traço vertical colocado à direita da figura quando para cima e à esquerda quando para baixo:

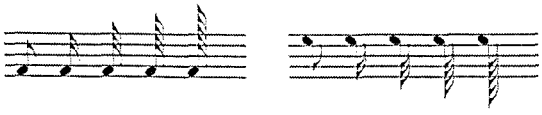
As notas colocadas na parte inferior da pauta (até a terceira linha) têm a haste para cima; as notas colocadas na parte superior da pauta (a partir da terceira linha) têm a haste para baixo. Na terceira linha é facultativo colocar a haste para cima ou para baixo.



3) A haste das notas colocadas nas linhas e nos espaços suplementares, é mais longa.

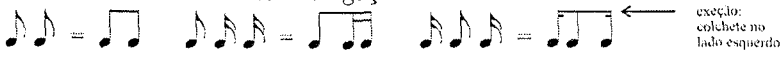


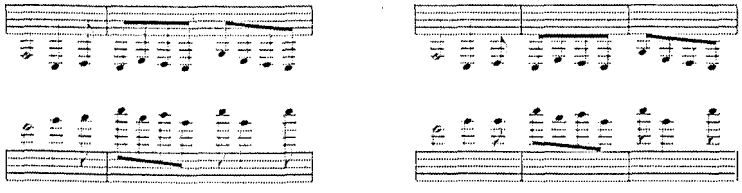
4) A haste das figuras com três ou mais colchetes é também mais longa.



5) Os colchetes são sempre colocados no lado direito das hastes.

6) Quando existe a sucessão de várias figuras com colchete(s), estes podem ser unidos com uma barra de ligação.

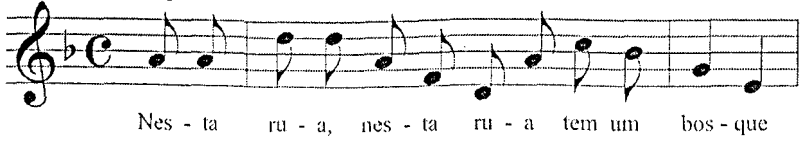




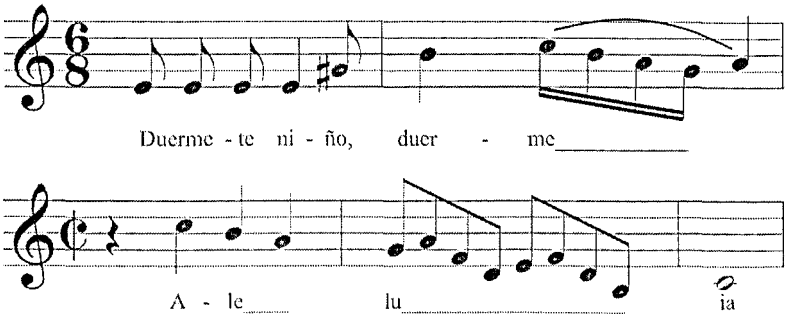
7) A haste atravessa todas as barras de ligação.

Certo  Errado 

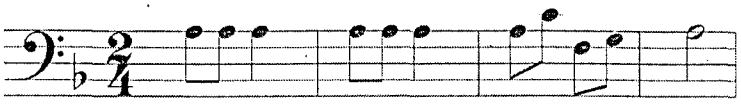
8) Na música vocal, quando cada nota corresponde a uma sílaba do texto, é costume não ligar os colchetes com a barra.



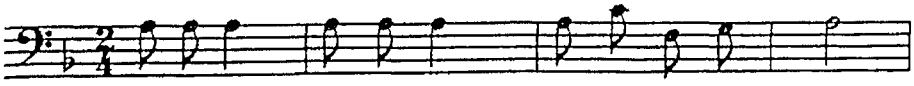
Quando há uma sílaba para vários sons, grafam-se os valores com barra de ligação.



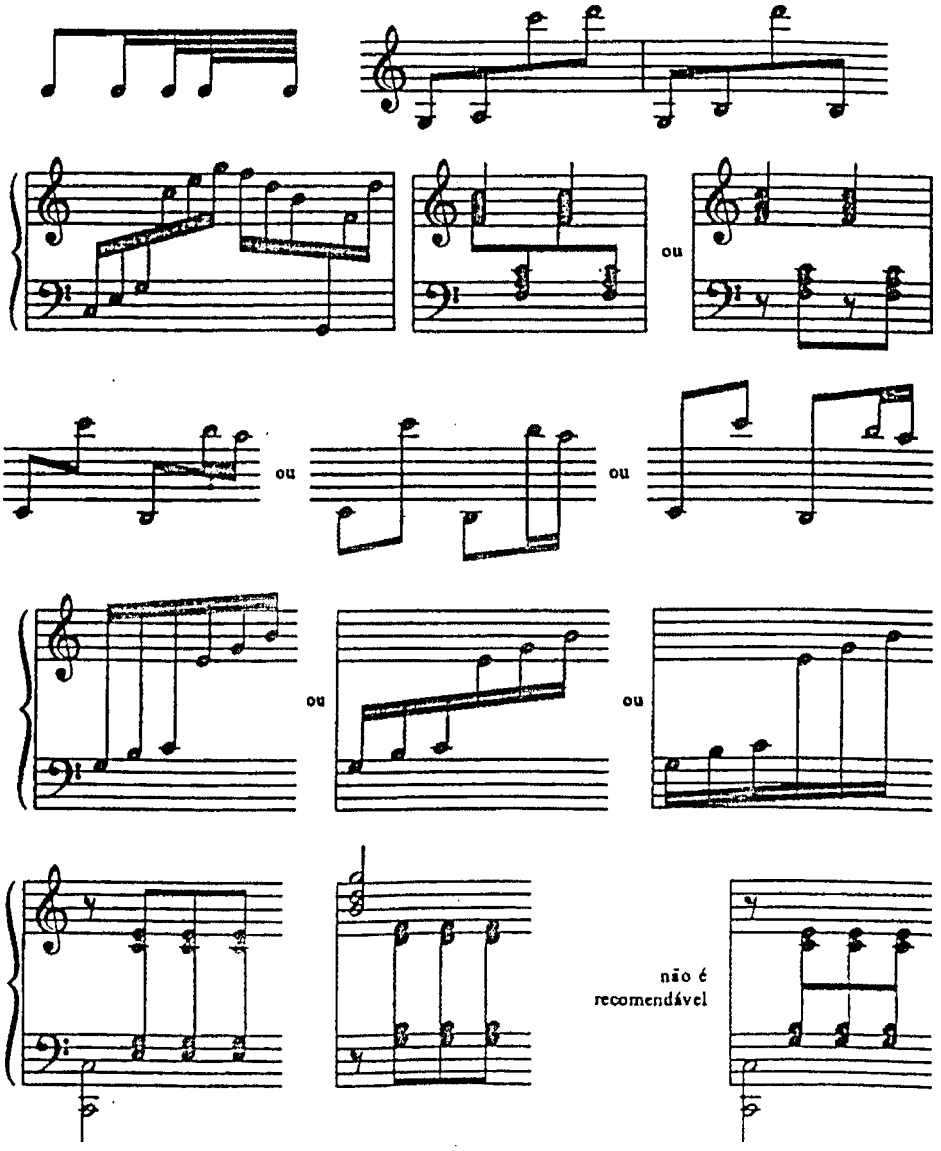
A música Jingle Bells escrita coma música instrumental



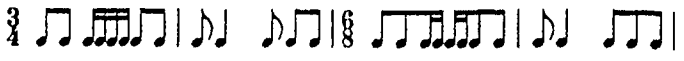
e como música vocal com letra:



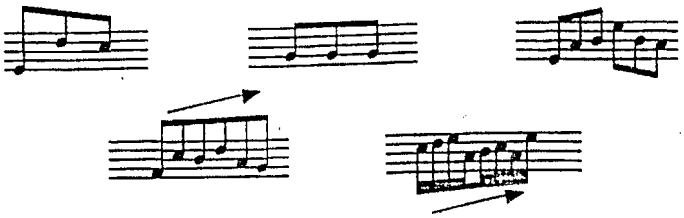
Outras variações da barra de ligação:



Na música instrumental procura-se visualisar os tempos e partes de tempos através de barras de ligação. Exemplo: Os mesmos valores são agrupados de maneira diferente, conforme a estrutura do compasso.



O uso da barra de ligação impossibilita, algumas vezes, a aplicação da regra sobre a posição das hastes. Nesse caso, a posição das hastes depende da distância das notas mais altas e mais baixas do grupo em relação à terceira linha da pauta, e não da quantidade de notas do grupo na parte superior ou inferior da pauta. A direção da barra de ligação é horizontal quando as notas têm a mesma altura; e é inclinada, seguindo a direção geral das notas, quando estas têm alturas diferentes.

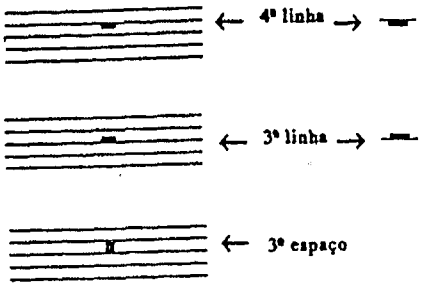


Observações sobre a grafia das pausas:

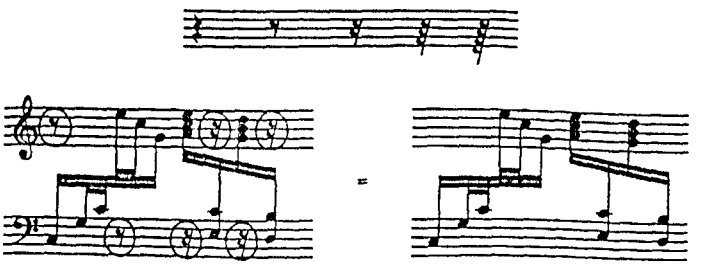
1) A pausa da semibreve é escrita sob a quarta linha da pauta:

2) A pausa da mínima é escrita sobre a terceira linha da pauta:

3) A pausa da breve é escrita no terceiro espaço da pauta:

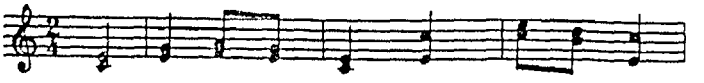


4) As demais pausas devem ser centralizadas no pentagrama. Nas pausas com colchetes, o colchete mais alto deve ser colocado no terceiro espaço.

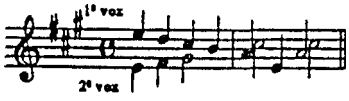


Obs.: As pausas marcadas com um círculo não são necessárias e geralmente não se grafam. A grafia de melodias a duas vozes:

1) As notas que devem ser tocadas (ou cantadas) juntas escrevem-se uma em cima da outra.

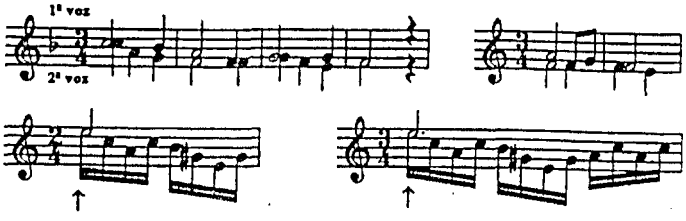


2) Quando é necessário separar as duas vozes num pentagrama, as hastes da primeira voz são grafadas para cima e as da segunda voz para baixo.



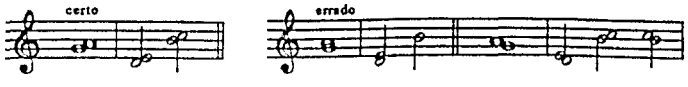
No segundo compasso há o cruzamento das vozes, isto é, a segunda voz canta as natas mais agudas.

3) Quando existem notas comuns entre a primeira e a segunda voz, estas são grafadas uma ao lado da outra ou uma nota com duas hastes.

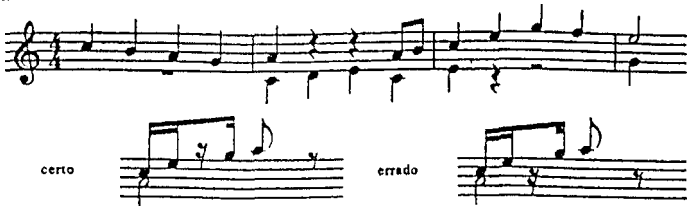


Subentende-se que os valores da segunda voz marcados com a seta são semicolcheias.

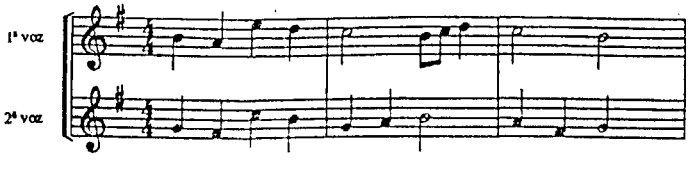
4) As notas vizinhas, quando tocadas simultaneamente, são grafadas juntas, uma ao lado da outra. A nota mais grave é escrita, geralmente, à esquerda.



5) As pausas são grafadas no espaço disponível, observando a evolução gráfica de cada voz.

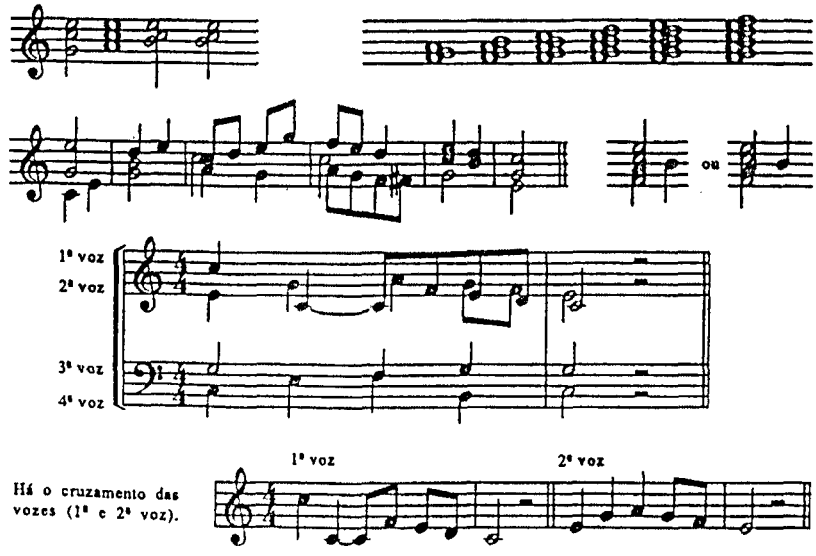


6) Cada voz pode ter o seu próprio pentagrama.

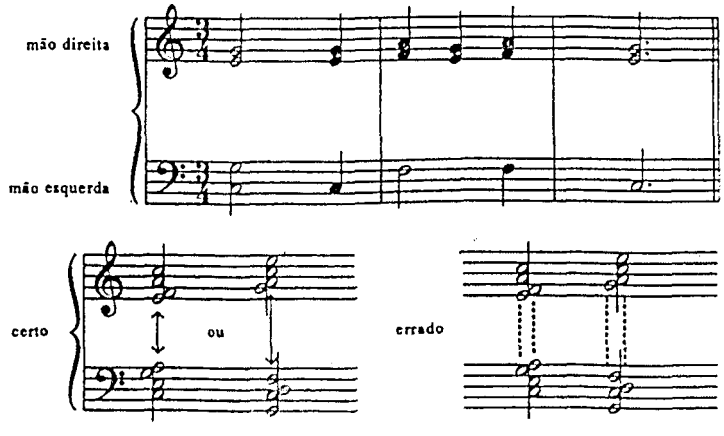


Grafia das melodias a três ou mais vozes:

As notas que devem ser tocadas simultaneamente, devem ser escritas uma exatamente embaixo da outra. Notas vizinhas grafam-se lado a lado.

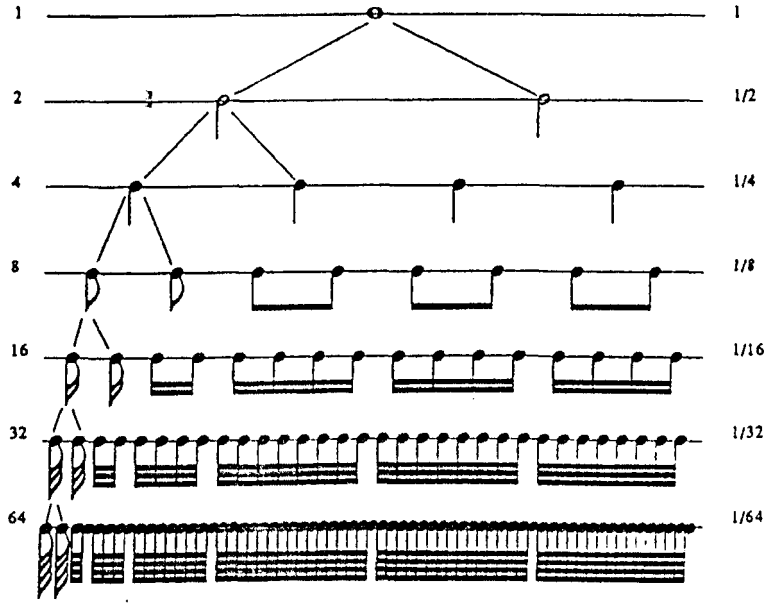


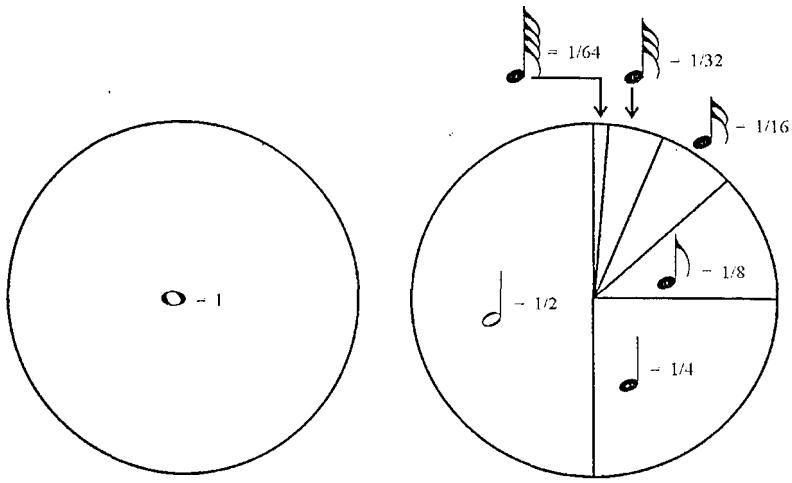
Partitura para piano:



REGRA PRINCIPAL: A escrita deve ser a mais clara possível e as notas devem ser agrupadas de maneira que representem sempre uma unidade reconhecivel.

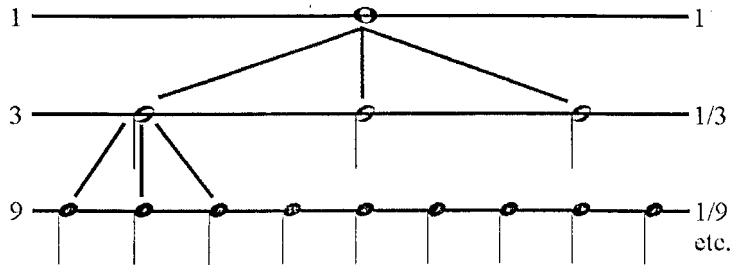
DIVISÃO BINÁRIA DE VALORES: A unidade divide-se em duas partes iguais.


1
2
4
8
16
32
64
1
1/2
1/4
1/8
1/16
1/32
1/64



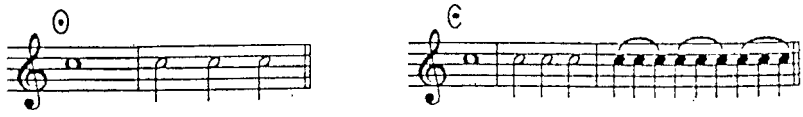
Semibreve	1 =	2	4	8	16	32	64
Mínima		1 =	2	4	8	16	32
Semínima			1 =	2	4	8	16
Colcheia				1 =	2	4	8
Semicolcheia					1 =	2	4
Fusa						1 =	2
Semifusa							1

As pausas obedecem à mesma proporção dos valores, isto é, cada uma vale duas da seguinte.



DIVISÃO TERNÁRIA DE VALORES: A unidade divide-se em três partes iguais.

Obs.: Teoricamente existe a divisão quaternária, quinária, etc. PROLAÇÃO (do latim prolatione = prolongamento do som¿ era, antigamente, no período da música proporcional, uma referência ao valor da semibreve. Prolação perfeita, dividia a semibreve em três mínimas. Sub-prolação perfeita, dividia a mínima em três semínimas.



Pralação Imperfeita, indicada pelo sinal ○ dividia a semibreve em duas mínimas. Sub-prolação Imperfeita, indicada pelo sinal C, dividia a mínima em duas semínimas. Pesquisa recomendada: Evolução da notação musical tradicional.

9.4 SEMITOM, TOM, ALTERAÇÕES

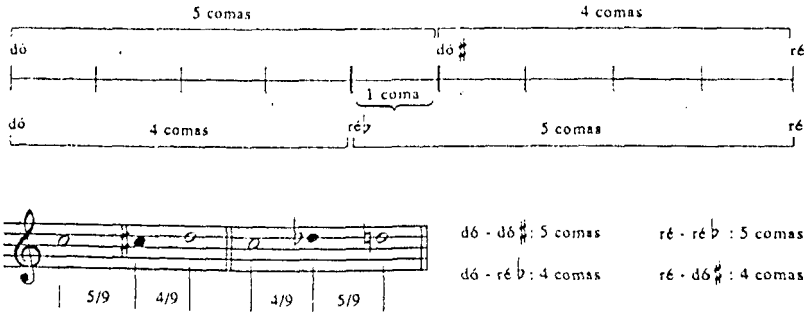
SEMITOM ou MEIO TOM é o menor intervalo adotado entre duas notas na música ocidental (no sistema temperado). Abrevia-se st ou mt.

O menor intervalo entre dois sons é, na verdade, a diferença de uma vibração (por exemplo entre uma nota com setenta e outra com setenta e uma vibrações por segundo). O sistema musical ocidental utiliza somente uma seleção semito-

nal dos sons existentes. Algumas culturas orientais (japonesa, chinesa, árabe, hebraica, indiana, etc.) utilizam em seu sistema musical frações menores que um semitom (um quarto de tom, um oitavo de tom, etc.).

O SISTEMA NATURAL, fundamentado em cálculos acústicos, define com precisão o número de vibrações para cada nota e as relações entre elas (por exemplo Sistema de Zarlino, Sistema de Pythagoras). Nesse sistema, o som resultante da sobreposição de doze quintas é mais agudo do que o de sete oitavas. Existem tons maiores e menores e semitons maiores e menores.

Coma (do grego koma) é a nona parte de um tom.



O SISTEMA TEMPERADO iguala os semitons em partes perfeitamente iguais, ficando cada um com quatro comas e meia.

4 1/2 comas 4 /2 comas dó dó ré dó 4 1/2 comas 4 1/2 comas ré dó♯ = ré b,

O Sistema temperado representa o abandono da perfeição da afinação absoluta no sistema natural em favor do uso do sistema cromático; é uma "renúncia aos cálculos físicos, à acústica pura, para facilitar as projeções harmônicas".

A Escala temperada consiste na divisão da oitava em doze semitons iguais.

O primeiro tratado sobre o temperamento é o de autoria do teórico e organista Andreas Werckmeister e foi publicado em 1691. J.S.Bach reconheceu as vantagens do sistema temperado e consagrou-o na famosa coleção de quarenta e oito prelúdios e fugas "O Cravo Bem Temperados"(o cravo com o som

modificado, alterado).

Instrumentos temperados são instrumentos de som fixo (piano, órgão, teclado, etc.) que produzem as notas da escala temperada.

Instrumentos não temperados são instrumentos que não têm som fixo (violino, trombone, canto, etc.) e por isso podem produzir as notas da escala natural.

O sistema natural é mais afinado, mas é, por outro lado, bastante complexo. O sistema temperado, por sua vez, é menos afinado, porém mais prático. Os instrumentos não temperados devem combinar os dois sistemas, tocando naturalmente"quando a harmonia permite, e "temperadamente"quando acompanhados por um instrumento temperado. TOM é a soma de dois semitons. Abrevia-se t. Entre as notas mi-fá e si-dó há um semitom. Entre as notas dó-ré, ré-mi, fá-sol, sol-lá e lá-si, há um tom.

No teclado as teclas imediatamente vizinhas formam semitons.

ACIDENTE ou ALTERAÇÃO é o sinal que, colocado diante da nota modifica sua entoação.

Alterações ascendentes:

SUSTENIDO - eleva a altura da nota natural um semitom (ou meio tom)

Obs.:

1) O acidente é grafado na pauta antes da nota (♯dó) mas pronuncia-se após a nota (dó sustenído).

2) Nota natural é a nota sem acidente (dó, ré, ...). Nota alterada é a nota com acidente (dó♯, ré b, ...).

DOBRADO SUSTENIDO eleva a nota natural dois semitons.

Dobrado sustenido é também chamado de sustenido duplo.

Alterações descendentes: BEMOL abaixa a nota natural um semitom (ou meio tom).

DOBRADO BEMOL abaixa a nota natural dois semitons. Dobrado bemol é também chamado de bemol duplo.

Alteração variável:

BEQUADRO anula o efeito dos demais acidentes, tornando a nota natural. Dependendo do acidente anterior, o bequadro pode elevar ou abaixar a nota.

Não se usa mais o bequadro duplo:

O novo acidente anula o acidente anterior:

Obs.: O antigo sinal (chamado de quadrantum ou de durum) representava a nota si natural e deu origem ao - bequadro. O antigo sinal b (chamado de rofundum ou bá molle) representava a nota si bemol e deu origem ao - bemol.

Grafia dos acidentes na pauta

Os acidentes devem ser escritos com muita precisão, sempre na mesma linha ou no mesmo espaço da cabeça da nota.

Nos acordes mais completos deve-se usar o bom senso na grafia dos acidentes.

SEMITOM pode ser
- natural
- diatânico
- cromático ou artificial

O semitom natural é formado por notas naturais. Só existem dois semitons naturais: mi-fá, si-dó.

O semitom diatônica é formado por notas de nomes diferentes.

Obs.: Os semitons mi-fá e si-dó, além de serem semitons naturais, são também semitons diatônicos.

O semitom cromático é formado por notas de nomes iguais.

EFEITO DOS ACIDENTES

Os acidentes podem ser divididos em:
- fixos
- ocorrentes
- de precaução

Acidente fixo ou tonal - seu efeito estende-se sobre todas as notas do mesmo nome, durante todo o trecho, salvo indicação contrária. Coloca-se no começo do trecho. O conjunto de acidentes fixos, grafado entre a clave e a fração do compasso, chama-se armadura.

A armadura se repete no inicio de cada pentagrama.

Acidente ocorrente - coloca-se à esquerda da figura e altera todas as notas de mesmo nome e de **mesma altura** que surgirem depois da alteração até o final do compasso em que se encontra.

Se dentro do mesmo compasso houver uma nota alterada e depois dela notas iguais em oitavas diferentes, torna-se necessário colocar as alterações também nas notas oitavadas, **pois o acidente ocorrente só afeta as notas de mesma altura.**

O acidente fixo é ainda chamado de **constitutivo e o acidente ocorrente de acidental.**

Acidente de precaução (ou acidente de prevenção) - coloca-se à esquerda da figura para evitar equívocos na leitura corrente de um trecho. Antigamente grafava-se entre parênteses ou sobre ou sob a nota.

Obs.: Alguns compositores do século XX adotam a regra, em que o acidente altera somente a própria nota.

Numa única partitura para duas vozes um único acidente pode afetar as notas em duas partes diferentes da mesma pauta.

A ligadura prolonga o efeito do acidente.

Pesquisa recomendada: Sistema natural e Sistema temperado.

9.5 INTERVALOS JUSTOS, MAIORES E MENORES

INTERVALO - é a diferença de altura entre dois sons;
- é a relação existente entre duas alturas;
- é o espaço que separa um som do outro.

A medida física de intervalo, criada pelo físico francês Félix Savart, se chama SAVART.

Altura absoluta do som é a altura exata, correspondente a um determinado número de vibrações.

Altura relativa do som é o resultado da comparação entre sons (no mínimo dois).

Intervalo	• **melódico** - formado por notas sucessivas. • **harmônico** - formado por notas simultâneas.

Intervalo	• **ascendente** (ou superior): A primeira nota é mais grave do que a segunda. • **descendente** (ou inferior): A primeira nota é mais aguda do que a segunda.

Obs.: Essa classificação só faz sentido para intervalos melódicos.

Intervalo	• **conjunto** - formado por notas consecutivas. • **disjunto** - formado por notas não consecutivas.

Nota conjunta é a nota mais próxima (tanto para cima como para baixo). Todas as demais são notas disjuntas.

Intervalo	• **simples** - formado por notas que se encontram dentro do limite de oito notas sucessivas (uma oitava). • **composto** - formado por notas que ultrapassam esse limite.

Os intervalos são medidos de duas maneiras:

a) numericamente

b) qualitativamente

a) **A classificação de Intervalos** é feita segundo o número de notas contidas no intervalo. As notas que formam o intervalo também são contadas.

Intervalo simples de:	primeira	(1^a)	contém uma nota.
	segunda	(2^a)	contém duas notas.
	terça	(3^a)	contém três notas.
	quarta	(4^a)	contém quatro notas.
	quinta	(5^a)	contém cinco notas.
	sexta	(6')	contém seis notas.
	sétima	(7^a)	contém sete notas.
	oitava	(8^a)	contém oito notas.

FIGURA

A classificação numérica do intervalo não leva em consideração nem os acidentes nem as claves.

Intervalo composto de:	nona	(9^a)	contém nove notas.
	décima	(10^a)	contém dez notas.
	undécima ou décima primeira	(11^a)	contém onze notas.
	duodécima ou décima segunda	(12^a)	contém doze notas.
			etc ...

b) **A qualificação de intervalos** é feita segundo o número de tons e semitons contidos num determinado intervalo. Há dois tipos de intervalos, os justos (ou puros ou perfeitos) e os maiores e menores.

Intervalos	• juntos: 1^a; 4^a; 5^a; 8^a.
	• maiores ou menores: 2^a; 3^a; 6^a; 7^a.

INTERVALOS JUSTOS:

Primeira Justa (1ª j) - também chamada de "uníssono", compreende dois sons do mesmo nome e de mesma altura.

Quarta justa (4ª j) - formada por dois tons e um semitom.

Quinta Justa (5ª j) - formada por três tons a um semitom.

Localização das quintas sobre a pauta: ambas as notas são escritas em linhas ou espaços, separadas por uma linha ou um espaço.

Oitava Justa (8ª j) - formada por cinco tons e dois semitons.

Obs.: Seis tons não formam uma oitava justa.

Obs.: Dá-se também o nome de OITAVA ao conjunto de notas existentes entre uma nota qualquer e sua primeira repetição no grave ou no agudo.

INTERVALOS MAIORES E MENORES:

Segunda Maior (2^a M) - formada por um tom.

Localização das segundas sobre a pauta: uma nota é grafada na linha e a outra no espaço seguinte ou vice-versa (intervalo conjunto).

Segunda menor (2^a m) - formada por um semitom.

Terça Maior (3^a M) - formada por dois tons.

Localização das terças sobre a pauta: as duas notas ocupam linhas ou espaços consecutivos.

Diton (do grego) é o intervalo formado por dois tons.

Terça menor (3^a m) - formada por um tom e um semitom.

Sexta Maior (6^a M) formada por quatro tons e um semitom.

Sexta menor (6^a m) formada por três tons e dois semitons.

Obs.: Quatro tons não formam uma sexta menor.

Relação entre quinta justa, sexta Maior e sexta menor:

Sétima Maior (7^a M) - formada por cinco tons e um semitom.
Sétima menor (7^a m) - formada por quatro tons e dois semitons.

Obs.: Cinco tons não formam uma sétima menor.

Relação entre oitava justa, sétima Maior e sétima menor:

2) Sextas e sétimas maiores, formadas por notas naturais, têm um semitom natural.

   Sextas e sétimas menores, formadas por notas naturais, têm dois semitons naturais.

3) Para facilitar a grafia dos nomes dos intervalos, são abreviados os intervalos maiores com letra Maiúscula (segunda Maior = 2^a M) e os menores com letra minúscula (segunda menor 2^a m).

Procedimentos práticos para identificar os intervalos:

1) Classifica-se numericamente o intervalo:

2) Qualifica-se o intervala formado pelas notas naturais (sem os acidentes):

3) Qualifica-se o mesmo intervalo com os acidentes, comparando-o com aquele sem acidentes.

Obs.: 1) Quando ambas as notas do intervalo têm acidentes iguais, a qualificação é idêntica à do intervalo sem acidentes.

2) Para facilitar a qualificação de intervalos com acidentes dobrados, subtrai-se o mesmo acidente das duas notas, obtendo-se o mesmo resultado.

Procedimentos práticos para formar os intervalos a partir de nota dada:

Por exemplo: 6ª menor ascendente a partir da nota mi bemol:

1) Forma-se uma 6ª a partir da nota dada (sem acidentes):

2) Qualifica-se o intervalo natural:

3) Qualifica-se o intervalo com a nota dada (com o acidente):

4) Altera-se a segunda nota para formar o intervalo solicitado:

9.6 INTERVALOS AUMENTADOS E DIMINUTOS

Intervalos Aumentadas (A) são os que têm um semitom cromático a mais que os justos ou maiores.

Intervalas Diminutas (D) são os que têm um semitom cromático a mais que os justos ou menores.

Obs: 1) Todas as QUINTAS, formadas por notas não alteradas ou com alterações iguais, são JUSTAS.

9.7 INTERVALOS COMPOSTOS

Intervalos cempostos são os que ultrapassam o limite da oitava. Intervalo composto é um intervalo simples acrescido de uma ou mais oitavas.

Para formar um intervalo **correspondente composto** adiciona-se ao intervalo simples uma ou mais Oitavas.

Para reduzir um intervalo composto a seu correspondente simples, subtraem-se as oitavas.

Classifica-se e Intervale composto como se fosse intervalo simples e adiciona-se o número sete para cada oitava.

Para encontrar o intervalo correspondente simples de um intervalo composto, subtrai-se deste o número sete ou um múltiplo de sete.

9^a - 7 = 2^a 15^a - 7 = 8^a 26^a - (3x7) = 5^a

Exemplo: Procurar o intervalo correspondente simples da 33^a,

33:7 = 4 ← Número de oitavas subtraídas.

5 ↑ intervalo correspondente simples.

Classificar o intervalo:

Três oitavas e 6^a SA - (3x7) + 6^a SA = 27^a SA

6^a + 8^a justa (contam-se oito notas, pois trata-se de um intervalo correspondente simples). 7 + em j 15^a

Ás vezes o intervalo de nona é também chamado de segunda composta, o de décima, terceira composta, etc.

Parte II

Anexos

Capítulo 10

Referência Antropológica-Cultural Sobre a Espiral

10.1 Fluxo, Forma e Símbolo

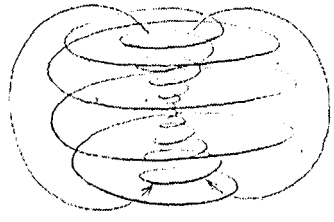


Figura 10.1: Espiral globular [6]

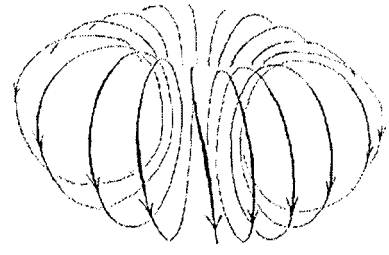


Figura 10.2: Espiral anel [6]

O tempo em si mesmo é cíclico, e através da espiral de suas estações de retorno vê-se o progresso e crescimento de nosso próprio entendimento. O que seria do nautilus se sua concha crescesse longa e reta? Como toda existência numa escala descendente de realidades, a espiral é um símbolo. Ela demonstra a eternidade, desde que podemos segui-la para sempre. O universo e a consciência humana (o macrocosmos e um microcosmo) se constituem num *con-*

tinuum dinâmico e inteiro; e isto pode se expressar através da espiral quando projetada dentro de uma esfera ou representada como um anel em forma de rosca (ou como num núcleo de transformador), tal que se possa juntar suas espiras pelo seu meio. (figuras 10.1 e 10.2).

Este símbolo, que está perpetuamente voltando sobre si mesmo, expandindo-se, contraindo-se, tem um centro intercambiável em forma de circunferência, e não tem nem começo nem fim: ele será referenciado como um vórtice esférico.

As eternas voltas do vórtice têm analogias na natureza representando as formas estáveis do fluxo criado pelo movimento da água e do ar. Basta ver a força de *Coriolis* em ação nos diferentes hemisférios e o movimento dos tornados, dos furacões, das trombas d'água e dos redemoinhos dos rios e nos mares. Esta forma observada através da expansão de um anel de fumaça ou da queda de uma gota de leite dentro d'água foi chamada pelos cientistas de anel de vórtice, como na teoria da alçada das engenharias químicas: o hidrociclone.

Dentro da totalidade do *continuum* do universo, está-se limitado pelo espaço-tempo nas sucessivas e analíticas observações de suas partes. Essas partes, a formação transiente do movimento perpétuo da natureza – embora nunca perfeito – se apresenta como uma aproximação do ideal. Até o fluxo arquetípico e formas de crescimento assumidas pelo cogumelo, o embrião e o cérebro demonstram um impulso ascendente que volta sobre si mesmo, demonstrando a formação do anel de vórtice. Muitas formações na natureza, embora constituidas por diversas causas não são similares somente ao olhar, mas têm um descrição matemática idêntica. Isto sugeriria que juntas formam uma ordem superior externas àquelas limitadas por nossa concepção linear de causa e efeito.

O movimento espiral que cria um centro e um inteiro é também aquele que – combinado com a contração gravitacional – cria os sistemas solares, seus sóis e planetas. As galáxias também são criadas através do movimento da espiral oculta de gás interestelar. Estes são os ciclos e movimentos do macrocosmo refletidos no microcosmo humano, que prevê com este modelo todas as coisas cíclicas e evolutivas, do sono às emoções em si mesmas. Esta mesma lei vorticosa governa os movimentos d'água que compõem quase 3/4 de nossos corpos físicos. A água é a pura, potencial e informe matriz da qual toda a vida nasce. Conseqüentemente, as características de seu fluxo vorticoso, sua efêmera, mas

mutante configuração, permanecem em todas as coisas como testemunho de suas origens.

A ordem, reverberando dentro de níveis microscópicos e subatômicos, é estrutura e reflexo de nossa percepção. O significado pleno de organização foi obviamente conhecido dos gregos através de sua palavra *cosmos* que significa "Ordem". É novamente demonstrada pelos físicos, que dizem que a matéria se constitui de seu próprio movimento e organização. Similarmente, o crescimento da consciência humana é um refinamento contínuo de sua própria organização, a ordenação de seu microcosmo individual.

Embora estes processos sejam construídos dentro de uma estrutura e sejam inerentes à evolução natural do homem, foi facilitado e acelerado com a ajuda de mapas e guias. Esses mapas foram (ou são) os sistemas mitológicos e religiosos que produziram a transformação do homem de sua base mental (veja, por exemplo, os sistemas religiosos e mitológicos do antigos egípcios e gregos). O homem primitivo transmutou-se no homem de ciência e filosofia, por meio de repetidos processos internos e externos de quebra e reconstrução (*solve et coagula*).

A espiral não é uma, mas muitas, e juntas constituem uma espiral de múltiplas dimensões, onde cada espiral é apenas uma voluta. Além do mais, nós somos a espiral e todas as espirais dentro. Uma simples espiral de duas dimensões tem um número de propriedades notáveis. Ela se origina e retorna à sua fonte; é um *continuum* que a si se opõe e termina, e permanece o mesmo; ela demonstra os ciclos de mudanças dentro do *continuum* e a alteração de polaridade dentro de cada ciclo. Ela incorpora os princípios da expansão e contração, através das mudanças na velocidade e na direção, e o potencial para movimentos simultâneos em direção às suas duas extremidades. No vórtice esférico essas extremidades, o centro e a periferia, fluem um para dentro da outra; essencialmente eles são intercambiáveis.

Neste mundo relativo – aquele de tempo, espaço e seu corolário o movimento – o movimento potencial em cada direção manifesta-se como uma escolha; então, nestas três dimensões, a espiral pode ser pensada como um vórtice ascendente ou como um vórtice descendente. A espiral é inerentemente assimétrica, e qualquer escolha de direção ao longo do eixo vertical também determina um caminho a

esquerda ou à direita: a escolha de percorrer a favor ou contra o relógio. O movimento descendente é dito entrópico, movimento da ordem para o caos, ou, de acordo com *C. G. Jung* "da consciência para a inconsciência" [13]. Em virtude desta importante assimetria, a espiral pode se sobrepor ao seu oposto somente através da curva que ela faz sobre outras dimensões espaciais: a curva espiral deve ser elevada da página de duas para três dimensões. Uma espiral de três dimensões move-se através de quatro e assim por diante. O espelhamento resultante de um corte tri-dimensional demostra a inversão do movimento. Veja figuras 10.3 e 10.4. A direção é assim uma indicação da dimensão e é tradicionalmente pensada como um mundo, um mundo para o qual a espiral retorna. De acordo com a tradição mística judaica, a cabala, há quatro mundos, todos existem negativamente além da nossa existência positiva. O vórtice esférico universal é talvez o mais completo símbolo através do qual se pode mapear nossa jornada humana rumo ao cosmos. Como William Blake escreveu em seu poema Milton:

"A natureza do infinito é: aquilo que tem o seu próprio vórtice, e quando uma vez mais um peregrino da eternidade passa por aquele vórtice, ele percebe seu registro retrógrado atrás de seu caminho, dentro de um globo desvelado por si mesmo como um sol... Assim é o céu um vórtice já passado, e a terra um vórtice que ainda não passou pelo peregrino da eternidade."

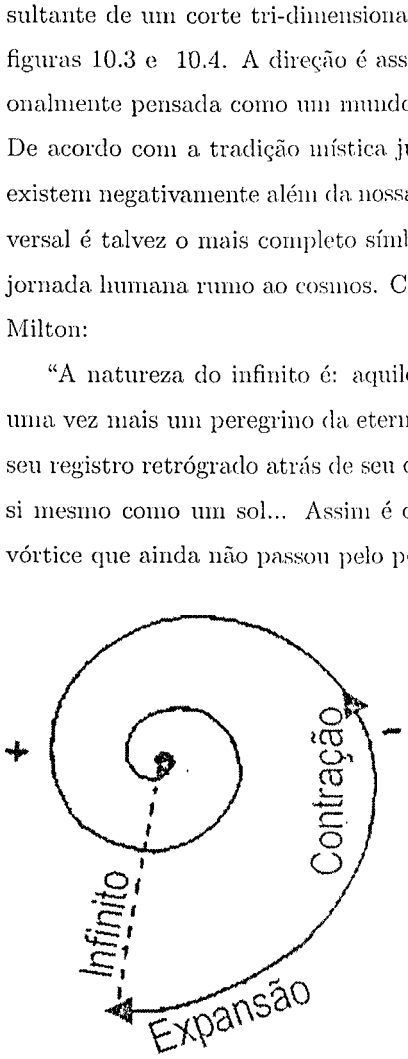


Figura 10.3: Espiral de arquimedes [6]

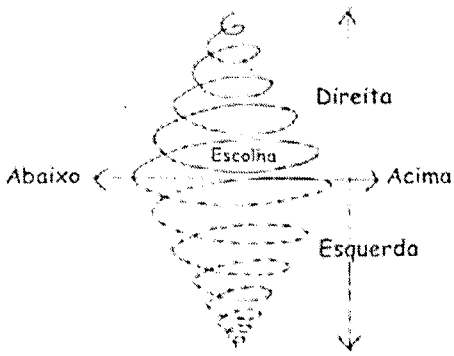


Figura 10.4: Inversão de movimento [6]

Teilhard de Chardin chamava a espiral de "convergência física do universo sobre si mesmo": o ponto ômega.

10.2 A espiral evolucionária

Como resultado da função do simbolismo que a espiral representa, está o ir além das" limitações do fragmento" e ligar diferentes partes de um todo, ou alternativamente os mundos na qual essas partes se manifestam: esses mundos são sucessivamente volutas da espiral. Cada símbolo é uma ligação na mesma frequência com o mundo acima, uma ponte vertical entre objetos dentro do mesmo "ritmo" em diferentes planos de realidade. Em outras palavras, cada símbolo se liga com seu correspondente na próxima espiral. Em uma espiral plana, cada ponto de interseção entre o raio e as curvas sucessivas é a manifestação do grau de evolução do objeto. A ciência e seus mecanismos tem mostrado que, por causa de seu processo inerentemente evolutivo, a cada momento histórico nos comportamos como os presos da caverna de Platão que podem meramente ver a sombra dos objetos reais projetados em suas paredes que em si mesmo são somente a manifestação das idéias e arquétipos(ou essências imutáveis). Em outras palavras, mesmo as "originais", sem mencionar as manifestações físicas da natureza, são somente símbolos de realidades metafísicas; e mesmo estas últimas, em virtude de sua multiplicidade, são apenas partes de uma essência.

10.3 A respiração do Cosmo

Como menciona Wang-Fu Chih: "a existência inteira é um *continuum* que é ordenado em si mesmo. Ele não tem aparência manifesta e assim não pode ser observado imediatamente ou pelas percepções dos sentidos, mas seu dinamismo inerente manifesta-se em suas imagens ou estruturas participantes daquele *continuum*." [6].

É interessante notar que a espiral simples é um dos mais velhos símbolos de eternidade, mas que nem sempre foi um símbolo para o absoluto. Isto porque ela não é um inteiro; ela pode, mesmo através de sua natureza absoluta, nunca ser completa. A explicação aqui é que todas nossas concepções do absoluto

devem ser mais do que extensão do ilimitado: ela deve" conter". Em todas as tradições religiosas do mundo Deus é visto como contendo tudo dentro de si mesmo. Toda manifestação estende-se do ponto, e é contida dentro do ponto para o qual retorna. Assim, a espiral bi-dimensional começa no infinito e se estende para o infinito, passando através de todos os anéis intermediários da manifestação no tempo e do mundo relativos. Ela é somente o símbolo de um vórtice esférico. Esse é o símbolo do *Yin Yang*; e, embora este símbolo tenha nascido há muito no oriente, outros símbolos existem no ocidente provavelmente ainda mais velhos. Realmente a espiral é encontrada como a "dupla espiral" entalhada em cavernas pelo homem megalítico. Veja figura 10.5.

A multiplicação da unidade é simplesmente "A unidade olhando para si mesma, e assim torna o observador e o objeto um: esta é a dualidade através do qual tudo é conhecido" (Mahabharata) [32]. Este pensamento se encontra na física quântica contemporânea e já era conhecida dos gregos e de Aristóteles em sua *Poética* ao definir que a arte é "a variedade da unidade". Veja figura 10.6

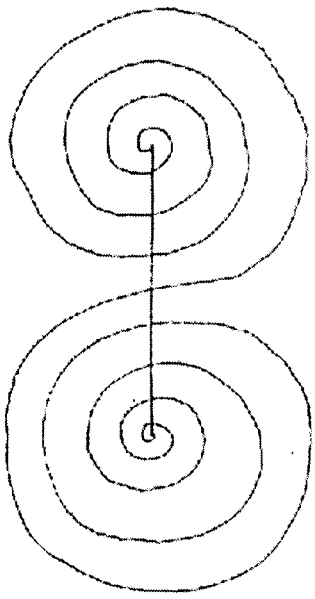


Figura 10.5: símbolo megalítico [6]

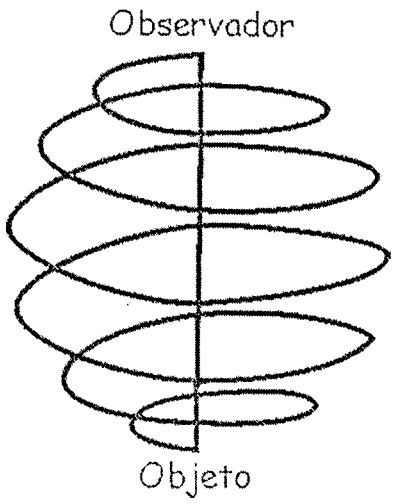


Figura 10.6: Espiral globular [6]

Há um terceiro elemento que deve ser posto na discussão: a relação. Essa distância entre um observador e o objeto é conhecida; então, em japonês, pelo significado da palavra *wakaru* que significa "estar dividido". Na árvore cabalística da vida 10.7 este espaço é chamado conhecimento, ou *Daat*, e é o ponto invisível no eixo central entre o cume(Kether), eu sou, e o que verdadeiramente (Tepheret) eu sou. É entendido como: *Eheieh asher Ehieh* "Eu sou o que sou".

Da tradição islâmicas têm-se:"Eu era um tesouro escondido e eu amava ser desconhecido, assim eu criei um mundo" [6]. No vórtice esférico, o tesouro escondido, é o ponto de origem no qual a unidade era desconhecida. Partindo-se daí passou a ser consciente do tesouro através do tesouro. Nos ciclos de recomeço, nas voltas da existência, as espirais revelam sua fonte pela criação de um ponto de observação. A separação do céu e terra (do bem e do mal nas tradições antropológicas. *Ormuz e Ariman*) deu luz às consciências através da qual tudo é visto e conhecido. Estes ciclos tornaram-se aparentes na mitologia como a serpente protetora ou o dragão que dá voltas em torno da árvore do

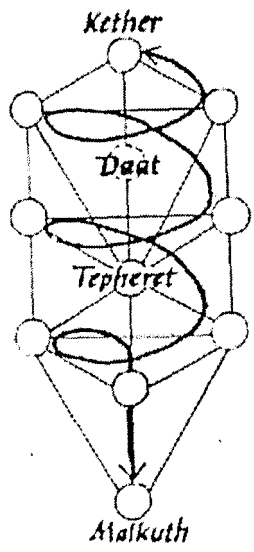


Figura 10.7: A árvore da vida [6]

mundo ou da montanha – o eixo central,*Axis Mundi*. Esse dragão é também o mundo da ilusão, os anéis da manifestação, que o herói deve destruir em sua busca pela verdade, para encontrar o tesouro, o diamante incorruptível do *Self* o ponto imóvel no meio das coisas.

W.B.Yeats descreve o fenômeno num poema [7]:

" passeando, jornadeando em seu próprio dia de primavera o homem desvela o mal inerente... Conhecimento que ele desdobra através das vitórias da mente."

Este fenômeno recorrente (simbolizado pela espiral) que muitas vezes tem caracterizado a respiração divina aparece nas doutrinas cabalísticas, e nas tradições arábicas e hindus. No Islã a respiração e a divina exalação "a manifestação da criação, o princípio feminino da Unicidade" [6], encontra analogia na tradição hindu da deusa *Sakti*. Manifestada através de sua respiração criativa estão os divinos arquétipos ou nomes das 28 letras do alfabeto árabe. A respiração alternativa " da contínua criação" é a origem do ritual Sufti: *dhikr*. O mesmo ritmo é encontrado na respiração pulsante e rítmica na invocação dos nomes sagrados, nos movimentos cósmicos e vibrações de todo o corpo nos rituais *Dervixes* da tradição turca. Movimentos que caracterizam "o retorno à essência divina, à cada momento na fase de contração, manifestação e exteriorização naquela expansão" (S.H.Nasr, A saga de três Mulçumanos) [6]. Cada momento da existência é assim integrado dentro de sua origem transcendente.

A espiral, influenciou as literaturas de praticamente todos os povos antigos da terra. Na tradição árabe está nas expansões e contrações da lua, as fases crescente e minguante. De acordo com o místico e sábio *Ibn 'Arabi* [6] as 28 fases correspondem às letras do alfabeto árabe que tradicionalmente reproduz as formas lunares. Ainda mais, não só as letras como também a fonética, sons e sentidos são os divinos nomes(ou linhas de força, ou causas do universo). A lua em seus ciclos influencia as marés e provoca a expansão e contração das águas e, acreditavam os antigos, também as águas contidas nos corpos.

10.4 A espiral da vida

Todo inteiro é cíclico, e tem começo, meio e fim. Ele principia de um ponto, expande-se e diferencia-se, contrai-se e desaparece dentro de um ponto uma vez

mais. Assim é nosso tempo de vida, e pode bem ser o do nosso universo.

A vida principia-se num ponto: um minúsculo ovo fertilizado. Em matemática o ponto tem localização, mas não dimensão. Não tendo dimensão ele pode expandir-se igualmente em todas as direções, e ele é necessariamente o centro. Ao expandir-se esse ponto, encontra-se um ovo fertilizado que se tornou uma esfera. Nosso objetivo é retornar à esfera: a esfera da totalidade psíquica. A vida é o ponto da total possibilidade, o germém do início, com potencial cíclico para toda existência e a morte física o ponto final do cíclo.

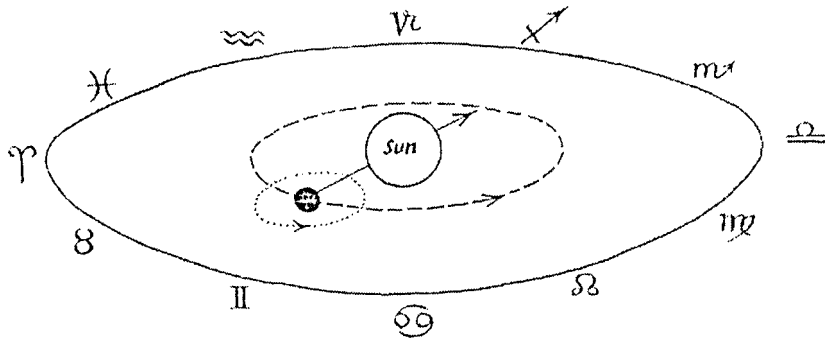


Figura 10.8: A Espiral no Zodíaco [6]

10.5 As duas eternidades

Com relação à nossa psicologia, na primeira parte da vida está-se predominantemente aberto ao mundo; exteriorizando, desenvolvendo o ego individual como base sobre a qual se formará as conexões com o mundo à volta. Este é o desenvolvimento da primeira consciência do *Self* como uma entidade separada.

Começando de um pólo as volutas iniciais vão se expandindo. Elas começam pequenas, tal que no começo, as demandas de tempo são menores para completar-se um ciclo. A velocidade relativamente grande do desenvolvimento e crescimento da criança, como visto de forma exterior, é prodigiosas em seu início. Começa-se como criança, mas tem-se uma enorme jornada – uma esfera inteira para se percorrer – antes que se alcançe o ponto inicial uma vez mais. Cada retorno cíclico torna-se gradualmente mais longo para ser completado; e

objetivamente, o desenvolvimento se torna mais lento, e as espirais se tornam gradualmente mais estáveis com a aproximação do equador ou do ponto de retrocesso. Vê-se o mesmo no *Yin Yang*, onde a totalidade de um círculo contém a semente de seu oposto que contrabalança as causas e inverte a direção, depois da qual, o vórtice como toda jornada para casa, aumenta sua velocidade de rotação e se encaminha cada vez mais rápido rumo à velhice. Figura 10.4.

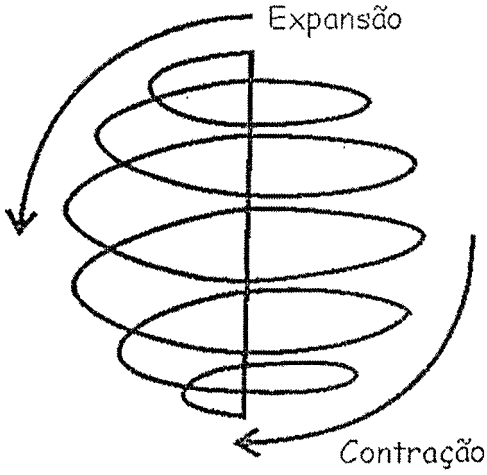


Figura 10.9: Expansão e Contração [6]

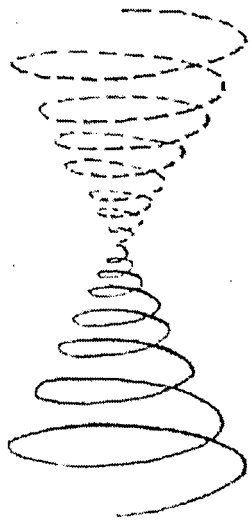


Figura 10.10: Espelhamento da espiral [6]

Cada volta marca um ciclo completo e contido no desenvolvimento do inteiro; mas, como cada um é uma parte do todo, a completude é também um início, tal que a espiral mostra a delimitação e qualificação de nossas experiências, e os pontos equivalentes alcançados a cada nova curva. Os momentos recorrentes de crise e a decisão quando assimilados, são conjunturas de crescimento, pontos de iniciação que marcam um avanço ou a morte de um estágio do ser e o crescimento ou nascimento para o próximo estágio. W.B.Yeats, disse: "Quantas vezes o homem nasce e morre em suas duas eternidades" [7]. Muitas tradições, mitologias, religiões e lendas descrevem essas duas eternidades como os dois pontos da espiral da vida. Em termos psicológicos, por exemplo, partimos com relutância da uma matriz indiferenciada de inconsciência, uma existência ba-

nhada em memórias pré-egóicas, do abismo aquoso da vida dentro do útero. Tudo ali pareceu fácil e perfeito, eterno e livre da morte; esta foi a idade do ouro o paraíso, e do qual se foi expelido rumo à morte.

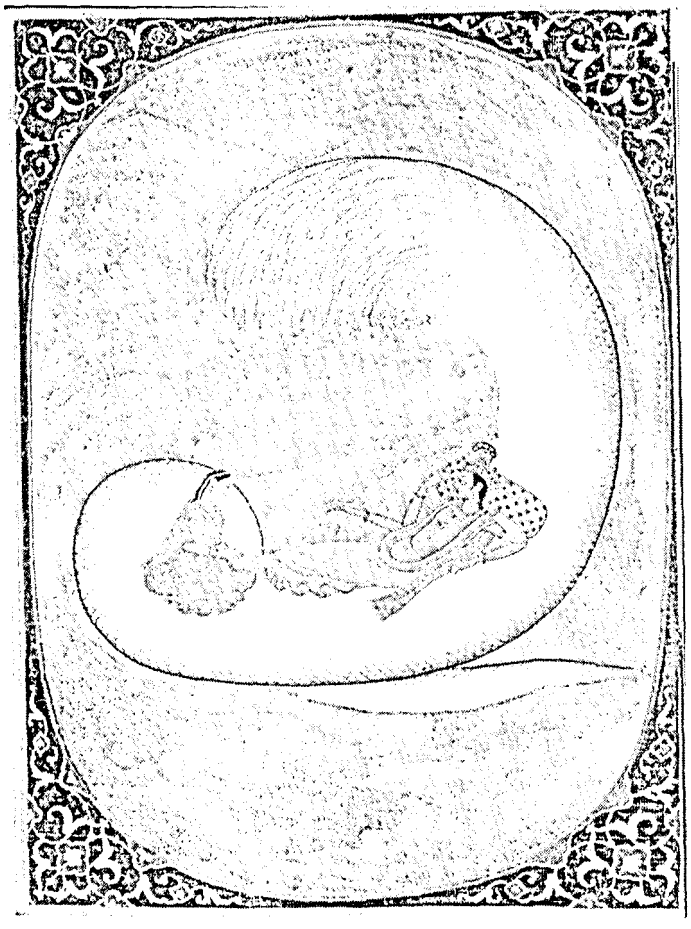


Figura 10.11: Gouache, Escola Guler, Índia, c.1760 [6]

Na mitologia hindu [6] a respiração do Cosmo é vista como períodos alternados de atividade e descanso: Os dias e noites de Brahma. No intervalo entre sucessivas criações, *Vishnu* reclina, tendo retirado o Universo dentro de si mesmo. Ele é visto dentro do ovo de ouro em seu tríplice aspecto: como si mesmo, como a serpente *Ananta-Sesha*– que forma sua cama – e como o cósmico oceano sobre o qual ele e a serpente flutuam. Toda criação é como um sonho dentro dele, pronto, quando ele expira, para manifestar-se

na potencialidade das águas primordiais, com o espiralar da serpente cósmica. Veja figura 10.11.

A primeira fase no desenvolvimento do ego aparece mitologicamente como um ovo cósmico. Na tradição hindu [6] ele é o ovo de ouro de Brahma, (figura 10.11) flutuando sobre as águas do caos: a primeira tentativa de separação enquanto ainda flutuava em meio àquilo que ele continha e compunha. Astrologicamente, esta é a fase do governo da lua para o controle das águas e reflexo do sol, como o ego reflete o Self. O ovo é formado através do desenrolar ou da involução do ser. Se o começo de nossa jornada era o ovo de ouro ou a idade do ouro, seu fim é a redescoberta daquilo que perdemos, o Velocino de ouro ou o ouro alquímico. Mas a maneira correta de retornar ao início começa pela partida. Como diz o *Tao Te Ching*: "partir significa afastar-se, afastar-se significa retornar" [6].

Pode-se retornar para o centro da espiral somente quando se partiu de lá, assim como não pode haver contração sem expansão. Como um conduz ao outro, assim a expansão inicial e exploração do desenvolvimento do ser é checado pelo seu retorno da dissipação ilimitada dentro do infinito. Assim delineado, o ego é contrastado com aquilo que está além de suas fronteiras, um Deus transcendente, e retorna para dissolver sua própria delineação para encontrar o Deus interior e imanente. A aniquilação do Self é a meta do nirvana. É também a libertação dos anéis de *Maia* ou ilusão, as curvas da existência, e então a passagem da espiral para o eixo central – o centro no meio das condições – que é também a realização da fonte na unicidade do próprio ser.

"Para o qual o centro traz, deve obviamente ser aquilo que permanece no fim e estava lá desde a eternidade." (Goethe, Westöstlicher Diwan) [6]

Na tradição hindu [6], o centro é chamado de "o diamante do corpo". O ponto imóvel, livre do tumulto emocional do dia-a-dia da existência, é descrito como algo indestrutível e imutável. Em outras tradições ele é a rocha da água viva, o Ka'aba do coração, a pedra filosofal, a pedra da fundação verdadeira, a pérola ou a jóia. Seu centro endurecido, tem sua transparência aumentada, até, indestrutível. Tem a qualidade do diamante.

Visto como uma espiral plana, nossa jornada pode começar no infinito e

mover-se para dentro, para o centro, a concentração do infinito em um ponto. Infinito é assim alcançado através de um processo de coordenação e concentração. A unicidade, que está em todo lugar, pode ser encontrada no centro do ser: a concentração da unicidade tanto está em todo lugar na unicidade quanto no centro.

10.6 O Centro

Segundo a tradição mitológica hindu, desde que o espaço é manifesto ele não pode ser infinito[1]. "o ponto que é o pivô da Norma, é o centro imóvel de uma circunferência e em sua borda todas as contingências, distinções e individualidades se resolvem"(Ch'uang Tzu) [6].

Este ponto, sendo não manifesto, é a total possibilidade, e contém – apenas como a unidade contém a multiplicidade – uma infinita potencialidade de manifestação, duração e extensão. Desde que esta extensão potencial está em todas as direções, o ponto é central. O vórtice esférico universal pode ser visto como aquele que sai do ponto, e o contém; ele também é, conforme a concepção de ponto, aquele que sai de si mesmo e retorna a si mesmo. Da mesma forma, na concepção Hindu, Bindu (a semente) é homóloga ao mundo-ovo. É dito na tradição hebraica que "o mais sagrado unitário criou o mundo como um embrião. Como o embrião cresce do centro, assim Deus começou a criar um mundo através do centro, e de lá ele espalhou a criação para todas as direções" [6].

De acordo com os princípios fundamentais da rotação que caracteriza o universo físico, o embrião cresce a partir de um centro numa espiral. Da mesma maneira, o tempo e as direções do espaço manifesto expandem-se de um eixo central como o ciclo da existência; assim dizem os índios Dakota: "um ano é um circlo à volta do mundo"[6].

"cada parte do universo pode ser um mundo ou um ser em particular e é sempre e em todo lugar análogo ao inteiro" [6] (compare com a teoria de fractais!). Assim "todo ser individual...contém a possibilidade de fazer a si mesmo o centro em relação à totalidade dos seres" [6](R. Guenon, O Simbolismo da travessia). Em seus rituais, o canto dos índios *Kwakiutl* diz:"eu estou no

[1]segundo o pensamento hindu, desde que assuma feição material qualquer objeto passa a estar limitado no tempo e no espaço e portanto a ter um começo e um fim.

centro do mundo." Buda disse:"eu sou aquele que é o pico do mundo... Sou eu quem é o mais velho" [6].

O centro é igualmente o centro de algum lugar, o centro de alguma pessoa ou ser. Na filosofia grega, nos *Upanishads*, na cabala e no sufismo [2], o centro dentro do ser humano é considerado o coração, designado respectivamente como o acento da inteligência, de Brahma, de Salomão e do *logos* universal. Embora fisiologicamente, o coração seja o centro da circulação dos fluidos vitais através do corpo e, o coração no sentido mais alto (segundo estes povos) não seja confinado ao estado corporal, sua localização não seria exatamente identificada com aquela contraparte física.

Em todas as culturas o eixo do mundo, ou o umbigo da terra, toma a forma simbólica de todos os pilares, pólos, montanhas, templo, espiras ou escadas da alma, e é por isso escalado pelos xamãs siberianos em seus vôos celestiais, ou aqueles pertencentes ao povo *Arunta* da Austrália, que, quando viram quebrado seu símbolo de eternidade, tiveram tão grande consternação que o clã "vagou sem destino por um tempo e finalmente deixaram-se cair abatidos no solo para prantear e pedir que a morte viesse sobre eles... demonstrando uma catástrofe, o fim do mundo, a reversão para o caos" [6](M. Eliade, O sagrado e o profano).

O eixo da espiral corta verticalmente todos os planos da existência, cada um dos quais demarcando um passo ou fase. Assim é a ascensão dos nove passos dos mistérios de Osires no Egito antigo, os sete passos da iniciação Mitraica na Pérsia antiga, os sete passos de Buda, os sete entalhes na árvore do xamãs siberianos, os sete passos do zigurates babilônicos etc. Além do mais, todo cosmo ou toda montanha sagrada, tal como *Meru, Gerizim, Kaf, Tabor e Monte Olimpo* constituem a conexão primordial entre a terra e o céu.

O pico da montanha é o cume de uma espiral ascendente e o ponto de contato com o céu(veja figura 10.10) é uma invisível espiral descendente.

Do eixo central da espiral, como do centro da roda, tudo se estende, irradia e rotaciona espiralmente.

O sentido de rotação de ambas as metades desta dicotomia existem na mesma espiral, cuja direção, que é ao mesmo tempo uma decisão,"descansa com a pe-

[2]Misticismo arábico-persa, que sustenta ser o espírito humano uma emanação do divino, no qual se esforça para reintegrar-se – Aurélio

quena seta"(Paul Klee, O olho pensante) [6]. O potencial desta espiral é o movimento simultâneo em cada uma das duas direções. Veja figura 10.3

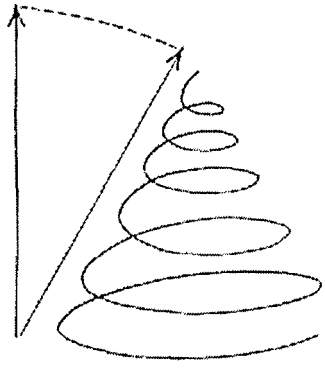


Figura 10.12: Perpendicular

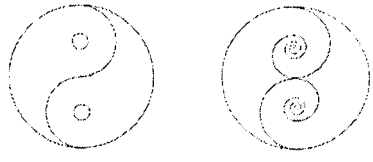


Figura 10.13: Yin Yang

Segurando o centro da espiral e puxando-a para fora da página, tem-se em três dimensões como que as linhas de uma montanha que forma um caminho curvo ascendente. Cada volta conduz o peregrino cada vez mais longe do mundo da ilusão; cada passo ascende a alma para o divino. Cada passo, entretanto, não somente leva o peregrino mais alto e por isso mais longe do mundo material, mas também o conduz em direção ao eixo central da espiral, em direção"à divina essência que é o habitat do homem espiritual" [6](Edit Schnapper, A Odisséia Interior)

O movimento ao longo desta espiral tridimensional é, a um só tempo, espiral e centralizante. Nós encontramos esse processo representado em diversas culturas e tradições, não importando o estágio de seu desenvolvimento, como a espiral mandala, que é ao mesmo tempo um mapa da jornada da alma. A consciência humana é um microcosmo; e assim qualquer diagrama que inicia e direciona seu movimento, como a Mandala faz, está atuando como um mapa. A Mandala foi chamada, por Guiseppe Tucci: [6] " o universo inteiro em seu plano essencial". Qualquer mapa de jornada cósmica, descrita em tantas lendas e mitologias, é também uma mapa da consciência e por isso uma mandala. A espiral mandala mostra o caminho através do universo, concentrado não numa perfeição estática, mas num equilíbrio de seu fluxo essencial. A realidade não é perfeição exceto no equilíbrio ativo da fusão das dinâmicas opostas. Este equilíbrio é o Yin Yang,

que é representado como um corte através do vórtice esférico. O movimento mandálico, descrito como uma volta para dentro a partir do centro de onde promana energias radiantes, é o movimento do vórtice esférico.

Assim, segundo a idéia dos povos primitivos, há duas formas de se aproximar do divino, ambas espirais. Uma é um processo interno de regeneração e integração, obtida com a ajuda de uma mandala, e uma concentração rumo ao centro(ou eixo da espiral); A outra é a peregrinação exterior de *Parsifal, Gilgamesh ou Jasão.* A unidade essencial das duas é ilustrada pela espiral interior do caminhada do peregrino de *Bunyan* para a cidade celestial, pela escalada rumo ao topo do *Monte Purgatório de Dante*, e a jornada de *Sudama* em busca da cidade de ouro de Krishna.

Todas as representações de esfera, faixas ou camadas de ser através dos quais o homem tem que passar, representado tão freqüentemente na idade média e renascença, são apenas abstrações da espiral. Assim o intelecto, em seu senso original como espírito, pode conter o ser contido, ser externo ou interno. Como centro ou circunferência, é o mesmo. O que muda é o ponto de vista

Nossa linguagem ainda é pobre para descrever certas sutilezas e como ela governa a interpretação de nossa percepção. Ela trabalha na base da medida e divisão. Assim, a raiz sânscrita "matr-", medir, é a fonte da palavra para a matéria, bem como material, matriz, metros e Maya – Conceito hindu de ilusão de medida e divisão através de nossa vida, e da qual deve-se eventualmente se libertar.

10.7 Imitação Microcósmica do Ritmo Cósmico

Um dos mais velhos sistemas religiosos do mundo é o taoismo. Seu sistema, descrito no *I Ching* ou *o livro das mudanças* [5], é baseado em um ciclo de 64 possíveis permutações de dois pólos ou forças opostas, *Yin Yang*, em grupos de seis. Cada um destes grupos de seis, ou hexagramas, é composto de dois trigramas representando a união da terra e do céu.

Há um modelo celestial para este princípio cíclico nas 28 fases da lua, onde a polaridade é encontrada na lua cheia e desaparece 14 dias mais tarde. Essas fases formam a fundação da astrologia chinesa. O *Hsiu*, como são chamadas as

mansões da lua, são as constelações circumpolares que constituem a principal divisão do céu.

Conforme se vê nas antigas tradições como o hinduísmo e o budismo'[5], os chácras simbolizam as linhas de energia corporal. Representam o processo de desenvolvimento da consciência, revelado como uma flor, com uma espiral interior. A palavra sânscrita *chakra* significa roda, indicando que a ordem e a lei inerentes a estes centros é também aquela de todas as corpos, através do qual o exterior ou a periferia é mantida no lugar ao mesmo tempo que gira radialmente em torno de um centro inativo. Isto, se relaciona com a revelação direcional da suástica no espaço e no tempo, é a lei implícita na "roda do Dharma" – a sagrada lei dos ensinamentos de Buda. O tratado metafísico sânscrito, *Upanishads* [32], disse "a fim de seguir tal lei é necessário girar a roda em si mesmo". Todas as imagens que descrevem esses movimentos são essencialmente mandálicas, centralizadoras e ordenadorass, porque em qualquer nível, o movimento é um eco dos movimentos cósmicos do qual ele é um símbolo. Todos os processos espirais pertinentes ao "grande trabalho" da auto-realização são apenas analogias microcósmicas, reinteradas dentro do corpo do homem.

10.8 O vórtice esférico e a árvore da vida

A árvore da vida (figura 10.14) representa, de acordo com as mais antigas e místicas tradições da Cabala [6], as sucessivas emanações do Espírito do princípio, vibrando "sobre a face das águas"(Genesis I) através do qual o universo é criado. As dez emanações(*Sephiroth*), com a décima primeira que é invisível, *Daat* ou conhecimento, e o relacionamento entre elas, constitui os 22 caminhos conectados que são as letras do alfabeto hebreu, os divinos atributos, como as letras em árabe e em sânscrito. Constituem um modelo sobre o qual tudo, incluindo todos os processos e particularmente o homem como um microcosmo, é modelado.

As letras hebraicas eram também números, e sua ordem é a ordem da criação. Assim como na tradição Hindu Yogi deve "dissolver-se" na criação pelo retorno à consciência, assim um adepto da Cabala deve seguir a espiral convulsiva da serpente da sabedoria," e elevar-se em ondas verdes do *Malkuth* para o *Kether*".

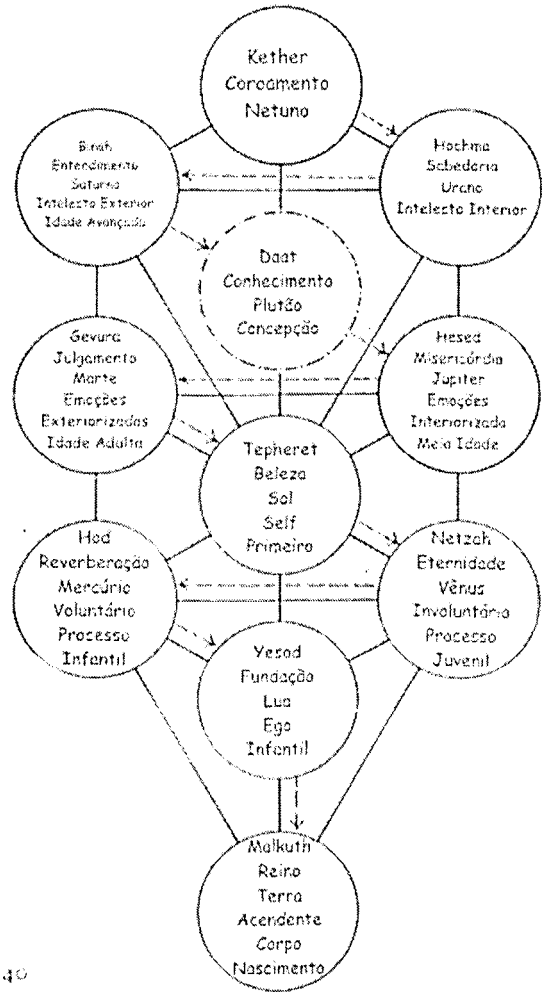


Figura 10.14: Árvore da Vida [6]

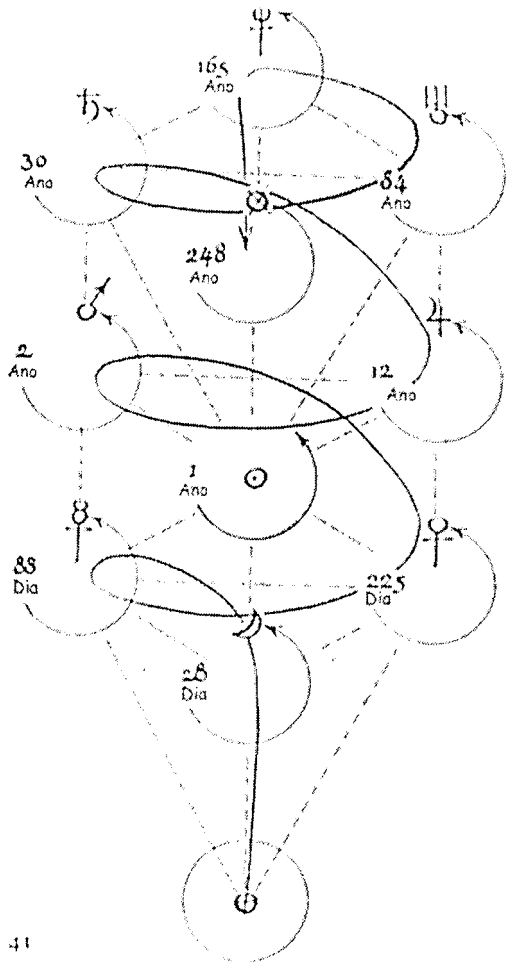


Figura 10.15: A árvore da vida e a relação planetária [6]

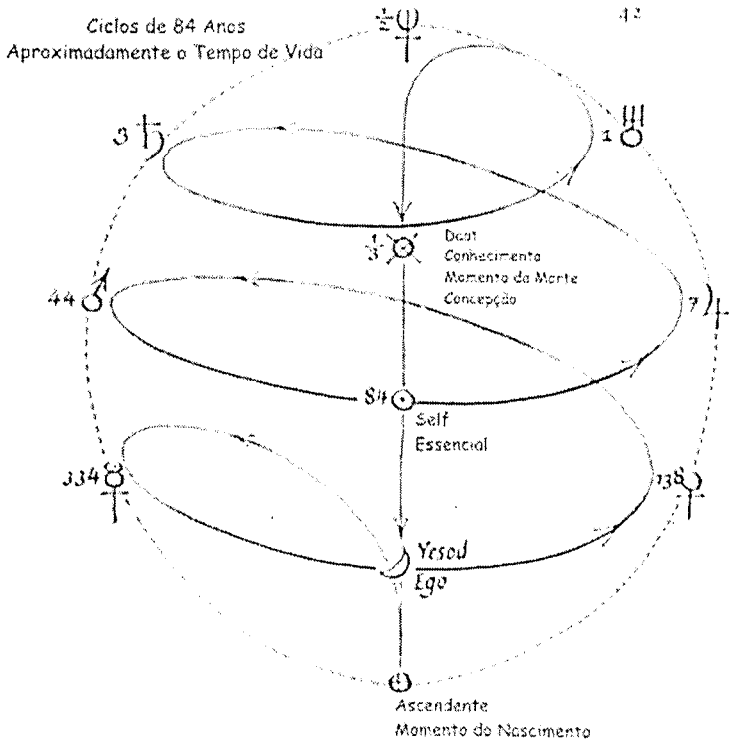


Figura 10.16: Ciclos Zodiacais [6]

O universo, de acordo com a cabala, tornou-se manifesto através da materialização de quatro mundos progressivamente densos: *Aziluth(Arquetípico), Briah(Criativo), Yetzirah(Formas)* e *Assiah(Material)*. Estes mundos, que correspondem àqueles de Platão, e são representados como árvores superpostas.

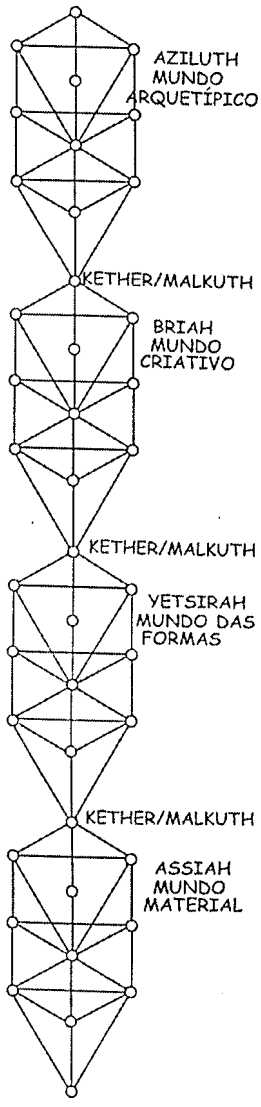


Figura 10.17: Representação dimensional dos mundos, segundo a Cabala [6]

(Figura 10.17), na qual a mais baixa *Sephira*, o ponto *Malkuth (reino)* de cada mundo superior, é o *Kether(cabeça/topo)* do mundo abaixo. Há sempre

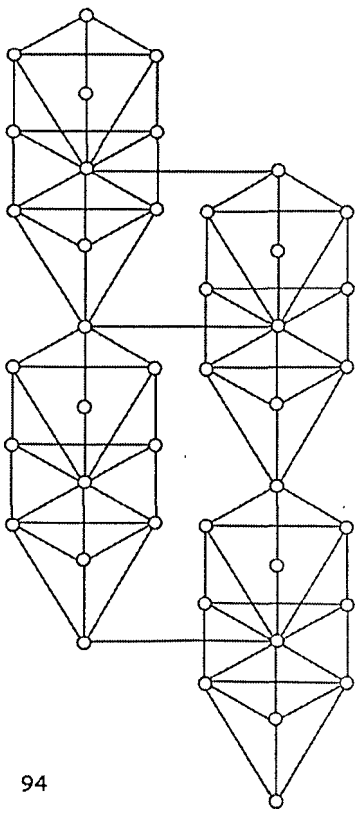


Figura 10.18: Mundos se entrelaçando [6]

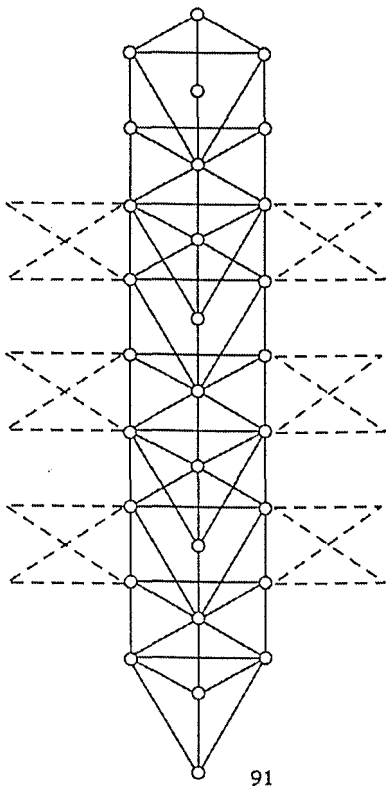


Figura 10.19: Mundos entrelaçados [6]

uma mudança de direção entre dois mundos sucessivos; a contração do vórtice, a espiral descendente para *Malkuth* do mundo arquetípico, muda a direção e começa a se expandir em sua capacidade como *Kether*, o mundo criativo.

A espiral da vida do indivíduo pode ser entendida em grande profundidade quando ela é sobreposta à árvore da vida. Cada *Sephira* na árvore tem sua equivalência planetária(figura 10.14).

O invisível terceiro olho(a glândula pineal que Descartes imaginou ser o ponto de junção do corpo e da alma) [6] corresponde ao *Daat*, ou conhecimento, e a *Sephira* invisível, ao planeta Plutão; O plexo solar é o centro de nossa contração espiral, e é análoga à *Yesod* ou fundação (correpondente à lua).

10.9 Expansão e contração das espirais dentro do corpo

Na tradição Hindu da criação [6], a transcendente unidade, Shiva, é o ponto manifesto, a sílaba criadora *OM*, o germe *Bindu* arrebentando com a criatividade latente e revelando-se como as curvas da feminina *Sakti*, que desceu do espaço através de sucessivas vibrações cósmicas e porções de ser. Esta é a tarefa dos *Yogis* para retornar à consciência universal na espiral ascendente, através de todas essas camadas, elementos e sons dentro de seu Self. Ele está por isso completando o processo no qual o céu (do Self), como manifestado na terra, é retornado ao paraíso. Com a manifestação na matéria grosseira, a concentração no ápice da rotação descende, as volutas criativas da feminina *Sakti* cessam. Tornam-se latentes dentro do corpo de cada pessoa, as espirais da serpente adormecida que tem simbolicamente a cauda na boca e sua cabeça bloqueia a entrada do chacra genésico. O nome de *Sakti* no corpo é *Kundalini*. A energia criativa ou a atividade na imobilidade do deus Shiva, que é o ponto *Bindu* por meio do qual *Sakti* existe, e à volta do qual ela, como manifestação, revolve-se, como as volutas do dragão torcido na árvore do mundo.

Esta representação pode ser encontrada no caduceu que é ainda usado como um símbolo de cura, é o bastão carregado por mercúrio ou o médico Esculápio [6]; sua barra central(que na tradição hindu é o neutro *Sushumna*) é circundado por duas serpentes espirais opostas representando as correntes de energia positivas

e negativas. No topo estão as asas, simbolizando a "radiação alada" daqueles que obtiveram um equilíbrio dinâmico, a união estática destas correntes. Estas asas são também os dois lóbulos da medula, as pétalas do chacra do terceiro olho.

Yeats [7] em seu poema "The Second Coming" diz que na morte de uma rotação ou idade, " a besta bruta" rasteja em seu caminho para Belém, para nascer como a nova era. Ela é simbolizada por um unicórnio com um terceiro olho: o conhecimento de um mundo mutável, em sua capacidade, e na morte para o renascimento como o cordão umbilical, Yesod, para fundação de um mundo superior.

Na tradição gnóstica cristã, a cruz, uma versão da árvore da vida, é chamada a Cruz da iluminação. A luz é sinônimo de conhecimento e consciência, também constitui a manifestação original da árvore da vida, como se pode ver no menorá.

10.10 Labirinto e Dança

A expansão espiral que cria e protege o centro, e a contração espiral que o dissolve, são ambas concepções implícitas no labirinto. Através da existência do labirinto, o centro é criado e protegido. Quando o labirinto é invadido, o centro é dissolvido. Entrada e dissolução somente ocorrem sobre certas condições: somente com conhecimento do caminho.

Embora freqüentemente intrincado na forma, o labirinto é uma espiral, da qual retorna-se. É a representação do cosmo e todos os cosmos, e de toda entidade ordenada que corresponda a uma escala descendente de analogias. Ele é por isso, ao mesmo tempo o cosmos, o mundo, a vida individual, o tempo, o centro, o homem, o útero – ou intestinos – da mãe(terra), a convulsão do cérebro, a consciência, o coração, a peregrinação, a jornada, e o caminho.

Os primeiros labirintos conhecidos são aqueles datados do século 19 antes de Cristo no Egito; o mais famoso porém foi o de creta da civilização minóica. O labirinto e algumas das primeiras espirais gravadas na rocha dos tempos paleolíticos, são os remanescentes da preocupação incessante do homem com a ordem espiral e seu próprio desenvolvimento espiral.

Assim como a espiral, o labirinto cria e dissolve, expande e contrai, revela e

oculta. Ele é o cosmos para aqueles que sabem o caminho, e o caos para aqueles que o perderam. Ele é a ameaça a *Ariadne*, suas volutas criam o mundo e ainda permite-nos solucioná-lo.

```
Dou-lhe o fim do arroio de ouro,
Somente dentro de um esfera onde os ventos soprem
Eles irão conduzi-lo aos portões do céu
Construídos nas paredes de Jerusalém.
                                    (Willian Blake)~\cite{mystic}
```

O centro naqueles labirintos representados no chão de muitas catedrais medievais, é às vezes (como é originalmente em *Chartres*) uma descrição de Teseu e o Minotauro. O simbolismo é que no labirinto cretense original – um herói é testado, e supera a morte que está no centro e retorna ou renasce (no sentido figurado) para uma vida. Outras catedrais representam em seus labirintos o arquiteto no centro, às vezes simbolizado por *Dedalus* construtor do labirinto de Creta. *Dedalus* também representa o divino arquiteto.

Na era clássica, o labirinto, junto com o ritual de percorre-lo, foi essencial para a criação de uma cidade. Este ritual imitava a recriação cósmica original; para a qual um espaço é delineado e ordenado, retirado do caos circundante, e então santificado.

O movimento espiral do labirinto transforma o caos em cosmo, e protege o espaço sagrado formado no processo, das entradas ilícitas.

A espiral ou labirinto, representado nas tumbas antigas, significa uma morte e a reentrada dentro do útero da terra, necessária antes que o espírito possa renascer na terra dos mortos. Mas morrer e renascer também significa o estado de transformação, a purificação do espírito através de toda sua vida; os alquimistas usam a palavra *Vitriol* para representar *Visita interiora terrae rectificando invenies lapidem*[3]. Tal descida ao mundo inferior, ao reino de Plutão, é o tema da maioria dos rituais de iniciação, e é comparável à passagem através da imensidão, ou "a noite escura da alma", que é experienciado pelos místicos.

Os místicos *Sufi* , da ordem *Mevlana Dervixes* fundada por *Jelladin Rumi*, transformam o universo manifesto no ser. Através de suas curvas o supremo

[3]Visita o interior da terra; através da purificação, encontrarás as pedras ocultas

intelecto é transformado através de todas as esferas da existência em matéria grosseira.

Nas tradições Hindu e Cabalísticas, o espírito se eleva pela inversão da direção da espiral ou através daquela pela qual o mundo se manifesta, e pela expansão e contração da matéria, como na inspiração e expiração do vórtice esférico. Similarmente, através de suas progressivas voltas em êxtase, o espírito do *Dervixe* cria a espiral através das órbitas celestiais e seus movimentos representam a união com o divino. Sua dança em voltas mostra os sucessivos graus de manifestação dentro da matéria, a ilusão da existência e a ascensão de seus espíritos. Segundo os antigos, Toda vez que circulamos, no sentido lato da palavra, por exemplo, nos movimentos da dança escocesa, se está ativando energias internas e sua contraparte cósmica.

As espirais ascendentes para o pico do total entendimento são as sete voltas dos muçulmanos em torno da *Ka'aba*, a meta da peregrinação a Meca. A origem da palavra emphtãfa, o nome árabe para esta circunvagação, significa " alcançar o pico de algo pelo caminho espiral em torno dele". O centro, onde está a pedra quadrada da *Ka'aba*, é o "templo do coração" e o eixo do mundo. As volutas são como as voltas da roda budista do Dharma: a revolução do cósmico visto como uma lei divina e imutável.

Quando o peregrino caminha espiralmente em torno da *Ka'aba*, o coração do universo , ele também revela-se a si próprio a seu próprio coração; e assim o vórtice sendo criado é aquele de sua própria receptividade, que é empregado com o vórtice descendente da divina revelação.

Ibn 'Arabi em seu *Revelações de Meca* descreve e sua gradual ascensão através das sete esferas do *Self* – os céus , planetas ou divinos atributos – até que um anjo que o acompanhava disse: "– eu sou o sétimo degrau em minha capacidade de abraçar os mistérios do por vir... eu sou o conhecimento, o desconhecido e o revelador; Sou a sabedoria, o homem sábio e sua sapiência".

Tem sido a tendência do homem esquecer, no seu entusiasmo pelo conhecimento objetivo , que, ultimamente , sujeito e objeto são um, e meramente postos no mesmo eixo em lados opostos. A conseqüência desse princípio originou uma nova tendência centrífuga contrária à tendência centrípeta das visões puramente materiais e a volta da busca do reconhecimento de sua identidade.

Como expressa no conhecimento pela observação dos cientistas da "complementaridade": a luz é ao mesmo tempo partícula e onda, dependendo do modo que alguém participa de seu ser. Em outras palavras, os métodos de observação (isto é , a natureza do observador) mudam a natureza aparentemente fundamental da luz, e o observador, não é por isso, totalmente distinto ou apartado dela.

Os físicos estão buscando uma nova linguagem, não somente para expressar este *continuum*, mas também para expressar a natureza cíclica do espaço e do tempo. Diz, por exemplo, o místico *Sufi Ibn 'Arabi*: "– toda a causa é o efeito de seu próprio efeito", é da ordem dos físicos discutir a natureza da matéria, eles dizem que, entre a interação forte das partículas sub-nucleares, cada particular ajuda a gerar cada uma das outras partículas. Como o espaço, o tempo é também curvo. De fato, nas ciências físicas a isto se dá o nome de *geometrodinâmicas* – "a dinâmica da geometria curva do espaço vazio" – um dos nossos mais famosos cosmologistas , J. A. Wheeler, descreve que a verdadeira estrutura de nosso universo nada mais é do que um anel de vórtice – uma manifestação do vórtice esférico universal.

O interesse repentino pelo mundo espiritual, da natureza da unidade, que tem recentemente alcançado o ocidente, é a reparação violenta de um desequilíbrio. Toda expansão conduz a uma contração, e fora de cada extremo nasce a semente de seu oposto, assim nossa quase exclusiva abordagem analítica e quantitativa conduz a uma nova visão do *continuum*; e nos leva a uma próxima curva da espiral evolutiva.

A partir deste ponto passa-se a exemplificação antrológica de como a espiral preocupou e tem preocupado o pensamento humano.

10.11 Pré-Civilização

A bola de pedra, figura 10.20, era chamada *Bethel* ou a *casa de Deus* pelos hebreus. Foi descrita como "algo esférica e negra, animada por uma alma, movendo-se pelo ar e dizendo adivinhações num sussurro que um mago era capaz de interpretar" por James Frazer [6]. Cada face da pedra tinha uma configuração diferente de espiral e media um momento. De forma tetraédica,

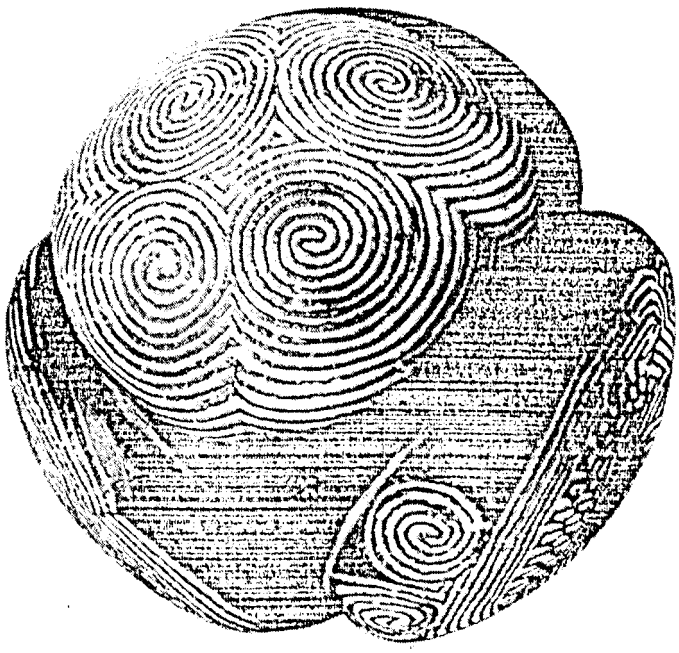


Figura 10.20: Bola de pedra, de Glas Towie, Escócia, 3000 a.c [6]

ela podia ser rolada como um dado para adivinhação.

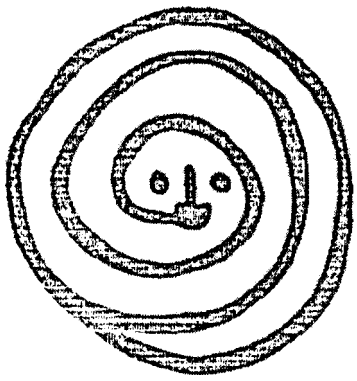


Figura 10.21: Figura em rocha do vale Carmonica, Itália, 3000 a.c de E. Ananti, Londres 1964 [6]

O labirinto em forma espiral com face oculiforme no centro. Figura 10.21.

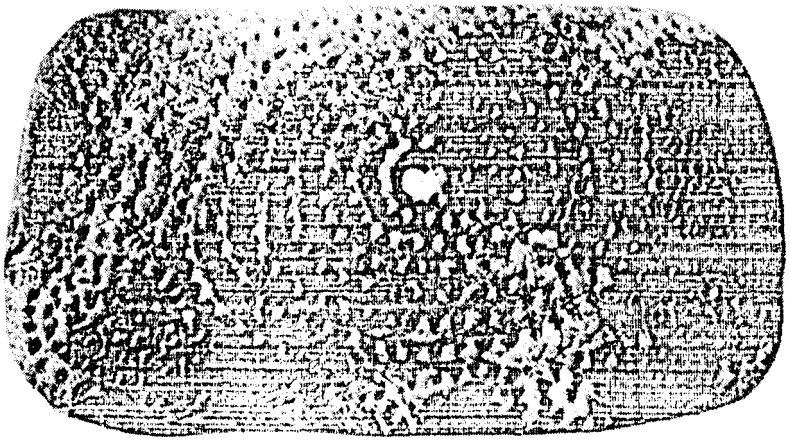


Figura 10.22: Talismã, marfim de mamute, Malta, região do lago Baikal, Sibéria [6]

As primeiras espirais conhecidas na história do homem, um talismã paleolítico do ritual dos funerais em cavernas, na Sibéria, mostra sete volutas espirais circundadas por quatro duplas espirais, e apoiada por três serpentes onduladas. Figuras 10.22 e 10.23 .

O espelho de *Desborough* possui uma mandala no verso. Ele deriva da idade do ferro na Inglaterra. Refletindo as múltiplas imagens da unicidade, o espelho é um instrumento de meditação. Como um forma no curso d'água, estas volutas contínuas transformam-se em todo tipo de formas naturais. Figura 10.24.

O labirinto tanto cria quanto protege o centro, e permite a entrada somente para os que conhecem o caminho. A entrada é assim uma iniciação, um passo ao caminho do conhecimento. Antes do conhecimento ser revelado, os velhos preconceitos devem ser dissolvidos pela reentrada no estado pré-forma do útero. Os potes da figura grega 10.25 e da figura neolítica 10.65 são o símbolo do corpo e do útero da mãe, e na europa neolítica era freqüentemente marcado com as volutas do submundo.

A figura 10.26 mostra o desenho de um labirinto feito pelos *Zulus*, com os dedos, na areia. O desenho funciona como um jogo. O jogador que primeiro chegar ao centro vence a partida.

O labirinto de grandes seixos da figura 10.27, foi encontrado em 1838, pelo Dr. von Baer, na desabitada ilha de *Wier*, Finlândia.

Os índios *Hopi* [6] chamam o labirinto de o símbolo da "Mãe Terra", e por isso o desenham no chão de seus santuários, as *Kivas*. "Todas a linhas e passagens dentro do labirinto formam o plano universal do criador, que o homem

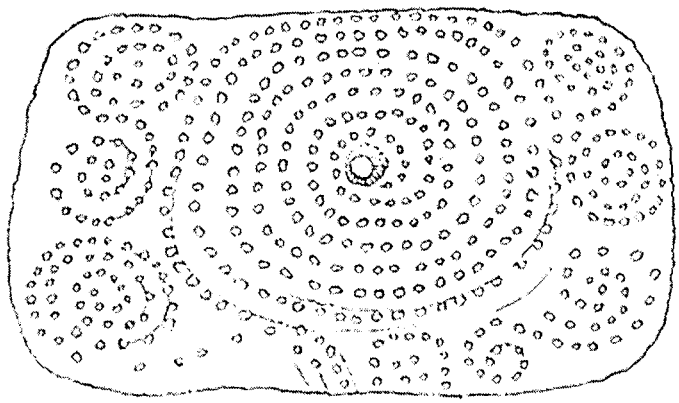


Figura 10.23: Talismã, marfim de mamute, Malta, região do lago Baikal, Sibéria [6]

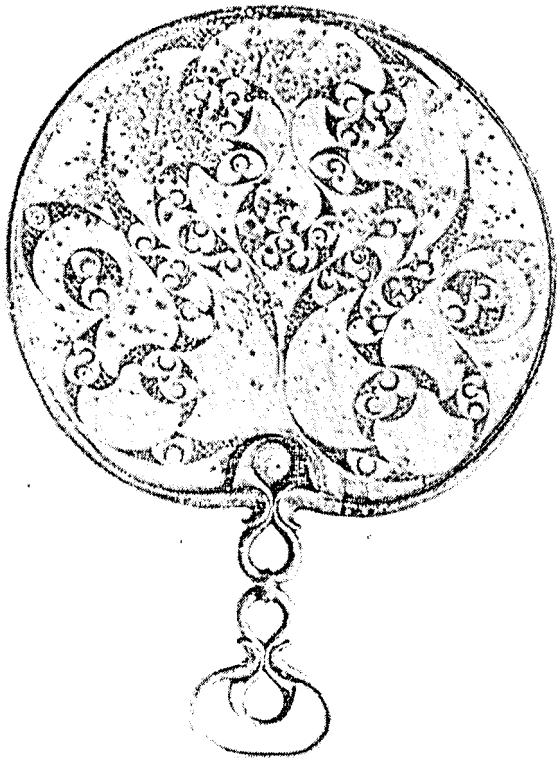


Figura 10.24: Espelho de *Desborough* em bronze, Ilhas Britânicas, século 1 d.c, Museu Britânico, Londres [6]

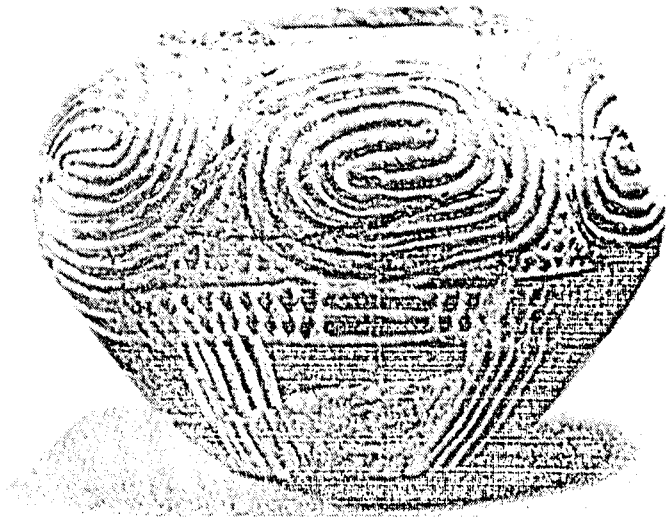


Figura 10.25: Pote de barro de *Vadastra*, Romênia, 3500-2700 a.c, Museu histórico de Bucarest [6]

Figura 10.26: L.H.Samuelson, *Some Zulu Customs and Folklore*, Londres 1928 [6]

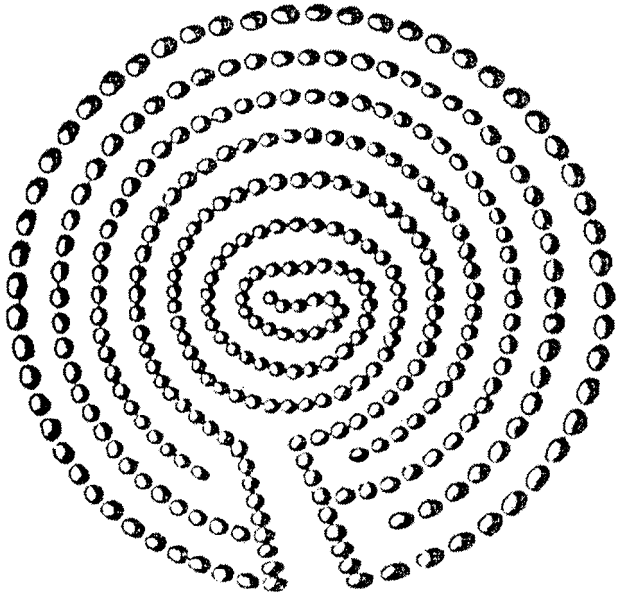


Figura 10.27: Espiral de *Wier* [6]

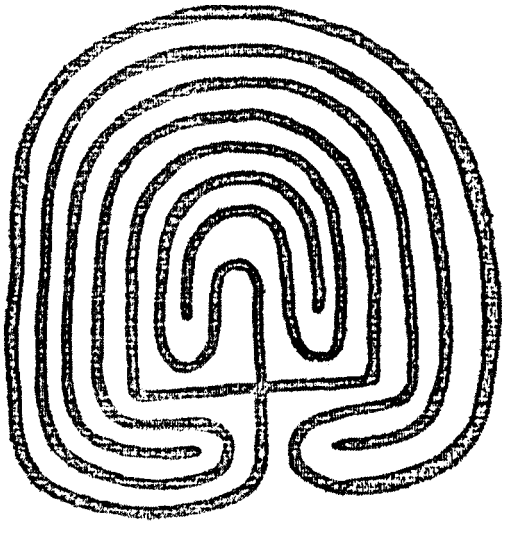


Figura 10.28: Desenho de Oswald White Bear Fredericks, *The Book of Hopi*,Viking Press, Nova York, 1969 [6]

deve seguir em sua estrada de vida". Figura 10.28.

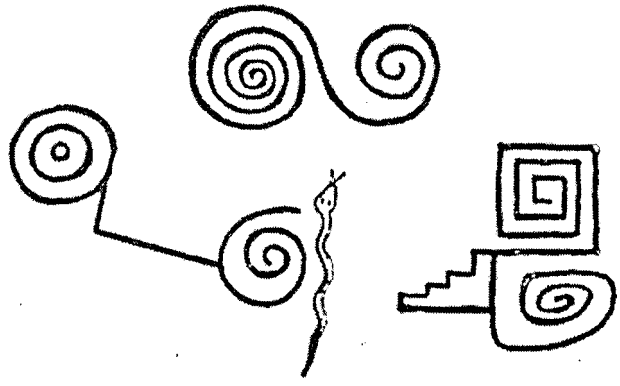


Figura 10.29: O símbolo de migração *Hopi* [6]

O símbolo de migração *Hopi*, figura 10.29. Do ponto de emerção da espiral para o quarto mundo, o clã Hopi faz uma espiral de migração quadridimensional através de toda américa, como uma purificação e extirpação do mal trazido do mundo prévio, por isso as espirais são ligadas . Esses símbolos na rocha, porcelana e altares mostram padrões feitos por clãs individuais mostram como eles seqüenciam espirais como a reunir um lar permanente.

Entre os guerreiros e seus cavalos (figura 10.30) está uma mandala quádrupla. Como o *Sri Yantra*, a mandala tem quatro direções. Cada ciclo tem uma estrutura diferente, uma configuração de mandala diferente.

O ritual do labirinto Etrusco num jarro de vinho, mostra guerreiros emergindo de um labirinto com o título: *Truia*. Mencionado por Virgílio, os jogos troianos (a dança dos labirintos) eram um segredo mesmo na antigüidade; foi associado com a trama do poder mágico nos rituais de iniciação. Figura 10.31.

10.12 Mesopotâmia

O "Palácio dos Intestinos" simboliza e reflete o universo no momento do sacrifício. O presságio e figura descritos pelas tripas era usado pelos adivinhos mesopotâmicos quando fundavam uma cidade. O espaço foi, por causa disso, tornado sagrado e o caos cósmico dimensionado. Representando o labirinto,

Figura 10.30: Pedra de Gotland, Vallstena, Suécia, 500 a.c [6]

Figura 10.31: Tragliatella Oinochoe, Roma, 700 a.c, de W.H. Matthews, *Maze and Labyrinths*, Dover, Nova York 1970 [6]

que cria ordem e protege o centro como sua condições de entrada, os intestinos simbolizam a convulsão da natureza, o mundo inferior e o inconsciente. O rito de passagem segundo o qual o neófito renasce em novo estado de conhecimento e iluminação. Figura 10.32.

Entalhe do demônio *Humbaba*. Ele é a espiral descendente para o mundo inferior que o herói deve percorrer em busca do rei do deste mundo inferior para destruir. "Eu tenho uma longa jornada para percorrer", disse *Gilgamesh*, "para a terra de *Humbaba* cuja mandíbula é a morte". Ele guarda a grande floresta-labirinto com seus sete terrores ocultos. Com a exceção dos olhos, a máscara é feita de uma simples voluta. Figura 10.33.

10.13 Índia

O grande rei-serpente do mundo inferior era um dos *Nagas* que incorpora na mitologia indiana a energia da vida, o poder da terra e das águas. Guardiões do frontão, as serpentes, como o labirinto, se enrolam protegendo o tesouro no centro, que é a sagrada pérola da sabedoria e dos divinos conhecimentos. Através da harmonização de suas energias naturais, o homem pode transmutar essas volutas criativas e círculos sem fim da existência em busca do eixo e do centro estáticos de seu ser. Figura 10.34.

Depois da reclamação de *Indra*, *Vishnu* divisou um plano para preservar a

Figura 10.32: Labirinto de entranhas, Mesopotâmia [6]

Figura 10.33: Máscara de *Humbaba*, terracota, Babilônia, 2000 a.c [6]

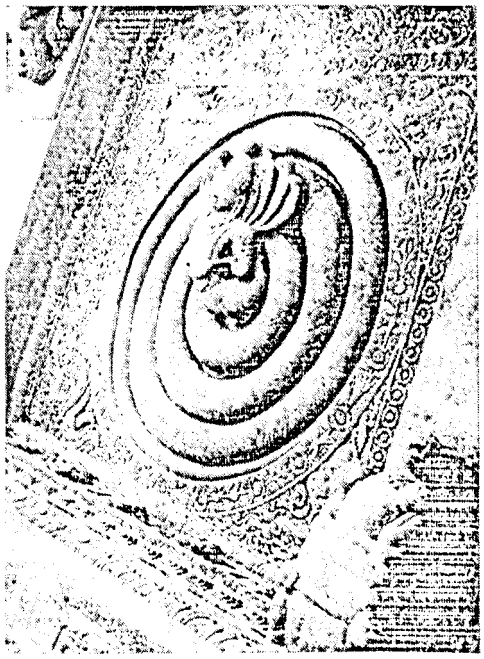


Figura 10.34: Entalhe do teto de caverna em Badami, Índia, séc. 6 D.C [6]

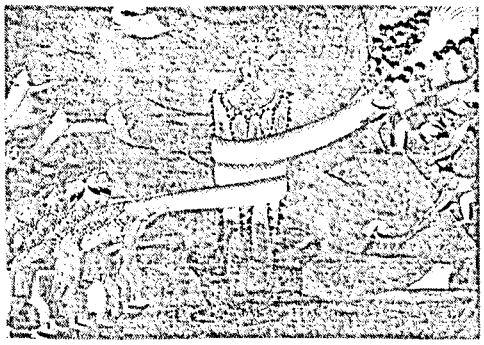


Figura 10.35: O desnatar do mar de leite, pintura, Colinas do Punjab, séc. 19 [6]

ordem cósmica. Insistiu na cooperação dos demônios. Seu plano era ativar o equilíbrio dinâmico da universal oposição das forças espirais. Assim os demônios e os deuses alternativamente prenderam *Sesha*, a serpente cósmica, que estava enrolada no eixo mundial, Monte *Mandara*, e através disso mudou o polo central e bateu o oceano leitoso para produzir *amrita*, o líquido da imortalidade. Figura 10.35. Dentro do corpo do homem, esta é a circulação das energias sutis, vizualizada nas tradições herméticas, cabalísticas e tântricas como sendo a serpente enrolada no eixo central do mundo, a serpente da sabedoria ou *Kundalini*.

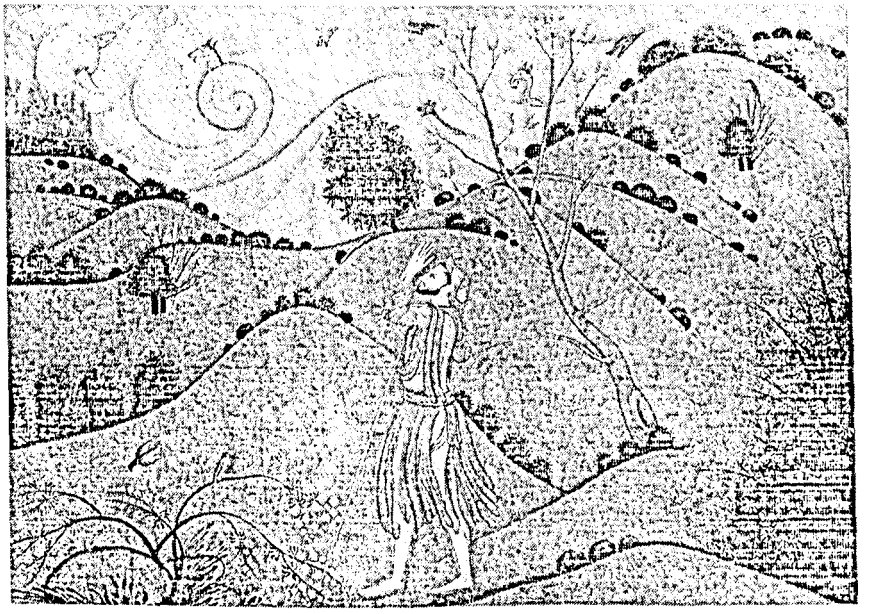


Figura 10.36: Sudama próximo à cidade dourada de Krishna, Pintura, colinas do Punjab, Índia, c.1785. [6]

A pérola vista pelo peregrino *Sudama* é a cidade dourada de Krishna. Como o budista *Sudhama*, ele é o herói cujas viagens pela busca da mais alta sabedoria todo devoto deve imitar. É espiral as suas indagações por iluminação, a rota que percorre na longa jornada e as dificuldades das viagens que o conduz. Assim justifica-se a espiral das nuvens e das águas, que ocultam o caminho dos dragões no mistério, as forças ambiciosas da natureza. Do redemoinho do céu estranhas criaturas aparecem. Figura 10.36.

Os caracóis de Buda são o símbolo externo de sua luz e tranquilidade internas. O caos foi ordenado, a serpente da força dominada; a energia criativa de *Sakti* foi unida com a consciência pura de Shiva na radiante revelação do Lotus de mil pétalas. Figura 10.37.

O ovo dourado de Brahma, figura 10.38, aparece sempre no começo de cada novo ciclo. "Este universo existiu na forma de escuridão, despercebido, inatingível, pela razão, desconhecido, inteiramente imerso em profundo sono. Então o divino Self... apareceu com seu irresistível poder criador, dispersando a escuridão. Ele que é sutil, indiscernível e eterno, que contém todos os seres criados e é inconcebível, irradiou-se. Quando a divina unidade acordou, então este mundo revolveu-se, quando ele repousa na tranqüilidade, o universo mergulha no sono. Assim ele, o imperecível e único, alternativamente acordando e dormindo, incessantemente revivifica e destrói a criação inteira." (As lei de Manu) [6].

Na tradição indiana tanto a forma do cérebro como os oito estágios da mente (*manas*), são identificados com a forma as volutas do labirinto. Figura 10.39.

A serpente *Kundalini* desperta, na base do *Sushumna*. Figura 10.40.

Os canais opostos solar e lunar, *Pingala* e *Ida*, espiralando à volta do neutro

Figura 10.37: Cabeça de Buda. Tumchuq, Índia, entre os séculos 5 e 6 D.C [6]

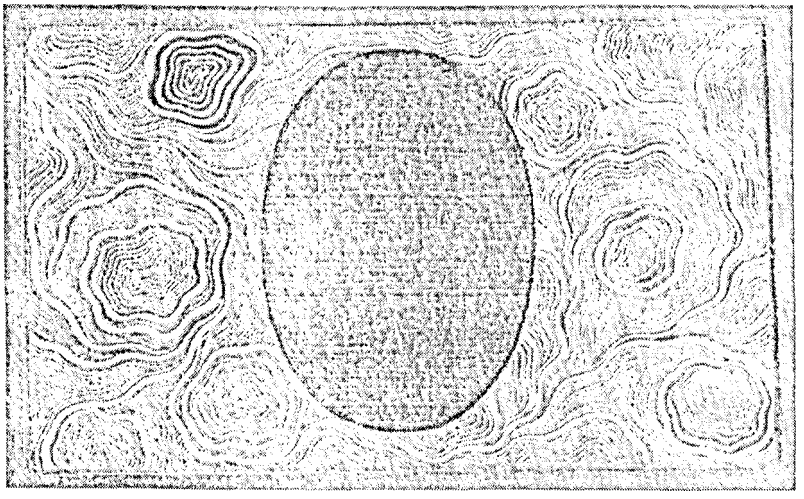


Figura 10.38: Hiranyagarbha, têmpera, Índia, 1775-1800 [6]

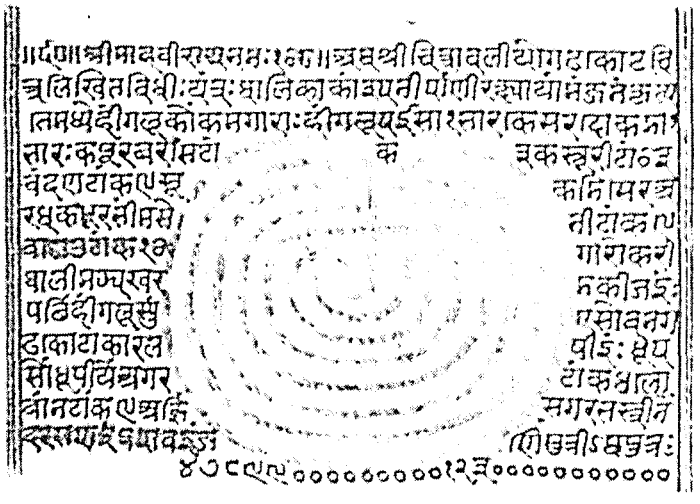


Figura 10.39: Manas-Chakra, Rajasthan século 18 [6]

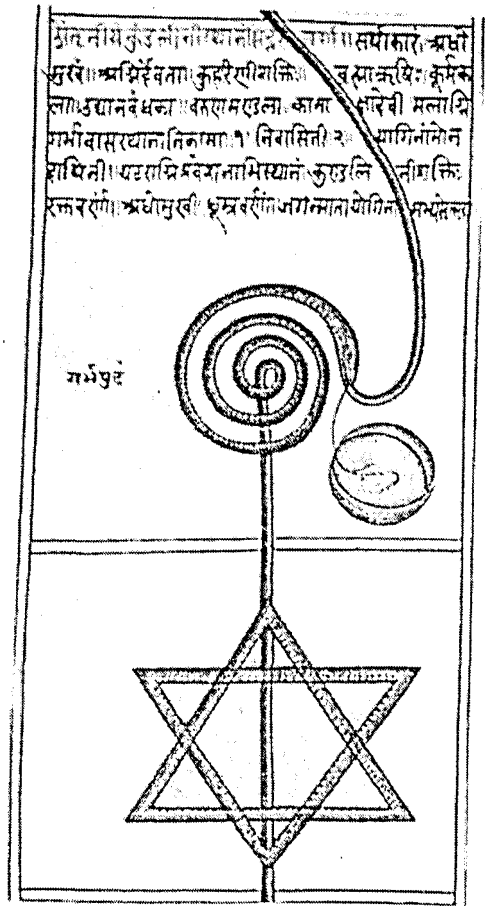


Figura 10.40: Pintura em Rajasthan, século 18 [6]

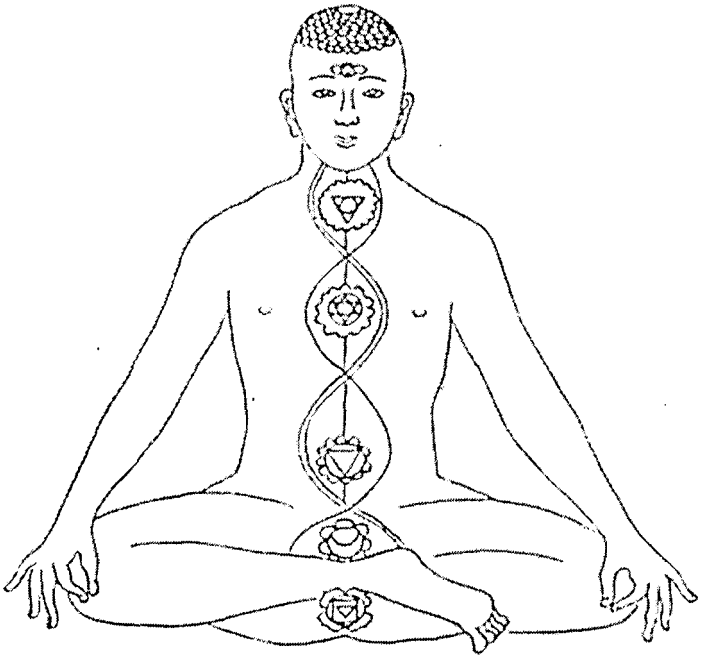


Figura 10.41: Lama Govinda, *The Foundations of Tibetan Mysticism, Rider, Londres 1960* [6]

Sushuma e os sete chacras. Figura 10.41

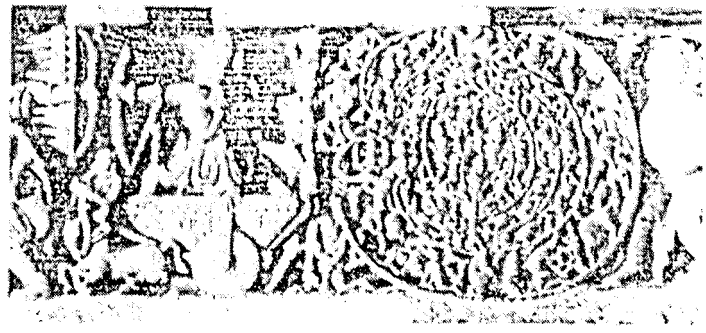


Figura 10.42: Frizo *Halebid*, Misore, Índia, séculos 12-13 d.c [6]

No *Mahabharata* [32], um guerreiro-sacerdote mágico disse: " Todo dia eu crio uma roupa que é impenetrável para muitos deuses". Esta "roupa" é o labirinto, criado com poderes especiais, que tem o rei ao centro, e é criado para manter afastado todos menos a vítima escolhida: O maïs jovem e puro dos inimigos.

O Lama Govinda mostra o desenvolvimento da consciência como um dupla espiral. Movendo-se para fora do centro, de uma inconsciência original unitariamente como aquela da criança. Seu desenvolvimento adquire progressivamente diferenciação em direção à periferia, que representa a superfície consciencial e o máximo da diferenciação. Este é o ponto de retorno e o início da espiral descendente em direção ao centro, em direção à consciência unitária da iluminação. Figura 10.43.

A figura 10.44, mostra segundo os budistas, o caminho espiral óctuplo através dos três corpos para o centro. Os oito estágios do caminho são: o entendimento correto, a intenção correta, o dicurso correto, a ação correta, a profissão correta, o esforço correto, a atenção correta e a assimilação correta ou *Samadhi*.

A roda do Dharma é o símbolo da doutrina Budista ou lei universal. A roda é a chave para a libertação. Ela mostra o equilíbrio dinâmico da tríplice espiral: o positivo, o negativo e o equilíbrio. Figura 10.45.

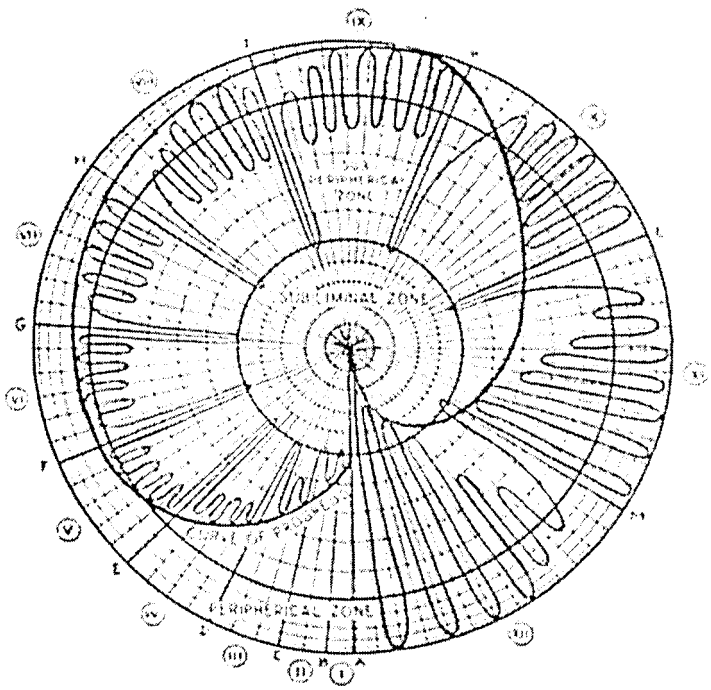


Figura 10.43: Figura de Lama Govinda, *The Psychological Attitude of Early Buddhist Philosophy*,Rider Londres, 1961 [6]

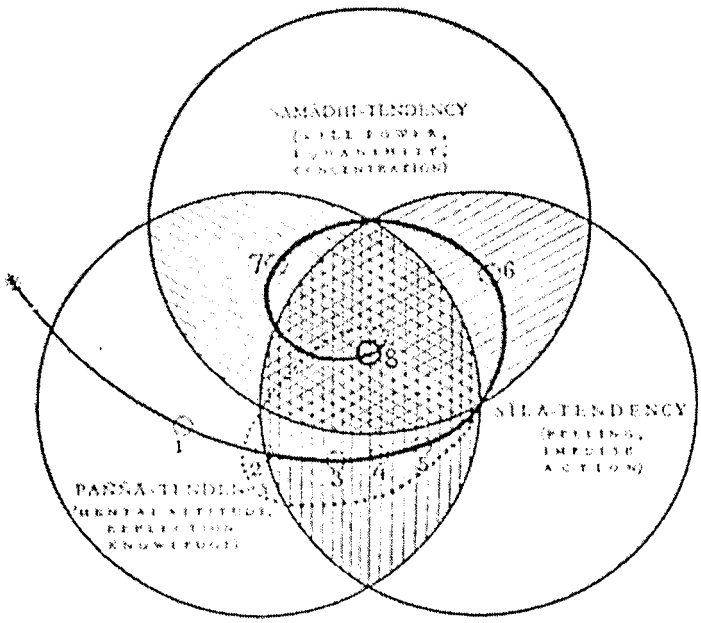


Figura 10.44: Lama Govinda, *The Psychological Attitude of Early Buddhist Philosophy*, Londres 1961 [6]

10.14 Egito Antigo

No *Khepresh* o elmo de guerra dos faraós egípcios, a serpente-força dominada era vista como o terceiro olho como a serpente cuspidora de fogo, a *Uraeus*. Ela representa a energia dentro do corpo fluindo livremente e permitindo que o entendimento seja obtido. Iniciar e controlar esse estado de fluxo é a função real da cura, ou da integração, ou da santificação do homem. Figura 10.46.

Osires segura o seu bastão pastoral abaixo do olho lunar esquerdo do deus Horus. Esta é a inconsciência não-linear, o lado criativo, correspondendo ao hemisfério direito do cérebro. O lado direito do corpo é ativo e diferenciado: Osires segura um mangual abaixo do olho direito de Horus. Osires, deus dos mortos, guarda o portal da iniciação, é assim o equilíbrio entre os dois olhos do deus do céu; e ainda o seu nome significa "sentado em meio aos olhos" e é o terceiro olho da mística oriental. Símbolo de fertilidade e ordem, da morte do velho estado e renascimento numa curva mais alta da espiral, ele representa o equilíbrio e a iluminação, o conhecimento do místico.Figura 10.47.

"Em seus membros superiores o homem tem uma imagem de Deus que bri-

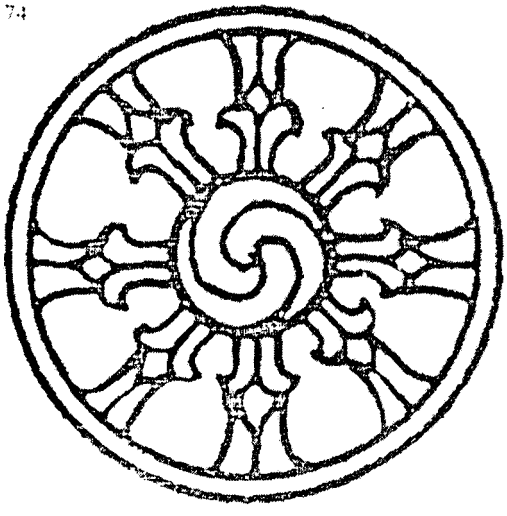


Figura 10.45: Figura de John Blofeld, *The Way of Power*, Allen & Unwin, Londres, 1970. [6]

Figura 10.46: O príncipe Amun-Kher-Khopsh, pintura em sua tumba, Egito, 20a dinastia. [6]

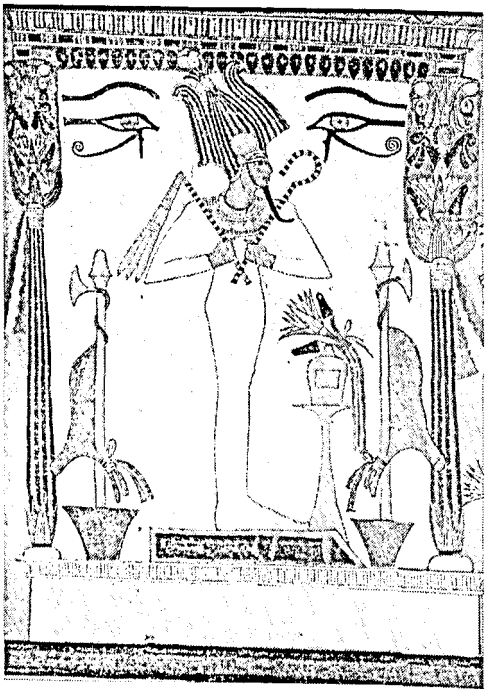


Figura 10.47: Pintura de Osires numa tumba em Tebas, Egito, 20a dinastia. [6]

Figura 10.48: O Rei Senusret I e o deus Atum, Egito, 12a. dinastia [6]

lha lá sem cessar"(Eckhart) [6]. Segundo os antigos egípcios desde os primeiros períodos de seu processo evolutivo, o homem possui percepções incomuns dadas órgãos supersensíveis – seus centros de força e correntes energéticas. O movimento vorticoso desta energia sutil é familiar ao homem primitivo como é demonstrado pela figura 10.48. Assim como a serpente, usada aqui pelo rei *Senusret*, os egípcios representaram a espiral do terceiro olho ou fronte radiante na dupla coroa dos faraós.

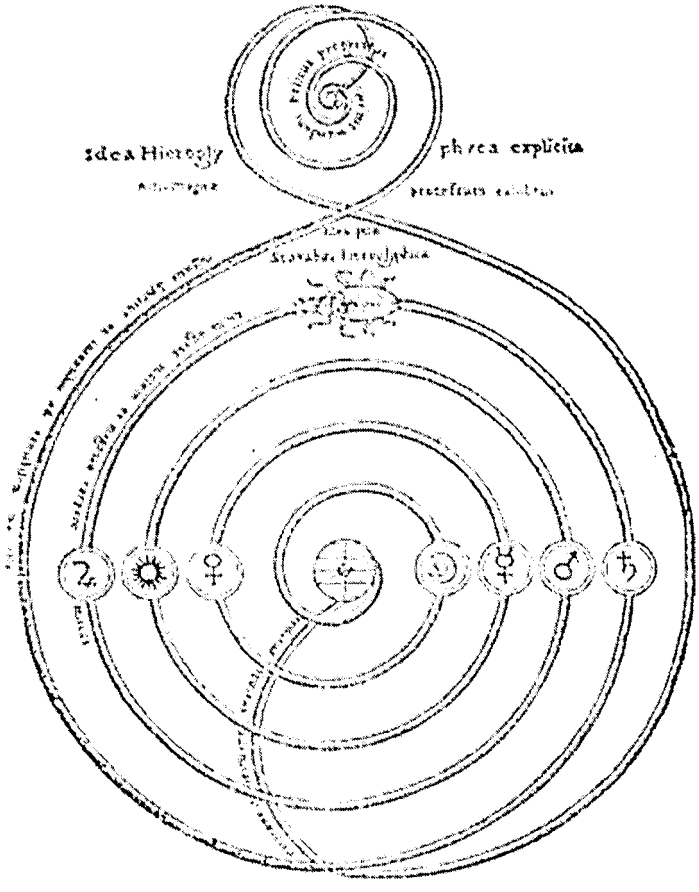


Figura 10.49: A chave da alquimia de acordo com os egípcios, de Athanasius Kircher em sua obra *Oedipus Aegyptiacus*, Alemanha, 1652-1654 [6]

A iniciação egípcia era chamada escaravelho; estes insetos, através de seus ovos, contém sua própria regeneração. O caminho transformador (alquímico) é uma dupla espiral, representando as alternativas de dissolução e coagulação, a expansão e a contração, do vórtice esférico, e a fase de energias sutis. "O progresso espiral do espírito comum" passa de sua origem para todas as esferas planetárias para chegar à perfeição do centro; de lá ele se expande, vê o centro de "fora", e toma o caminho ascendente de volta à sua fonte divina. Figura 10.49.

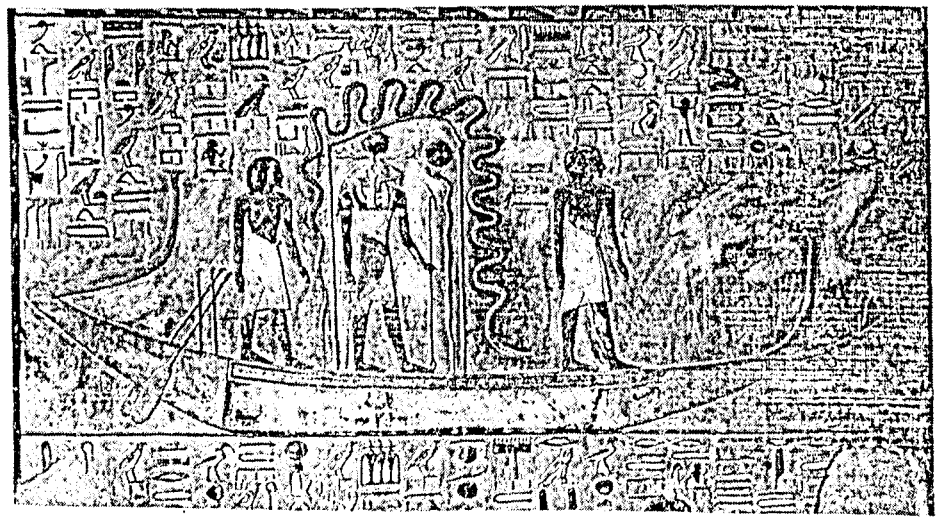


Figura 10.50: Tumba de Seti I, Vale dos reis, Oeste de Tebas, Egito, 2000 a.c [6]

Em sua viagem noturna através do submundo em direção ao renascimento, o "sol morto" é protegido pelas volutas da espiral da serpente *Mehen*. Figura 10.50.

Escaravelhos egípcios mostrando a dupla espiral, eram reverenciados como um símbolo ritualístico. Figuras 10.52 e 10.51.

10.15 China Antiga

Um velho texto chinês, o segredo da flor dourada, conta-nos que entre o sol e a lua (alegoria para os dois olhos),"há um campo de mais ou menos 2 cm que é o coração Celeste, a casa da luz, a flor dourada" [6]. É aí, dizem, que os

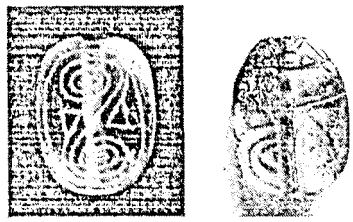


Figura 10.51: Selos egípcios de quartzo e esteatita, departamento de antiqüidades, Líbano, Beirute, 2000 a.c [1]

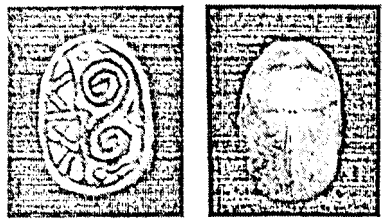


Figura 10.52: Selos egípcios de quartzo e esteatita, departamento de antiqüidades, Líbano, Beirute, 2000 a.c [1]

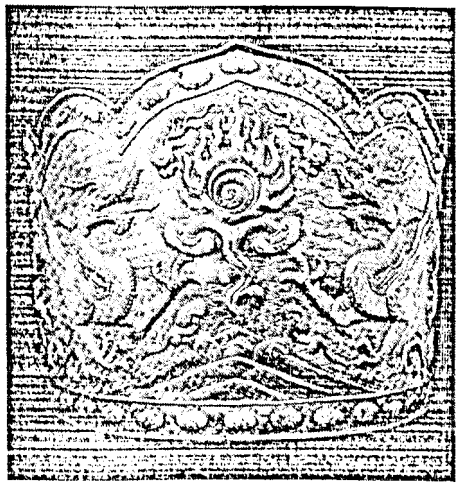


Figura 10.53: Coroa de prata, dinastia Liao, China, 907-1125 [6]

pensamentos são coletados, e é por aí que a luz circula para o corpo espiritual. Este corpo luminoso é a pérola flamejante entre os dois dragões opostos, o símbolo do conhecimento espiritual e iluminação. Figura 10.53.

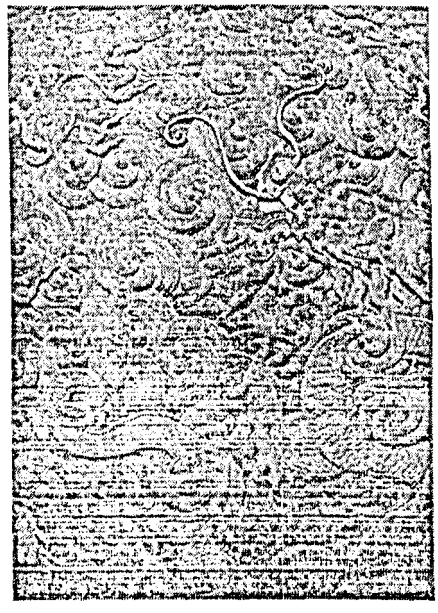


Figura 10.54: Vaso em laquê vermelho, detalhe, China, Séc. 18 [6]

Para os Taoistas, o dragão simbolizava o caminho, "que revelava-se a si mesmo momentaneamente somente para desaparecer no mistério" [6]. Espiralando nas nuvens, o dragão, o espírito das mudanças, também reside nos lagos, e como as serpentes indianas *Nagas*, guardam grandes tesouros em palácios fabulosos no fundo do mar, freqüentemente envolvendo esses tesouros. Na figura 10.54 está gravado em relevo um de nove dragões, que guarda a pérola flamejante, símbolo da meta e da perfeição espiritual, do centro místico e da divina sabedoria.

Para os chineses a coruja representa a noite, e para os egípcios a morte do sol em sua jornada noturna através do mar da escuridão. Ela é fria, passiva, Yin e simboliza o princípio caótico do universo, que deve ser ordenado, como simbolizado pela espiral em seu peito. Figura 10.55.

A continuidade da volutas da vida é também o tema das grandes espirais encontradas em objetos da china neolítica, exclusivamente em objetos funerários.

Figura 10.55: Vaso de vinho na forma de uma Coruja, China, 1000 a.c [2]

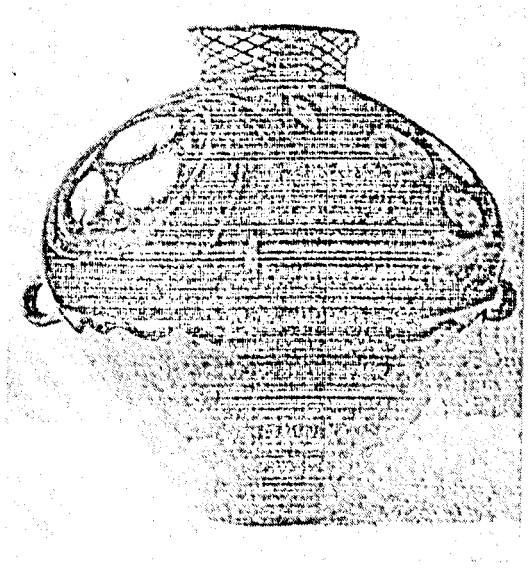


Figura 10.56: Urna funerária, China, 2000 a.c [1]

Entrando num recipiente em forma de útero, o espírito do morto é colocado em contato com as forças cósmicas da regeneração representadas pela dupla espiral. Entre duas espirais, a abertura do útero simboliza a divisão entre a vida e a morte, morte e renascimento. Figura 10.56.

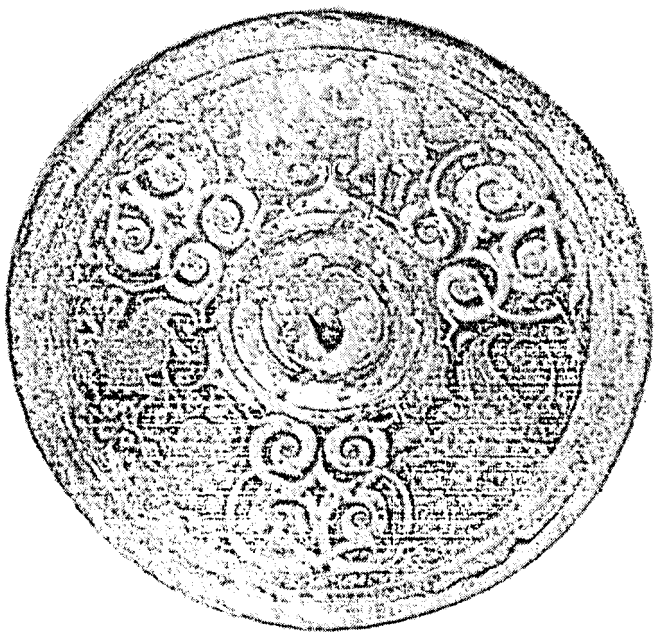


Figura 10.57: Verso de espelho de bronze, China, 3000-4000 a.c [1]

Conta uma lenda chinesa que existem animais nos espelhos, por isso, os versos dos espelhos são usados como mandalas, para meditação, e usualmente representam animais nas quatro direções. Aqui estes animais são subservientes à simetria das seis direções do espaço, visto como o ciclo de tempo à volta do eixo estático. Estes ciclos do universo manifesto são os múltiplos reflexos da unidade. Assim como o universo foi comparado pelo antigos a um espelho onde Deus contempla a si mesmo, os espelhos são para a auto-contemplação (no sentido místico). Como o reflexo da lua, os espelhos são portas de passagem onde a alma irá passar. Figura 10.57.

A figura 10.58 simboliza a terra, *K'un*, que recebe o poder dos céus, *Ch'ien*, o centro estático manifesto através do quádruplo poder. Similar ao *Skati* em

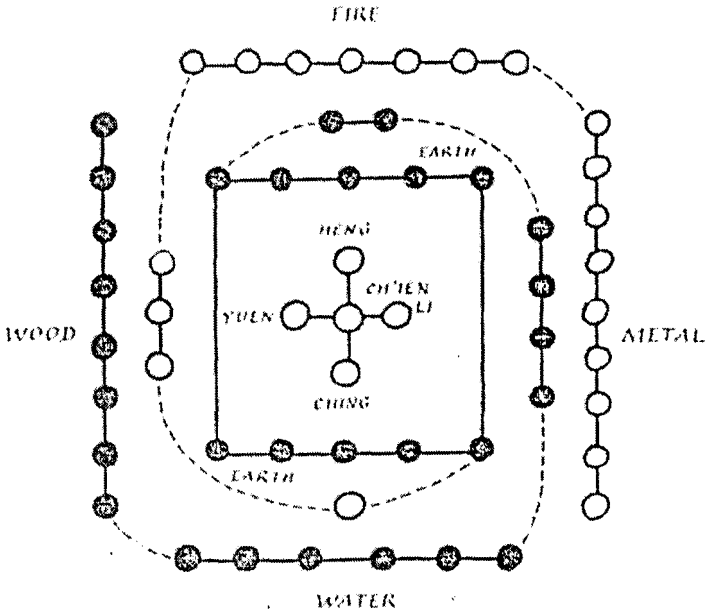


Figura 10.58: Verso de espelho de bronze, China, 3000-4000 a.c [1]

relação com Shiva, ela revela nas quatro estações e direções o desenvolvimento dos números ímpares(luz celeste) e o pares (escuridão terrestre), nos cinco estágios de mudança.

10.16 Grécia Antiga

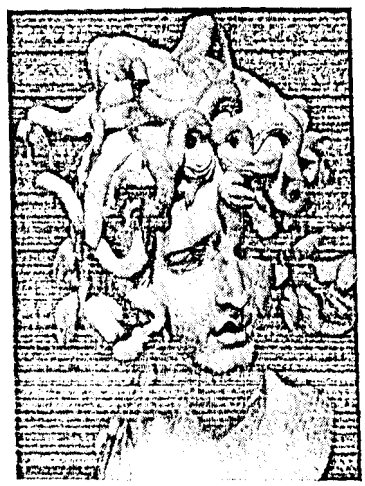


Figura 10.59: Cabeça de Medusa, Bernini, Itália, Séc. 17 [6]

Unindo o homem ao céu, a forma de seu cabelo descreve a natureza de seu relacionamento com aquele reino celestial e o estágio de sua evolução espiritual. Dentro do templo de seu corpo, a cabeça, "o santo dos santos", é o mais alto ponto. Seu cabelo, é sua natural coroa, é como que uma torre de uma igreja, sua conexão vertical com Deus. Representando a força do homem, forma uma antena através da qual forças espirituais podem descer. Das três *Górgonas*, Esteno, Euríale e Medusa, *Medusa* é a representação da perversão da espiritualidade e da evolução; assim ela é coroada com serpentes selvagens e caóticas da natureza indomada, subseqüentemente superada por *Perseus*, o herói e o símbolo da ordem.Figura 10.59.

Na figura 10.60 tem-se uma das primeiras Mandalas representando a orientação do homem perfeito. Devido ao relacionamento desde sua origem com as faculdades clarividentes e também do conhecimento da morte e do renascimento,

a espiral foi um símbolo que unificou o período neolítico. Esta Mandala combina o sagrados números 9 e 7 (para o homen ancestral). Nos primeiros mistérios religiosos o 9 era o número do homem perfeito, representando um estágio atravessado pela alma em seu caminho para o nascimento, e assim também o caminho de retorno para a iluminação. As sete curvas centrais representam a seis orientações e o centro estático.

Em uma moeda de *Knossos*, a espiral é representada pelo labirinto, figura 10.61, estabilizador da ordem, e o meio pelo qual o caos é transformado em cosmos e espaço sagrado.

Figura 10.60: Objeto votivo das ilhas cíclades,Grécia,2800-2000 A.C

Figura 10.61: Moeda de Knossos, Creta [6]

Uma moeda de *Knossos* lar do labirinto "original" pode ser vista na figura 10.62.

O labirinto em forma de suástica, mostra uma espiral quadridimensional revelando o espaço e o tempo através de uma estrela central. Figura 10.63.

A lápide grega da figura 10.64, mostra a alma em sua jornada, brilhando com luz radiante e coroada por chamas que representam a pérola da sabedoria, símbolo de perfeição.

A figura 10.66, mostra uma cena de batalha rodeada por espirais entrelaçadas, mostrando a relação dos destinos do homens.

O invencível Aquiles, em cujo escudo figurava um labirinto, tinha também espirais no peito que o protegiam. Mostrado aqui matando a rainha das ama-

Figura 10.62: Tetradracma de Knossos, Museu Britânico, Londres, 1000 a.c [6]

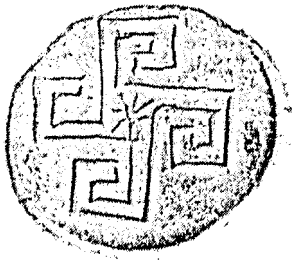


Figura 10.63: Tetradracma de Knossos, 1000 a.c, Museu Britânico, Londres [6]

Figura 10.6-1: Lápide Grega, Museu Arqueológico de Atenas [6]

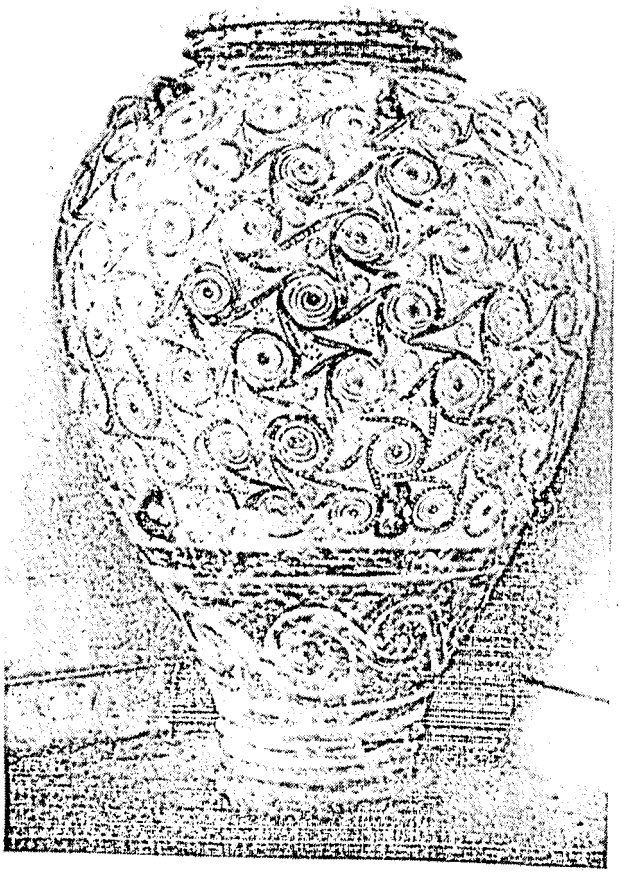


Figura 10.65: Pitos de Pseira, Museu arqueológico, Heraklitou, Creta [6]

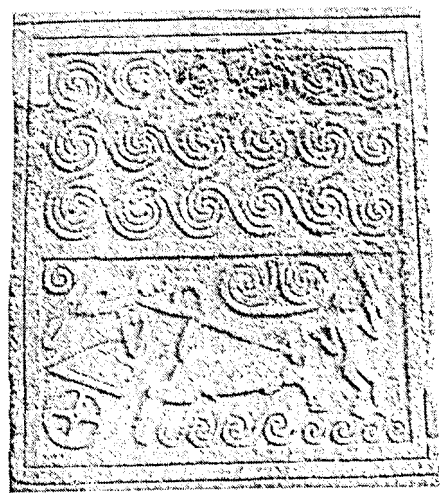


Figura 10.66: Coluna de túmulo em Micenas, Museu nacional de Atenas 2000-1550 a.c [6]

Figura 10.67: Detalhe de ânfora de pescoço de Exekias, Vulci, Itália, 530 a.c [6]

zonas, *Pentesiléia*, ele era o herói que rompeu as defesas de tróia arrastando o corpo de Heitor três vezes à volta da muralha da cidade. Figura 10.67.

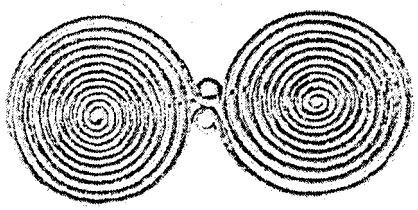


Figura 10.68: Larga fíbula [5] de bronze grega, Museu de Arte metropolitana,Nova Iorque, 1000 a.c [6]

Veja a estranha coincidência entre a espiral da fíbula grega da figura 10.68 e o estranho atrator de Lorenz (a borboleta de Lorenz).

10.17 Roma antiga

Morrendo apenas para voltar a nascer, Apolo, o sol, traz de volta a luz e a primavera. Matando o dragão da escuridão, ele representa a purificação. Coroado por espirais de ouro que são seus raios, ele é, nas palavras de Hermes Trimegistus "aqueles situado no meio de tudo e quem coloca o cosmo na coroa" [6]. Este mosaico num pavimento romano, ao mesmo tempo circular, espiral e quádruplo, é, como muitos labirintos pavimentados nas catedrais medievais, uma mandala e a representação do universo. Figura 10.69.

O labirinto da figura 10.70 rascunhado num pilar pintado a 2000 anos estava na casa de *Lucretius*, com a observação:*Labirintus, hic habitat Minotaurus.*

10.18 México

"Para buscar a perfeição do espírito guerreiro deve-se ter como única tarefa digna de seu esforço sua coragem" [5] dizem os xamãs mexicanos. "o humor de um guerreiro clama por controle sobre si mesmo ao mesmo tempo que clama pelo abandono de si mesmo" [5]. Os vórtice de energia equilibrados no corpo e na mente deste guerreiro peruano são símbolos externos de seu estado. Em

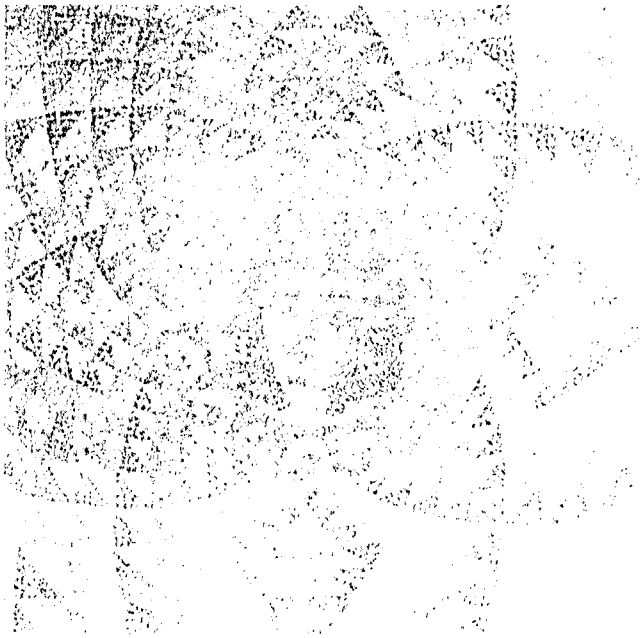


Figura 10.71: Guerreiro Mochica, Peru entre os séculos 4 e 5 d.c [5]

todas as tradições, e agora na ciência, o lado esquerdo do corpo é passivo, quanto o direito ativo : Na figura *Mochica* o pé direito do guerreiro está sobre o solo e sua mão segura uma clava, alerta e pronto para a ação enquanto o lado esquerdo mostra submissão e segura seu escudo de joelhos. Figura 10.71.

Figura 10.72: "Cabeça sorrindo", Veracruz, México, entre os séculos 6 e 9 D.C [5]

Os olhos terrestres da figura mexicana estão fechados no êxtase da iluminação, mas seus olhos espirituais estão abertos. Em forma de cruz, as figuras 10.72 e 10.80 incorporam o estado de equilíbrio entre a horizontal, os princípios terrestres, pelos quais a eles estão sendo sacrificados, e o vertical,

o princípio espiritual. Neste momento do conhecimento eles unificam as seis direções do espaço com a sétima, o ponto estático no centro do círculo sobre a qual toda natureza gira.

Figura 10.73: Serpente estilizada mexicana mostra a união do ceu (nascimento) com a terra (serpente) [5]. Figura 10.73

.

A figura 10.74, mostra a iniciação *Tolteca*. Depois de ser purificado em água flamejante, o guerreiro morto, tem que passar através do vórtice das palavras, o verbo dos deuses, as formas-pergaminho espirais que constituem o caminho, antes de retornar para as sete cavernas do lar original de sua raça para renascer.

Um deus renasce das mandíbulas do monstro da terra, tal como na árvore da vida da cabala, quando há comunicação entre dois mundos, o ponto de conhecimento, *Daat*, de um dos mundos se torna a fundação, *Yesod*, do mundo acima; assim no corpo do homem, o "terceiro olho" da tradição Hindu, se torna o umbigo do próximo. Figura 10.75.

10.19 América do Norte

As mandalas pintadas com areia colorida pelos índios Navajos são para o ritual de cura. Cada uma delas é diferente e é criada para cada pessoa a ser curada que pode também ser colocada dentro dela. Como em todos os labirintos, há um caminho que deve ser percorrido até o centro, aqui delineado pelas serpentes opostss, segundo a tradição Navaja, concebidas por serem particularmente poderosas. O centro é um quádruplo círculo simbolizando a integração das partes constituintes da psique. Figura 10.76.

10.20 Idade Média

Kundalini é freqüentemente representada como duas serpentes que figurativamente se opõe. É necessário acordar e balancear esta energia como os ventos através de canais ativos e passivos da espinha ou as colunas ativas e passivas da árvore da vida (figura 10.77); Seu *Sephiroth* (a cabeça) corresponde a diferentes planetas e faculdades dentro do homem. Através da ativação do eixo central, o

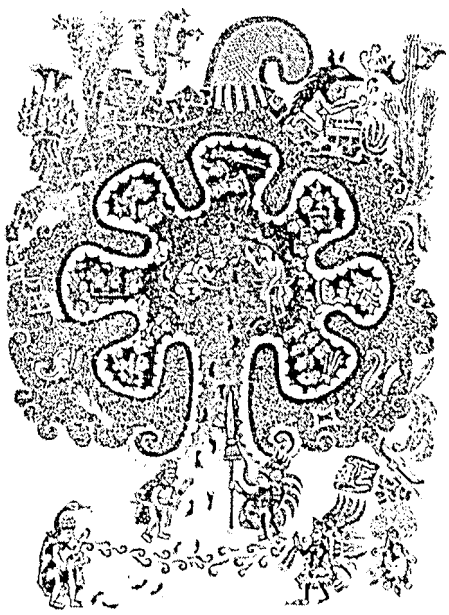


Figura 10.74: Figura Tolteca [5]

Figura 10.75: Estela em Cozumalhuapa, Guatemala, séculos 500-900 d.c, Museu für Völkerkunde, Berlin [5]

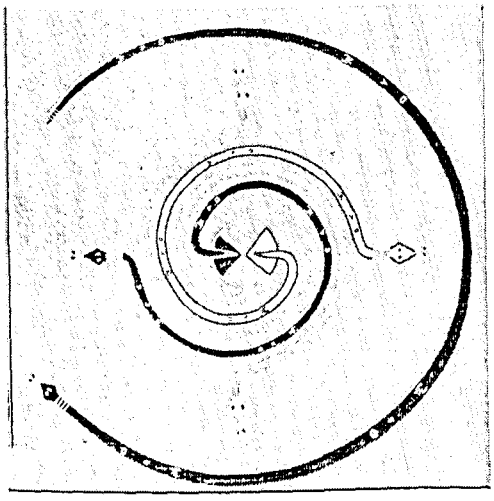


Figura 10.76: Areia pintada dos Navajos - Sandpaintings of the Navajo Shooting Chant - Glayds A. Reichard and F.J. Newcomb [6]

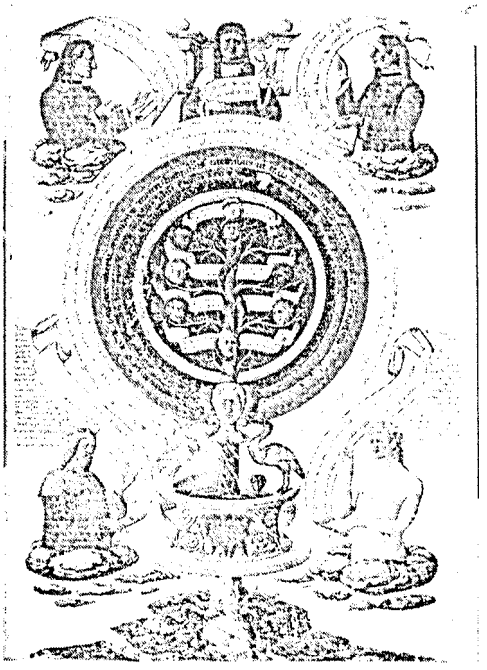


Figura 10.77: Ilustrações para a Ópera Chemica de Raymond Lull séc. 15 [6]

cume ou objetivo pode ser alcançado, que é a imortalidade do homem perfeito. Figura 10.34.

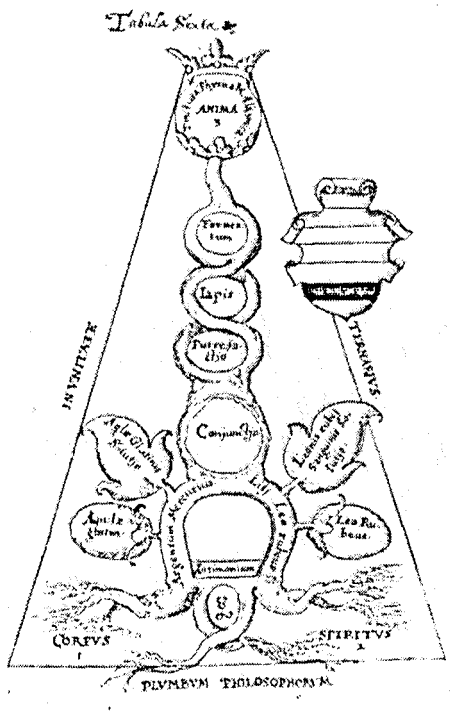


Figura 10.78: Ilustração de George Ripley para a edição de *Essência da Alquimia*, 1676 [6]

A evolução da alma no grande trabalho alquímico envolve a revelação de duas energia sutis, sulfur e mercúrio. No *Hermeticismo (alquimismo)* esses dois elementos são chamados naturais. Então: " a natureza se compraz na natureza; a natureza contém a natureza; e a natureza pode superar a natureza" [6]. O alquimista *Nicolas Flamel*, em seu *Sobre as figuras Hieroglíficas*, escreveu a respeito da sulfa e do mercúrio: " existem duas serpentes que estão à volta do caduceu, o bastão do deus Mercúrio, e por meio do qual Mercúrio exerce seu grande poder e transforma à sua vontade, contanto que a natureza permaneça indomada, a oposição das duas forças é manifesta de uma forma destrutiva e tóxica." [6] Foi Mercúrio, através da separação das serpentes com um seu

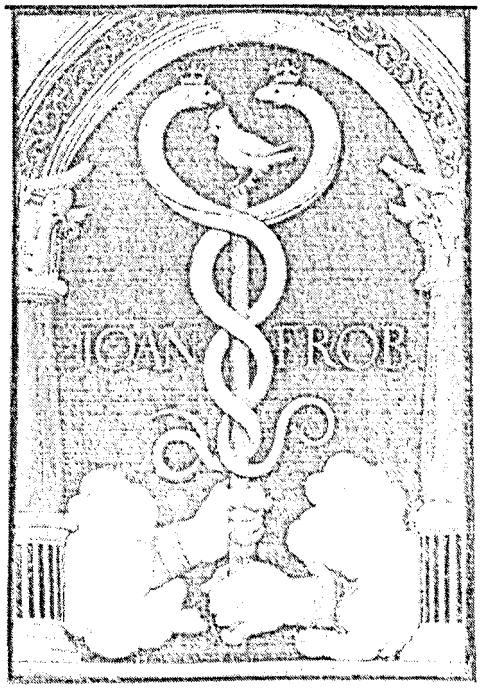


Figura 10.79: Caduceu, Holbein, 1523 [6]

bastão, quem introduziu o terceiro elemento equilibrador. *Holbein* coroou estas serpentes com as flâmulas da sabedoria, e equilibrou seu poder com a pomba. Figuras 10.78 e 10.79.

Figura 10.80: Crucifixo coberto de bronze, Irlanda, 7 séc. D.C [6]

Desde que a morte é o nascimento no mundo espiritual, o deus da morte é um símbolo do conhecimento, como é a Cruz ou a árvore da vida; O Salvador é a serpente da sabedoria. As forças cósmicas vistas aqui, permeando o corpo de Cristo, são as mesmas do chacras Hindus ou a "brilhante unidade" dos judeus, o *Sephiroth* na árvore Cabalística (figuras 10.14 e 10.15), e sua contraparte planetária. Elevando-se para encontrar estes centros estão os canais sutis e verticais. Em sua cabeça está a tríplice coroa flamejante, o vórtice no sentido anti-horário simboliza o espírito que desce. Equilibrados pelos quatro evangelistas, o Cristo está na unidade com está a quádrupla natureza e os quatro mundos. Figura 10.80.

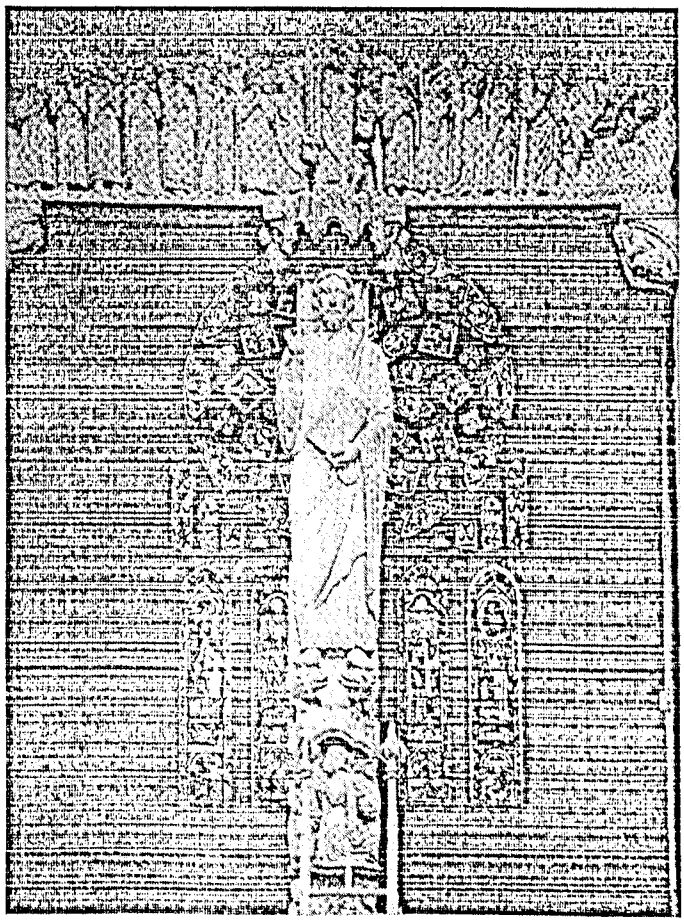


Figura 10.81: Catedral de Chartres, porta sul, Janela em forma de rosa, Séc. 13 [6]

Os chacras orientais, a roda ou os centros vorticosos de energias sutis do corpo eram também chamados Lotus. A porta sul da catedral de Chartres era aberta para os cavaleiros, que eram considerados como tendo alcançado o nível espiritual requerido para o entendimento das coisas santas; quando eles entravam, suas cabeças estavam à altura dos pés do Cristo. Através da porta eles veriam o Cristo cintilante e .n8ando uma espiral brilhante de Luz multicolorida e assim formando um halo. A janela em forma de rosa produzia uma cintilante mandala.Figura 10.81.

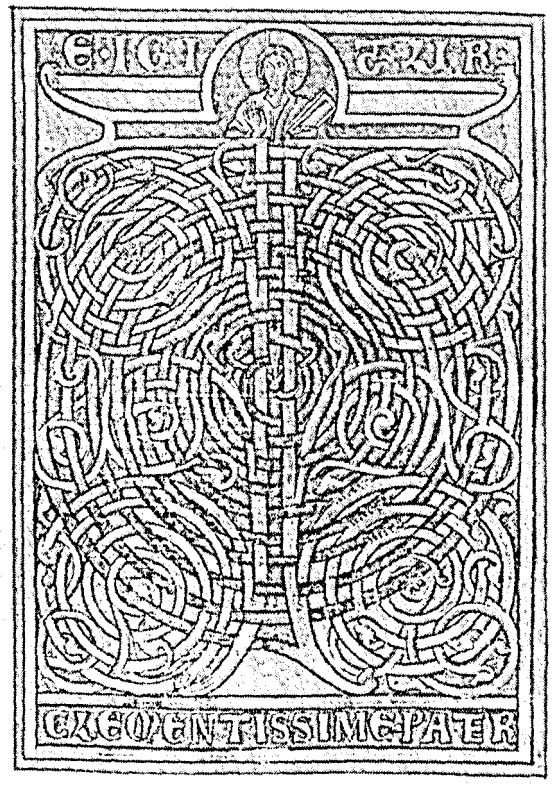


Figura 10.82: Tau inicial, Berthold Missal, Alemanha, princípio do século 13 [6]

O Cristo é visto coroando o *Axis Mundi*, a conexão vertical com o céu , equilibrado pela horizontal, o princípio físico e as curvas da manifestação. Esta Cruz tau, a árvore do conhecimento, mostra o fluxo dentro do corpo, e seu centros de energias sutis, com um eixo duplo e espirais opostas. A espiral

central, o coração completamente cercado, expande-se como as ondas do oceano para abraçar o universo. Figura 10.82

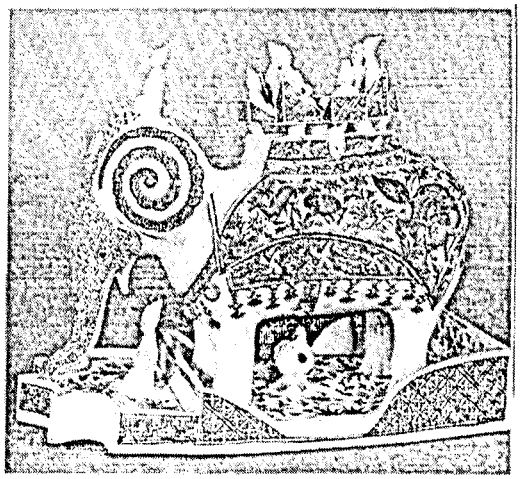


Figura 10.83: Elefante de porcelana, Irã, Séc 17 D.C [6]

O elefante é freqüentemente conhecido como o " pilar do universo". Sua posição sólida, e a espiral de suas orelhas , o faz um símbolo da orientação cósmica. Entre os vórtices opostos, as figuras coroadas participam do fluido vital cósmico do qual o elefante original emergiu. Figura 10.83.

O progresso do peregrino para a cidade celestial é a jornada do homem em busca da iluminação, a espiral da revelação consciente é a mesma das situações recorrentes nas curvas sucessivas. Como em toda indagação ou jornada, o está simbolismo na curva da vida, o herói é acossado por grandes obstáculos. Essas crises e testes atuam como conjunturas para seu crescimento e evolução. Figura 10.85.

Um aluno de *Boehme*, *Gichtel* [6], no século 17 , colocou a espiral cósmica ou " a roda da natureza" dentro do corpo do homem, tal que o corpo celestial pudesse se relacionar com seus correspondentes centros energéticos, os chacras. Ele denominou este homem de terrestre ou pecador, já que o seu caminho espiritual possui direção incerta, ou ainda é obstruído pelos centros, que como os perigos do caminho dos peregrinos , aparecem como os vícios da natureza humana. Figura 10.86.

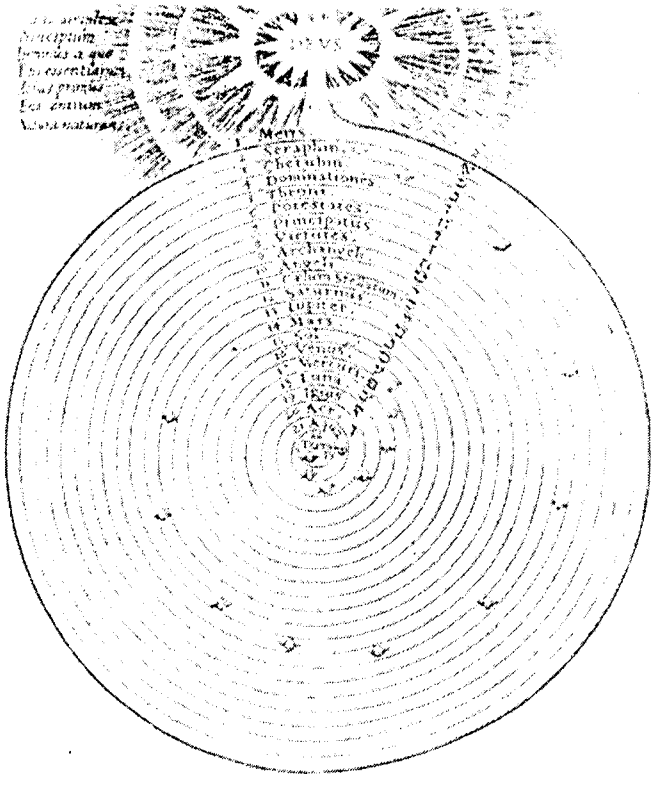


Figura 10.84: Diagrama de *Utriusque cosmi...historia*, Robert Fludd, vol 2, 1617 [6]

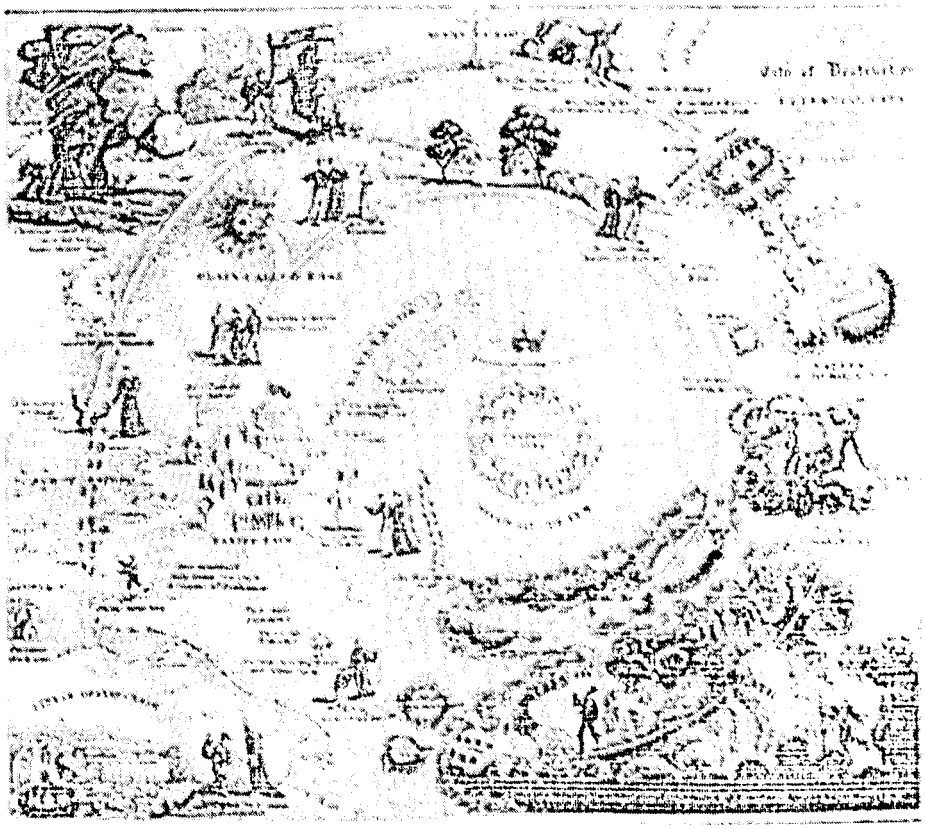


Figura 10.85: O progresso dos peregrinos, John Bunyan, Inglaterra, edição Séc. 19 [6]

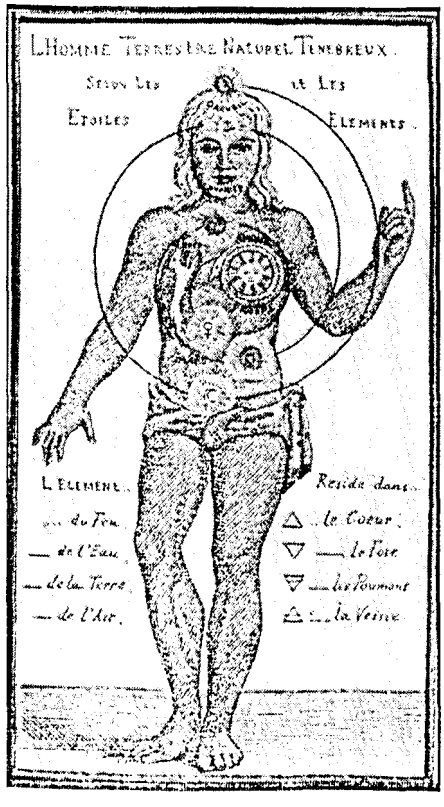


Figura 10.86: Theosophica Practica, J.G. Gichtel, edição de 1898 [6]

A evolução do espírito é um caminho espiral ascendente para Deus. a torre de Santo Ivo della Sapienza é feita de $3\frac{1}{2}$ de espirais, iguais àquelas da serpente *Kundalini* dos ensinamentos tântricos. Ela só pode ser percorrida pelo caminho espiral e é encimada por uma coroa de fogo, simbolizando a luz quem irradia da iluminação interior e o domínio desta força. No topo para aqueles que conseguiram percorrer o caminho espiral, está o orbe ou a esfera encimada por uma cruz, que simboliza estado interior de totalidade e santidade. Figura 10.87.

O bastão pastoral, carregado pelos bispos e também pelos faraós egípcios, é o símbolo do divino poder criador. Simboliza também o guia que conduz a alma em sua jornada espiral de regeneração, é aqui simbolizado pelo renascimento do cordeiro de deus das mandíbulas da serpente. Representando a morte e a iniciação, por ser engolido, o cordeiro, mostra o retorno à inconsciência e ao caótico. Ao renascer, como surgido do labirinto, é o triunfo da ordem e a obtenção do domínio sobre as forças-serpentes naturais.

Os monges irlandeses, trabalhando em suas ilhas rochosas, cercados com-

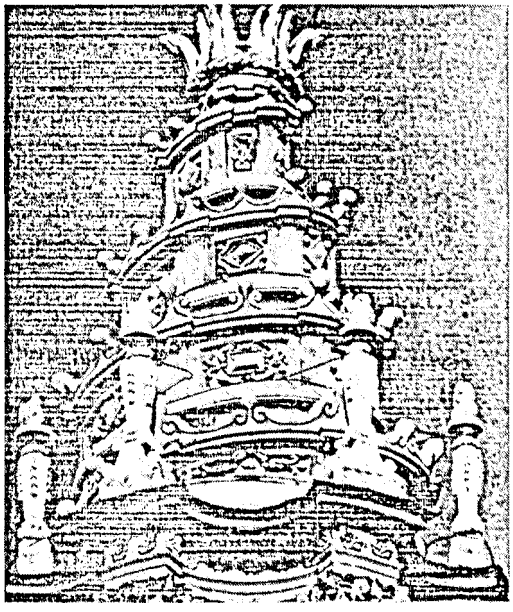


Figura 10.87: Lanterna de Santo Ivo della Sapienza, Francesco Borromini, Roma, 1642-1660 [6]

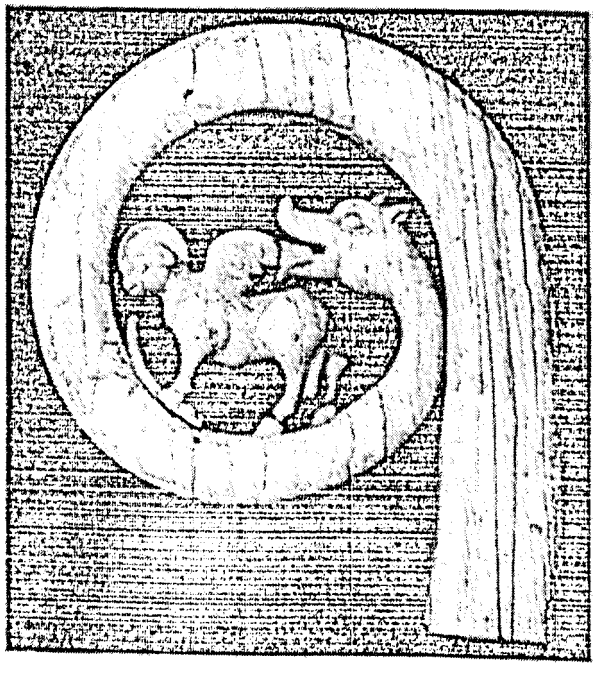


Figura 10.88: Crozier, Itália, século 12 d.c [6]

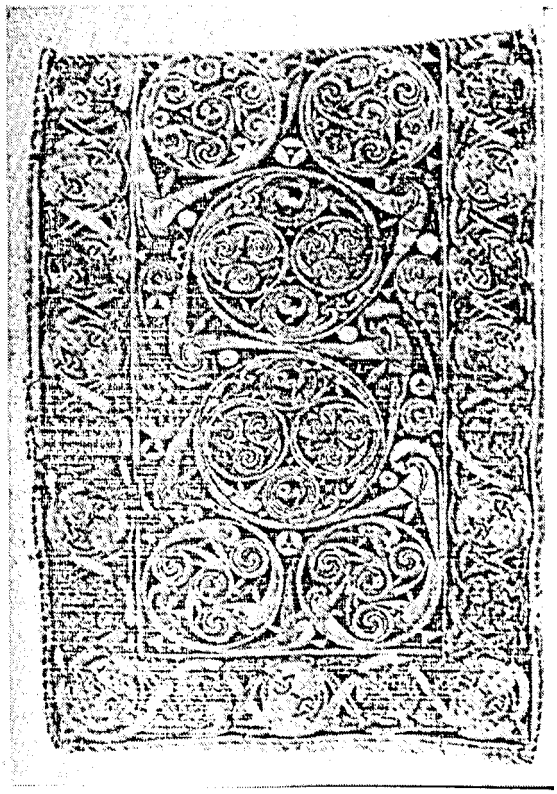


Figura 10.89: Página do livro de Durrow, Irlanda, século 7 d.c [6]

pletamente pelo oceano, estavam em perpétuo contato com os movimentos vorticosos do cosmos. A página intitulada "página ornamental", figura 10.89, do livro de *Durrow* é uma página para meditação e preparação para a verdade do evangelho que vinha a seguir. Feito com uma única linha, como o revelar e ocultar dos arabescos islâmicos, essas pequenas pétalas de flores representam a criação contínua e dissolução do mundo.

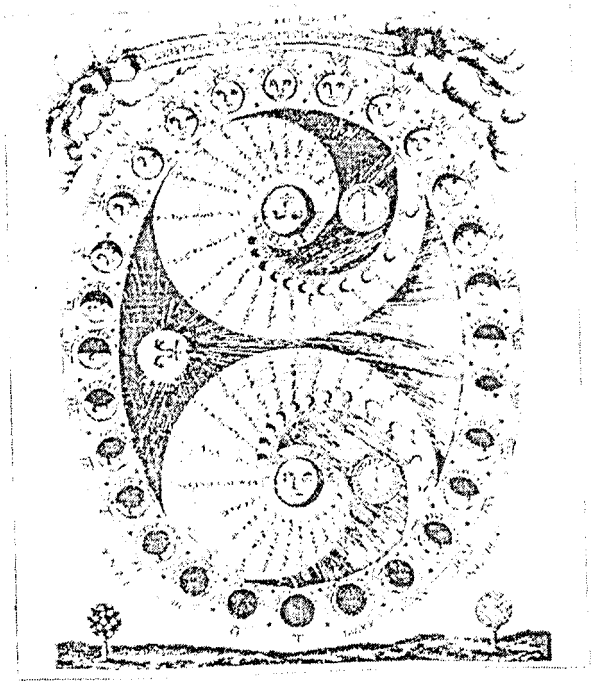


Figura 10.90: As fases da lua, Athanasius Kircher, Alemanha, século 17 [6]

Em seu perpétuo calendário lunar, mostrando as fases da lua, figura 10.90, Kircher, ilustrou a unidade da matemática, misticismo e mitologia. Pelo uso das propriedades acumulativas da espiral aritmética, ele aparentemente indicou os incrementos lunares e os deslocamentos aproximados do nascer diário da lua. Isto torna possível ler as horas do nascer da luz em cada fase sucessiva. Cada uma das metades da figura, representa, respectivamente, *Luna Crescens* expandindo-se do centro e *Luna Decrescens* contraindo-se para ele. Juntas formam como uma imagem no espelho. Já que tradicionalmente a espiral é associada e mesmo identificada com lua, pela relação das fases lunares com as fase

solares ou dias, Kircher fez como Vardanega, a relação dos ciclos e da espiral.

Figura 10.91: Página do psalter, Marienthal, perto de Zittau, Alemanha, século 13 [6]

Labirinto-mandala com a cabeça do Cristo ao centro. Figura 10.91.

A serpente-labirinto era uma representação em voga na idade média e acontecia no pavimento das igrejas, como a das igrejas italianas. Figura 10.92.

O cristo da figura 10.93, possui uma espiral no umbigo através do qual ele se materializou neste mundo. Quando ele ascende, passa pelo portal que separa "as formas do verbo", representado pelas figuras humanas, para a forma celeste, simbilizada pelo sol e pela lua acima da cruz.

O bispo da figura 10.94, como Mercúrio, que carrega o caduceu, é o guia das almas; ele carrega seu bastão, que conduz o homem em sua jornada espiral.

O labirinto é encontrado em todas as culturas e períodos históricos. Na cristandade ele aparece não somente nos pavimentos de muitas catedrais medievais, mas também nas antigas cruzes de pedra. Figura 10.95.

A cruz de Aberlemno, figura 10.96, mostra o vórtice no coração do corpo sutil do homem. À direita estão dragões entrelaçados, que equilibram as energias

opostas como no caduceu. As sete espirais, como as volutas no centro, mostram as seis direções do espaço e o centro imóvel. À volta delas estão as quatro esferas ou mundos, e na cabeça está a cruz diagonal: os vórtices ascendente e descendente.

O nicho para as preces islâmicas ou *mihrah* é a lembrança da divina presença no coração. Cercada pelo domo, que é o coração do universo, o *mihrah* é o santuário interno onde a palavra de Deus é proferida. Espiralando através deste nicho e através da concha dos divinos ouvidos, estão os vórtices reverberando O verbo.

Teseu luta contra o Minotauro, figura 10.98, no labirinto que também representa o cosmos e a luta contra a imperfeições humanas.

O jogo infantil, amarelinha, é chamado em alemão *Tempel* ou *Himmelhüpfen*, ou seja, templo ou céu esperado e relembra o ritual do labirinto praticado pelas crianças da antiga Toscana e Roma. O jogo infantil mostrado na figura 10.99, é uma forma francesa, *marelles*, ou *marelle ronde*, ou ainda *le colimaçon* (a serpente). Ele mostra os diferentes estágios do caminho místico.

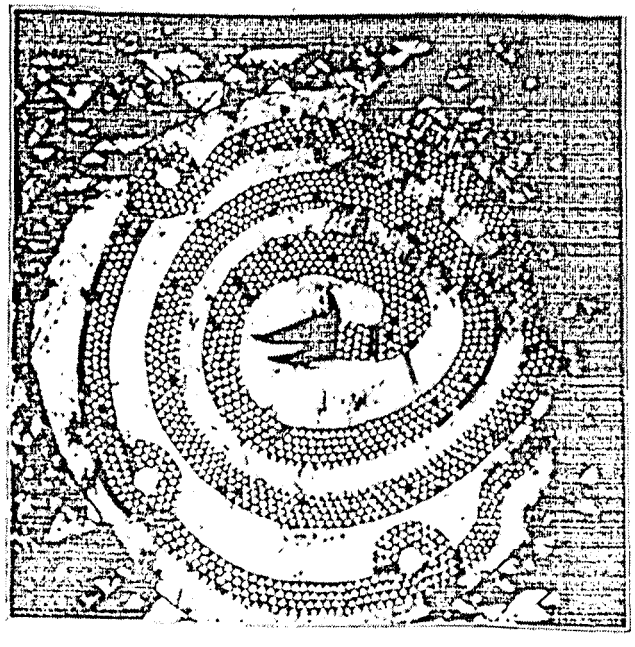


Figura 10.92: Mosaico na Cúria, Roma, entre os séculos 6 e 12 [6]

Figura 10.93: Miniatura do pergaminho de Exultet, Roma, século 12 [6]

Figura 10.94: Relevo em pedra do Arcebispo Ludolph, Catedral de Magdeburg, Alemanha, 1192 [6]

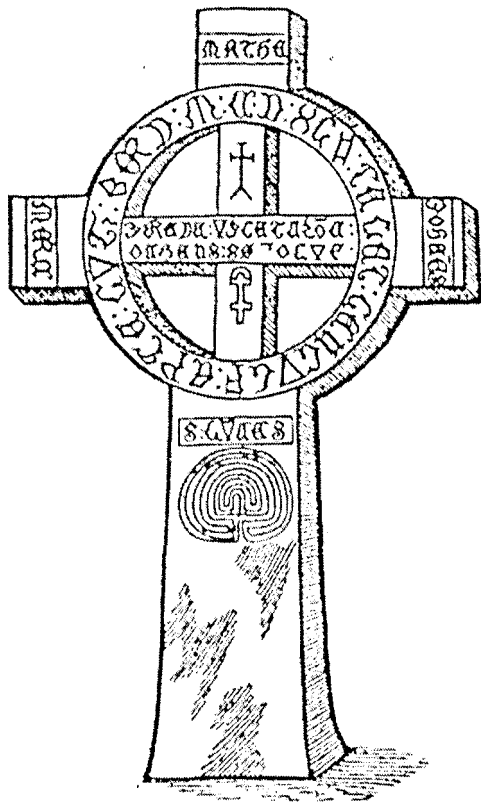


Figura 10.95: Cruz rúnica dinamarquesa, depois de O. Worm, *Antiquitates Danicae*, 1651 [6]

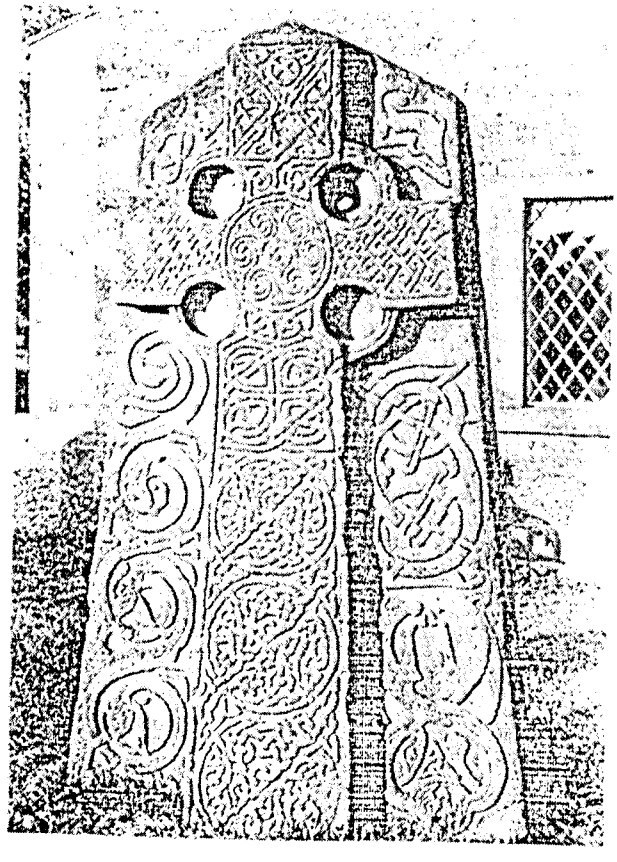


Figura 10.96: Cruz parisiense, Aberlemno, Escócia [6]

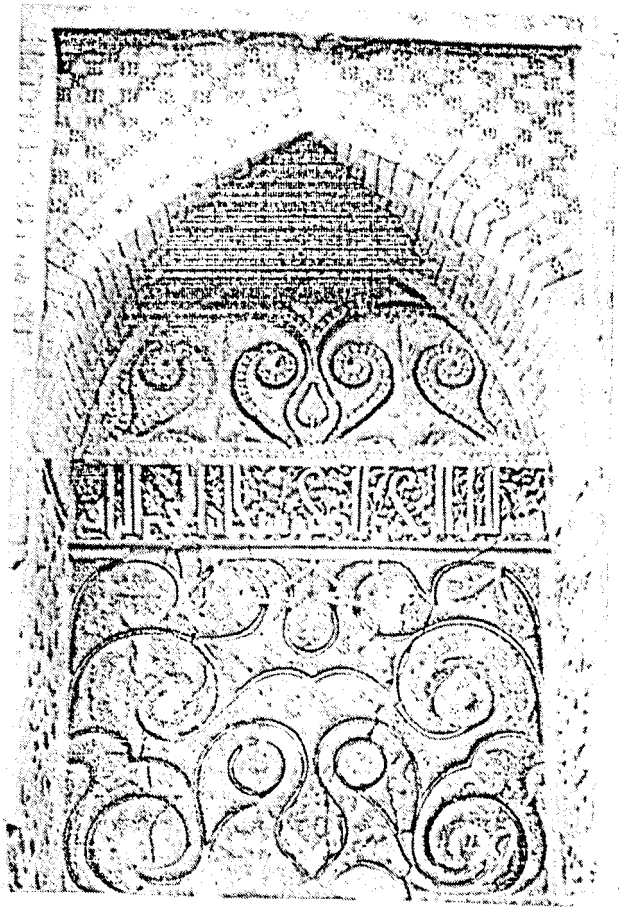


Figura 10.97: Mausoléu de *Shayah Muhammad ibn Bakran* em *Pir Bahran*, Irã, 1299-1322 [6].

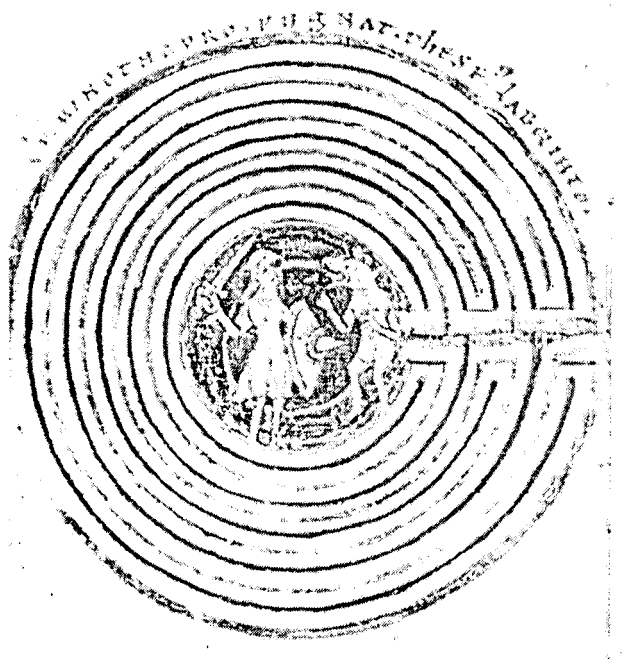


Figura 10.98: Coletado e transcrito no St. Emmeram, editado em 1145, Bayerische Staatsbibliothek, Munich [6].

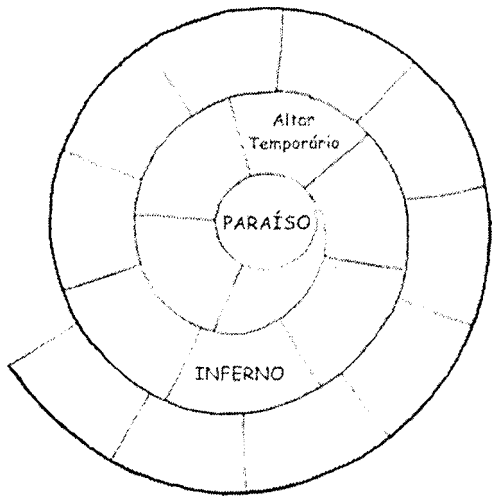


Figura 10.99: O Jogo amarelinha na França medieval [6]

O labirinto mandala da figura 10.100, tirado das telhas de uma abadia, mostra que, antes do homem alcançar o diamante do corpo no centro imóvel do seu ser, ele deve saber o caminho através de cada uma destas quatro partes. Como as mandalas tradicionais do oriente, esta é um círculo, que tem quatro portões cardinais, entre os bicos das oito fênix, e contém o quadrado. O quadrado é delineado através de um labirinto quádruplo, diagonalmente orientado como uma cruz; Os vórtices do céu e da terra se encontram no centro.

Depois de descer da crucificação, depois de espiralar de volta ao corpo celeste como a árvore da vida no reverso da criação, Cristo desceu ainda mais e foi aos infernos e formou o caminho ascendente para o homem seguir, para a suprema união total, simbilizado pela coroa na figura 10.101. No ponto de perfeição final, os vórtices (vistos aqui como triângulos que se interpenetram) irão se entrelaçar e formar a estrela de Salomão, a união da terra e do céu.

"A cidade de Jericó possuia a forma de lua", escreveu um autor medieval. Na cabala, quando dois mundos ou árvores se entrelaçam, a posição do *Yesod(fundação, lua)* coincide com aquele do *Daat(conhecimento, Plutão)*. Para

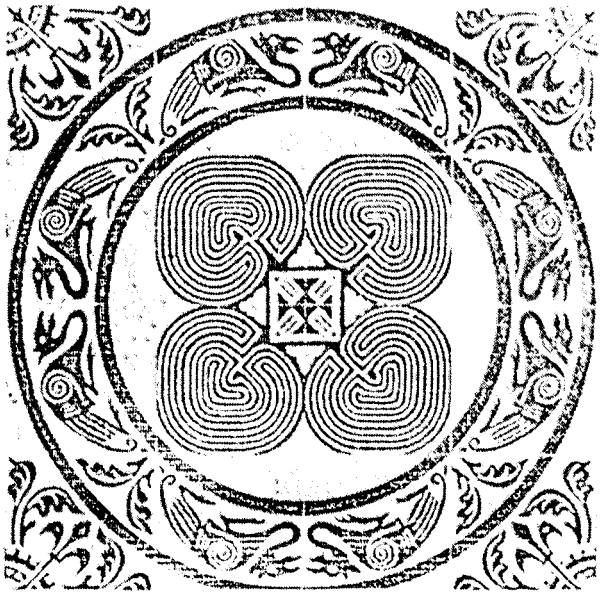


Figura 10.100: Abadia de Toussaints, Châlons-sur-Marne, França [6]

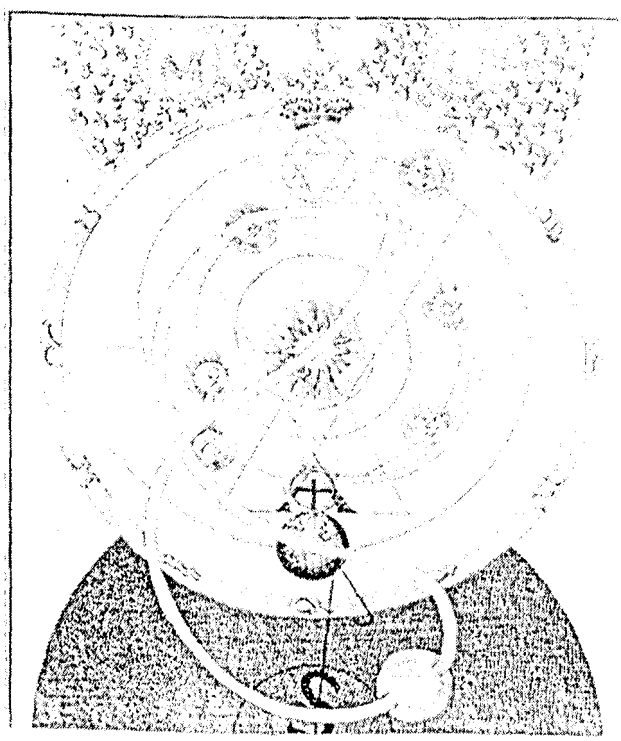


Figura 10.101: Figura de William Law, do *The Works of Jacob Behmen [Boehme]*, Londres, 1763 [6]

Figura 10.102: Manuscrito cosmográfico, coletado e transcrito no St Emmeran, editado em 1145, Bayerische Staatsbibliothek, Munich [6].

os antigos, o labirinto era uma parte da fundação da cidade. Tirando uma porção do espaço e transformando-o do caos para a ordem. As volutas que faziam a fundação também protegiam-na permitindo a entrada apenas daqueles com conhecimento do caminho. No centro está a flor de quatro pétalas. Figura 10.102.

Figura 10.103: Pilar de suporte da catedral Ferrara, Itália, 1140 [6]

A figura 10.103, mostra um infiel, representando o caos, colocado a serviço da ordem cósmica no corpo da catedral. A ordem é refletida internamente através da espiral das energias sutis que emanam de seu umbigo.

10.21 Nova Zelândia e Asia

Através das marcas em seu próprio corpo, que depois o homem escreverá numa pedra, os antigos Maoris aumentam e controlam o fluxo de energia que o vórtice representa. Assim a espiral representa a chave da imortalidade. A tradição polinésia conta como a alma depois da morte encontra uma terrível bruxa, que, devora as espirais tatuadas: "passa de *Maura*, a terra dos vivos, para *Bouro*, a terra dos mortos". Então, pelo toque nos olhos da alma, ela lhe dá a "visão do espírito". Se ela não encontra nenhuma tatuagem, devorará os globos oculares,

cegando a alma e impedindo-a de encontrar a imortalidade. Figura 10.104.

O Sri Yantra representa a criação, do casamento entre o ponto central (a original semente não-manifesta de *Bindu*), que é a consciência pura de *Shiva*, e sua própria primeira manifestação como o ponto involucionário inicial e vórtice criativo da feminina *Sakti* (os triângulos para baixo. Daí aparece toda dife-

Figura 10.104: Cabeça de Maori, Nova Zelândia [6]

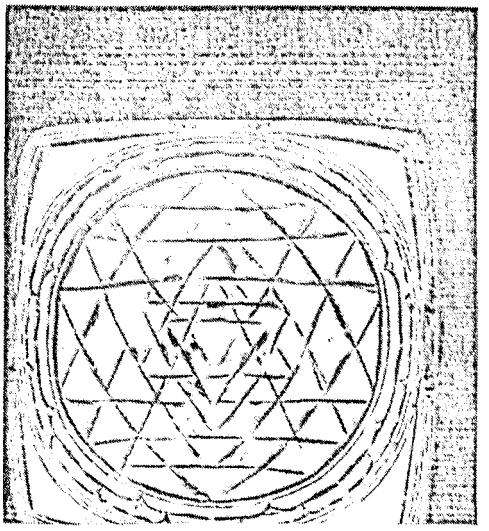


Figura 10.105: Sri Yantra, Cristal, Nepal, provavelmente século 17 [6]

renciação do mundo manifesto. A multiplicidade deste mundo é mostrada pela interpenetração dos triângulos masculino e feminino. A ascensão e descida dos vórtices de energia criativas. O mundo revelado é mostrado através das pétalas de lotus à volta da beirada desdobrando-se pelas quatro direções do espaço ou os quatro portões. Assim como a criação é a ordenação do caos, as mandalas que representam esta criação (vista como um processo paralelo, apesar de linear no tempo) são diagramas que ordenam e integram a mente. Figura 10.105.

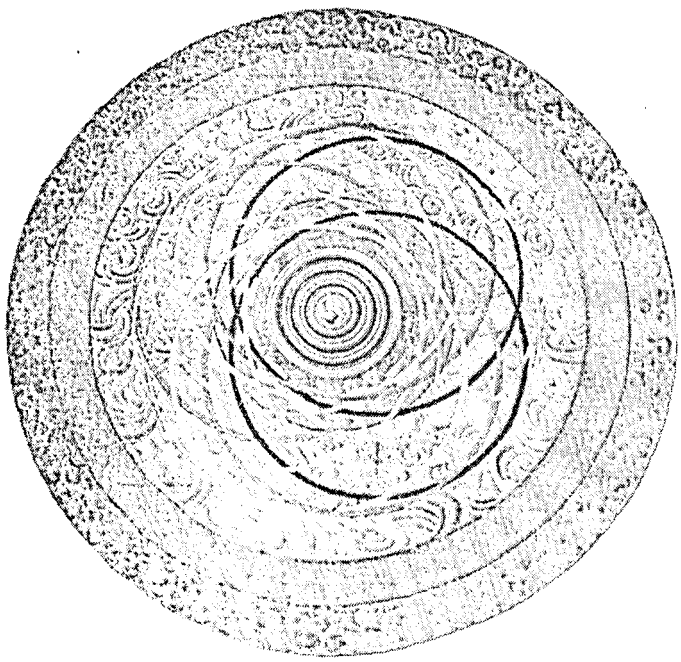


Figura 10.106: A espiral mística, afresco de mandala, pátio do templo da fortaleza de *Paro Dzong*, Oeste de Butan [6]

A mandala cósmica de *Paro Dzong*, figura 10.106, é uma de uma série nas paredes do templo que descrevem sucesivamente a espiral de energia involuindo para dentro da matéria. Este enorme afresco é descrito como um velho lama da "espiral mística", o primeiro movimento do universo. Girando no centro está a tríplice espiral; como o triângulo-vórtice do *Sri Yantra*, este é o primeiro movimento criativo do universo, que revela a quádrupla *swatika*. À volta, estão os anéis da materialização futura; após estão os doze sólidos geométricos (três

para cada elemento), e à volta deste, flutuando em meio as núvens azuis do éter, estão os doze ciclos; dois para cada uma das seis direções, representado por sua cor, e espirais de tal modo que indica a dimensionalidade desta mandala esférica.

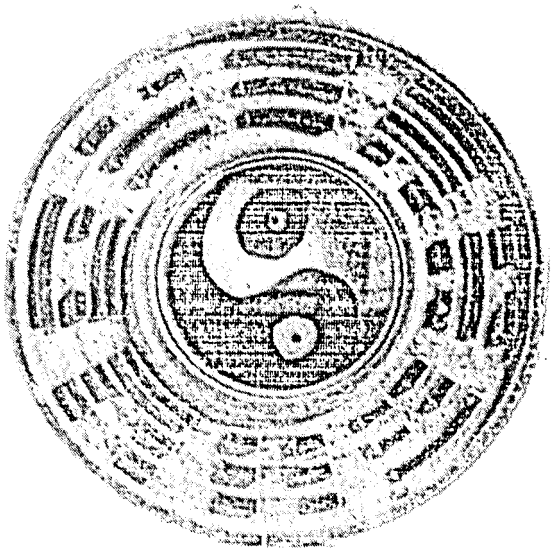


Figura 10.107: Prato de madeira, Vietnã, século 19, Museu de L'Homme, Paris [6]

O símbolo *Yin Yang* é em si mesmo o terceiro princípio. É formado pelo equilíbrio dinâmico de dois opostos. É cercado por dois trigramas, como os oitos raios da roda do Dharma. Figura 10.107.

10.22 Lugares

A torre de *Glastonbury* foi onde primeiro chegou a cristandade no nordeste da Europa, é um centro das " correntes do dragão", as forças terrestres que conectam a terra inteira através de uma complicada rede de fluxos energéticos. A torre de *Glastonbury* para os povos antigos era como o santo grau ou objetivo visto por *Gilgamesh* e muitos dos velhos heróis. A cúpula é um labirinto espiral que dá voltas em torno de seu centro simbolizando o ponto de poder cósmico. Este lugar mágico, para os povos antigos, tem uma paralelo na pequena rocha

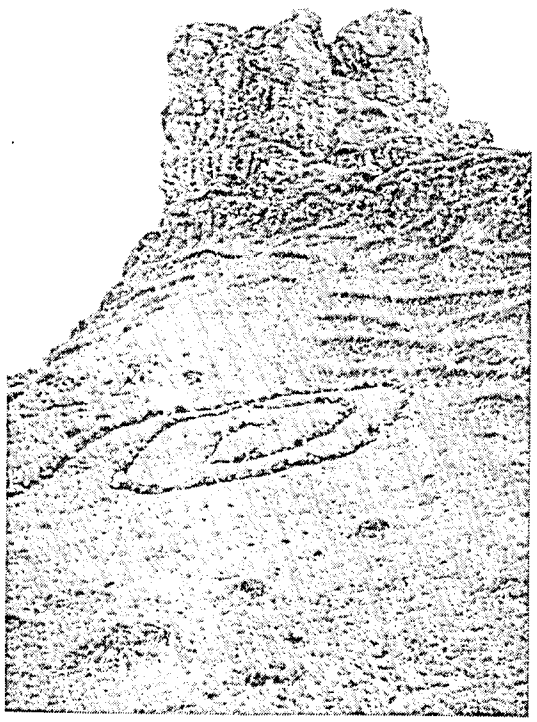


Figura 10.108: Espiral em pedra na ilha de Skye, Richard Long [6]

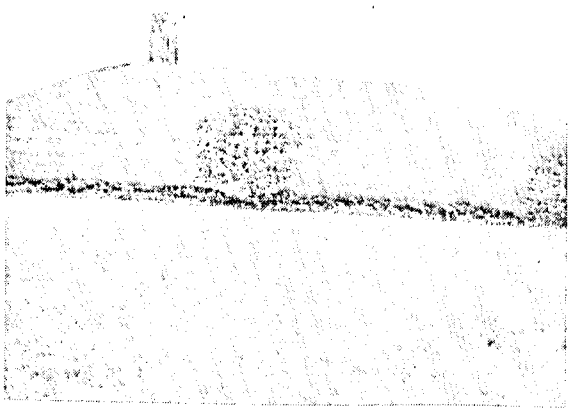


Figura 10.109: Torre de Glastonbury, Inglaterra [6]

da ilha de *Skye*, a torre oca de São Miguel, que faz, para os antigos, uma conexão vertical central com cosmo. Figuras 10.108 e 10.109.

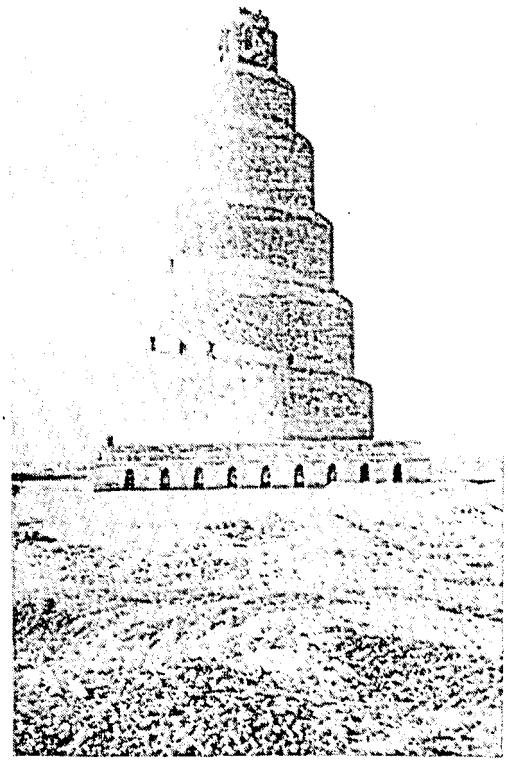


Figura 10.110: Minarete de Mosque de Samarra, Iraque, século 9 d.c [6]

A espiral ascendente das montanhas sagradas é o símbolo da expansão e evolução da consciência e sua conseqüente flama da sabedoria. Como o peregrino viaja em direção a Deus, assim sua receptividade divina encontra o homem numa espiral descendente, a manifestação do espírito. De fato, os minaretes são usados como ponto de partida para as preces. É como se as espirais dinâmicas propelissem as palavras em vórtice pelo ar em direção ao divino. Figura 10.110.

As espirais em templos antigos, muito freqüentemtente, vem em pares, como os olhos de Hórus ou a espiral "oculi" na entrada do templo Maltês *Al Tarxien*. Elas sugerem o equilíbrio dos opostos das energias vorticosas, pela qual o estado de totalidade e iluminação são alcançados. Figura 10.111. Como na passagem entre as duas colunas opostas da árvore da vida, para a iniciação da alma ela

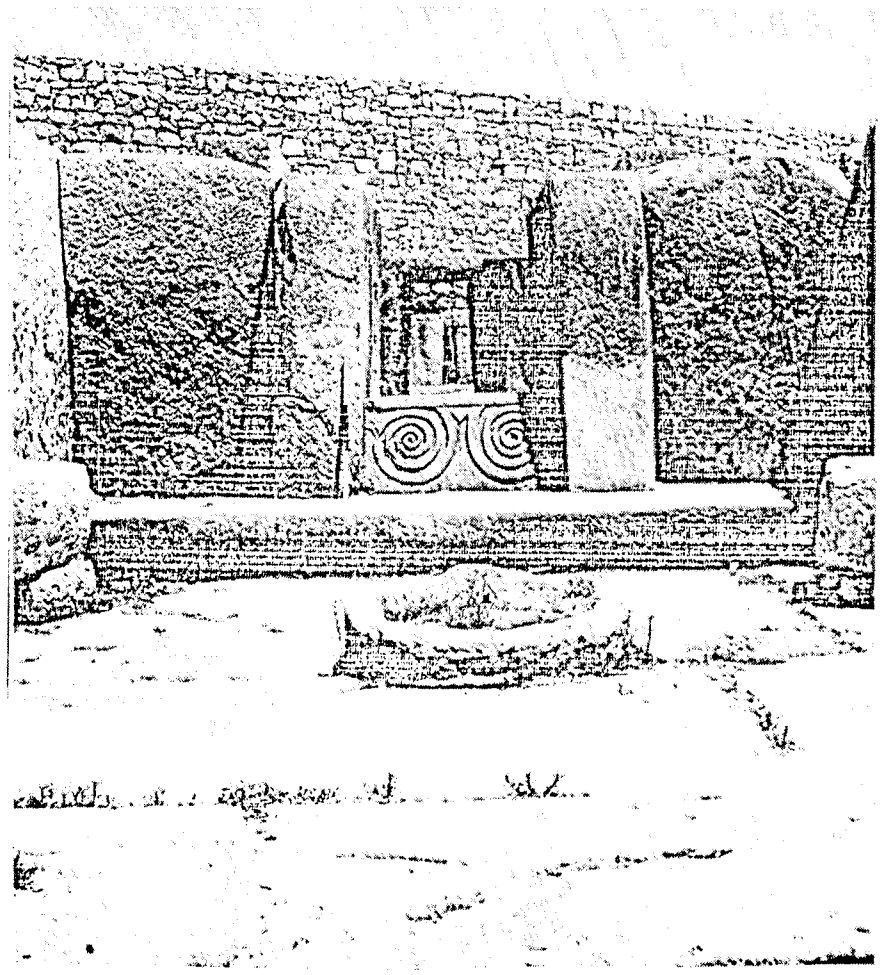


Figura 10.111: Templo de Al Tarxien, Malta, 2400-2300 a.c [6]

entra em contato com o eixo vertical estático, o movente imóvel a cerca do qual o mundo natural se revolve.

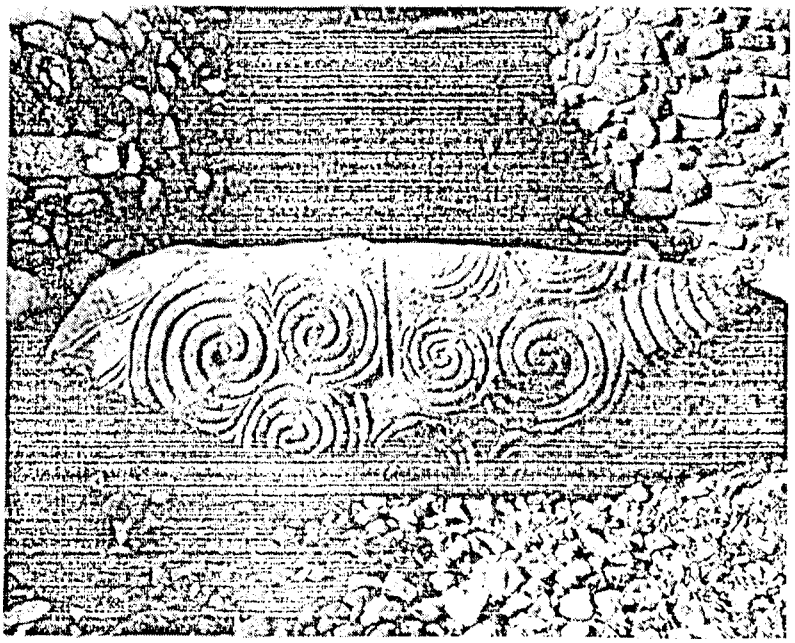


Figura 10.112: Pórtico de pedra na entrada de um túmulo em New Grange, Irlanda, 3000-4000 a.c [6]

Entrada do "Santos dos Santos". Passando uma barreira de espirais para entrar no santuário, como na passagem pelo labirinto, é necessário um passaporte para o reino do sagrado. Este reino de imortalidade é alcançado por uma morte real ou simbólica do mundo natural relativo e transitório, e seu renascimento na terra dos mortos – ou no próximo mundo. Este tema é encontrado por todo período megalítico e neolítico: Na europa, México, China, Egito etc. Tais espirais demonstram a natureza evolutiva da jornada a ser feita. Figura 10.112.

As três bolas no topo do domo islâmico, figura 10.113, significa o vórtice involutivo primordial dentro da matéria. Tradicionalmente monádico, o muçulmano expressa sua eterna peregrinação através do mundo, nos arabescos que se dobram e desdobram numa linha contínua como na respiração do cosmos. Como ela se contrai e se expande, cria o universo verdadeiro em si mesmo. A cúpula do céu é o divino coração que encerra toda criação.

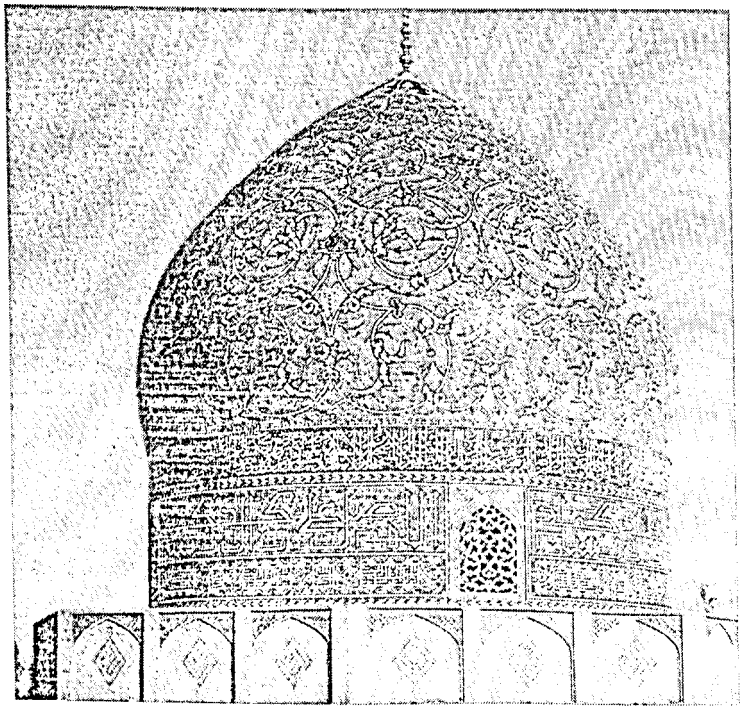


Figura 10.113: Madraseh-yi-Madar-I-Shah, Isfahã, Irã, 1706-1714 [6]

A figura 10.114 mostra um dos quatro portais quadridimensionais (os outros foram destruídos) à volta do portal principal a grande *Stupa de Sanchi.* As espirais orientadas nas colunas simbilizam as direções dimensionais.

Na figura 10.115, vê-se colunas Jônicas e suas quatro espirais nos cantos do topo da coluna.

O tesouro de *Atreus*, uma tumba real em Micenas, figura 10.116 e 10.117, traz o frontão recheado de espirais simbolizando o nascimento guerreiro no mundo dos espíritos.

Os grandes templos Malteses megalíticos eram construídos na forma do corpo de uma grande deusa. Figura 10.118.

Entre o homem e seu santuário mais secreto, e guardando o portal, como os pilares opostos da árvore da vida, estão duas espirais-úteros em forma de olhos. Figura 10.119.

A tríplice espiral equilibrada na janela de uma abadia cisterciana[6] é o cordão umbilical de ligação das forças terrestres com as celestes. Figura 10.120.

[6]Ordem Beneditina de monges fundada em 1098 na França

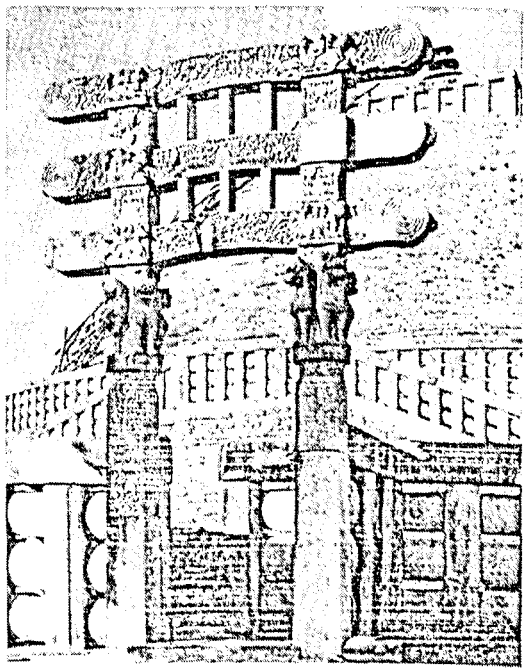


Figura 10.114: Portais dimensionais, Índia, 100 a.c [6]

Uma cidade nos tempos modernos foi construída em forma espiral, figura 10.122. *Auroville* é uma comunidade espiritual fundada pelo renomado professor Aurobindo.

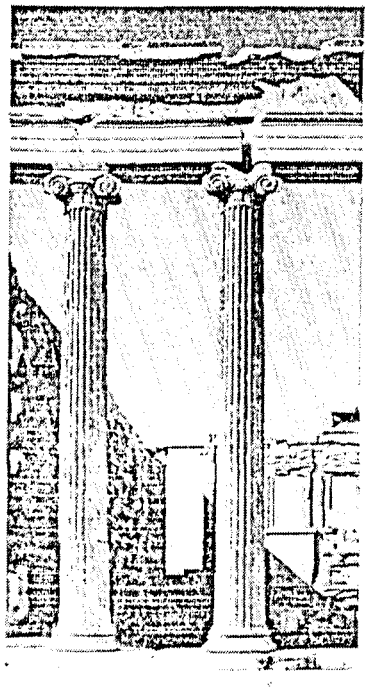


Figura 10.115: Templo de *Erecteum*, Acrópole, Atenas, 500 a.c [6]

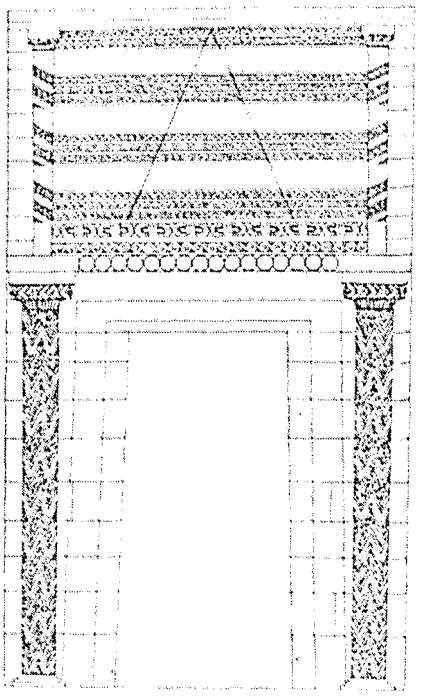


Figura 10.116: O tesouro de Atreus, Museu Britânico, Londres, 1125 a.c [6]

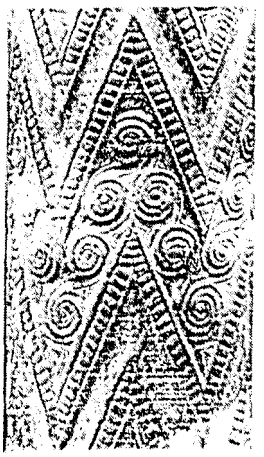


Figura 10.117: Detalhe do frontão do tesouro de Atreus [6]

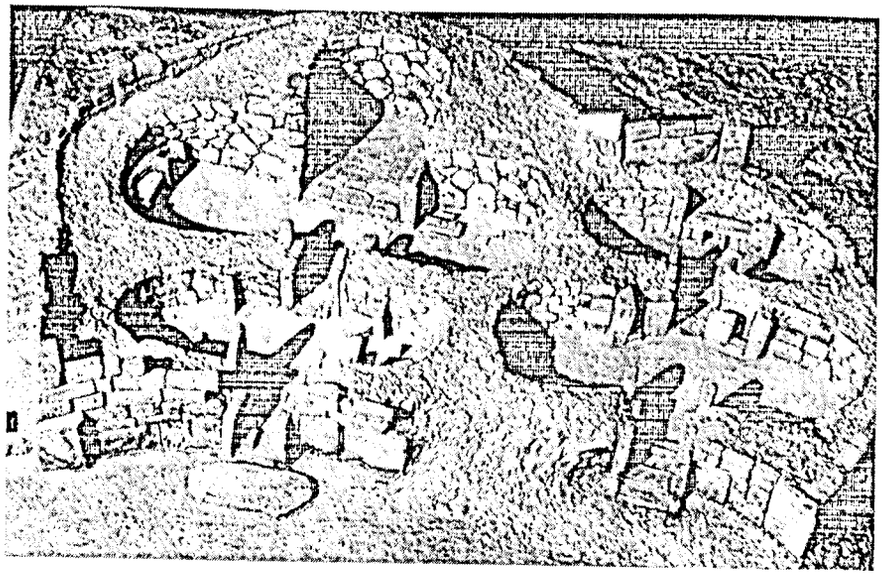


Figura 10.118: Modelo do emplo de Gagantija, Gozo, 3000 a.c [6]

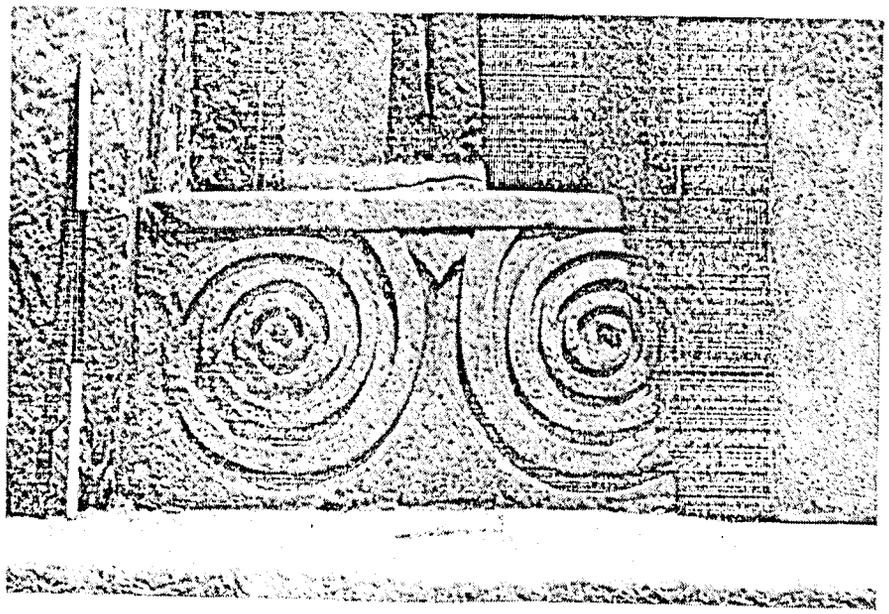


Figura 10.119: Templo em *Al Tarxien*, Malta, 2400-2300 a.c [6]

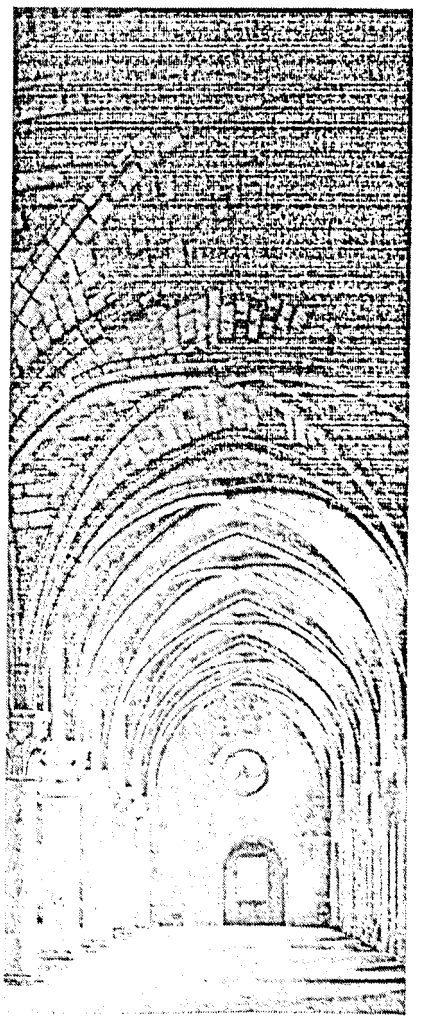


Figura 10.120: Val Meriel, Seine-et-Oise, França [6]

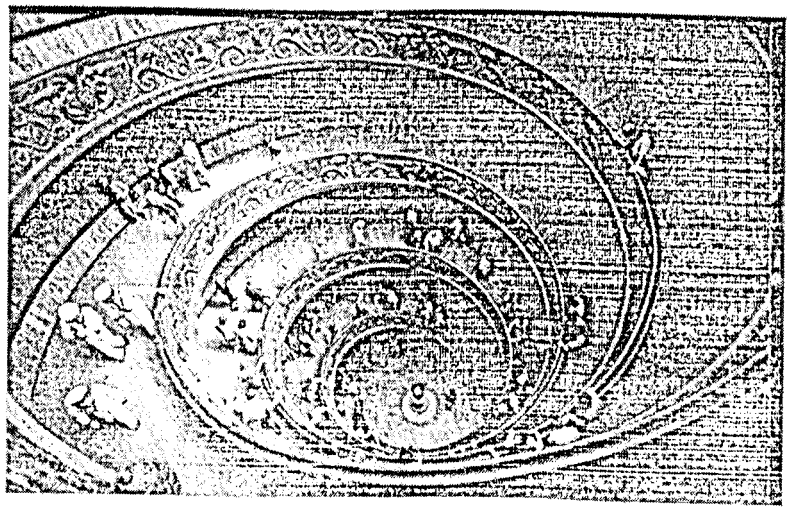


Figura 10.121: Dupla escadaria espiral cavada na colina do Vaticano, Roma [6]

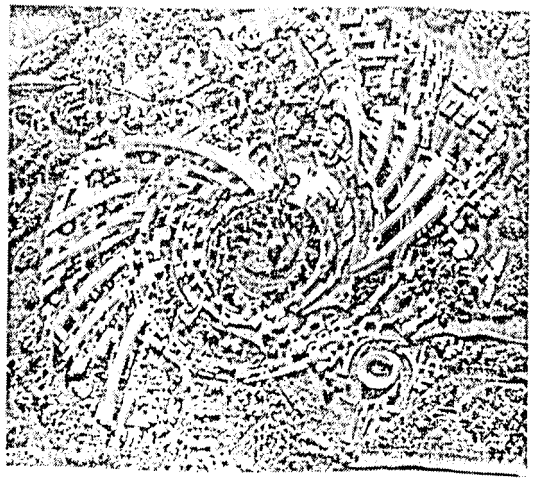


Figura 10.122: Modelo de Auroville, Pondicherry, Índia [6]

Capítulo 11

A Espiral nas Artes

11.1 Artes Plásticas

Um grande quantidade de famosos pintores de todos os tempos se viram intrigados com a espiral e seu simbolismo, aqui cita-se alguns:

11.1.1 William Blake

A árvore da vida, ou conhecimento, é a espiral das energias vitais no corpo, mostrado aqui como duas correntes ou forças entrelaçadas. A serpente da sabedoria, cuja energia oferece ao homem a sabedoria e o autoconhecimento deve ser dominada. O mundo revelado pelas curvas da serpente cria um eixo central e por causa disto separa a unidade da dualidade, o observador do objeto, o bem do mal e todos os contrários através dos quais os homens ganham o entendimento das coisas, e através dos quais o homem pode olhar para atrás e ser autoconsciente: não mais estará no subjetivo estado de Eden. Mas, como *Blake* mostra na figura 11.2, *Maya*, a diferenciação da visão do mundo, permitido pelo dualismo, pode enlaçar os homens em suas volutas de ilusão: o espectro usando a razão sem imaginação, com uma percepção quantitativa e materialista do universo. A serpente do poder deve ter sua polaridade balanceada ou ela arrastará o homem num vórtice descendente. Mas, através de um equilíbrio dinâmico das forças das duas serpentes dentro do corpo, o homem pode alcançar a unidade enriquecida pela multiplicidade.

Figura 11.1: A queda dos espectros, William Blake, a profecia, 1793

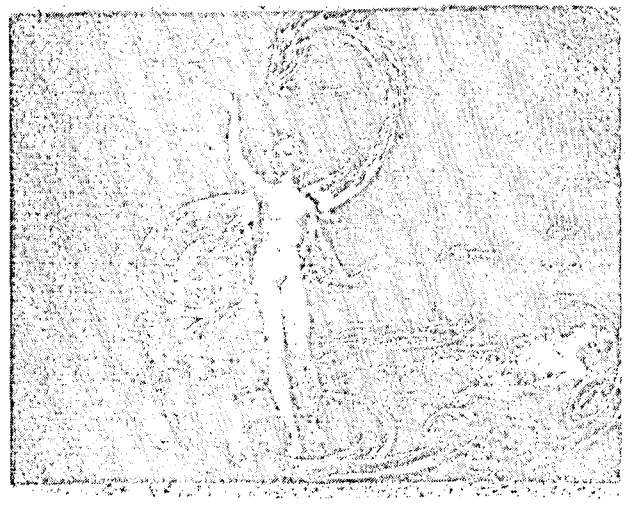


Figura 11.2: Eva e a serpente, William Blake, 1796

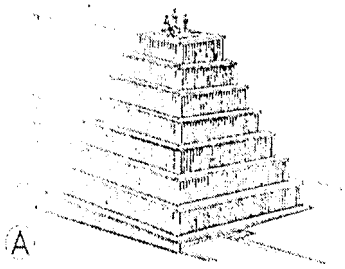


Figura 11.3: Pirâmide em degraus dos Caldeus, de *A história da arquitetura* de Banister Fletcher, Batsford, Londres, 1924

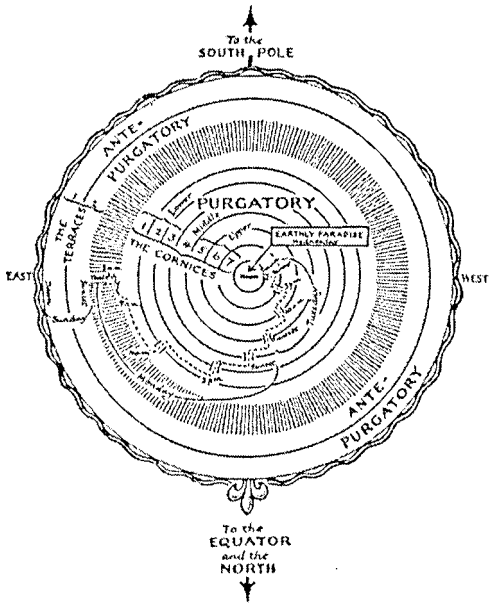


Figura 11.4: Planta em corte do monte purgatório

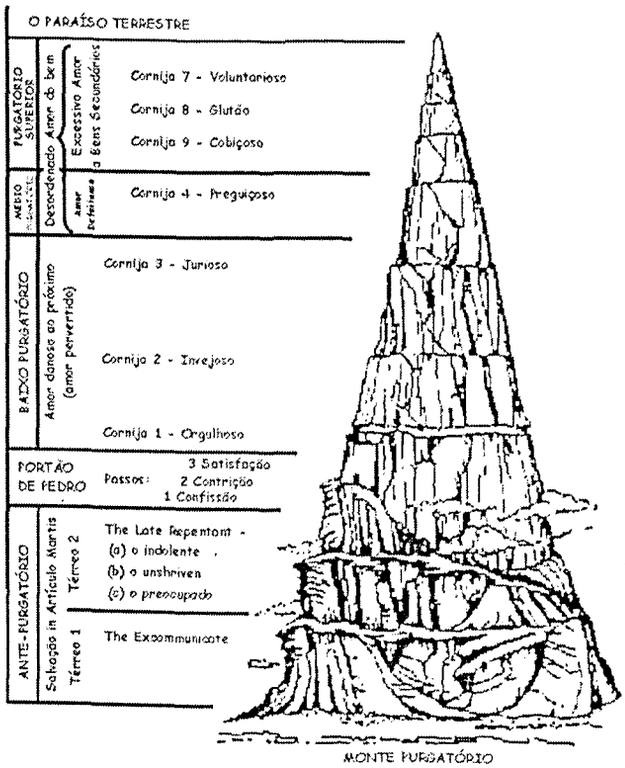


Figura 11.5: Monte Purgatório do "inferno" de Dante

A ascenção de uma montanha sagrada, como o zigurate, representa a espiral do desenvolvimento da consciência. Aquilo que é desordenado e diferenciado na base ou periferia se torna concentrado e ordenado no topo. O zigurate, segundo dos antigos Babilônios, tinha sete degraus, um para cada órbita celeste. Figuras 11.3, 11.4 e 11.5.

Figura 11.6: Dante e Virgílio ascendendo a montanha purgatório, William Blake, Inglaterra, 1824-1827

Dante em seu *purgatório* percorre o mesmo caminho, a espiral ascendente do Monte Purgatório (figuras 11.3, 11.4 e 11.5), onde o seu guia, Virgílio , encoraja-o a subir uma curva íngreme. Virgílio está executando o papel de Mercúrio ao conduzir Dante através da sabedoria que aparece no equilíbrio e reconciliação de todos os opostos, representado no caduceu pelas serpentes opostas.

A escada de Jacó sobe em espiral da lua para o céu. Os anjos que descem e sobem, mostram o caminho da ascensão da alma e a recíproca luz descendente da sabedoria divina. Morrendo somente para renascer, e controlando a natureza e a fertilidade através de seus ritmos cíclicos, a lua é o ponto de partida da

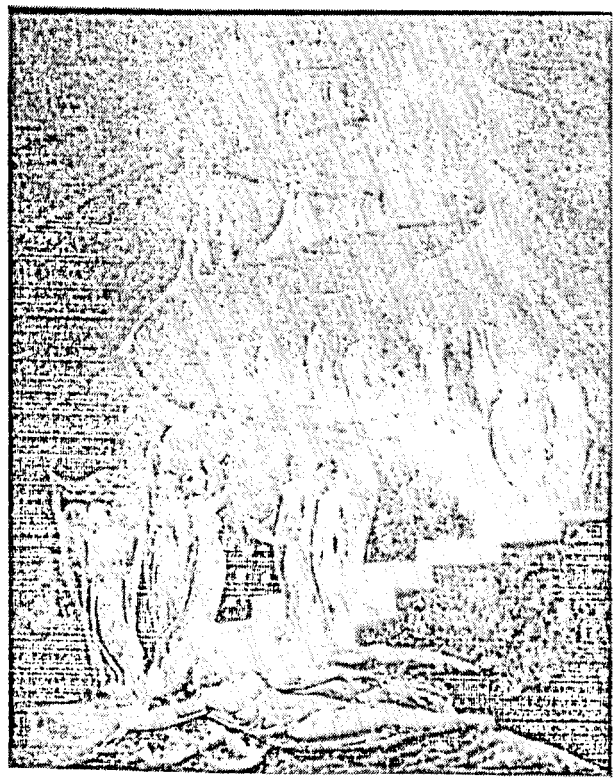


Figura 11.7: Escada de Jacó, William Blake, Inglaterra, 1800

Figura 11.9: São Jorge e o Dragão, detalhe, por Uccello, Itália, Séc. 15

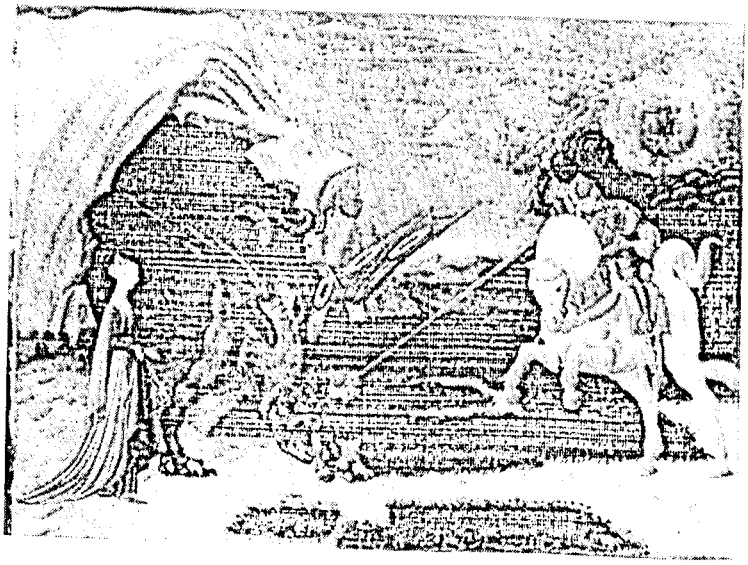


Figura 11.10: São Jorge e o Dragão, Uccello, Itália, Séc. 15

a acupuntura e geomancia. Eles retêm, concentram e dispersam as energias sutis do corpo e as forças geomânticas dentro da terra (As correntes-dragões dos chineses). Emergindo da natureza selvagem ou da "mística noite escura da alma" – a floresta , caverna ou o labirinto representam o inconsciente e também as curvas da ilusão – o herói através da força de sua lança tem por objetivo, salvar a princesa que é seu próprio estado de completude. A natureza cósmica deste momento é enfatizada através das enormes nuvens espirais atrás da cabeça de São Jorge.

Figura 11.11: Cristo disputando com os doutores, Butinone, Itália, séc. 15

As curvas da espiral que colocam o Cristo apartado dos doutores são a representação do desvelar da consciência em direção ao centro estático do ser. Como o labirinto do *progresso do peregrino*, estas volutas são as curvas da vida do mundo natural à volta do eixo do mundo ou do espírito imutável. No centro da espiral, Cristo é a representação do imanente; Ele também está no ápice, e assim no pico da montanha sagrada (ecoando nas montanhas labirínticas fora do recinto), e por isto, ao mesmo tempo, transcendente. Figura 11.11.

O vórtice negativo de *Botticelli* desemboca num buraco do inferno. Este é o reverso da montanha sagrada como se vê no minarete de Samarra. (Figura 10.110). Dante diz: "–Para ganhar conhecimento do caminho o homem deve giro a giro conduzir-se através do inferno". O caminho eventualmente se contrai e muda o sentido de rotação e a alma ascende.

11.1.3 Van Gogh

Os redemoinhos harmônicos entre as forças da natureza no céu de *Van Gogh*, onde não somente as nuvens espirais na forma de Yin Yang são aparentes, mas também as forças opostas do sol e da lua são unificadas. Para van Gogh isto era o momento decisivo de união entre o self e o mundo exterior. Ele escreveria "primeiro são todas as estrelas reluzentes vibrando, mas permanecendo sem movimento no espaço, então todo o globo celestial era unido dentro de uma série de movimentos... o firmamento e os planetas desapareceram, mas a poderosa respiração que dá vida a todas as coisas e na qual todas as coisas estão unidas permanece"(a espiral). Figura 11.13.

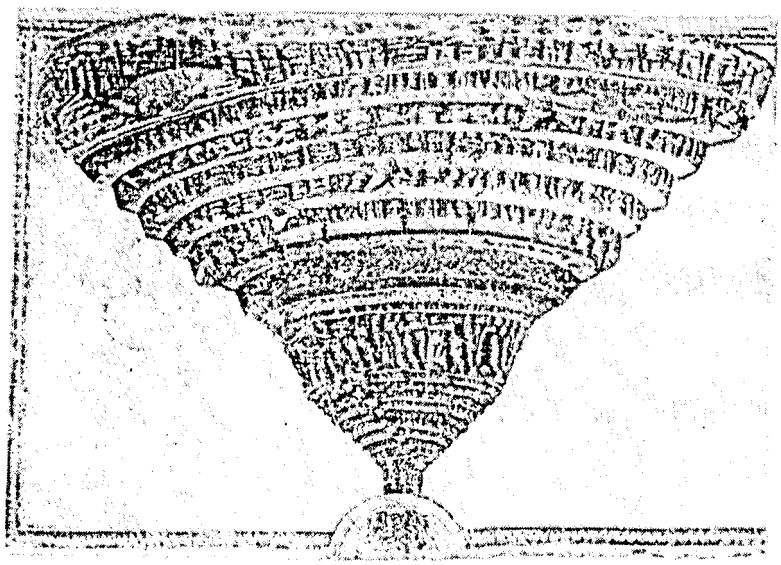


Figura 11.12: Inferno de Dante, Ilustração de Sandro Botticelli, Itália, século 16

[illegible] Leonardo [illegible]

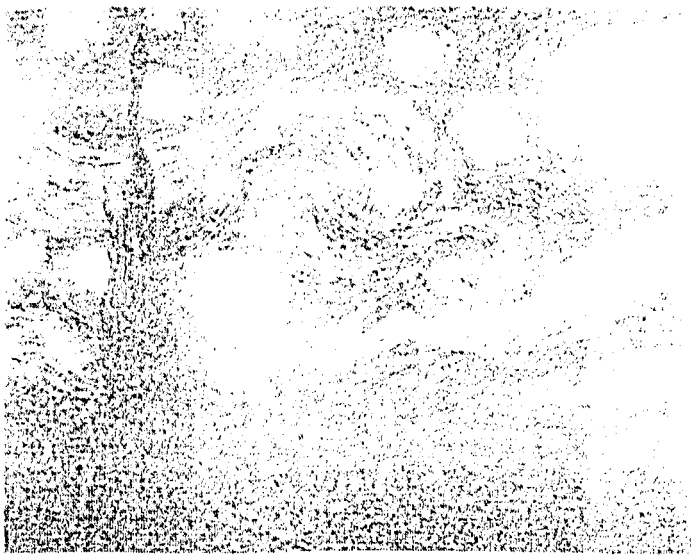
[illegible]

[illegible]

[illegible]

[illegible] Juan [illegible]

[illegible]



[illegible]

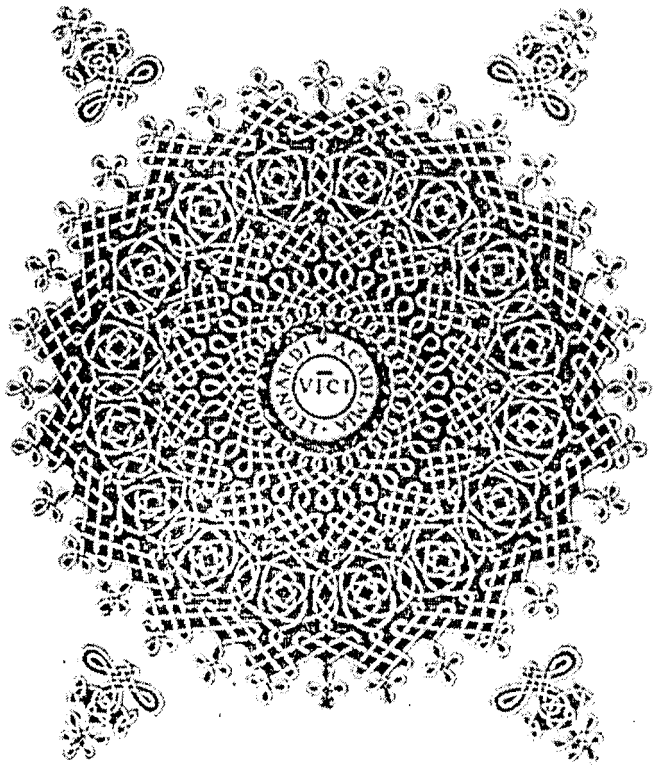


Figura 11.14: Escola de Leonardo da Vinci, gravura, Itália, c.1510

mundo celeste.". Figura 11.15. Vardanega descreve seu trabalho como o uso de

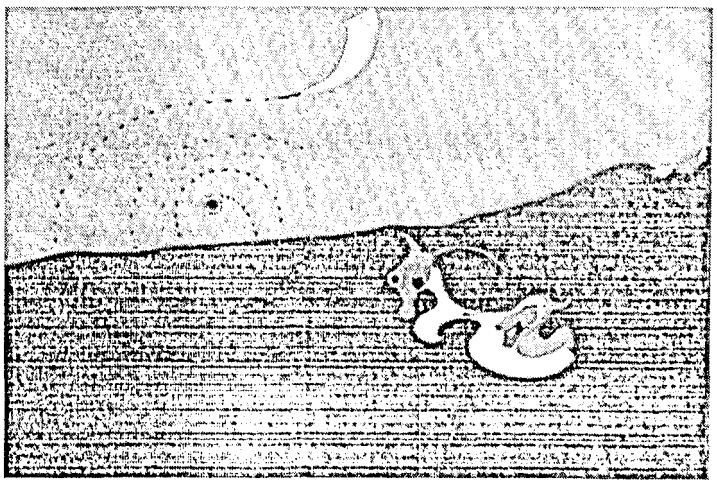


Figura 11.15: A lebre, Juan Miró, Espanha, 1927

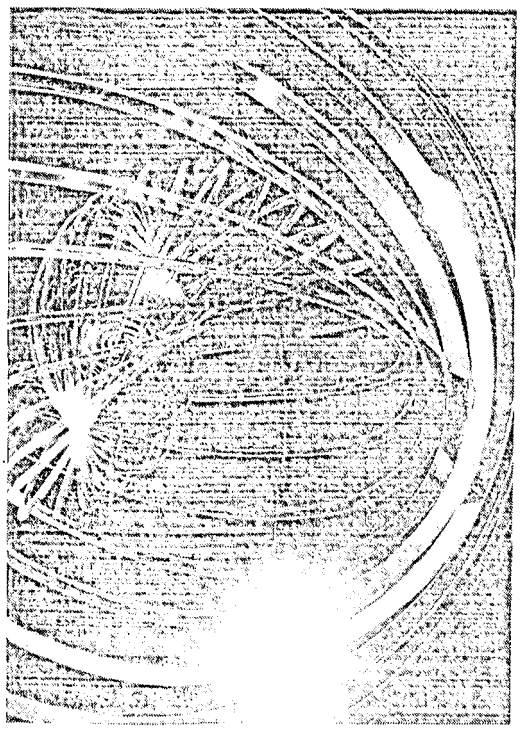


Figura 11.16: Desenvolvimento de um círculo para o infinito, Gregório Vardanega, França, 1962

estruturas circulares num deslocamento assimétrico *ad infinitum*. Figura 11.16. *Escher* mostrou o infinito como o equilíbrio de opostos, como macho e fêmea,

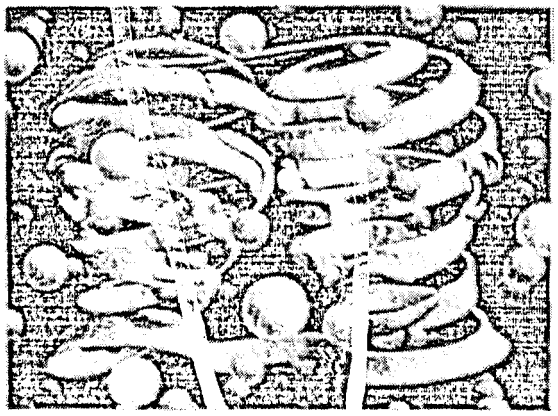


Figura 11.17: Fitas atac s, Litogr ia, M.C.Escher, 1956

como um *continuum* de dois vórtices esférico entrelaçados.

A alma humana para os japonese é ep sentada por três espirais integradas. Cada uma destas *maga-tama* mostra a estrutura fundamental da criação. Figura 11.18

11.2 Dança

A fertilidade, através da harmonia cós ica, é obtida pela dança na qual as jovem virgens da tribo *Bavenda* identi cam-se com a serpente força. Depois das chuvas, durante os dias cerimoniais as mulheres idosas iniciam as virgens, conduzindo a cerimônia, e atuando como um eixo em volta do qual as dançarinas espiralizam em ritmo e movimentos sinuosos como as curvas da piton. Revivendo e entrando em colapso, elas descansam como as forças da natureza em seu ciclo sansonal de nascimento e morte. Figura 11.19.

Encorporando os movimentos celestiais dos planetas que giram à volta de seu próprio eixo e do sol, os Dervixe, atrás de seus giros, realizam a espiral do universo dentro do ser. A contração do espírito dentro da matéria volteia o seu próprio eixo estático que é seu coração. A mão direita recebe a manifestação da unidade cósmica e sua mão esquerda volta-se para a terra; seu espírito, como a

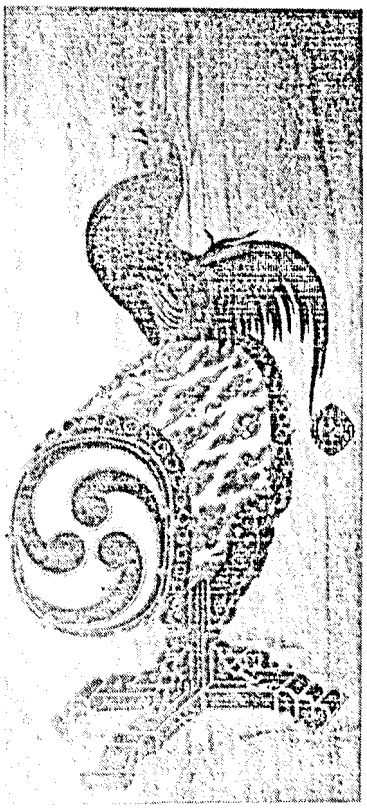


Figura 11.18: Pintura de Eikei Kano, palácio imperial Katsura, Kyoto, Japão; em *Splendours of the East* Weidenfeld e Nicolson, Londres 1965

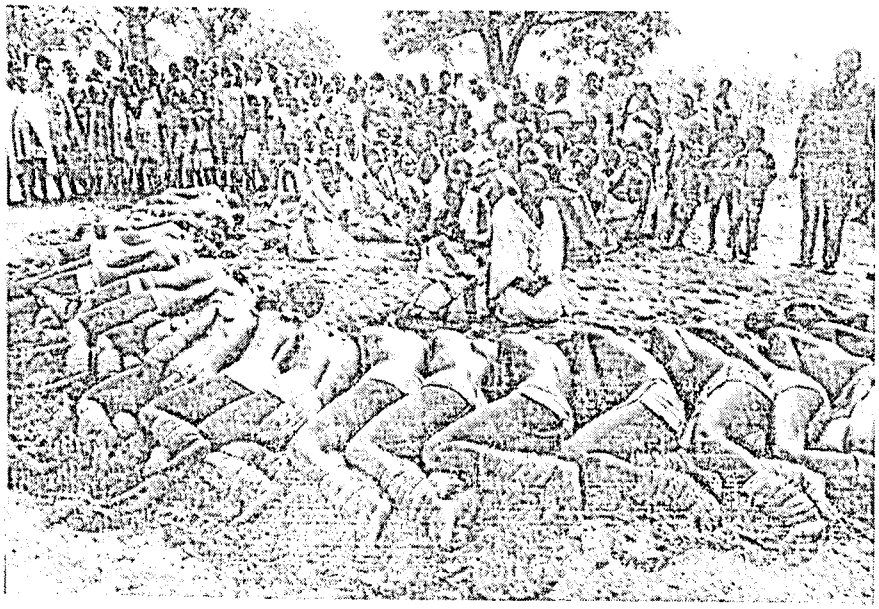


Figura 11.19: Deumba ou a dança da piton de Bavenda, Sul da África

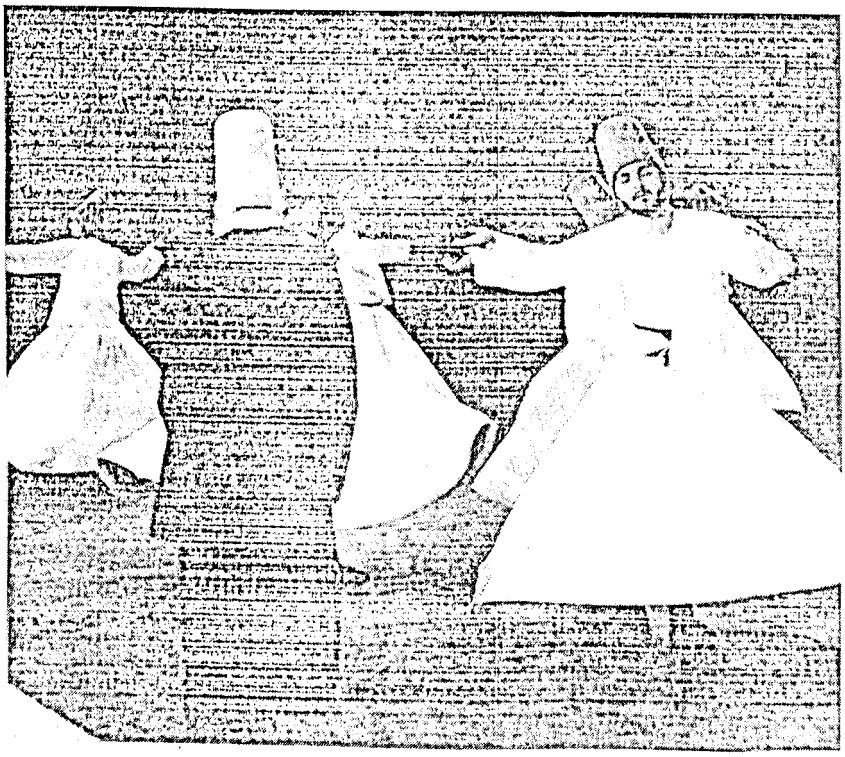


Figura 11.20: Dançarinos Dervixe da ordem de Mevlevi, Konia, Turquia

respiração alternada do cosmos, rotaciona livremente sobre a existência ilusória, expandindo e espiralando para sua divina fonte. Figura 11.20.

11.3 Literatura: Yeats

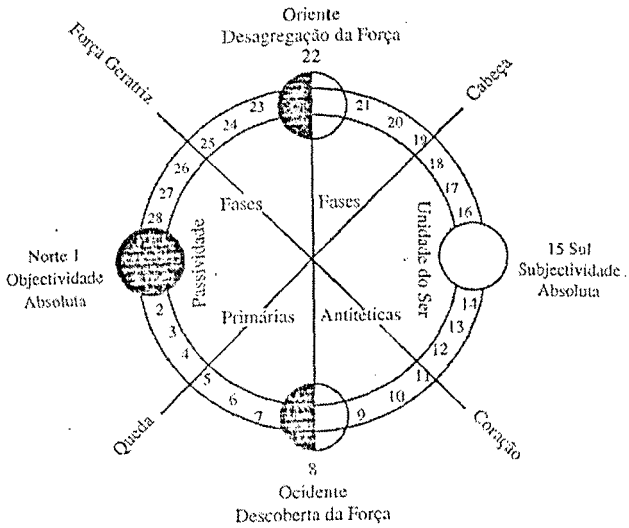


Figura 11.21: Fases Lunares

Figura 11.22: Hexagramas do *I Ching*

Yeats descreveu em seu livro *Uma Visão* um sistema simples de mudança baseado nestas fases lunares, similares em sua concepção ao Taoismo, mas a teoria de Yeats não se baseia em ciclos de 28 pela permutação de polaridade do Yin Yang, mas na permutação entre "objetivo" (primário) e "subjetivo" (antitético, oposto). A comparação é reforçada quando a figura 11.21 é comparada com as seqüências cíclicas dos hexagramas (figura 11.22). O grau de mudança vai da completa objetividade e passividade (Yin, norte) para a completa subjetividade(Yang, sul), e a seguir para a completa objetividade novamente.

Toda concepção de Yeats, que é mais ou menos velada em sua poesia, teve sua origen em tradições muito antigas. Todo o entendimento de Yeats sobre o universo era impregnado pela idéia das espirais opostas, que ele denominou *gyres* "rotações". Em seu estado relativo, as rotações aparecem como dois cones espirais cujo vértice se encontra. Figura 11.23. Lê-se no *Ta Chuan*, um grande tratado sobre o *I Ching*, uma descrição dos trigramas espirais opostos(que podem ser visualizados como um símbolo *Yin Yang*. Esta descrição pode igualmente ser um comentário sobre as rotações de Yeats, cada uma das quais ele também viu como um triângulo(ou trigrama) trabalhando em contra-fase com seu oposto para formar, quando integrado, um hexagrama ou estrela de 6 pontas:

"Quando os *Pa Kua* (trigramas) mesclam-se, isto é, quando eles estão em movimento, um duplo movimento é observável: primeiro o movimento usual no sentido horário, acumulativo e expansivo no decorrer do tempo, determi-

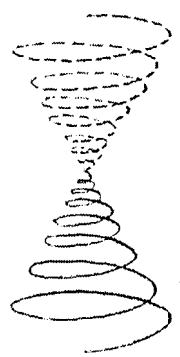


Figura 11.23: Duas espirais imbricadas

nando os eventos que estão passando; segundo, um oposto, movimento contrário, dobrando-se e contraindo-se enquanto o tempo passa, através do qual as sementes do futuro tomam forma. Conhecer este movimento é conhecer o futuro. Em termos figurativos, se se conhece como uma árvore é encerrada em uma semente, entende-se o futuro da semente desvelando-se numa árvore(o vir-a-ser de Pietro Ubaldi, capítulo seguinte). A descrição de Yeats em *Uma Visão* do absoluto como as treze rotações esféricas nada mais é que um vórtice esférico.

11.3.1 A grande roda

Escreveu Empédocles:
"–Quando a Discórdia cai nos mais fundos abismos do vórtice a concórdia alcança o centro onde todas as coisas se congregam de modo a serem uma só, não de súbito mas gradualmente, vindas de diferentes setores, e à medida que chegam, a Discórdia retira-se para o extremo limite, na proporção em que esta se esvai, a Concórdia aflui num brando rio imortal e infinito." E ainda: "–Nunca o tempo infinito se esvaziou desse par; e cada uma delas a seu turno prevalece, à medida que esse círculo vai girando, e passam adiante uma da outra e crescem no seu momento aprazado."

À Discórdia Heráclito chamou "–Deus de todos e Pai de todos, que a alguns fez deuses e a outros homens, a alguns escravos e a outros livres". Segundo a tradição clássica o Amor e Guerra brotaram dos ovos da Leda.

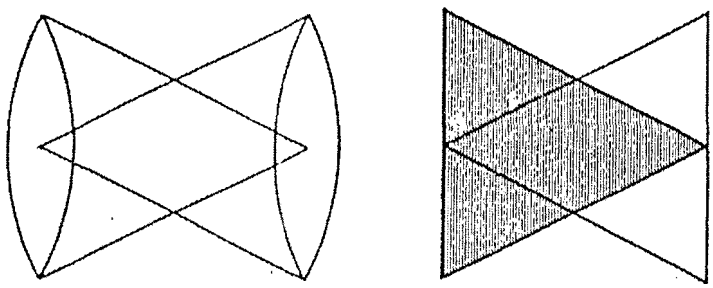


Figura 11.24: Concórdia/Discórdia

Segundo Simplicius , comentador tardio de Aristóteles, a Concórdia de

Empédocles funde todas as coisas numa "esfera homogênea", e depois a Discórdia separa os elementos, assim criando o mundo que habitamos, mas a esfera formada pela Concórdia nãoe é a eternidade imutável, pois a Concórdia ou Amor apenas nos oferece a imagem daquilo que é imutável. Se pensarmos no vórtice atribuído à Discórdia como sendo formado por círculos que vão diminuindo até ao nada, e na esfera oposta, atribuída à Concórdia, como formando por si mesma o vórtice oposto, com o vértice de cada vórtice no meio da base do outro, teremos um símbolo fundamental. Yeats[7] lembra que: "–Se eu designar o cone não sombreado por "Discórdia" e o outro por "Concórdia" e pensar em cada um deles como sendo a fronteira de uma espiral, verifico que a espiral da "Concórdia" aumenta à medida que a da "Discórdia" diminui, e vice-versa, com uma espiral sempre imbricada na outra." Figura 11.24.

Aqui o pensamento de Heráclito domina: "Morrendo a vida um do outro, vivendo a morte um do outro." As primeiras espirais claramente descritas pela filosofia são as que surgem no *Timeu*, traçadas pelas trajetórias do "Outro" (criadoras de todas as coisas particulares), dos planetas quando ascendem e descem acima ou abaixo do equador. São por natureza opostas a esse círculo das estrelas fixas que constitui "o Mesmo" e nos confere o conhecimento dos Universais. *Alcémon*, discípulo de Pitágoras, pensava que os homens morrem porque não conseguem unir o seu começo e o seu fim. A sua serpente (o *Kundalini* dos Hindus) não tem a cauda na boca.

Sobre sua experiência histórica com a espiral Yeats comenta: "...Mas o meu amigo Dr. Sturm, poeta e erudito, enviou-me uma descrição das espirais em S. Tomás de Aquino: o movimento circular dos anjos que, embora imitando o círculo do "Mesmo", parece tão pouco relacionado com os céus visíveis como as figuras traçadas pelos meus *estrutures*, a sua linha reta do intelecto humano e a sua espiral, a combinação de ambos os movimentos, operada pela ascensão e descida dos anjos entre Deus e o homem. O meu amigo encontrou também passagens no Dr. Dee, em *Macróbio*, um autor medieval desconhecido, que descrevem almas a passar da espiral à esfera e da esfera à espiral... As espirais são objeto de alusões ocasionais, que todavia não chegam a ser exploradas, nos escritos místicos de Swedenborg. No seu *Principia*, uma vasta obra científica redigida antes da sua vida mística, Swedenborg, descreve o duplo cone. Toda a

realidade física, todo o sistema solar, todo o átomo, é um duplo cone; sempre que existem dois pólos opostos um ao outro, esses dois pólos têm forma de cones".

Flaubert é (até onde sei) o único escritor que utilizou o duplo cone. Anunciou por várias vezes a sua intenção de escrever um conto intitulado "La Spirale". Morreu antes de o ter começado, mas algumas das coisas que disse a respeito da história foram coligidas e publicadas. O conto descreveria um homem cujos sonhos noturnos iam crescendo em magnificência à medida que a sua vida se tornava cada vez mais infeliz, ao ponto de a ruptura da relação amorosa que mantinha coincidir com o seu casamento com uma princesa de sonho.

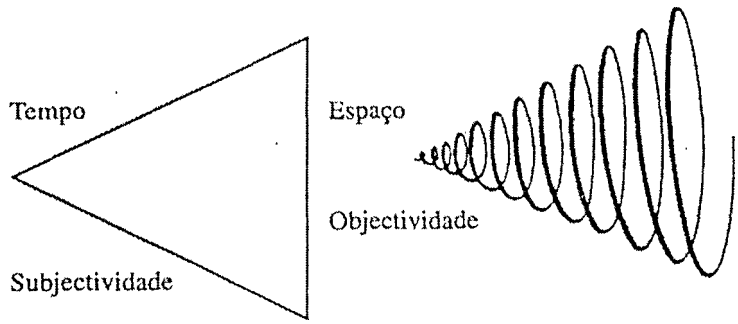


Figura 11.25: Objetividade/Subjetividade

A linha é movimento sem extensão (segundo Yeats), figura 11.25 e por conseguinte simboliza o tempo - a subjetividade - o fluxo das idéias, segundo Berkeley - em Plotino ,aparentemente, é "sensação"- e um plano que a atravesse perpendicularmente simboliza o espaço ou objectividade. Linha e plano combinam-se numa espiral que se expande ou contrai consoante o espírito cresce em objetividade ou subjetividade. Figura 11.25.

A identificação do tempo com a subjetividade é provavelmente tão antiga como a filosofia; tudo o que podemos tocar ou manipular, pois de momento não se refire a outra objetividade senão esta que tem forma ou magnitude, ao passo que os pensamentos e emoções têm duração e qualidade, um pensamento é recorrente ou habitual, uma conferência ou composição musical mede-se pelo relógio. Ao mesmo tempo, o tempo puro e o espaço puro, a pura subjetividade

e a pura objectividade - o plano na base do cone e o ponto no seu vértice - são abstrações ou ficções do espírito (ver em Kant, Hegel e outros esteticistas).

Yeats ainda firma: "–Os meus instrutores usaram uma ou duas vezes este cone ou vórtice único, mas em breve o trocaram por um duplo cone ou vórtice, preferindo considerar a subjetividade e a objetividade como estados que se interceptam e combatem entre si".

Se a composição musical procura sugerir o uivo de um cão ou as ondas do mar, já não se situa exclusivamente no tempo, pois sugere um volume e um peso. Yeats enumerava qualidades ou faculdades: "–Naquilo que eu chamo o cone das *Quatro Faculdades*, e que são aquilo que o homem criou numa vida passada ou presente... o cone subjetivo denomina-se cone da coloração antitética, porque se completa e se defende mediante um conflito ininterrupto com o seu oposto; o cone objetivo denomina-se coloração primária porque se é a subjectividade - equivalente, segundo creio, à "Discórdia" de Empédocles - tende a separar o homem do homem, a objetividade conduz-nos de volta à massa de onde emergimos."

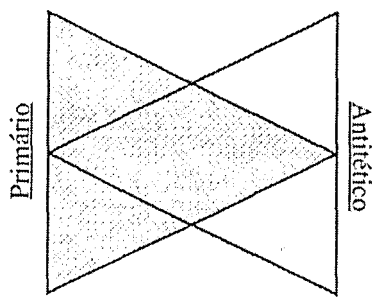


Figura 11.26: Primário/Antitético

Da palavra coloração, termo freqüentemente usado por Boehme, extraiu-se a palavra antitético do *Per Amica Silentia Lunae*[1]. Figura 11.26.

Blake via o mundo como um conflito - Espectro e Emanação - e sabia distinguir um contrário de uma negação. "Os contrários são positivos", escreve Blake; "Uma negação não é um contrário"; "Quão grande é o abismo entre sim-

[1]Obra de Yeats

plicidade e insipidez", e ainda: "Há um lugar, no fundo das sepulturas, onde os contrários são igualmente verdadeiros".

No pensamento de Yeats os cones das colorações espelham a realidade mas são em si mesmos demanda e ilusão. A realidade é a esfera. A coloração antitética é emocional e estética, ao passo que a coloração primária é racional e moral. No interior destes cones evoluem aquilo que se designa por Quatro Faculdades: Vontade, Máscara, Mente Criadora e Corpo de Sina. A Vontade e Máscara podem ser descritas como a vontade e o seu objeto, ou Ser e Dever-Ser (aquilo que deveria ser, devir ou vir-a-ser), Mente Criadora e Corpo de Sina como o pensamento e o seu objeto, ou Cognoscente e Conhecido. Os dois primeiros são lunares, ou antitéticos, ou naturais, os dois segundos solares, ou primários, ou racionais. Cada homem é classificado segundo o lugar que a Vontade, ou escolha, ocupa no diagrama. A primeira vista apenas existem duas Faculdades, pois só duas das quatro, Vontade e Mente Criadora, são ativas, mas em breve se verá que as Faculdades podem ser representadas por dois cones opostos, traçados de modo a que a Vontade de um deles seja a Máscara do outro, a Mente Criadora de um o Corpo de Sina do outro. Tudo quanto quer pode ser desejado, rejeitado ou aceite, todo o ato criador pode ser encarado como um fato, toda a Faculdade é alternadamente escudo e espada.

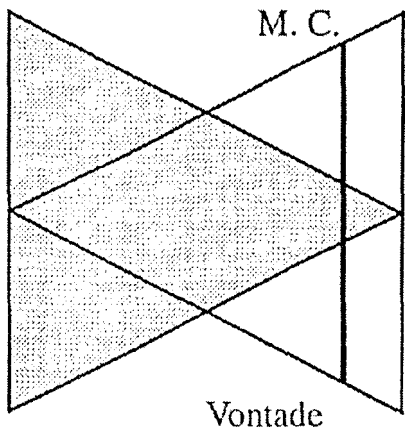


Figura 11.27: M.C e Vontade

Deve-se ter em mente que as figuras 11.27 e 11.28 são como que a sombra da espiral projetada, a fim de facilitar a análise (pensava Yeats).

Estes pares de opostos giram em direcções contrárias, Vontade e Máscara da direita para a esquerda, Mente Criadora e Corpo de Sina no sentido dos ponteiros do relógio, da esquerda para a direita.

Limitar-se-á, por agora à Vontade e à Mente Criadora, vontade e pensamento. A medida que a Vontade se aproxima da expansão máxima do seu cone antitético, arrasta consigo a Mente Criadora - o pensamento é cada vez mais dominado pela Vontade - mas a Mente Criadora permanece à mesma distância da extremidade mais estreita do seu cone que a Vontade da extremidade larga do cone antitético. Então, como que saciada pela extrema expansão do seu cone, a Vontade deixa que a Mente Criadora a domine, e é por ele arrastada até que a Mente Criadora volte a enfraquecer. Como a Mente Criadora é, em contrapartida, arrastada pela Vontade até à expansão máxima do seu cone antitético, vê-se cada vez mais contaminada pela Vontade, ao passo que a Vontade se liberta da contaminação. Pode-se, no entanto, representar as duas Faculdades, quando se aproximam da plena expansão do cone antitético, pelos mesmos cortes transversais do cone. A parcela sombreada, ou primária, é uma contaminação da Vontade; a parcela não sombreada, ou antitética, uma contaminação da Mente Criadora. Figuras 11.27 e 11.28. Pode-se substituir as posições nos

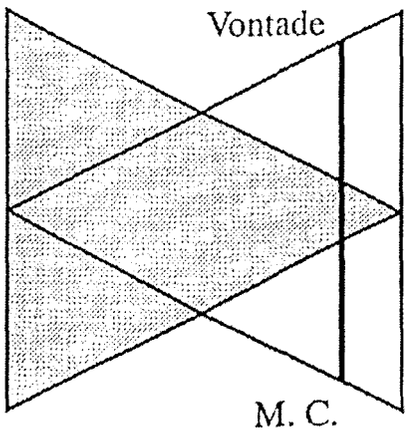


Figura 11.28: M.C e Vontade

cones por um ou outro dos símbolos: pode-se representar a Mente Criadora como aproximando-se da expansão mais extrema do cone antitético para em seguida passar à extremidade mais estreita do cone primário, onde novamente começa a expandir-se; a Vontade como aproximando-se da extremidade mais estreita do antitético, e contraindo-se uma vez mais. Para a máxima expressão antitética.

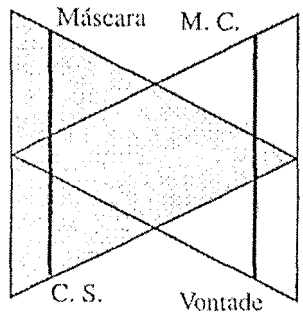


Figura 11.29: M.C e Vontade / C.S e M.C

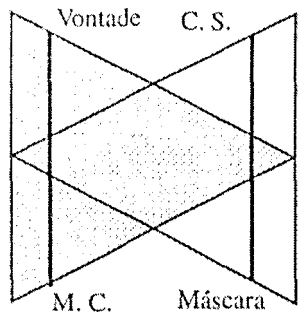


Figura 11.30: M.C e Vontade / C.S e M.C

A espiral da Vontade, segundo Yeats, aproxima-se da máxima expansão antitética - o cone não sombreado - ao longo do limite inferior do diagrama, ou movendo-se da direita para a esquerda, e a espiral da Mente Criadora aproxima-se dela ao longo do limite superior, da esquerda para a direita, passando depois uma pela outra na máxima expansão e refluindo em seguida, a Vontade em cima, a Mente Criadora em baixo, sempre no limite exterior do diagrama até

passarem uma pela outra na máxima expansão primária. Estes movimentos não passam de um cômodo resumo gráfico daquilo que é, mais rigorosamente, o duplo movimento de duas espirais.

Estas espirais não apenas avançam em direcção à expansão primária e antitética, como têm o seu próprio movimento circular, a espiral da Vontade da direita para a esquerda, a da Mente Criadora da esquerda para a direita. Figuras 11.29, 11.30 e 11.31.

A Máscara e o Corpo de Sina ocupam as posições de caráter mais contrário às da Vontade e da Mente Criadora. Se Vontade e Mente Criadora se aproximam da máxima expansão antitética, Máscara e Corpo de Sina aproximam-se da máxima expansão primária, e assim por diante. Na figura 11.29, o homem

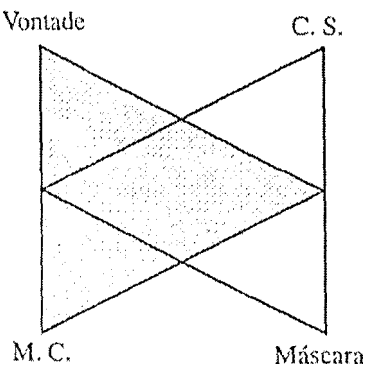


Figura 11.31: M.C e Vontade / C.S e M.C

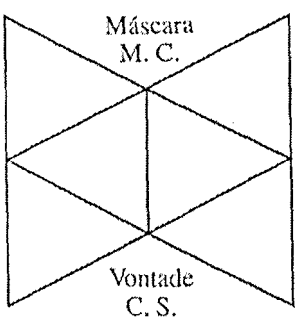


Figura 11.32: M.C e Vontade

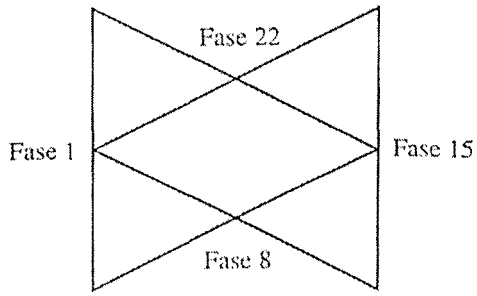


Figura 11.33: Fases

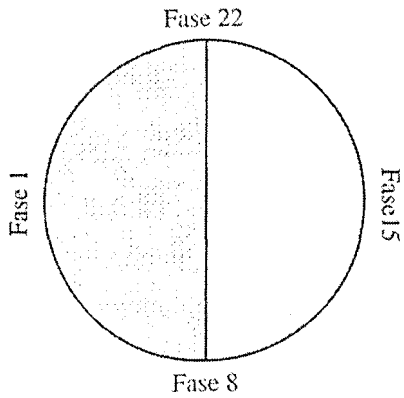


Figura 11.34: Fases

é de natureza quase completamente antitética. No seguinte, 11.30, é quase completamente primário.

No seguinte é completamente primário. Figura 11.31. Estado que, tal como o completamente antitético, apenas tem existência sobrenatural ou ideal. Na figura 11.32 está a meio caminho entre o primário e o antitético, avançando em direção à expansão antitética. Todas as quatro espirais surgem sobrepostas. Basta agora colocar uma série de números em volta de um corte superior das espirais unidas para obter uma classificação de todos os movimentos possíveis do pensamento e da vida. Yeats compara seu sistema às fases da lua assim a noite sem lua chama-se Fase 1, e a lua cheia Fase 15. A Fase 8 inaugura as fases antitéticas, aquelas em que a parte luminosa da lua é maior do que a obscura, e a Fase 22 inaugura as fases primárias, onde a parte obscura é maior do que a luminosa. Figura 11.33. Nas Fases 15 e 1, respectivamente, as colorações antitética e primária atingem o clímax. Um homem da Fase 13, por exemplo, é um homem cuja Vontade se encontra nessa fase, e o diagrama que apresenta a posição das Faculdades para uma Vontade assim colocada, descreve o seu caráter e o seu destino. A última fase é a Fase 28, e as vinte e oito fases constituem um mês de que cada dia e noite representam uma encarnação e o período desencarnado que se lhe segue(segundo Yeats). A Fase 1 e a Fase 15 não são encarnações humanas porque a vida humana é impossível sem luta entre as colorações. A figura que Yeats utiliza para representar a Vontade prestes a atingir a subjetividade total representa a lua imediatamente antes de seu círculo se completar, e em vez de utilizar um disco branco com um ponto negro para representar a Vontade prestes a atingir a objetividade total, ele evoca o último crescente. Mas é mais cômodo colocar estes números em redor de um círculo, como na figura 11.34.

Não é objeto deste trabalho seguir com toda teoria de Yeats, portanto, finalizamos a discução aqui já que de agora em diante Yeats deixa a análise estética e passa a fazer outra de cunho mais filosófico-teológica.

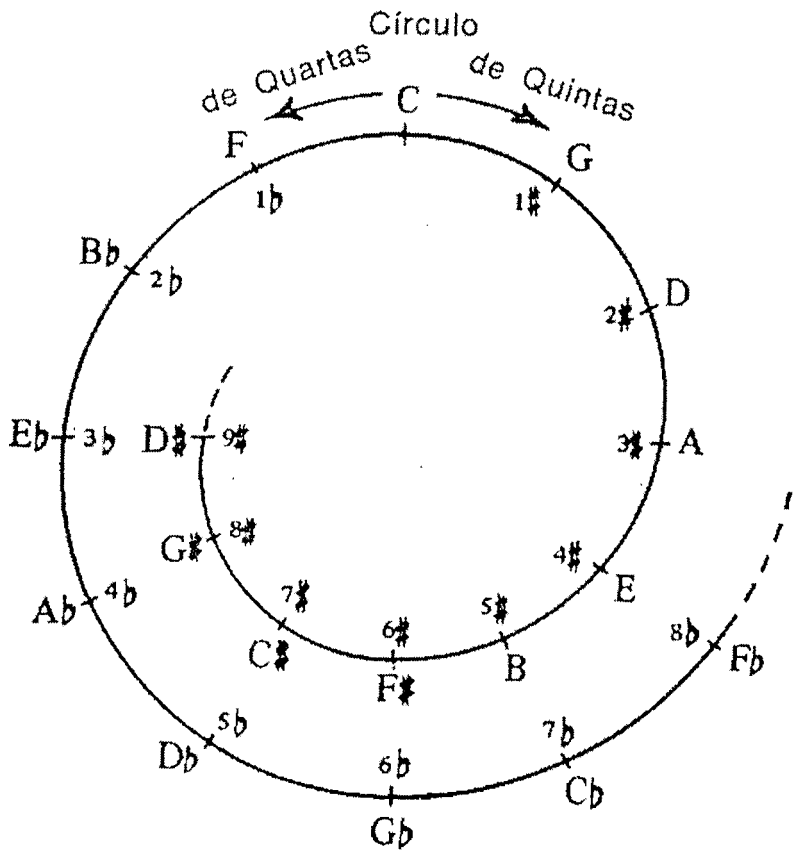


Figura 11.35: Escala Espiral Temperada [9]

11.4 Música

Se se colocar todas as escalas maiores, começando com a de Dó, progredindo em uma direção, de acordo com o número de seus sustenidos, e, em outra, de acordo com o número de seus bemóis, observa-se que se sucedem, respectivamente, em intervalos de uma quinta e uma quarta.

A primeira dessas séries denomina-se "**circulo de quintas**", a outra, "**circulo de quartas**". Em ambas, há uma região em que a transcrição enarmônica produz duas formas de diversas escalas:

No piano, as duas séries são verdadeiros círculos: voltam ao ponto de partida.

Isto não acontece com a afinação natural (não temperada). Aqui, o círculo é substituído por uma espiral, e a vigésima-quinta escala é, depois de transpor algumas oitavas, ligeiramente mais aguda que em seu ponto de partida, enquanto que a vigésima-quarta produz um som proporcionalmente mais grave. O Conjunto das complexidades enarmônicas na notação musical dá uma idéia aproximada da extensão dessa exuberância tonal.

Seria, assim, impossível, manter a ordem e a consistência do discurso musical, se os cantores e executantes de instrumentos não temperados não encontrassem, inconscientemente o caminho para um contexto musical mais simples. Este processo mental, altamente complicado, com suas incontáveis gradações de expedientes e adaptações de sons pode ser compreendido, pelo menos esquematicamente com um olhar à figura 11.35: sempre que avança-se nos sustenidos e bemóis, pode-se passar para a curva da espiral paralela, para retornar-se à regiões menos complicadas das relações tonais.

As transcrições enarmônicas possibilitam a construção dos derivados aumentados ou diminutos de cada intervalo perfeito, maior ou menor.

Note a perfeita identidade entre as notas enarmônicas, por exemplo entre A^b e $G^{\#}$. Este formato espiral não é ocasional e será explorado no exemplo criado neste trabalho para mostrar um emprego da teoria Ubaldiana. A música possui a peculiaridade de ter sido concebida através de fenômenos naturais e porque as notas constituem uma família com graus de relação e é transformismo fenomênico, torna-se excelente cadidata, junto com algoritmos genéticos que possuem as mesmas características, à exemplificação do fenômeno a que este trabalho se destina.

Capítulo 12

Pietro Ubaldi e A Grande Síntese

12.1 Sinopse Sobre a vida de Pietro Ubaldi

Abre-se este capítulo fazendo-se um breve relato da vida de *Pietro Ubaldi* não só por ter sido extraordinária, mas por ter tido enorme influência em suas obras conforme relato de *José Amaral* em *Grandes Mensagens*.

12.1.1 Formação Cultural

Pietro Ubaldi, filho do casal Lavínia e Sante Ubaldi, nasceu em 18 de Agosto de 1886, às 21:00 horas de Roma. Nasceu em terras franciscanas, na cidade de Foligno, Província de Perúgia (Capital da Úmbria). Foligno fica a 18km de Assis, cidade natal de S. Francisco de Assis. Pietro Ubaldi sentiu desde a infância uma poderosa inclinação pelo franciscanismo e pela Boa Nova do Cristo. Não foi compreendido, nem poderia sê-lo, porque seus pais viviam felizes com a riqueza e com o conforto proporcionado por ela. A Senhora Lavínia era descendente da nobreza italiana, única herdeira do título e de uma grande fortuna, inclusive do Palácio Alleori Ubaldi. O místico da Úmbria foi, então, educado com os rigores de uma vida palaciana.

Como poderia ser fácil a um legítimo franciscano viver num palácio? Naturalmente, sentiu-se deslocado naquele ambiente, um ex-patriado de seu mundo

espiritual. A disciplina no palácio, aceitou-a facilmente. Todos deveriam seguir a orientação dos pais e obedecer-lhes em tudo, até na religião. Tinham de ser católicos, praticantes dos atos religiosos na capela da Imaculada Conceição, no interior do Palácio.

Formou-se em Direito (profissão escolhida pelos pais, mas jamais exercida por ele) e em Música (oferecimento, também de seus genitores), fez-se poliglota, para comunicar-se com outros povos - falava, fluentemente, inglês, francês, alemão, espanhol, português, conhecia latim e grego. Mergulhou nas diferentes correntes filosóficas e religiosas, destacando-se como um grande pensador cristão do século XX. Era um homem de uma cultura invejável, o que lhe facilitou o cumprimento da missão. A sua tese de formatura na Universidade de Roma, foi sobre a Expansão Colonial e Comercial da Itália para o Brasil, muito elogiada pela banca examinadora e publicada, em 1911, num volume de 266 páginas pela Editora Ermano Loescher & Cia, de Roma (Itália). Após a defesa dessa tese, o Sr. Sante Ubaldi lhe deu como prêmio uma viagem aos Estados Unidos, durante seis meses.

12.1.2 Liberdade

Nem todas as obrigações palacianas lhe agradavam, mas ele as cumpriu até a sua total libertação. A primeira liberdade se deu aos cinco anos, quando solicitou de sua mãe que o mandasse à escola, e aquela bondosa genitora atendeu o pedido do filho. A segunda liberdade, verdadeiro desabrochamento espiritual, aconteceu no ginásio, ao ouvir do professor de ciência a palavra "evolução". "Minha primeira revelação interior me foi feita ao ouvir meu professor de ciências, no Liceu, proferir a palavra "Evolução". Meu espírito teve um sobressalto; brotara ao vivo uma centelha, sentira uma idéia central. Tornei-me, a seguir, estudioso de Darwin, mas só para completar seu pensamento".

12.1.3 Renúncia Franciscana

Pietro Ubaldi casou-se aos vinte e cinco anos, seguindo orientação dos pais que escolheram para ele uma jovem rica e bonita, possuidora de muitas virtudes, além de fina educação. Como recompensa pela aceitação da escolha, seu pai transferiu para o casal um patrimônio igual àquele trazido pela Senhora Maria

Antonieta Solfanelli Ubaldi. Este era, agora, o nome da jovem esposa. O casamento não estava nos planos de Ubaldi, somente justificável porque fazia parte de seu destino. Ele girava em torno de outros objetivos: o Evangelho e os ideais franciscanos. Mesmo assim, do casal Maria Antonieta e Pietro Ubaldi nasceram três filhos: Franco (morto em 1942, na Segunda Guerra Mundial), Vicenzina (morto aos dois anos de idade, em 1919), e Agnese (falecida em S. Vicente (SP) - 1975).

Aos poucos, Pietro Ubaldi foi abandonando a riqueza, deixando-a por conta do administrador, Etore Paccini. Após quinze anos de enlace matrimonial, em 1927, com a desencarnação de seu pai, fez voto de pobreza, transferindo à família os bens que lhe pertenciam. Em 1931, Pietro assumiu uma nova postura, estarrecedora para seus familiares: a renúncia franciscana. Daquele ano em diante iria viver com o suor do seu rosto e renunciava todo o conforto proporcionado pela família e pela riqueza material existente. Fez concurso para professor de inglês, foi aprovado e nomeado para o Liceu Tomaso Campailla, em Módica, Sicilia - região situada no extremo sul da Itália - Onde trabalhou somente um ano letivo. Em 1932 fez outro concurso e foi removido para a Escola Média Estadual Otaviano Nelli, em Gúbio, ao norte da Itália, e ficou mais próximo da família. Nessa urbe, também Franciscana, trabalhou durante vinte anos e fez dela a sua segunda cidade natal, vivendo num quarto humilde de uma casa, pequena e pobre - pensão do casal Norina-Alfredo Pagani - Via della Cattedrale, 4/6, situada na encosta de um grande monte. No verão italiano de 1932, começou a escrever A Grande Síntese, concluída em 23 de agosto de 1935, às 23:00 horas de Roma. Esse livro, com cem capítulos, escrito em quatro verões sucessivos, foi traduzido para vários idiomas. Somente no Brasil já alcançou dezoito edições. Outros compêndios, verdadeiros mananciais de sabedoria cristã, surgiram nos anos seguintes, completando os dez volumes escritos na Itália. Esta parte da Obra é composta de:

- Grandes Mensagens,
- A Grande Síntese - Síntese e Solução dos Problemas da Ciência e do Espírito,
- As Noúres - Técnica e Recepção das Correntes de Pensamento,

- Ascese Mística,
- História de Um Homem,
- Fragmentos de Pensamento e de Paixão,
- A Nova Civilização do Terceiro Milênio,
- Problemas do Futuro,
- Ascensões Humanas,
- Deus e Universo.

12.1.4 O Missionário no Brasil

Pietro Ubaldi exerceu um ministério imparcial e universal, por isso, o destino quis trazê-lo para cá e aqui completar sua tarefa missionária.

Ele esteve no Brazil em 1951 e realizou dezenas de conferências de Norte a Sul, de Leste a Oeste. Em 8 de dezembro do ano seguinte, desembarcaram, no porto de Santos, Pietro Ubaldi e sua esposa acompanhados da filha e duas netas (Maria Antonieta e Maria Adelaide), atendendo a um convite dos amigos de S. Paulo para virem morar. É oportuno lembrar que Pietro Ubaldi renunciou os bens materiais, mas não os deveres para com a família, que se tornou pobre porque o administrador, primo de sua esposa, dilapidou toda a riqueza a ele entregue para gerenciá-la.

Em 1953, retornou à sua missão apostolar, continuou a recepção dos livros e recebeu a última Mensagem, "Mensagem da Nova Era", do livro Grandes Mensagens, em S. Vicente (SP), no Edifício "Iguaçu", na Av. Manoel da Nóbrega, 686 - *apt.º*92. Dois anos depois, transferiu-se, com a família, para o edifício "Nova Era" (coincidência, nada tem a ver com a Mensagem escrita na residência anterior), na praça 22 de janeiro, 531 - *apt.º*90. Em seu quarto-escritório, neste apartamento, completou a sua missão - a segunda parte da Obra, chamada brasileira, porque escrita no Brasil:

- Profecias,
- Comentários,

- Problemas Atuais,
- O Sistema - Gênese e Estrutura do Universo,
- A Grande Batalha,
- Evolução e Evangelho,
- A Lei de Deus,
- A Técnica Funcional da Lei de Deus,
- Queda e Salvação,
- Princípios de Uma Nova Ética,
- A Descida dos Ideais,
- Um Destino Seguindo Cristo,
- Pensamentos,
- Cristo.

Escritores católicos, espiritistas, espiritualistas, filósofos, poetas e cientistas prestaram homenagens a Pietro Ubaldi e à Sua Obra. Dentre eles, destacamos: Ernesto Bozzano, Marc'Antonio Bragadin, Antonio D'Alia, Gino Trespioli, Paolo Soster, Enrico Fermi, Riccardo Pieracci, Franco Lanari, Paola Giovetti, Moris Ulianich, Antonio Pieretti, Monsenhor Mario Canciani, Padre Antony Elenjimittam, Dario Schena Sterza, Padre Ulderico Pasquale Magni, Albert Einstein, Isabel Emerson, Gaetano Blasi, Maurice Schaerer, Humberto Mariotti, F. Villa, Guillon Ribeiro, Carlos Torres Pastorino, Canuto de Abreu, Clóvis Tavares, Medeiros Corrêa Júnior, Monteiro Lobato, Rubens C. Romanelli, Emmanuel, Augusto dos Anjos, Cruz e Souza etc (pela psicografia de Chico Xavier). A Obra de Pietro Ubaldi, sem dúvida alguma, descortina outros horizontes a uma nova concepção de vida.

12.1.5 Desenlace de Pietro Ubaldi

S. Vicente (SP), célula máter do Brasil, foi a terceira cidade natal de Pietro Ubaldi. Aquela cidade praiana tem um longo passado na história de nossa

pátria, desde José de Anchieta e Manoel da Nóbrega até Pietro Ubaldi que viveu ali o seu último período de vinte anos. O Mensageiro de Cristo, intérprete de "Sua Voz", previu o dia e o ano do término de sua Obra - Natal de 1971 - com dezesseis anos de antecedência, em seu livro Profecias. Ainda profetizou que sua morte aconteceria logo depois dessa data. Tudo confirmado. Faleceu no Hospital S. José, em S. Vicente, quarto n^o5, à 0:30 hora, em 29 de fevereiro de 1972. Segundo José Amaral: "...Saber quando vai morrer e esperar, com alegria, a chegada da irmã morte, são privilégios de poucos... O arauto da Nova civilização do espírito foi um homem privilegiado".

12.2 A Lei

Segundo o filósofo Pietro Ubaldi(1886-1972) [11] a lei(ordem e não caos) é a idéia central do Universo, o sopro divino que o anima, governa e movimenta, tal como nosso corpo. O universo de matéria estelar, é como a casca, a manifestação externa, o corpo daquele princípio que reside no âmago, no centro. No pensamento de Ubaldi a ciência, que observa e experimenta, permanece na superfície e procura encontrar esse princípio através de suas manifestações. Assim, para ele, as poucas verdades particulares que aprendeu, são apenas farrapos mal remendados da grande Lei. A ciência observa, supõe um princípio secundário, deduz uma hipótese, trabalha sobre ela, esperando uma confirmação da experiência, e daí conclui uma teoria. Mas vislumbrou somente pequena ramificação derradeira do conceito central.

Seu estilo filosófico levou-o a afirmar:"–Minha ciência não é como a vossa, ciência agnóstica, impotente para concluir; nem é ciência de um dia. Lembrai-vos de que a verdadeira ciência toca e mergulha nos braços do mistério: sagrado, santo e divino. A verdadeira ciência é religião e prece, só pode ser verdadeira se também for fé de apóstolo e heroísmo de mártir sobre os seus princípios".

Para Ubaldi há três aspectos fundamentais no universo. A esses três aspectos correspondem três modos de ser:

A estrutura ou forma, o movimento ou vir-a-ser (devenir), o princípio ou lei.

Podem também denominar-se:

Matéria → Energia → Espírito

ou também, movendo-se no sentido inverso:

Pensamento → Vontade → Ação.

Do primeiro modo de ser, que é:

Espírito → Pensamento → Princípio ou Lei

deriva o segundo, que é:

Energia → Vontade Movimento ou vir-a-ser

e do segundo, o terceiro que é:

Matéria → Ação → Estrutura ou forma.

Esses três modos de ser estão coligados por relações de derivação recíproca. Para tornar mais simples a exposição, reduz-se esses conceitos a símbolos. A idéia pura, o primeiro modo de ser do universo, a que se denomina espírito, pensamento, Lei, que se representa pela letra α; condensa-se e se materializa, revestindo-se com a forma de vontade, concentrando-se em energia, exteriorizando-se no movimento, segundo modo de ser que se representa pela letra β; num terceiro tempo, passa-se (em virtude de mais profunda materialização ou condensação, ou exteriorização), ao modo de ser que se denomina matéria, ação, forma, isto é, o mundo da realidade exterior, representada pela letra γ.

No modelo de Ubaldi: "–O universo resulta constituído por uma grande onda que, do espírito, (puro pensamento, a Lei que é Deus) caminha para um

devenir contínuo, movimento feito de energia e vontade(β) para atingir seu último termo,γ, a matéria, a forma. Dando ao sinal o sentido de "vai para", poderemos dizer:"$\alpha \rightarrow \beta \rightarrow \gamma$."

E ainda:"–O espírito,α, é o princípio, o ponto de partida dessa onda;γ, a matéria, é o ponto de chegada. Mas compreendereis, qualquer movimento, se ampliado constantemente numa só direção, deslocaria todo o universo (em sentido lato, não apenas espacial), com acúmulos de um lado e vazios, de outro, proporcionais e definitivos. Então é necessário, para manter o equilíbrio, que a grande onda de ida seja compensada por outra onda equivalente de volta. Isso é também lógico e se realiza em virtude de uma lei de complementaridade, pela qual cada unidade é metade de outra unidade mais completa. O movimento que existe no universo não é jamais um deslocamento unilateral, efetivo e definitivo, mas é a metade de um ciclo que retorna ao ponto de partida, após haver cumprido determinado devenir, uma vibração de ida e volta, completa em sua contraparte inversa e complementar."

A esse movimento descêntrico, a expansão e a exteriorização, segue-se então um movimento concêntrico inverso: $\gamma \rightarrow \beta \rightarrow \alpha$. Há , pois, o movimento inverso, pelo qual a matéria se desmaterializa, desagrega-se e expande-se em forma de energia, vontade, movimento; é um tornar-se, que por meio das experiências de infinitas vidas, reconstrói a consciência ou espírito. Aqui, o ponto de partida é, a matéria, e o ponto de chegada é, o espírito. Assim, a espiral, que antes era aberta, agora se fecha; a pulsação de regresso completa o ciclo iniciado pelo de ida.

Segundo Ubaldi, este é o conceito central do funcionamento orgânico do universo. A primeira onda refere-se à criação, à origem da matéria, à condensação das nebulosas, à formação dos sistemas planetários, do sol, de nosso planeta, até à condensação máxima. A segunda onda, de regresso, é a que se vive agora, refere-se à evolução da matéria até às formas orgânicas, à origem da vida; com a vida, tem-se a conquista de uma consciência cada vez mais ampla, até a visão do Absoluto. É a fase de regresso da matéria que, por meio da ação, da luta, da dor, reencontra o espírito e volta à idéia pura, despojando-se, pouco a pouco, de todas as cascas da forma.

Todo ciclo poderia definir-se como um físio-dínamo-psiquismo. A fórmula é:

$\gamma \rightarrow \beta \rightarrow \alpha.$

12.3 A grande Equação da Substância

Os dois movimentos $\alpha \rightarrow \beta \rightarrow \gamma$ e $\gamma \rightarrow \beta \rightarrow \alpha$ coexistem, portanto, continuamente, no universo, em um contínuo equilíbrio de compensação. Evolução e involução. A condensação das nebulosas e a desagregação atômica são nascimento e morte numa direção, morte e nascimento em outra. Como disse Lavoisier: "–Nada se cria, nada se destrói, mas tudo se transforma". O princípio é igual ao fim.

Querendo exprimir essa coexistência, pode-se reunir as fórmulas dos dois movimentos, semiciclos complementares, numa fórmula única que representa o ciclo completo:

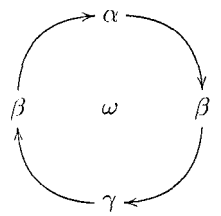


Figura 12.1: Equação Cíclica universal de transformação

Mas para definir, ainda melhor, o conceito orgânico do universo, não mais considerando-o em seu aspecto dinâmico de movimento, mas em seu aspecto estático, no qual, mais que o transformismo dos três termos, ressalta sua equivalência. Em seu aspecto estático, as fórmulas tornam-se uma só fórmula, que Pietro Ubaldi denominou a "Grande Equação da Substância", ou seja: $(\alpha = \beta = \gamma) = \omega$, onde ω representa o universo.

A denominação de "grande equação da substância", explica-se pelas várias formas que a substância assume, embora sempre permanecendo idêntica a si mesma. Pode-se exprimir melhor o conceito com uma irradiação tríplice: Dessas expressões ressalta um fato capital. Sendo α, β, γ,três modos de ser de ω, este se encontra em todos os termos, inteiro, completo, perfeito, total, em todos os momentos. Tal é ω em qualquer de seus modos de existência, assim ele reencontrar-se-á sempre em todo o seu infinito devenir.

Sobre esta equação define Ubaldi: "–Assim ω é o Todo, no particular e no conjunto, no átimo e na eternidade: em seu aspecto dinâmico é tornar-se, eterno no tempo, de $\alpha \to \gamma$ e de $\gamma \to \alpha$, sem princípio nem fim; mas o tornar-se volta sobre si mesmo, é imobilidade, em que $(\alpha = \beta = \gamma) = \omega$. Ele é o relativo e o absoluto, é o finito em que se pulveriza o infinito, o infinito em que o finito se recompõe; é abstrato e concreto, é dinâmico e estático, é análise e síntese, é tudo."

A imensa respiração de $\omega : \alpha \to \beta \to \gamma \to \beta \to \alpha \ldots$ etc, também poderia representar-se com um triângulo, ou seja, como uma realidade fechada em três aspectos:

Quando a ciência observa os fenômenos da criação, normalmente, apenas tenta descobrir novo artigo da Lei; mas em qualquer lugar encontrou e encontrará, coexistindo, os três modos de ser.

12.4 Estudo da fase γ, desintegração atômica

Viu-se que a respiração $\omega : \alpha \to \beta \to \gamma \to \beta \to \alpha \ldots$ é sem limites de espaço, sem princípio nem fim.

Foi essa imensa respiração do universo, cujo princípio Ubaldi enunciou, que agora observa-se analiticamente, sobretudo em sua pulsação de retorno,$\gamma \to \beta$

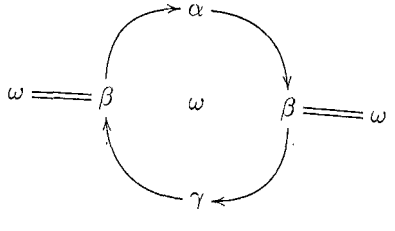


Figura 12.2: Equação Cíclica universal de transformação - completa

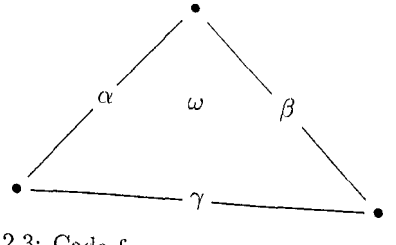


Figura 12.3: Cada fase conserva traços da fase anterior

que a humanidade vive.

Começa-se por γ, a fase matéria, de maior condensação da substância, a fim de atingir a fase β, energia. Examinar-se-á posteriormente o período $\beta \rightarrow \alpha$, cujo objetivo e meta, segundo Ubaldi, é "...a reconstrução da consciência e a libertação do princípio α, o espírito".

Para Ubaldi "...Depois das descobertas da desintegração do átomo, inexaurível fonte de energia, e de transformação da individualidade química pela explosão atômica, a descoberta da realidade do espírito é a maior descoberta "científica" que vos aguarda e revolucionará o mundo, iniciando uma nova era. No campo do pensamento, também a verdade será um movimento, um relativo que evolui, uma verdade progressiva, e não o ponto fixo e inerte do absoluto; é a trajetória do ponto que avança, um conceito muito mais vasto e proporcional ao novo grau de progresso que será atingido por vosso pensamento."

Para Ubaldi (e para o mundo) o grande problema da quântica é a desintegração atômica. Ao se assaltar o íntimo equilíbrio do sistema atômico para alterá-lo, o homem se encontra diante de uma individuação da matéria fortemente estabilizada durante incontáveis períodos de evolução. Vivemos num ponto relativamente velho do universo e a Terra, segundo o autor, representa o período γ, não no início, em sua primeira condensação, ainda próxima da energia, mas no fim, ou seja, no princípio de sua fase oposta, a desagregação, o regresso a β. Está-se assim, diante da matéria que opõe o máximo da resistência, porque está no grau máximo de estabilidade e coesão. Os incomensuráveis períodos de tempo que a trouxeram à sua atual individuação atômica, representam um impulso imenso, uma invencível vontade de continuar existindo na forma adquirida, por um princípio universal de inércia que, na Lei, impõe a continuação de trajetórias iniciadas, constituindo a garantia de estabilidade das formas e dos fenômenos. A Lei universal, como Ubaldi a entende, se manifesta por individuações inconfundíveis, que assumem a mais enérgica e decidida vontade de não deixar-se alterar. Para alcançar êxito, é necessário não violar a Lei, mas segui-la. Seguindo a corrente, será fácil o caminho. Para Ubaldi a atual fase de evolução, a Lei abre caminhos, através da passagem $\gamma \rightarrow \beta$ e não de $\beta \rightarrow \gamma$. Em outras palavras, o problema da desintegração atômica é solúvel, não nas formas mais longínquas e menos acessíveis da condensação das nebulosas, mas

naquelas da desintegração das substâncias radioativas. Os raios α e os raios β e todos os fenômenos relativos ao rádio e aos corpos radioativos, são exemplo disto. O estudo que se fará da série estequiogenética (até onde eu sei,palavra cunhada por Ubaldi) dará um conceito mais exato de tudo isto.

12.5 Unidade de Princípio no Universo

O universo contém, a cada instante, cada uma e todas as fases do transformismo. A cada instante ele é todo, completo e perfeito em todos os seus períodos de ida e volta. Não é $\alpha \rightarrow \beta \rightarrow \gamma$ de um lado, e depois $\gamma \rightarrow \beta \rightarrow \alpha$ de outro; mas em todos os lugares e a cada momento, existe uma fase desse transformar-se, de tal modo que ele existe concomitantemente todo onde quer que seja, de forma que o absoluto não se divide, mas se encontra sempre todo, a si mesmo, no relativo.

Por esse mecanismo, sustenta Ubaldi, olha-se e é olhado; "...O universo olha para si mesmo de pontos infinitos".

Conforme a declaração Ubaldiana "...o universo é regido por um princípio único. Já afirmei que o universo não é nem caos nem acaso, mas suprema ordem: a Lei."

A Lei significa não apenas, ordem, equilíbrio e precisão de funcionamento, mas acima de tudo significa unidade de princípio. Por isso: Monismo. O princípio da trindade da substância, segundo o filósofo, é universal e única: poderá pulverizar-se numa série infinita de efeitos e de casos particulares, mas o princípio permanece e se encontra em toda parte, em sua forma estática de individuação, em sua forma dinâmica de transformismo que segue o caminho: $\ldots\gamma \rightarrow \beta \rightarrow \alpha\ldots$. Ubaldi cita três exemplos:

12.5.1 Primeiro exemplo:

O microcosmo está construído como o macrocosmo. O átomo é um verdadeiro sistema planetário, com todos os seus movimentos, em cujo centro está um sol, o núcleo central, de densidade máxima, em redor do qual giram, seguindo uma órbita semelhante à planetária, um ou mais elétrons, segundo a natureza do sistema, é isso que define o átomo e lhe dá sua individuação química. O sistema solar, com todos os seus planetas, poderia considerar-se o átomo de uma

química astronômica, cujas combinações e reações produzem essas nebulosas que aparecerem e desaparecerem nos confins do universo físico.

Quando, no espaço, um sol, como qualquer núcleo com seu cortejo planetário, encontra-se com outro sol ou núcleo e seu cortejo planetário, o resultado é sempre o mesmo: a formação de nova individuação, quer seja sistema cósmico ou químico. No primeiro caso se individuará novo vórtice, novo "Eu" astronômico, que se desenvolverá segundo uma linha, a espiral que como já se viu é a trajetória típica de desenvolvimento de todos os movimentos fenomênicos. No segundo caso nascerá, pelo choque dos núcleos e pela emissão de elétrons do sistema, novo indivíduo atômico. Se isso ainda não apareceu em nosso mundo relativo, chamamos de criação.

12.5.2 Segundo Exemplo:

O princípio de que o universo se compõe, dividindo-se e reunindo-se, de duas metades inversas e complementares, é geral e único (como o Yin Yang). Tudo o que existe tem seu inverso, sem isto, é incompleto. O sinal "-", complementar do sinal "+", próprio da energia elétrica, se encontra no átomo, composto de um núcleo estático e positivo, e de elétrons, dinâmicos e negativos; e também na divisão sexual animal e em todas as manifestações da personalidade humana.

12.5.3 Terceiro Exemplo:

O homem se constitui, numa unidade, os três momentos α, β, γ. O homem é um corpo, estrutura física, que se apóia numa armação esquelética que pertence ao reino mineral, sobre a qual se eleva o metabolismo rápido da vida, a troca (vida vegetativa, ainda não consciência), é dinamismo que é β. O produto último da vida é a consciência, nascida daquele dinamismo e em contínuo desenvolvimento, por meio de um trabalho contínuo e intenso de provas e experiências produzidas por choques, não mais cósmicos ou moleculares, mas psíquicos. Essa unidade de conceito é a mais evidente expressão do Monismo do universo e, completa Ubaldi, "...a presença universal da Divindade. Na infinita variedade das formas, sempre ressurge o mesmo princípio idêntico, com nomes e em níveis diferentes. Assim, no nível γ temos a gravitação; no nível β temos o que denominamos simpatia; no nível α, amor".

Eles constituem a mesma lei de atração, que vincula as coisas e os seres e os sustenta como organismo, numa rede de contínuas relações e trocas, tanto no mundo da matéria quanto no da consciência.

12.6 Constituição da matéria - Unidades Múltiplas

Começa-se, pois, agora a análise do fenômeno matéria,γ. Observa-se-lhe de um ponto de vista estático, em suas características típicas de determinada individuação da Substância e, também, de um ponto de vista dinâmico, como o devenir da corrente do transformismo da Substância, que vindo da fase γ, regressará à fase β. Na realidade, os dois aspectos fundem-se. O contínuo frêmito de movimento com o qual a Substância vibra, leva-a a individuar-se diversamente. Este estudo mostrará sempre aspectos novos do Princípio Único, novos artigos da mesma Lei.

Sob o ponto de vista estático, apresenta-se a matéria diversamente individuada, de acordo com a sua construção atômica. O estudo dessa construção revelou, na Terra, a presença de 92 elementos (Até a época da criação da *Grande Síntese*, 1935) ou corpos simples, que vão do Hidrogênio (H) ao Urânio (U). São indivíduos químicos indecompostos em simples unidade atômica, que formam toda a matéria, reagrupando-se nas unidades moleculares, organismos ainda mais complexos, produzidos pela fusão de vários sistemas atômicos (por exemplo, o sistema atômico H, na unidade molecular H_2O), organizando-se afinal naquelas coletividades moleculares, verdadeiras sociedades de moléculas, que são os cristais. Estes, embora reduzidos a massas de indivíduos cristalinos informes, como aparece nas estratificações geológicas, ou nas rochas elásticas ou fragmentárias, conservam sempre a íntima orientação molecular e constituem a estrutura do planeta e dos planetas do sistema solar. É um crescendo, no organizar-se em unidades coletivas cada vez mais vastas, semelhantes ao da consciência individual, que se coordena na mais vasta consciência coletiva nacional e, depois, na mundial.

Procedendo no sentido inverso, o átomo é uma coletividade decomponível em unidades menores. O átomo é composto de um ou mais elétrons, que giram

em redor de um núcleo central; o que individualiza o átomo e o distingue é justamente o número desses elétrons que giram em torno do núcleo. Tem-se, assim, 92 espécies de átomos, desde o hidrogênio, que é o mais simples, composto de um núcleo e de um só elétron que gira em torno dele; o Hélio (He), que o segue, composto de um núcleo e de dois elétrons; o Lítio (Li) com três, e assim por diante até o Urânio (U), com 92 elétrons. Sobre essa base, construir-se-á uma série estequiogenética.

Então, não há apenas ordem, não somente unidade de princípio na Lei, mas há também, individuação constante, segundo tipos bem definidos, em cada uma de suas manifestações. É tendência constante, à proporção que a diferenciação multiplica tipos (a pulverização do absoluto no relativo), o seu reagrupamento em unidades mais vastas, que reconstroem a unidade fragmentada no particular(tal como acontece na geometria fractal).

O impulso centrífugo equilibra-se, pois, invertendo-se em tendência centrípeta; na dispersão e concentração, no multiplicar-se dividindo-se, no reagrupar-se, reunindo-se, a substância se reencontra sempre, completa em si mesma. A imensa respiração de ω é, também, completa em si mesma, voltando sobre si. Assim, o universo contempla seu próprio processo de autocriação.

Muitos anos antes da concepção do primeiro acelerador de partículas, antes mesmo que se imaginasse estas colisões, Ubaldi disse: "– Afirmou-se que os elétrons giram em redor do núcleo. Ora, nem mesmo o núcleo é o último termo; em breve, aprendereis a decompô-lo. Porém, por mais que procureis o último termo, jamais o encontrareis, porque ele não existe. Nesta pesquisa, dirigida para o âmago da matéria, acompanhais o caminho descendente que percorreu, de $\alpha \rightarrow \beta \rightarrow \gamma$ e tereis de encontrar β, isto é, a energia da qual nasceu a matéria e à qual veremos regressar em seu caminho ascensional, que a reconduz a β. A "Grande Síntese", como já se disse, teve sua primeira edição em 1935, ao passo que Einstein afirmaria, "profeticamente" somente em 1939, respondendo ao Presidente americano Roosevelt: "– Nós últimos quatro meses, fez-se provável – através do trabalho de Joliot, na França, bem como de Fermi e Szilard, nos Estados Unidos – que venha ser possível provocar uma reação nuclear em cadeia em uma grande massa de urânio, o que geraria imensa quantidade de energia e novos elementos semelhantes ao rádio. Agora parece quase certo que

se possa conseguir isso no futuro imediato. Esse novo fenômeno levaria também à construção de bombas, e é concebível – embora muito menos certo – que um novo tipo de bombas poderosíssimas possa então ser construído". (conforme citação, em "O universo numa casca de noz" [12]). Aliás, o próprio Einstein, afirmou sua admiração pela "Grande Síntese" e pelo professor Ubaldi.

12.7 Nascimento e Morte da Matéria - Concentração Dinâmica e Desagregação atômica

Que se aprofunde, pois, o problema do nascimento e da morte da matéria, depois (entre esses dois extremos) o da evolução de suas individuações, isto é, o de sua vida. Pode definir-se a matéria como um forma de energia, isto é, um modo de ser da substância, que nasce da energia por condensação ou por concentração e regressa à energia por desagregação, após haver percorrido uma série evolutiva de formas cada vez mais complexas e diferenciadas, que reencontram a unidade em reagrupamentos coletivos.

A matéria nasce, vive e morre, para renascer, reviver e tornar a morrer, tal como o homem, eternamente, descendo de β a γ e voltando a β, quando o vórtice interior, por ter atingido o máximo de condensação dinâmica, não mais pode suportá-la e se quebra. Assiste-se, então ao fenômenos da desagregação da matéria, que se denomina radioatividade, própria dos corpos velhos, com peso atômico maior, seu máximo de condensação. Assim, o átomo representa uma quantidade enorme, uma mina de energia condensada, que pode-se libertar, perturbando o equilíbrio interno do sistema núcleo-eletrônico do átomo.

O significado da palavra condensação só pode ser compreendido se se reduz a energia à sua expressão mais simples (isto também vale para a substância): o movimento. Condensação de energia é expressão demasiadamente sensória. É melhor dizer concentração de energia, pois isso significa aceleração de movimento, de velocidade. Ver-se-á melhor essa essência do fenômeno no estudo do íntimo mecanismo do transformismo fenomênico.

Vê-se, todavia, que toda a estrutura planetária do átomo fala de energia e de velocidade. Logo que se observa, em profundidade, o fenômeno matéria, esta se dissolve em sua aparência exterior e se revela em sua substância, a ener-

gia. O conceito sensório de solidez e de concreto desaparece diante do conceito de elétrons que giram, velocíssimos, em espaços ilimitados, proporcionalmente a seu volume, em redor de um núcleo incomensurávelmente menor. Assim a matéria, tal como se concebe habitualmente, desvanece nas mãos, deixando apenas sensações produzidas por algo que é apenas energia e determina um movimento que se estabiliza por sua altíssima velocidade. Eis a matéria reduzida à sua última expressão. Da mesma forma que o movimento é a essência da substância, assim também é o de cada um de seus aspectos: Velocidade é energia , velocidade é matéria, velocidade é idêntica em sua substância, é o denominador comum que permite a passagem de uma à outra forma.

Coloca-se lado a lado estas duas formas da substância, matéria e energia. Aquecendo um corpo, transmite-se energia à matéria, isto é outra modalidade de energia. Soma-se energia. O calor significa aumento de velocidade nos sistemas atômicos-moleculares. Quando diz-se que um corpo está mais quente, isto significa que seu movimento íntimo sofre um rápido aumento de velocidade. Então o calor infunde na matéria, como em todas as demais formas de vida, um ritmo mais intenso; é verdadeiro aumento de potência, um acréscimo de individualidade que, no mundo da matéria, expressa-se com a dilatação do volume. De imensa distância, o sol acende essa dança dos átomos e toda a matéria do planeta responde. A dança propaga-se de corpo em corpo, tudo o que lhe está perto o sente, participa, exulta. Os corpos condutores de energia são aqueles cujas moléculas são mais ágeis a realizar a corrida. O movimento, essência do universo, vai de uma coisa à outra, ávido de comunicar-se, como as ondas do mar, ávido de expandir-se.

Ubaldi afirma poéticamente: "...O movimento dá-se sempre, pelo universal princípio do amor; fecunda e se dispersa depois de haver dado a vida, para reencontrar-se, recondensar-se ao longe, em todos os novos vórtices de criação. Os homens e as coisas, na Terra, arrebatam o mais que podem, tudo que chega do sol e o dividem entre si."

O homem transforma esse movimento em outras formas de energia (já que nada se cria e nada se destrói): luz, som, eletricidade, para suas necessidades. Mas o fenômeno é irresistível e a cada transformação há uma perda, um consumo, um desgaste, um atrito e um esforço para suprir isso. Isto ocorre segundo

o filósofo: "...porque estais em fase de evolução = descentralização cinética". O fornecimento do sol renova-se continuamente; ele dá o que tem e em formas sempre novas, reconquistará tudo o que dá. Isso porque o movimento, substância do universo, é um ciclo que sempre volta e está fechado e completo em si mesmo.

12.8 Do éter aos corpos radioativos

Muitas nebulosas que aparecer nos espaços sem um precedente visível, nascem por condensação de energia, a qual, após a imensa dispersão e difusão devida à contínua irradiação de seus centros, concentra-se, seguindo correntes, que guiam sua eterna circulação, em determinados pontos do universo. Aí, obedecendo ao impulso que lhe é imposto pela grande lei do equilíbrio, instala-se, acumula-se, retorna e se dobra sobre si mesma, compensando e equilibrando o ciclo inverso, já esgotado, da difusão que a guiara de uma coisa à outra, para animar e mover tudo no universo. De todas as partes deste, as correntes trazem sempre nova energia, o movimento torna-se cada vez mais intenso, o vórtice fecha-se em si mesmo, o turbilhão transforma-se em um verdadeiro núcleo de atração dinâmica. Quando ele não pode suportar mais em seu âmbito todo o ímpeto da energia acumulada, chega a um momento de máxima saturação dinâmica, a um momento crítico em que a velocidade torna-se massa, estabiliza-se nos infinitos sistemas planetários íntimos, do qual nascerá o núcleo, depois o átomo, a molécula, o cristal, o mineral, os amontoados solares, planetários, siderais. Da imensa tempestade nasceu a matéria.

Em realidade, nenhuma das três formas, α, β, γ, conseguem isolar-se completamente; trazem em si sempre traços de suas fases precedentes. É assim que o pensamento apóia-se num suporte nervoso-cerebral, e que a matéria em si exprime sempre a idéia que a anima. A energia na fase de ida ou na de retorno, é sempre o traço de união entre α e β; reveste todas as formas, tanto que, o pensamento só sabe existir com o apoio da energia e a energia permeia toda a matéria, agitando-a em formas infinitas; sobretudo, naquela fundamental, mãe de todas as outras, de energia gravífica ou gravitação universal.

12.9 A evolução da matéria por indidualidades químicas - O hidrogênio e as nebulosas

Agora, que se observou o fenômeno do nascimento, vida e morte da matéria, ver-se-á γ ainda mais de perto, na série das individuações que ela assume em nosso planeta, a fim de definir a gênese sucessiva de suas formas, de algumas até desconhecidas.

Estabeleceu-se que a fase γ engloba as individuações que vão do Hidrogênio ao Urânio (as demais vão por inferência). Elas representam o ciclo que parte de β por condensação e volta a β por desagregação.

Como ponto de partida, toma-se o Hidrogênio, H. Como se viu, é o corpo cujo átomo possui o sistema mais simples, com um só elétron. A isso corresponde um peso atômico 1,008. O peso atômico vai crescendo progressivamente, com o aumento proporcional do número dos elétrons nos sistemas atômicos dos corpos, até o Urânio, U, com peso atômico máximo de 238.2, correspondente a um sistema atômico de 92 elétrons.

H é o tipo fundamental, o protozoário monomolecular da química, assim como o carbono é o protozoário da química orgânica ou da vida.

H é o corpo simples, quimicamente indecomposto, tem peso atômico unitário; migra para o polo negativo (eletrólise); está na base da teoria das valências. Por valência, a química define a capacidade dos átomos de um corpo em vincular determinado número de átomos de H, ou a capacidade de se substituirem, nos diferentes compostos, ao mesmo número desses átomos. Em química, o peso atômico é dado pela relação entre o peso de um átomo de determinado corpo e o peso do átomo do Hidrogênio que, por ser o menor de todos, foi tomado como unidade de medida: H = 1. O peso molecular dos corpos é também dado, em química, em função do peso do átomo de Hidrogênio.

Que significa essa constante referência ao Hidrogênio, como unidade de medida da matéria, esse seu peso atômico mínimo, esse seu inflexível negativismo? Todos esses fatos convergem para o mesmo conceito: de que H é a matéria em sua mais simples expressão, é sua forma primitiva e originária da qual todas as outras se derivaram posteriormente, pouco a pouco, por evolução.

A esse mesmo conceito pode-se chegar pela observação das nebulosas. Os

espaços estelares, a cada momento oferecem toda a série dos estados sucessivos que a matéria atravessa, desde suas formas mais simples até às mais complexas. A composição química dos corpos celestes podem ser conhecidas com exatidão, por meio da análise espectral. O espectroscópio diz que as nebulosas e as estrelas que emanam luz branca, isto é, os corpos celestes mais luminosos, mais quentes e mais jovens são compostos de poucos e simples elementos químicos. Seu espectro, mais extenso no ultravioleta, ou seja, mais quente, muitas vezes indica exclusivamente o Hidrogênio, sempre elementos de peso atômico baixo. Esses corpos são muito luminosos, de luz branca, incandescentes, desprovidos de condensações sólidas. Aí a matéria se apresenta em suas formas primordiais dinâmicas, ainda próximas de β, e se encaminha para as formas propriamente físicas, que a caracterizam em sua fase de γ. Ao contrário, as estrelas mais avançadas em idade apresentam emanações dinâmicas mais fracas, são vermelhas ou amarelas, como o sol, menos quentes, menos luminosas, menos jovens, compostas de elementos químicos mais complexos, de maior peso atômico.

Então, se a análise espectral dos corpos celestes indica que luz e calor (dado pelo comprimento do ultravioleta) estão em razão inversa dos pesos atômicos e da complexidade dos elementos químicos componentes, em outras palavras, se os estados dinâmicos estão em razão inversa do peso atômico, medida do estado físico, isto significa inversão de estados dinâmicos em estados físicos, ou seja, a matéria é inversão da energia e vice-versa (afinal $E = mc^2$). Essa inversão é passagem do indistinto ao distinto, do simples ao complexo; em outras palavras, se está diante de uma verdadeira e própria evolução. Esse aumentar progressivo do peso atômico, paralelamente ao desaparecimento das fórmulas dinâmicas e à formação das espécies químicas e à sua diferenciação, corresponde ao conceito de condensação, de substância-movimento, de massa-velocidade. É fácil compreender como, desde as formas primordiais, prevalentemente dinâmicas, até às mais densas concentrações de matéria – tal como as do sistema solar, já velho como a matéria, em que a fase γ viveu e ω existe agora em estado de β que vai para α – só se pode passar por evolução.

O movimento dessa evolução aparece fixado em formas bem definidas. Se a continuidade é novo aspecto da Lei, essa continuidade tem paredes e vértices, nos quais o transformismo criou individuações nitidamente delineadas. A tendência

do transformismo fenomênico de caminhar por individuações, é outra característica fundamental da Lei. Por isso, os corpos químicos têm, cada um deles, sua própria individualidade, rigorosamente definida. Um artigo da Lei diz: "Na constituição de um corpo químico bem definido, os componentes entram sempre em relação bem determinada e constante". Diz esse artigo que os corpos químicos possuem uma constituição individual, perfeitamente determinada, proveniente dos elementos componentes que estão entre si em relação constante. A isto se poderia denominar a lei das espécies químicas. Sem essa individualidade que nos permite isolar, classificar e reconhecer os corpos, não seria possível a química moderna. Pode falar-se, no mundo da matéria, de indivíduos químicos, tal como na Zoologia e na Botânica, de indivíduos orgânicos, no mundo humano, de "Eu" e de consciência. Em seus vastos aspectos de γ, β, α, a substância segue sempre a mesma lei. Assim também no mundo químico temos algo com uma personalidade, que é incoercível vontade de existir em sua própria forma, e reage a todos os agentes externos que pretendam alterá-la. A química delineia exatamente o modo de comportar-se desses indivíduos químicos.

Outro artigo da Lei diz: "Quando dois corpos, ao combinar-se entre si, podem dar origem a mais de um composto, as diferentes combinações são tais que, permanecendo constante a quantidade de um dos componentes, as quantidades do outro variam segundo relações bem definidas, ou seja, essas quantidades são todas múltiplos exatos do mesmo número".

Ainda um outro diz: "Todos os corpos simples, em suas reações, combinações, substituições recíprocas, agem segundo relações de peso representadas por números bem determinados e constantes para cada corpo, ou por múltiplos exatos desses números". Assim a química pode individualizar, com exatidão, os corpos, fixando seu peso atômico, a fórmula de sua valência, definindo as reações próprias de cada corpo, estabelecendo o equivalente elétrico (+ ou -) e, com análise espectral, a luz equivalente. Em outras palavras, o equivalente dinâmico dos corpos. Logo, a química, com a chamada teoria atômica e com a teoria das valências, pode definir, com exatidão matemática, as relações entre um indivíduo e outro.

12.10 A série das Individuações químicas do H ao U, por peso atômico e isovalência periódicas

Dessa forma, baseando-se nessa individuação, pode-se estabelecer uma gradação de complexidade que, partindo do H, chegue até às fórmulas complexas dos produtos orgânicos. Pode-se estabelecer uma série química, semelhante à escala zoológica, em que aos protozoários corresponderiam aos corpos químicos simples, indecompostos; é uma série evolutiva que progride de forma em forma, de tipo em tipo, verdadeira árvore genealógica das espécies químicas, a cujo desenvolvimento pode-se aplicar os conceitos darwinianos de evolução , variabilidade e até mesmo de hereditariedade e de adaptação (e se aplicará em capítulo posterior na criação de um gerador de melodias *Cantus Firmus* genético). Gradações de formas aparentadas entre si, derivadas uma das outras, sujeitas à lei comum, que provêm da origem comum, da afinidade intrínseca, do mesmo caminho, da mesma meta, da mesma lei de transformismo e de evolução. Cada corpo simples que faz parte da série química não constitui um indivíduo isolado; são tipos em redor dos quais oscilam diferentes variedades, que poderão reunir-se em grupos, por afinidade, tal como no mundo zoológico.

Ubaldi profetiza: "–Quando a consciência tiver encontrado meios para agir, mais profundamente, na estrutura íntima da matéria, vereis multiplicar-se o número das espécies químicas compreendidas na mesma classe e o número das variedades da mesma espécie. Podereis, então, influir na formação das espécies químicas, como agora influís na formação de variedades biológicas vegetais e animais. Isto porque toda a matéria, mesmo aquela considerada bruta e inerte, é viva e sente, pode plasmar-se e obedece, quando atingida por um comando forte."

Estabelece-se, pois, a Série Estequiogenética(palavra cunhada por Ubaldi). No esquema que se segue estão resumidos os conceitos:

Tomando o peso atômico como índice do grau de condensação, pode-se organizar um elenco dos corpos ainda indecompostos, denominados simples e obter-se uma escala que oferece características especialíssimas. Se se observar as propriedades químicas e físicas de cada corpo, ver-se-á que elas estão em estreita

relação com pesos atômicos. Verifica-se que, à série dos pesos atômicos, não corresponde apenas uma série de individualidades químicas bem definidas, mas que isso ocorre de acordo com o ritmo de retornos regulares ao mesmo ponto de partida. Esse fato faz pensar de imediato que, por trás da série dos pesos atômicos, oculta-se um conceito mais substancial e profundo.

Se se observar em cada corpo a característica da valência, isto é, a capacidade especial de cada átomo para unir-se a um ou mais átomos de Hidrogênio, vê-se que essa valência se alinha com surpreendente regularidade segundo ordens de sete graus, que se repetem ininterruptamente do primeiro ao último elemento. A coluna das isovalências do quadro das figuras 12.4 e 12.5 que mostra a repetição das mesmas valências à distância de sete períodos. Assim, têm as mesmas valências Lítio e Sódio, Berílio e Magnésio, Boro e Alumínio, Carbono e Silício, Nitrogênio e Fósforo, Oxigênio e Enxofre, Flúor e Cloro, corpos que são marcados com os mesmos números de valências. Mais exatamente, a graduação dessas valências sobe de um a quatro pela valência com o Hidrogênio, depois diminui para um, no número VII, e sobe progressivamente de um para sete para a valência relativa ao Oxigênio. Deste modo, tem-se, respectivamente, setenários compostos de monovalências, bivalências, trivalências, tetravalências e depois em sentido inverso: trivalências, bivalências e monovalências; e setenários compostos de monovalências, bivalências, trivalências, tetravalências, pentavalências, hexavalências, heptavalências. Temos, pois, períodos I-IV-I, que se sobrepõem exatamente nos períodos I-VII. O ritmo é evidente, expresso pela coluna das isovalências periódicas. Assim como o ritmo se repete, por exemplo, nos dias e nas estações, mas sempre num ponto diferente do espaço ocupado pelo planeta, também à distância de sete elementos, volta o ritmo da valência num ponto diferente. A cada sete elementos, temos uma repentina mudança de propriedades, depois um retorno regular ao ponto de partida. O que foi dito para a série, que começa com o Lítio e com o Sódio, repete-se nas outras séries que começam com o Potássio, o Cobre, a Prata e assim por diante.

Esta conexão, entre as características de um corpo e sua localização na escala, permitiu que fosse dado a cada elemento um número próprio, para distingui-lo. Essa determinação não é empírica, já que o número atômico pode ser sempre experimentalmente determinado, examinando-se os espectros dos raios X emiti-

SÉRIE ESTEQUIOGENÉTICA

Série	Isovalências periódicas			Número Atômico	Peso atômico	Elementos
S1 ...	I		0	1	1,008	Hidrogênio
			I	2	4,00	Hélio
			II	3	6,94	Lítio
			III	4	9,1	Berílio
			IV	5	11,0	Boro
			V	6	12,005	Carbono
			VI	7	14,01	Nitrogênio
			VII	8	16,01	Oxigênio
				9	19,0	Flúor
S2 ...	II		0	10	20,0	Neônio
			I	11	23,00	Sódio
			II	12	24,32	Magnésio
			III	13	27,1	Alumínio
			IV	14	28,3	Silício
			V	15	31,04	Fósforo
			VI	16	32,06	Enxôfre
			VII	17	35,46	Cloro
S3 ...	III	a	0	18	38,88	Argônio
			I	19	39,10	Potássio
			II	20	40,07	Cálcio
			III	21	44,1	Escândio
			IV	22	48,1	Titânio
			V	23	51,0	Vanádio
			VI	24	52,0	Crômio
			VII	25	54,93	Manganês
			—	26	55,84	Ferro
			—	27	57,97	Cobalto
			—	28	58,68	Níquel
		b	I	29	63,57	Cobre
			II	30	65,37	Zinco
			III	31	69,9	Gálio
			IV	32	72,5	Germânio
			V	33	74,96	Arsênio
			VI	34	78,96	Selênio
			VII	35	79,92	Bromo
S4 ...	IV	a	0	36	82,92	Criptônio
			I	37	85,45	Rubídio
			II	38	87,63	Estrôncio
			III	39	88,7	Ítrio
			IV	40	90,6	Zircônio
			V	41	93,5	Nióbio
			VI	42	96,0	Molibdênio
			VII	43	—	—
			—	44	101,7	Rutênio
			—	45	102,9	Ródio
			—	46	106,7	Paládio
		b	I	47	107,88	Prata
			II	48	112,40	Cádmio
			III	49	114,8	Índio
			IV	50	118,7	Estanho
			V	51	120,2	Antimônio
			VI	52	127,5	Telúrio
			VII	53	126,92	Iodo

Figura 12.4: Série Estequigenética I

		a	0	54	130,2	Xenônio
			I	55	132,81	Césio
			II	56	137,37	Bário
			III	57	139,0	Lantânio
			IV	58	140,25	Cério
			V	59	140,9	Praseodímio
			VI	60	144,3	Neodímio
			VII	61	—	—
S_5 ...	V	b	I	62	150,4	Samário
			II	63	152,0	Európio
			III	64	157,3	Gadolínio
			IV	65	159,2	Térbio
			V	66	162,5	Disprósio
			VI	67	163,5	Hólmio
			VII	68	167,7	Érbio
		a	I	69	168,5	Túlio
			II	70	173,5	Itérbio
			III	71	175,0	Lutécio
			IV	72	—	—
			V	73	181,5	Tântalo
			VI	74	184,0	Tungstênio
			VII	75	—	—
			—	76	190,9	Ósmio
			—	77	193,1	Irídio
S_6 ...	VI		—	78	195,2	Platina
			—	79	197,2	Ouro
		b	I	80	200,6	Mercúrio
			II	81	204,0	Tálio
			III	82	207,2	Chumbo
			IV	83	208,0	Bismuto
			V	84	210,0	Polônio
			VI	85	—	—
			VII	86	222,4	Radônio
			0	87	—	—
			I	88	226,0	Rádio
			II	89	228,4	Actínio
			III	90	232,4	Tório
S_7 ...	VII		IV	91	234,5	Protactínio
			V	92	238,2	Urânio
			VI			

Figura 12.5: Série Estequigenética II

dos pelos diversos corpos, quando em presença dos raios catódicos. A frequência vibratória das linhas desses espectros é proporcional ao quadrado do número atômico.

Baseado nesta exata determinação de lugar na escala, é possível estabelecer outras relações entre corpos, relações expressas pelas seguintes proporções: o Boro está para o Berílio, assim como o Berílio está para o Lítio; o Lítio está para o Sódio, assim como o Berílio está para o Magnésio e como o Boro está para o Alumínio; O Lítio está para o Magnésio, como o Berílio está para o Alumínio e como o Boro está para o Silício. São respectivamente proporcionais as passagens das propriedades de um corpo para as do outro. Dessa maneira, tem-se o retorno periódico das mesmas características, embora repetidas em nível atômico diferente. Os volumes atômicos aumentam e diminuem, correspondendo às séries assinaladas na escala. As séries duplas são causadas justamente pelo aumento e pela diminuição dos volumes atômicos, fato regularmente verificado.

A representação gráfica demonstrará melhor esses conceitos. Figura 12.6. Colocando os pesos atômicos no eixo "x" e os volumes atômicos no eixo "y", pode-se traçar uma linha que representa sete conchas, com seus máximos ou vértices relativos, que, por analogia com todo o seu traçado, indica a localização dos elementos, cujo volume atômico ainda seja ignorado(à época de Ubaldi não se conheciam todos os elementos químicos da tabela periódica e aí reside a beleza de sua teoria que se encaixa nas descobertas futuras). Portanto, o volume atômico acompanha o andamento da escala dos pesos atômicos. Ele cresce e decresce, correspondendo aos vários setenários dos elementos, isto é, a cada oitava (não é interessante que seja assim também na música? Irá ser feito em *Clean* um exemplo que mostra o fenômeno). Aliás compreende duas oitavas: uma ascendente e outra descendente(como na música). A oitava descendente inclui os corpos dúteis; a ascendente os corpos frágeis. Nos vértices, estão os corpos de fácil fusão ou gases, ao contrário, nos mínimos. As oitavas descendentes são eletro-positivas; as oitavas ascendentes são eletro-negativas. O mesmo pode-se dizer de várias outras qualidades, como condutibilidade, compressibilidade, dureza. A classificação em série é resultado do comportamento dessas oitavas.

Eis, portantó, traçado um sistema estequiogenético, ou árvore genealógica das espécies químicas. Divisíveis em VII séries, a partir de S1 até S7, são os sete

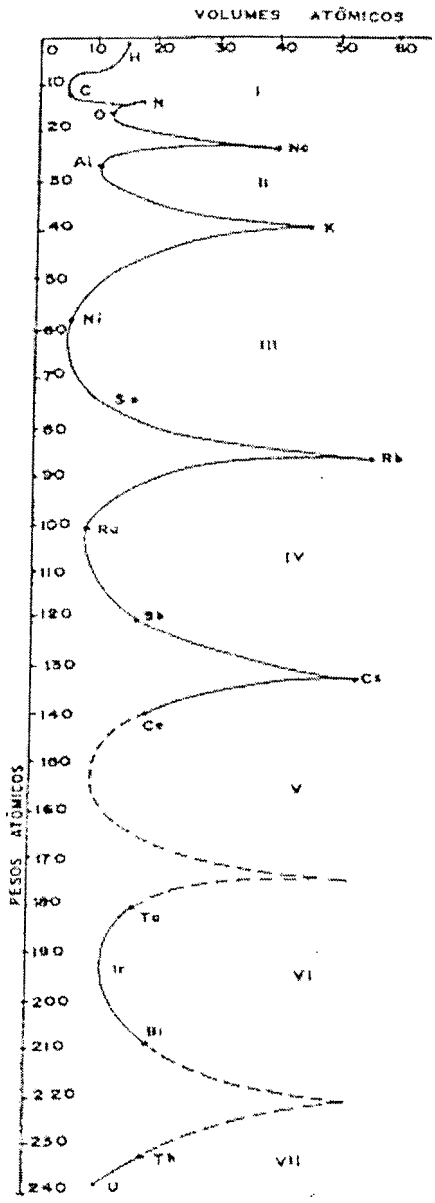


Figura 12.6: Diagrama da Série Estequiogenética

períodos de formação ou sucessiva condensação da matéria, também divisíveis em VII grupos, verdadeiras famílias naturais de corpos semelhantes, segundo as respectivas isovalências.

12.11 A estequiogênese e as espécies químicas desconhecidas

Este estudo desenvolvido a partir de conclusões de ordem filosófica e moral, ter importância prática nas engenharias no desenvolvimento de algoritmos evolutivos, cujos exemplos se encontram insertos em capítulos à frete. A teoria Ubaldiana é também um novo caminho para determinação de elementos que seriam desconhecidos; e isso não empiricamente, por tentativas, mas sistematicamente, prevendo, com exatidão, a direção a se dar nas pesquisas. O esquema revela que, segundo Ubaldi, em certos pontos há corpos com as características indicadas pelo gráfico em graus de materialidade ou imaterialidade ainda não conhecidos. Não importam os nomes. *Ipsis Leteris*: "...Os corpos estão lá, já definidos e descritos. Procurai-os e os achareis. Dir-vos-ei mais: pelo que já conheceis experimentalmente, sabendo-se que o universo é Lei e organismo, podereis delinear o andamento de um fenômeno, pela simples aplicação analógica do conceito fundamental que o governa, isto é, da linha de seu desenvolvimento, mesmo em seus períodos desconhecidos.". De fato os elementos estavam.

Neste trabalho utilizar-se-á o conceito monístico – da unidade de princípio de todo o universo – o princípio permite-nos determinar a priori, antes da observação e da experiência, o desconhecido e defini-lo, descobri-lo e conhecê-lo. Por si só esta idéia Ubaldiana já traria enormes benefícios já que é um *guideline* para todos os processos evolutivos. Não foi assim que se descobriu o Escândio, o Gálio, o Germânio? O Escândio está no Grupo III, à distância exata de duas oitavas do Boro, o Gálio está no mesmo Grupo, um pouco mais distante na escala, e na mesma distância de duas oitavas do Alumínio; o Germânio está no Grupo IV, na mesma distância de duas oitavas do Silício, que se encontra no mesmo Grupo. Este mesmo sistema, intuitivamente a priori, guiou à descoberta dos gases nobres, quimicamente inertes, contidos no ar, isto é, o Neônio, o Criptônio, o Xenônio. Estes pertencem ao Grupo 0, ou seja, ao

Grupo do Argônio. Conseguiu-se preparar o Radônio (emanação do Rádio), da mesma família 0. De fato, esses elementos estão no esquema, incluídos no grupo do Argônio, 0, (com valência zero) como todos os outros. Assim por diante, também no campo astronômico, onde o cálculo de uma lei exata permitiu individualizar, em determinado ponto e instante, um corpo com características determinadas, até ser encontrado, de fato. Já se percebe como o edifício, que a razão é capaz de construir, pode antecipar a observação direta; essa é apenas a caminhada vulgar de um pensamento que sempre se apóia nos fatos. Imagine a que descobertas poderia-se rapidamente chegar, quando os problemas científicos forem enfrentados por intuição, esta é uma das tese de Ubaldi, por suas próprias palavras:"... Aliás as verdadeiras e grandes descobertas foram todas lampejos de intuição de gênio, o super-homem do futuro que, saltando além das formas racionais de pesquisa, antecipa as formas intuitivas da humanidade futura. Os grandes saltos para frente foram dados pelo homem, nunca experimentalmente, nunca racionalmente, mas por intuição, verdadeiro e grande sistema de pesquisa do futuro. Enquanto a evolução não trouxer à luz essa nova maturação biológica, seja a vossa razão na pesquisa científica dirigida pela afirmativa de que o universo é todo regido por conceitos harmônicos, analógicos, reduzíveis a princípios cada vez mais simples e sintéticos. Uma vez compreendido o conceito gerador de um processo fenomênico e seu ritmo, qualquer que seja sua altura na escala das formas do ser, ampliai com segurança esse conceito e esse ritmo, mesmo onde ainda falta o conhecimento objetivo. De γ a α é idêntica a lei de evolução, é contínua a linha de desenvolvimento, o princípio é único. Este conceito permitirá sempre individuar, a priori, as formas intermediárias que ω, a substância, atravessa em seu contínuo transformar-se."

Resumindo, podemos, pois, dizer que observa-se as formas do estágio físico da substância (γ = matéria), que vão do H ao U, segundo pesos atômicos crescentes, formas que se reagrupam em VII grandes séries sucessivas de condensação e VII grandes famílias naturais de isovalências. Somente aparece pequena anomalia, essa também periódica, de três corpos que interrompem a progressão das isovalências. Essa interrupção é como uma breve estase e de modo algum perturba o andamento do fenômeno, pois, a estase é rítmica e reaparece em períodos regulares. No esquema gráfico, as estases, nos fundos das conchas, são

obtidas pelos volumes atômicos mais baixos. Figura 12.6.

12.12 O Éter, a radioatividade e a desagregação da matéria ($\gamma \rightarrow \beta$)

Nas duas extremidades da série, temos H e U (até na época de Ubaldi). Esses dois elementos individualizam as duas formas extremas da fase. A escala evidentemente "deve" estender-se além das formas que mostram a evolução terrestre. Segundo Ubaldi "... antes de H, temos o éter, forma da qual voltaremos a falar, intermediária entre β e γ".

Vejamos a que tende a progressão evolutiva de U: O hidrogênio é o elemento constitutivo dos corpos jovens: nebulosas, estrelas brancas, quentes, de espectro extenso ao ultravioleta, como Sírio e α da Lira. O Urânio, ao invés, é o elemento constitutivo dos corpos velhos, mais adiantados na evolução e que, portanto, puderam produzir elementos mais densos (peso atômico maior) e mais diferenciados. O Unumbium(Uub) (que é preparado sinteticamente) se nos apresenta com características todas especiais. É o elemento que tem o peso atômico mais alto (277) e é o último termo do último grupo da série estequiogenética. Este grupo é, precisamente, o dos corpos radioativos. Entre eles, está o Urânio (o último elemento radioativo natural) como a substância-mãe do Rádio, tanto que a quantidade de Rádio contida num mineral é dada pela quantidade de Urânio que o compõe. Nos corpos celestes mais velhos que a Terra, agruparam-se, por evolução, formas de peso atômico maior e de radioatividade invulgar. De fato, a radioatividade é uma qualidade que só aparece nos elementos do último grupo. Pois bem, sabe-se que essa é uma forma de desagregação da matéria, pelo que haverá de se comprovar este estranho fenômeno: com o aumento do peso atômico, ou seja, do grau de condensação da matéria, aumenta essa radioatividade, que na matéria, é mais relevante exatamente em sua última forma, assim pensava Ubaldi (de fato, aqui não posso provar esta afirmação, mas espero que alguém o faça e me diga). Então, a condensação leva à radioatividade, isto é, à desagregação. Portanto, a matéria (γ), derivada de β por condensação, atinge um máximo de condensação em seu processo de descida involutiva, até às formas de peso atômico máximo, retorna sobre seu caminho,

invertendo a direção na forma de ascensão evolutiva, e tende a dissolver-se, regressando a β. A radioatividade é exatamente a propriedade de emitir radiações especiais, em forma de calor, luz, eletricidade – ou seja, de energia. Esta, ao contrário das leis que se conhece, não é tirada do ambiente, nem de outras formas dinâmicas, mas é produzida constantemente e não se pode estabelecer outra fonte, a não ser a matéria em estado de dissociação. Este fato derruba o dogma científico da indestrutibilidade da matéria e revalida o da indestrutibilidade da substância. A matéria, como matéria, apresenta fenômenos de decomposição espontânea. Essa decomposição é acompanhada de desenvolvimento de energia. Portanto, que a matéria, como tal, é destrutível, mas não como substância, já que essa destruição é acompanhada pelo aparecimento de formas dinâmicas, paralelamente ao processo de desintegração radioativa. Assim fica demonstrado o transformismo físico-dinâmico.

O estudo de grupo dos elementos radioativos mostra outro fato importante, ou seja, como ocorre a transformação de um elemento em outro. Isto é, como se verificam os casos de evolução química, que se pode considerar como exemplos de verdadeira e própria estequiogênese.

Se se tormar em consideração a última oitava dos elementos da série estequiogenética (elementos radioativos), pode-se estabelecer entre eles uma relação de filiação. Foi precisamente em vista dessa relação genética, que se pode estabelecer a série $S7$, a família do Urânio. Sabe-se que os corpos radioativos emitem três espécies de raios: α, β, γ(não confundir com os elementos Ubaldianos). Quando um corpo radioativo perde em cada átomo, uma partícula α, tem-se, em correspondência, a perda de quatro unidades de peso atômico. Esse elemento transforma-se em outro, que ocupa um lugar diferente na série. A emissão de raios β, ao invés, produz uma transformação no sentido contrário. Uma transformação α pode ser compensada por duas transformações β em sentido contrário. Conhece-se a lei específica dessa transformação, que é expressa pela fórmula: γ(constante de transformação) $= 2,085.10^{-6}/seg$.

Por meio dessa transformação realiza-se a passagem do Urânio a Protactínio, Rádio, Radônio (emanação), Polônio (Rádio F), Chumbo (Rádio G). Neste último elemento, a emanação dinâmica não é mais apreciável e parece já esgotada. Cada elemento é o produto da desintegração do elemento precedente.

Estudando o andamento desse processo de desintegração sucessiva dos termos da série, descobre-se que cada elemento tem um característico tempo médio de transformação que oscila, nos vários corpos, de frações de segundo a milhares e milhares de milhões de anos. Esse tempo médio de transformação é sua "vida média" e cada elemento radioativo tem um período próprio de vida média.

A radioatividade, fenômeno perceptível materialmente apenas nos corpos que a apresentam destacadamente, é, não obstante, propriedade universal da matéria. Isto significa que a matéria, toda e sempre, é susceptível de decomposição, em maior ou menor grau, transformável em formas dinâmicas e que a pulsação de sua evolução, a estequiogênese, jamais pára.

Resumo: Partindo do Hidrogênio - forma primitiva da matéria, derivada por condensação (concentração) das formas dinâmicas, através da forma de transição, o éter - estabelecemos uma escala, em que os elementos químicos encontraram, até o U, seu lugar, de acordo com a própria fase de evolução. A repetição periódica das insovalências mostrou que essa evolução – ao mesmo tempo condensação progressiva e estequiogênese – constitui um ritmo que é também expresso pelo progredir constante dos pesos atômicos. Essas grandes pulsações rítmicas da matéria são sete, que Ubaldi paresentou em sete séries, de acordo com as letras S1, S2, S3, S4, S5, S6 e S7. Partindo da série S1 até S7, aparece uma mudança alternada de fases periódicas que se sucedem à maneira de notas musicais, a distâncias de oitavas. O conjunto da série é apenas uma oitava maior, o que prenuncia outras oitavas que invadem as fases β e α. Viu-se a tendência que assume a matéria ao chegar a U – seu limite de máxima descida natural, condensação, involução – e, ao mesmo tempo, retomada da ascensão evolutiva, o regresso à fase β. Chegando ao U, a matéria se desagrega. Em nosso sistema planetário a matéria é velha, ou melhor, está envelhecendo e mostra todas as formas em que sua vida se fixou e criou. A fase vivida por nosso recanto de universo é a fase $\beta \rightarrow \alpha$, isto é, "...os fenômenos da vida e do espírito."

Mas se quiser continuar a série evolutiva de suas formas conhecidas, recorre-se ao citado princípio de analogia e continua-se a série nas direções já iniciadas, ou seja, antes de H, com corpos de peso atômico decrescente, e depois de U, com peso atômico e radioatividade cada vez mais acentuadas. Conservar a relação

de progressão já anotada é encontrar, para os elementos químicos aquém de H e além de U, um salto no peso atômico de 2 ou 4 unidades, e o mesmo retorno periódico de isovalências. Pietro Ubaldi faz a seguinte consideração com relação aos elementos após o Urânio: "...Assim, o elemento que vier depois de U terá um peso atômico 240-242, com qualidades radioativas ainda mais fortes. Sabei que os produtos mais densos e radioativos do que U vos escapam, porque ainda não "nasceram" em vosso planeta e que os corpos que precederam o H já desapareceram, portanto, escapam de vossa observação". O que de fato aconteceu, já que os outros elementos além do Urânio são sintéticos. Esse aumento de qualidades radioativas nos corpos que devem nascer depois do U, significa para eles uma tendência cada vez mais acentuada à desagregação espontânea, ao regresso às formas dinâmicas. Esses corpos nascem para morrer logo e a sua vida tem a função de transformar γ em β . A matéria de nosso sistema solar, com sua tendência a evoluir para formas de peso atômico cada vez maior e mais radioatividade, produzirá uma série de elementos químicos sempre mais complexos, densos e instáveis. Esta matéria, cada vez mais velha e diferenciada, tende à desagregação, prepara-se para atravessar verdadeiro período de dissolução que, aumentando progressivamente, terminará em verdadeira explosão atômica, como se observa nas dissoluções dos universos estelares. Ubaldi afirma que: "...Nosso recanto de universo se dissolverá por explosão atômica, verdadeira morte da matéria. Isto acontecerá quando a matéria tiver esgotado sua função de apoio àquelas formas orgânicas que sustentam a vida, e opera aquela fase de evolução, ou seja, a construção, por meio de infinitas experiências, de uma consciência, α a substância que regressa à sua fase de espírito. Esse o grande e verdadeiro problema de que tratarei e do qual esta é apenas singela preparação."

Ele ainda defende a seguinte tese (ainda não confirmada): "...À outra extremidade da escala, aquém de H, sempre pelo mesmo princípio de analogia, encontrareis corpos de peso atômico menor que H, de -2 e assim por diante, do grupo e valência do Oxigênio. Prosseguindo nessa direção, encontrareis o éter, elemento imponderável para vós, de densidade mínima, tanto que escapa, praticamente, às leis da gravitação e não podereis aplicar-lhe conceitos de gravitação e de compressibilidade, como não podeis fazê-lo à luz e à eletricidade.

Ele escapa às vossas leis físicas e vos desorienta com sua rigidez, tão grande que lhe permite transmitir a luz à velocidade de 300.000 km/s. No entanto, é de tão fraca resistência, que nada opõe ao curso dos corpos celestes. O erro consiste em querer considerá-lo com os critérios específicos da matéria, enquanto ele é uma forma de transição, como vos disse, entre matéria e energia". Creio que Ubaldi se referia à descoberta feita recentemente por cientistas da califórnia sobre a "matéria negra", que compõe todo universo. Mas é apenas uma suposição!

12.13 As formas evolutivas físicas, dinâmicas e psíquicas

Mas, afora os corpos que, aquém de H e além de U, prolongam a série de formas de γ, a escala, naturalmente, continua, mesmo onde a matéria não é mais matéria. Continua, na visão monística, nas formas dinâmicas, até às mais altas formas de consciência. Do urânio ao gênio, há uma linha que deverá ser contínua. Mesmo nas formas dinâmicas tem-se semelhante progressão de períodos: raios X; vibrações desconhecidas: raios luminosos, caloríficos e químicos: espectro visível e invisível desde o infravermelho até o ultravioleta; vibrações eletromagnéticas; outras vibrações desconhecidas e, finalmente, vibrações acústicas. A tendência da série estequiogenética ao período setenário e à progressão por oitavas, repete-se aqui. As formas acústicas dividem-se, por sua vez, numa oitava menor, assim como a luz no espectro. Das formas dinâmicas, passa-se às psíquicas, começando pelas mais baixas, em que o psiquismo é mínimo, os cristais. Nestes, a matéria não soube elevar-se a organizações mais complexas que as de unidades químicas coletivas, que representam quanto a matéria possa conter de α: O psiquismo físico, que é o menor psiquismo da substância. Os cristais são sociedades moleculares, verdadeiros povos organizados e regidos por um princípio de orientação matematicamente exato; nesse princípio reside o citado "psiquismo". A cristalografia oferece sete sistemas cristalinos, que são a gradação de um conceito cada vez mais complexo, de um psiquismo cada vez mais evidente, que se revela de acordo com planos e eixos de simetria, regulados segundo critérios exatos. Além do mais observa-se que certas formas superiores (porque já são vida), como os virus, cristalizam-se sob certas circunstâncias, mostrando um trecho de processo

involutivo dentro de seu dinamismo.

Do triclínico ao monométrico, através do monoclínico, do trimétrico, do trigonal, do dimétrico, do hexagonal, ou dos sistemas que, se têm nomes diferentes, são no entanto substancialmente idênticos, sobe-se mais uma oitava, ao reino vegetal, e depois ao reino animal, com o expoente psíquico cada vez mais profundo e evidente. Dos protozoários aos vertebrados, através das grandes classes dos celenterados, vermes, equinodermes, moluscos e artrópodes, só existe mais uma oitava. A zoologia classifica os animais existentes em sete tipos. Chega-se assim, através de repetições rítmicas de graduação fundamental e do retorno de períodos constantes da matéria, máxima condensação da substância, às superiores formas de consciência humana.

Da zoologia chega-se ao mundo humano. Mas toda a vida, mesmo a vegetal, tem um só significado: construção de consciência, transformação de β em α. Todas as formas de vida são irmãs e lutam por subir para a mesma meta (espiritual, segundo Pietro Ubaldi). A escala dos estados psíquicos, que a vida percorre até alcançar o humano, parte das primeiras formas inconscientes de sensibilidade vegetal, percorre as fases de instinto, intuição inconsciente, raciocínio (a atual fase humana), consciência, intuição consciente ou superconsciência. Segundo Ubali "... à intuição vo-la indiquei como novo sistema de pesquisa." Seguem as unidades coletivas em que as consciências se coordenam em mais vastos e complexos organismos psíquicos, como a família, a nação, a raça, a humanidade e as formas de consciência coletiva que as correspondem.

Entretanto, esse imenso fenômeno não é apenas progressão de formas que individuam as etapas do grande caminho ascensional (aspecto estático); não é só movimento do transformismo evolutivo (aspecto dinâmico do universo), mas representa a exteriorização de um princípio único, uma Lei que se encontra em toda parte. Esse princípio, que define o andamento de qualquer fenômeno, pode exprimir-se graficamente na forma de uma espiral, em cujo âmbito cada pulsação rítmica é um ciclo, o qual, embora voltando ao ponto de partida, desloca-se, repetindo, num tom e num nível diferentes, o período precedente. Isto se explicará com mais exatidão no estudo da trajetória típica dos movimentos fenomênicos (aspecto mecânico do universo). Este é também trino em seus aspectos.

12.14 A Filosofia da Ciência

Segundo Ubaldi:"...Essa filosofia da ciência de que vos falei, tem a função de coordenar a grande quantidade de fenômenos que observais; de reduzir a uma síntese unitária vossa ciência, a fim de não vos perderdes no particular das análises; tem a função de dar-vos a chave da grande máquina do Universo... Vós multiplicais vossa perspicácia e o poder de vossos meios de pesquisa, mas o ponto de partida é sensório. Assim, percebeis a matéria como solidez e não como velocidade(com que concorda Einstein!). Torna-se-vos difícil, mas só por vias indiretas chegais a imaginar como a massa de um corpo exista em função de sua velocidade; como a transmissão de uma nova energia signifique para ele um peso maior; como a velocidade modifique as leis de atração (giroscópio); como a continuidade da matéria se deva à velocidade de deslocamento das unidades eletrônicas que a compõem, tanto que, sem essa velocidade - dado seu volume mínimo em relação ao espaço em que circulam - vosso olhar passaria através delas sem perceber nada; como sua solidez, fundamental para vossas sensações, deva-se à velocidade de rotação dos elétrons, que lhes confere quase uma conteporânea onipresença espacial; velocidade sem a qual toda a imensa grandeza do universo físico se reduziria, em um átimo, ao que verdadeiramente é: um pouco de névoa de poeira impalpável. Eis a grande realidade da matéria, que a ciência deveria mostrar-vos: a energia."

12.15 A Lei de Transformação(Devenir)

Proceder-se-á agora ao exame mais íntimo e profundo da estrutura, do processo genético do mundo fenomênico.

O aspecto estático do universo refere-se às formas do ser e sua expressão é: $(\alpha = \beta = \gamma) = \omega$

O aspecto dinâmico diz respeito ao devenir (evolução) das formas do ser e sua expressão é: $\omega = \alpha \rightarrow \beta \rightarrow \gamma \rightarrow \beta \rightarrow \alpha$

O aspecto mecânico considera a essência do devenir das formas do ser e sua expressão é uma linha: a espiral.

O universo não é apenas uma grande organização de unidades e o funcionamento de um grande organismo de seres, é também vir-a-ser, o transformismo

evolutivo desse organismo e de suas unidades; é, enfim, o princípio, a lei que rege esse transformismo.

O eterno devenir do ser é guiado por lei perfeita e matematicamente exata; o transformismo evolutivo universal obedece a um princípio único. O princípio se encontra na infinita multiplicidade das formas, idêntica e constante, e se traçará a linha do seu devenir, a trajetória da evolução, uma linha absolutamente típica que se pode denominar matriz do transformismo universal; uma trajetória que todos os fenômenos, os mais díspares, seguem em seu processo de desenvolvimento. Princípio absoluto, trajetória inviolável. Cada fenômeno tem uma lei e essa lei é um ciclo. Cada fenômeno existe enquanto se move de um ponto de partida para um ponto de chegada. Existir significa mover-se segundo essa linha de desenvolvimento, que constitui a trajetória do ser (ou do fenômeno).

12.16 Aspecto Mecânico do Universo - Fenomenogenia

A trajetória típica dos movimentos fenomênicos, expressão sintética do seu devenir, é a linha que se encontra no nascimento da matéria; é a linha das formações estelares (nebulosas) e planetárias, isto é, o vórtice, a espiral. Ela exprime a fenomenogenia.

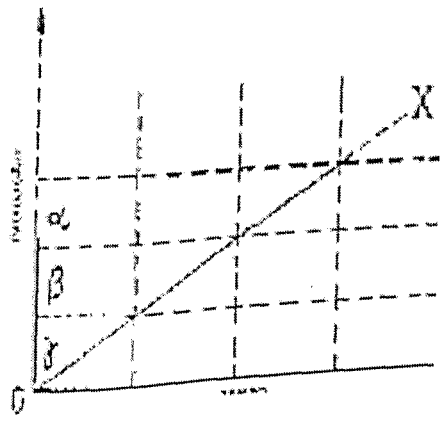


Figura 12.7: Progressa Evolutiva em sua Expressão Retilínea

A figura 12.7 representa a lei do caminho ascensional da evolução, em sua

expressão mais simples. A abscissa indica a progressão da unidade de tempo e a vertical a progressão dos graus de evolução. Isto aparece aqui em sua nota fundamental e carecterística dominante de caminho ascensional linear contínuo (OX).

Algumas definições:

- Por evolução, entende-se o transformar-se da substância, desde a fase α até à fase γ e de γ a α e além através de novas fases.

- Por tempo entende-se, o ritmo, a medida do transformismo fenomênico; isto é, um tempo mais amplo e universal que o tempo no sentido restrito - medida de nosso universo físico e dinâmico - e desaparece no nível α; um tempo que existe onde haja um fenômeno e subsiste em todos os níveis possíveis do ser, tal como um passo que assinala o caminho da eterna transmutação do todo.

- Por fenômeno, entende-se uma das infinitas formas individuadas da substância, o seu devenir e a lei do seu devenir. Por exemplo: um tipo de corpo químico, de energia, de consciência, em seus três aspectos - estático, dinâmico e mecânico. Fenômeno é a palavra mais ampla possível, porque compreende tudo, enquanto é e se transforma de acordo com sua lei. Em meu conceito, "ser" jamais significa estase, mas eterno devenir.

A figura 12.7 é a expressão mais simples do curso do fenômeno no tempo, isto é, da quantidade de sua progressão evolutiva, em relação à velocidade dessa progressão.

Esta e as expressões que a ela se seguirem têm um significado universal. Portanto, para passar ao caso especial, é necessário levar em conta os graus particulares de evolução, na individuação fenomênica que se examinará, e de sua velocidade particular de progressão. Levando isso em conta, a linha pode aplicar-se a todos os fenômenos e as trajetórias que assinala-se são aplicáveis a todos eles.

A figura 12.8 exprime um conceito mais complexo. Diz-se que na eterna respiração de ω , a fase evolutiva é compensada por uma fase equivalente involutiva, e que o caminho ascencional $\gamma \rightarrow \beta \rightarrow \alpha$ tem um caminho inverso de descida: $\alpha \rightarrow \beta \rightarrow \gamma$ (como a lagarta que "volta" ao estado de ovo como

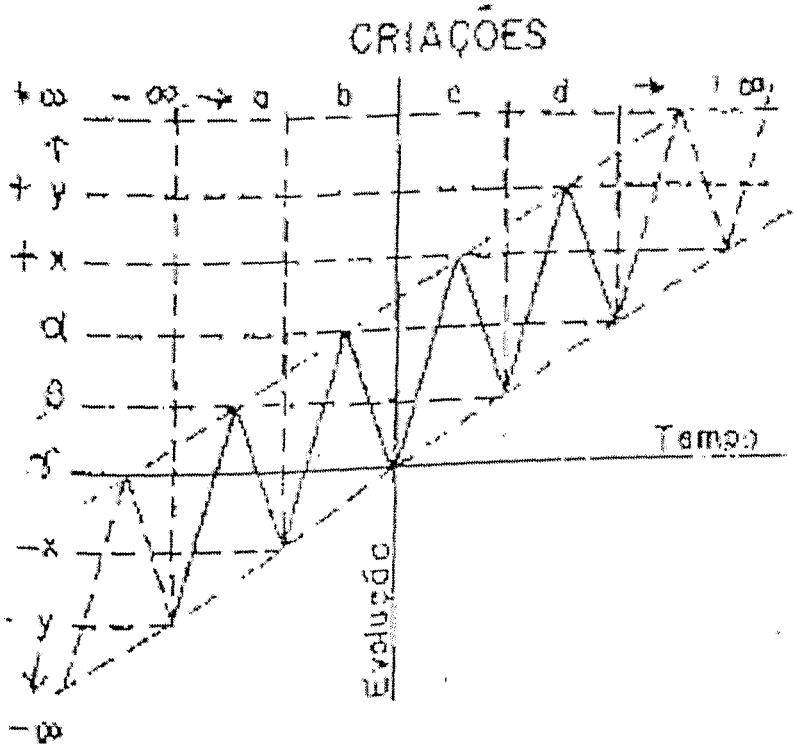


Figura 12.8: Análise da progressão em suas fases evolutivas e involutivas.

casulo para renascer como borboleta). Desse modo, para que a expressão fique completa, a linha traçada "OX", deve ser precedida por uma linha oposta que, da mesma altura α torne a descer a 0. O devenir retorna sobre si mesmo.

Por isso, a figura 12.7 assume um aspecto diferente da figura 12.8. Enquanto a linha do tempo se estende horizontalmente, de um $-\infty$ a um $+\infty$, ilimitada em ambas as direções, a linha da evolução estende-se, no alto e em baixo, para $+\infty$ e $-\infty$. E às fases γ, β, α seguirão, no alto, as fases evolutivas (em outro estado): +x, +y, +z etc. e, embaixo, prosseguirão as fases involutivas (também em outro estado) -x, -y, -z, que constituem criações limítrofes de ω.

O sistema, embora de maior amplitude e complicação que o de ω , equilibra-se igualmente, mas num equilíbrio mais vasto e complexo. Apenas como o ciclo $\alpha \rightarrow \beta \rightarrow \gamma \rightarrow \beta \rightarrow \alpha$ não é a medida máxima do ser, assim tampouco o é este ciclo maior: ele é apenas uma parte de um ciclo ainda mais amplo. Não há nem pode haver limite de maior ou menor, de simples e complexo; mas tudo se estende sem princípio nem fim, nas infinitas possibilidades do infinito.

12.17 Fórmula da progressão Evolutiva - Análise da progressão em seus períodos

É necessário um ciclo aberto, ou seja, o ciclo que se abre para um ciclo maior, ou que torna a fechar-se em si mesmo para um ciclo menor, sem nenhuma limitação. Fica assim, satisfeita a mente, porque foi atendida a necessidade e concedida a possibilidade para que o ser voltasse sobre si mesmo, sobretudo, se estendesse fora de si, além de si, além da forma conquistada que o constrange.

Essa fórmula do ciclo fechado, tem que ser substituída agora pela fórmula mais exata e complexa do ciclo aberto. Figura 12.9.

O ciclo do universo, se desenvolve em universos contíguos: $\omega_1\omega_2\omega_3$ etc.

O diagrama da figura 12.8 apresenta esse mesmo conceito dos ciclos sucessivos com uma linha quebrada que sobe, alternando seu movimento ascensional com períodos de regressão involutiva. Unindo entre si os vértices e as bases da linha quebrada, vê-se reaparecer aqui, no conjunto, a linha ascensional "OX" em sua expressão mais simples. Encontramos, em nível mais alto, o mesmo princípio, e vê-se a estrutura mais completa.

Observe agora as características da fórmula do ciclo aberto. A diferença de nível, entre os pontos-de-partida e os de chegada, é a condição necessária à progressão do sistema. A linha não volta ao nível precedente, mas a um mais alto.

O curso da linha quebrada no diagrama da figura 12.8 expressa de forma evidente esses conceitos. As coordenadas são ilimitadas, suspensas no espaço entre dois infinitos. As fases são representadas não por uma linha, porque não são um ponto, mas por uma risca, uma superfície, porque só um espaço pode, graficamente, dar a idéia do deslocamento necessário para atravessar a fase. Cada ciclo representa uma criação. Tais criações se sucedem no diagrama com as letras a, b, c, d etc. Toma-se, aqui, a criação como unidade de medida do tempo, o ritmo da transformação do fenômeno que examina-se.

12.18 Derivações da espiral por curvatura do sistema

Encontra-se uma expressão mais intuitiva da lei que rege o transformismo fenomênico no diagrama da figura 12.10. A coordenada básica, que exprime a medida de tempo, não é uma linha reta horizontal, mas uma circunferência; Mover-se a coordenada vertical, exprimindo os graus de evolução, em redor do

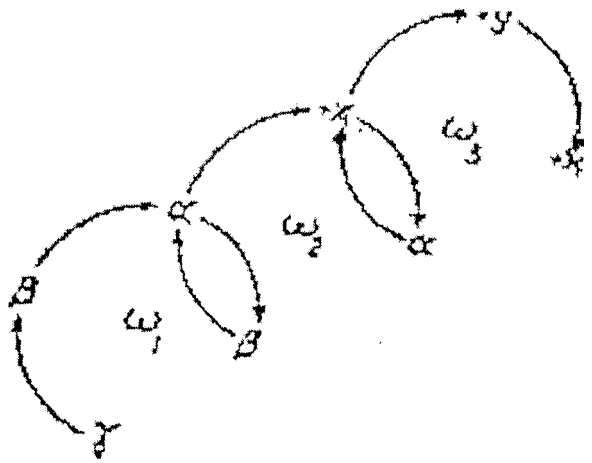


Figura 12.9: Ciclos ω

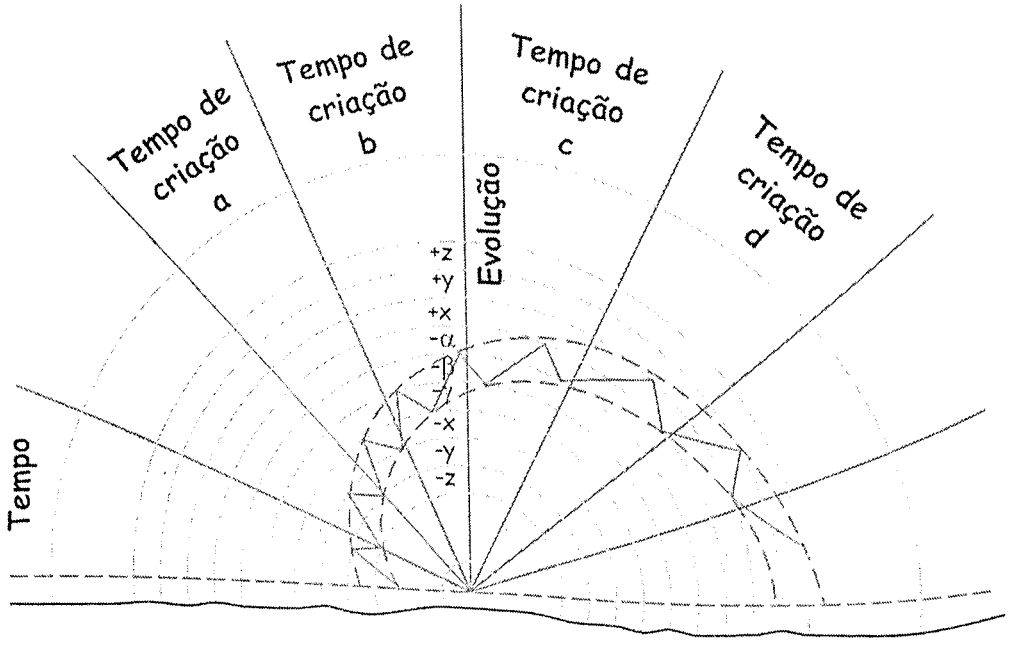


Figura 12.10: Curvatura do sistema - A espiral derivando da dente-de-serra curva

centro; noutras palavras, toma-se como abscissas todos os possíveis raios do círculo. A medida de tempo será dada em graus. Todo o sistema gira, assim, em torno de um centro. A expressão mais simples do conceito de evolução, dada pela reta ascendente OX do diagrama da figura 12.7, agora é representada pelo abrir-se da espiral. Ao conceito de ascensão linear, substitui-se pelo de desenvolvimento cíclico; no pormenor, tem-se a mesma linha quebrada, cujos vértices salientes são os máximos, na progressão das sucessivas criações. A linha geral do fenômeno "OX" assume o curso de espiral, que é a linha da gênese planetária, do vórtice sideral das nebulosas, a espiral que, se vê abrir e fechar-se até mesmo em seu interior, porque exprimir-se-á a linha quebrada com curvas e assim ver-se-á afastar-se e reaproximar-se do centro, ao longo da coordenada raio, seguindo a curva do tempo, as grandes pulsações evolutivas e involutivas, segundo a qual progride todo o sistema. A espiral é aqui a expressão mais intuitiva da reta porque, sendo uma derivada da circunferência, exprime mais evidentemente o curso cíclico do fenômeno e a trajetória típica do seu devenir, dado pelos desenvolvimentos e retornos periódicos.

12.19 Síntese linear e Síntese por superfície

Tomando-se uma unidade de medida de tempo menor, ou seja, tornando mais lento o curso do fenômeno, e colocando cada criação numa distância maior, isto é, a 45° ou a 90° etc., pode-se exprimir não apenas o aspecto do fenômeno em seu conjunto, mas também o curso cíclico de desenvolvimento e retorno de cada uma das fases, no âmbito da própria criação. Assim, pode-se observar melhor o fenômeno em seus pormenores, em nova figura de aspecto característico. Aos segmentos ascendentes e descendentes da linha quebrada, substitui-se, com expressão mais dinâmica, o movimento do abrir-se e fechar-se da espiral.

A figura 12.11 é construída dando-se a cada fase: α, β, γ etc, a amplitude de um ângulo reto. É preferível essa amplitude, em lugar de outros ângulos, porque exprime com evidência maior a lei do fenômeno, com superposições regulares de trajetória, como ocorre na realidade, em um conjunto mais equilibrado no retorno dos períodos. Observe o diagrama em suas características. Encontra-se aqui, reproduzido em sua expressão cíclica, o mesmo conceito que,

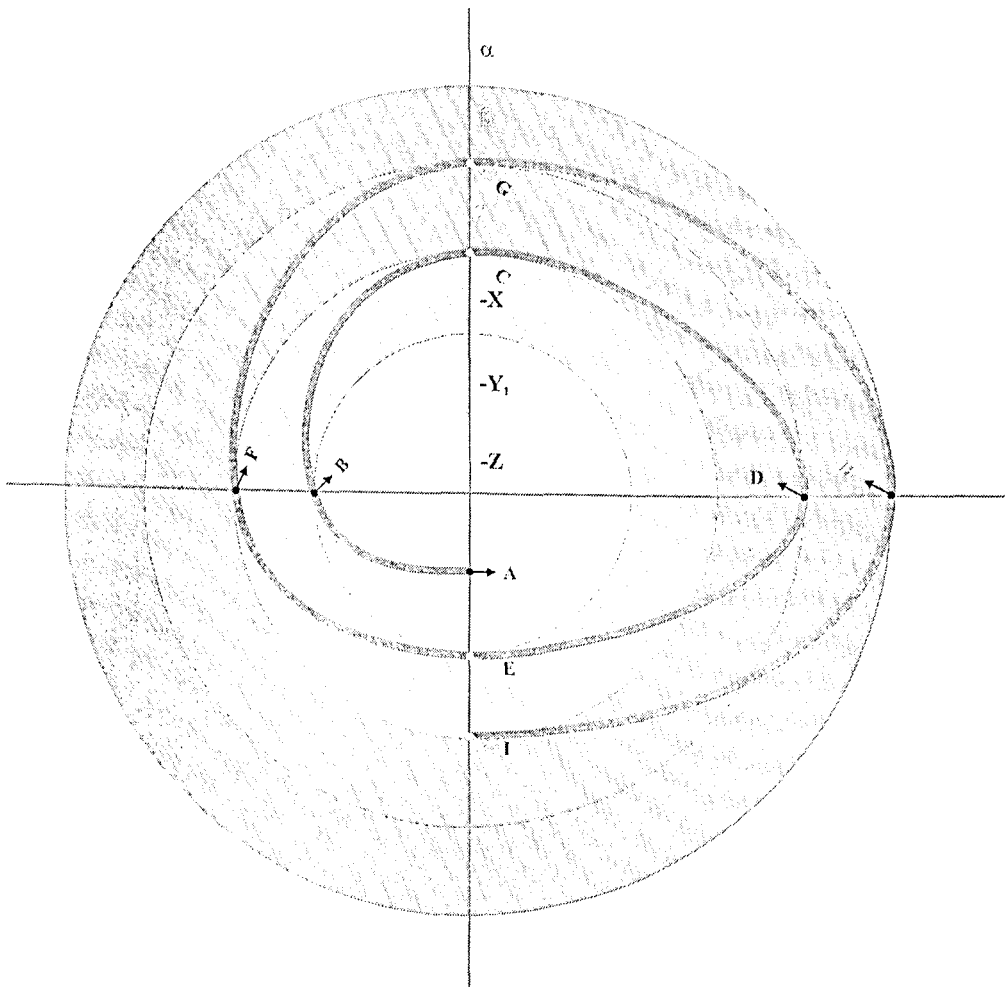


Figura 12.11: Desenvolvimento da trajetória dos movimentos fenomênicos na evolução dos Cosmos

nos pormenores da figura 12.10 e, melhor, nos da figura 12.8, tem sua expressão retilínea. Começa-se a observação do fenômeno em sua fase (ou estado) $-y$ (trecho $A \rightarrow B$) e segue-se em sua ascensão através das fases $-x$(trecho $B \rightarrow C$) e γ(trecho $C \rightarrow D$). Nesse ponto, o período fenomênico, depois de haver tocado um vértice – que na figura 12.8 é o trecho a, na figura 12.10 é a *criação* a e na figura 12.11 é o trecho $A \rightarrow D$ e que resultou do completo perfazimento das três fases – torna a descer, volta-se sobre si mesmo e, tornando a fechar-se, percorre em sentido contrário as últimas duas fases do período progressivo. Trecho $D \rightarrow E$. O primeiro período fenomênico, que representa a criação, fica assim completo em seus dois momentos de ida e volta, evolutivo e involutivo, dados pelos percursos: $-y \rightarrow -x \rightarrow \gamma$ e $\gamma \rightarrow -x$, que constitui a primeira parte da fórmula Δ. Uma vez finalizada a fase $-x$, o período esgota-se e, para continuar, novamente se inverte, retomando o movimento ascencional. Mas este, agora, não parte mais de $-y$ e sim de um grau mais alto, $-x$; percorre outras três fases ascendentes que, desta vez, são: $-x, \gamma, \beta$; toca o vértice, para descer de β para γ onde se inicia um terceiro período de novo retificando seu caminho. Assim foi percorrido o trecho $-x \rightarrow \gamma \rightarrow \beta \rightarrow \gamma$ e esta constitui a segunda parte da fórmula Δ e corresponde à fase de criação b da figura 12.10. O fenômeno continua a desenvolver-se, obedecendo a uma lei de progressão constante. As letras, vértices e períodos das espirais da fig 12.11 correspondem aos da linha quebrada das espirais das figuras 12.8 e 12.10. Como na figura 12.10 a trajetória pontilhada continua a subir e descer, assim no diagrama da figura 12.11 continua a abrir-se e fechar-se na espiral. Às criações a,b,c,d, que culminam, na linha quebrada, nos vértices a,b,c,d, correspondem no desenrolar-se e envolver-se da espiral, os máximos progressivos a,b,c,d etc., e desenvolver-se a fórmula de Δ.

O diagrama da figura 12.11 exprime o fenômeno não apenas em sua síntese linear, mas também em sua síntese por superfície, que se torna ainda mais evidente. Os três anéis $-y$, $-x$ e γ, representam, no sentido espacial, a amplitude das três fases, cobertas pelo desenvolvimento da *criação "a"*. Segundo Ubaldi [11]"Esta produz, como resultado máximo, a fase γ, isto é, a matéria, do mundo físico; o resultado final do percurso de cada período, é a cobertura de uma fase circular maior, que servirá, depois, de base a novos impulsos para ocupações de áreas maiores".

A lei de desenvolvimento da trajetória típica dos movimentos fenomênicos está expressa por esta espiral, sujeita a um ritmo de pulsações que se invertem continuamente, abrem-se e fecham-se, desenrolam-se e enrolam-se. É como uma respiração íntima. É o resultado final desse contínuo voltar sobre si mesmo. É uma progressão constante. Esse é o produto último desse profundo trabalho íntimo de todo o sistema. Assim, em sua simplicidade aparente, a progressão constante da evolução é o resultado de uma elaboração complexa e profunda. Dessa forma, são sucessivamente cobertas as diferentes fases:"...a cada criação, surge o universo físico, depois o dinâmico, depois o psíquico, e assim por diante; o produto último de cada criação permanece, soma-se aos precedentes, totaliza-se numa cobertura cada vez maior de superfície, produzida pelos anéis concêntricos, todo o sistema lentamente se dilata",segundo Ubaldi [11].

Eis que se chega a uma síntese mais ampla do fenômeno, a síntese cíclica, expressa por uma espiral que se desenvolve em progressão constante. A expansão do sistema não é constituída apenas por seu dilatar-se em superfície, mas também pela linha ao longo da qual ocorre essa dilatação. Da mesma forma que, unindo os vértices *a, b, c, d* etc., da linha quebrada do diagrama da figura 12.10, obtém-se como expressão sintética, uma espiral (em que se reencontra a linha "OX" da figura 12.7); assim também, unindo os correspondentes máximos sucessivos de abertura *a, b, c, d, e, f, g* etc., no diagrama da figura 12.10, se obtém igualmente uma espiral de abertura constante. Pode-se, assim, nesta espiral, estabelecer uma linha maior do fenômeno, na qual se desprezem os pormenores dos retornos, tendo-se em conta apenas a progressão final. Eis uma expressão mais alta da Lei. Assim traçamos a espiral, que se disse ser a trajetória típica dos movimentos fenomênicos. Simplesmente afastando o olhar da figura 12.11, vê-se essa linha maior mais visível, com a superposição dos três percursos de que ela é formada. Porque cada fase, para ser definitivamente superada e estavelmente fixada no sistema, tem de ser percorrida três vezes em direção progressiva de evolução: a primeira como produto máximo do ciclo, a segunda como ponto médio, a terceira como produto mínimo, ou seja, ponto-de-partida ou fase inicial do processo evolutivo. Como se vê, o sistema é trino tanto em seu conceito, como em seu desenvolvimento. Tomando como linha única do fenômeno essa espiral maior, sua expressão mais sintética, vê-se que o resul-

tado final de seu desenrolar é o percurso do eixo vertical que indica a evolução; que o eixo y é apenas a trajetória que resume todo o movimento complexo, do qual resulta o abrir-se da espiral. Ver-se-á que essa trajetória – síntese ainda maior, que resume todas as precedentes, produzida pela continuação de tantos trechos contíguos que representam as sucessivas fases de evolução – é também uma espiral, expressão de um fenômeno ainda mais amplo, sem jamais atingir o fim, ou seja, o eixo y da figura 12.11 não é retilíneo, mas curvo. Este eixo por sua vez faz parte de um braço de espiral superior que o rege como fenômeno. Assim constrói-se outro diagrama, que fornecerá a expressão máxima possível por síntese cíclica, da fenomenologia universal. Aí então, ter-se-á observado o universo em seu aspecto mecânico. Figura 12.12.

12.20 Estudo da trajetória típica dos movimentos fenomênicos

É indispensável, todavia, em primeiro lugar, aprofundar ainda mais o estudo e passar da simples exposição descritiva dos movimentos fenomênicos, ao campo dos íntimos porquês. Na opinião do professor Ubaldi cada fase, antes de estabilizar-se em definitiva assimilação ao sistema, é percorrida três vezes, progredindo, e depois duas vezes, regredindo; isto significa ser vivida cinco vezes, em direções opostas. "A razão desse retorno cíclico de duas fases involutivas sobre três evolutivas, é exigida pelo fato de que o voltar a existir, três vezes repetidas, no nível de cada fase, é a primeira condição para a sua assimilação profunda no ser que em si mesmo a fixa. Trata-se de uma vida tríplice, em três posições diferentes, que o ser tem de viver em cada degrau, a fim de poder dominá-lo definitivamente. Nas duas fases de regresso, o passado volta, o ser resume, relembra e revive" [11]. Assim, o que é novo fundamenta-se em bases novamente consolidadas. O conceito fundamental que existe na idéia de trindade é um princípio de ordem e de equilíbrio. Outro significado dessa descida: ela representa a desintegração do velho material de construção, para nova construção, germe de potencialidade maior, porque só esse núcleo mais poderoso pode alcançar culminâncias mais altas, exatamente como se faria caso se quisesse, em lugar de velha casa de dois pavimentos, construir outra de seis. Só

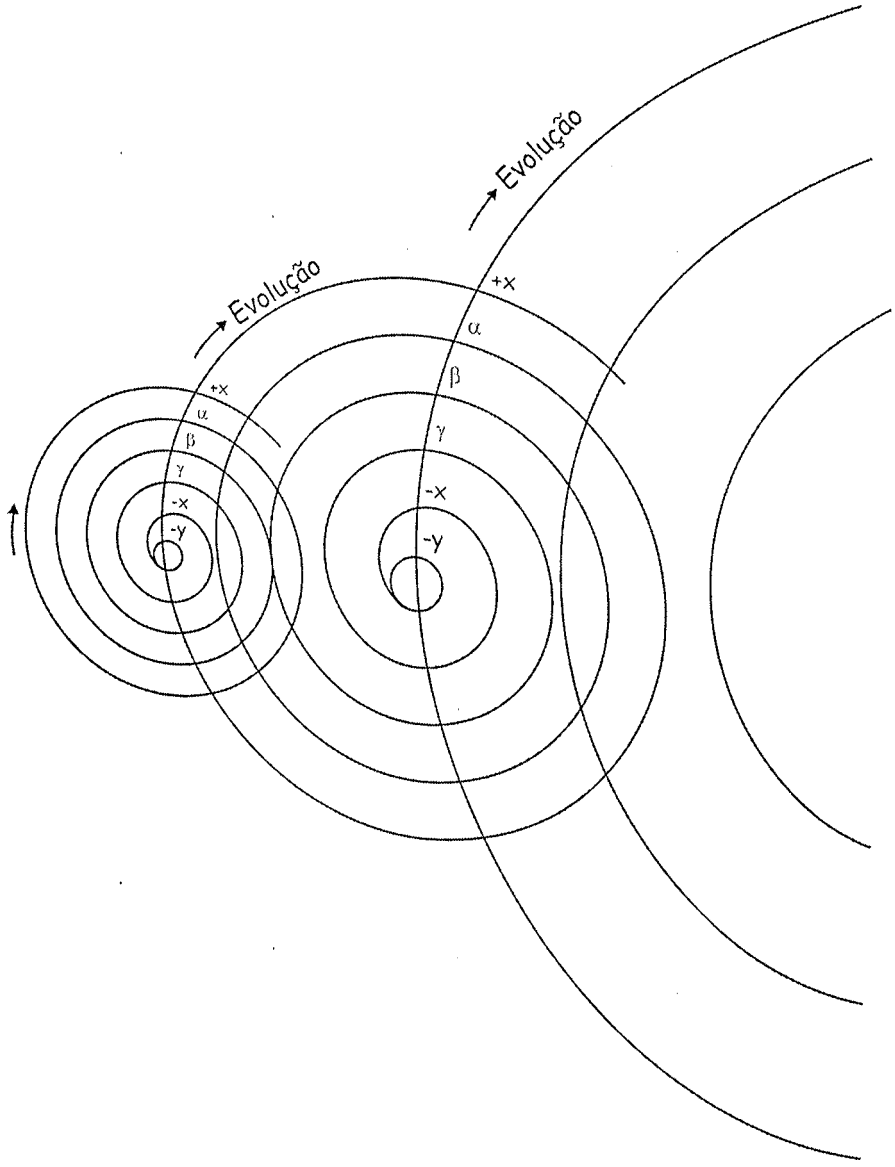


Figura 12.12: Transformismos Fenomênicos entrelaçados

através desse processo de íntima destruição e reconstrução, o fenômeno elabora-se e amadurece; só através desse retorno sobre si mesmo, dessa compressão pelo vórtice, dessa fase de concentração, o impulso é fecundado para ascensões maiores. Esse refazer-se desde o início, voltando sobre o próprio caminho, é um concentrar-se do fenômeno sobre si mesmo, a fim de explodir com maior força. Para avançar, primeiro é preciso retroceder, demolir o que está velho, depois reconstruir, sempre partindo do princípio, colocando em alicerces mais sólidos as bases de um organismo novo de maior potencialidade e destinado a um maior desenvolvimento. Pois na lei tudo avança por continuidade, *"natura non facit saltus"*, e cada progresso tem que ser profundamente amadurecido.

Compreende-se ainda melhor, ao passar dos conceitos abstratos à exemplificação de casos concretos. Verifica-se como a realidade corresponde aos princípios expostos acima. Essa necessidade de refazer-se desde o início, reaproximando-se das origens do fenômeno é universal. Para reedificar, é preciso destruir. O ciclo, proporcionado pela espiral que se abre e se fecha, é a linha da transformação de todas as formas do ser. Se, por vezes, parece não ocorrer assim, é porque observa-se os fragmentos de fenômenos. A unidade do princípio permite descobrir exemplos nos campos mais díspares.

No universo da matéria, γ, encontra-se a linha da espiral no desenvolvimento das nebulosas. Aí a matéria é um vórtice centrífugo de expansão, projeta-se no espaço, numa poeira sideral, precisamente formando uma espiral, que apresenta sua própria juventude, madureza e velhice; isto é, atinge um máximo de abertura espacial provocada pelo impulso que o vórtice, germe do fenômeno, imprimiu-lhe, máximo que não pode superar. Depois disso, retrocede. O ciclo torna a fechar-se sobre si mesmo porque, enquanto a espiral se abre, partindo do nível γ, ocorre aquela íntima elaboração da matéria de que se falou na série estequiogenética, pela qual a matéria se desagrega e γ volta a β. Como se viu, a energia se canaliza por sua vez em correntes, que determinam um vórtice centrípeto, concentração dinâmica (período involutivo do ciclo) num núcleo (de novo γ), que constituirá o germe de um vórtice inverso centrífugo (período evolutivo do ciclo), isto é, de nova expansão sideral. Mas desta vez, β, novamente reconstituída, assumirá os mais altos caminhos da vida e da consciência, enquanto nos confins do universo, onde β ainda não amadureceu, vê-la-á dobrar-se sobre si

mesma para γ, assim por diante.

No campo da vida, a abertura da espiral não é um vórtice físico nem espacial: é dinâmico. Centro, expansão, limites e retornos são de caráter exclusivamente dinâmico. Porque, por exemplo, tudo tem de nascer de uma semente? Por que o desenvolvimento subsequente não pode ultrapassar determinados limites? Por que a decadência da velhice que vai chegando em todas as coisas? Também a vida é um ciclo, com a sua fase evolutiva e involutiva, e o inexorável retorno ao ponto de partida. Que vem a ser esta mecânica que reconduz tudo ao estado de germe, esse processo da natureza por meio de contínuos regressos ao estado de semente, se não a expressão mais evidente da lei de evolução e involução cíclica? Na semente, o fenômeno da vida torna a fechar-se em si mesmo, num núcleo que é o centro de nova expansão. Assim por pulsações alternadas da fase de germe à fase de maturidade, procede ininterruptamente a vida. Essa íntima lei do fenômeno, momento da lei universal, estabelece os limites da forma completa, depois a destrói e reconcentra toda a sua potencialidade num germe. Este, de modo inexplicável, não produz o mais vindo do menos, mas simplesmente restitui o que está nele incluso por involução. Sem este inexorável retorno sobre si mesmo, que está na lei dos ciclos, a forma teria que progredir ao infinito ou então, decaindo, jamais ressurgiria para retomar, dentro de pouco tempo, em direção oposta, o mesmo caminho. Se os limites podem deslocar-se e os máximos elevar-se, isto não diz respeito ao ciclo inviolável das vidas individuais, mas ao desenvolvimento em que elas estão concorrendo, do ciclo maior de evolução e involução da espécie, sujeito a essa mesma lei.

Uma vez mais, o progresso só avança por meio de contínuos retornos a um ponto de partida que, gradualmente, desloca-se para frente. Dessa forma, o progresso das espécies orgânicas não é retilíneo, tal como viu a mente de Darwin, mas alterna-se em constantes retornos involutivos. Semelhante a esse caso, que as leis da vida oferecem, toda a criação é feita e funciona por meio de germes, à qual se segue um desenvolvimento, à semelhança de quem para construir um edifício cada vez mais alto, tem que refazer os alicerces, a fim de estabelecer bases cada vez mais sólidas. Vê-se que cada existência é filha de uma semente, cada fenômeno está potencialmente contido num germe. Reencontra-se essa lei até mesmo na evolução e involução dos universos, que são por ela levados a

refazerem-se sempre, desde sua fase inicial, que pode ser *-y, -x, etc.*, à fase-germe em que estão inclusas e concentradas, por involução, todas as potencialidades que se desenvolverão na evolução geradora das fases superiores. Cada fase é percorrida, isto é, vivida, uma vez que completou a assimilação, retorna à anterior como fase ou germe de evolução de novas fases, sempre mais altas. Tudo sobe mediante contínuos retornos sobre si mesmo, do máximo ao mínimo. Tudo funciona por germes.

Cada fato nasce por abertura de um ciclo: começa, expande-se até um máximo, depois retorna sobre si mesmo. Tudo procede assim. Qualquer coisa que se queira fazer, tem-se de abrir um ciclo que depois fechará. A semente de nossos atos está no nosso pensamento; cada ação proporciona uma semente mais complexa, capaz de produzir outra ação ainda mais complexa. Tal como a semente produz o fruto e o fruto produz a semente, o pensamento produz a ação e a ação produz o pensamento. O princípio da semente, como o se encontra na natureza, é o princípio universal de expansão e contração dos ciclos.

12.21 Síntese Cíclica - Lei das Unidades Coletivas e Lei dos Ciclos Múltiplos

O resultado final do abrir-se e fechar-se da espiral pode ser expresso (figura 12.11) por uma espiral maior, em constante expansão. Agora pode dar-se a essa expressão sintética do fenômeno, uma expressão ainda mais resumida. Considerando o progredir dessa linha maior ao longo da abscissa vertical, vemos que a cada quarto de giro ela cobre a altura de uma fase. Dessa forma, a coordenada das fases *-y +x* resume, em seu traçado, todo o movimento da espiral e eleva-se com a expansão desta. Pode-se, agora, construir o diagrama da figura 12.12. A linha maior, em expansão constante, que exprime o progresso da evolução, está aqui traçada simplesmente, abandonando as fases de retorno, expressas no diagrama da figura 12.11. Ela é vista na pequena espiral da esquerda. A abscissa vertical não é mais uma reta, mas uma curva e parte de uma espiral maior, ao longo de cujo traçado escalonam-se as fases sucessivas *-y, -x, etc.* A síntese de todo o movimento evolutivo da primeira espiral é dada, assim, não pelo prolongamento retilíneo da vertical, mas pelo desenvolvimento de uma

espiral maior, também de abertura constante. As fases sucessivas, segundo as quais ela avança, são de amplitude maior. Abarcarão, por exemplo, ao invés de uma das fases α, β, γ etc., uma criação inteira ou uma série de criações. Mas esta espiral maior ascende também segundo uma linha que, igualmente aqui, será uma curva, que faz parte do traçado de uma espiral ainda maior que progride também em abertura constante. O percurso da espiral maior resume em si todo o movimento progressivo da espiral menor que, por sua vez, é produto sintético do movimento de outra espiral menor, assim por diante. Desse modo o traçado maior se resume, e é dado por todos os desenvolvimentos menores. O pequeno organiza no grande; o grande é constituído do pequeno. A série das espirais, naturalmente, é ilimitada, cada movimento é decomponível e multiplicável ao infinito - propriedade de todos os fenômenos - mesmo permanecendo idêntico seu princípio. Eis a síntese máxima dos movimentos fenomênicos. O processo avança por um movimento interno de íntima auto-elaboração, que liga e une, num modo indissolúvel e compacto, o infinito negativo ao infinito positivo. Um mecanismo de exatidão matemática dirige, toda a criação, com a simplicidade de um princípio único e alcançando uma complicação que vos atordoa. Tudo se compenetra, coexiste; tudo, a cada instante equilibra-se; tudo, do mínimo fenômeno até a criação dos universos, encontra em cada ponto, sua justa expressão.

12.22 Síntese cíclica

À série de unidades coletivas (pelas quais as unidades menores se organizam em unidades maiores e a tendência à diferenciação que a evolução produz, compensam-se em reorganizações mais amplas, de tal forma que a auto-elaboração não desagrega nem pulveriza, mas consolida a estrutura do cosmos), corresponde aqui a série dos ciclos múltiplos. Cada individuação é um ciclo; se tudo o que existe constitui uma individuação em seu aspecto estático, compõe um ciclo em seu aspecto dinâmico de transformação. Na infinita variedade do caso particular, tudo reencontra sua unidade, o princípio único que irmana todos os seres do universo. Assim como cada individualidade maior é o produto orgânico das individualidades menores, assim cada ciclo maior é produzido

em seu desenvolvimento pelo dos ciclos menores. A evolução do conjunto só pode obter-se por meio da evolução de suas partes componentes: processo de maturação íntimo e profundo. Em cada nível, a qualquer distância, o mesmo princípio, idêntica construção orgânica, idêntico processo evolutivo, idêntica conexão funcional. Como não existe individuação máxima nem mínima, assim também não há ciclo máximo nem mínimo, sem jamais ter fim. O sistema prolonga-se, multiplicando-se, subdividindo-se ao infinito. A constituição íntima do ser, a lei de sua transformação é independente da fase de evolução, mas é idêntica no microcosmo tal como no macrocosmo.

A lei das unidades coletivas pode, por isso, transportar-se de seu aspecto estático ao dinâmico. Diz ela: "Cada individualidade é composta de individualidades menores, que são agregados de individualidades ainda menores, até o infinito negativo; por sua vez, é elemento constitutivo de individualidades maiores, as quais são de outras ainda maiores, até o infinito positivo". Cada organismo é composto de organismos menores e é componente de maiores. A lei, repetida em seu aspecto dinâmico na lei dos ciclos múltiplos, reza: "Cada ciclo é determinado pelo desenvolvimento de ciclos menores, que são a resultante do desenvolvimento de ciclos ainda menores, até o infinito negativo; por sua vez, é a determinante do desenvolvimento de ciclos maiores, que por sua vez o são de ciclos ainda maiores, até o infinito positivo". Cada individualidade, como cada ciclo, é produzida e definida pela unidade que a precede; forma e define a unidade superior. A organização, o desenvolvimento, o equilíbrio maior é constituído pela organização, pelo desenvolvimento, pelo equilíbrio menor. Cada movimento constrói o seguinte, da mesma forma como foi construído pelo precedente. Cada ser equilibra-se num ponto da série, na hierarquia das esferas, que não tem limites. Isto do átomo à molécula, ao cristal, à célula, à planta, ao animal, a seu instinto, ao homem, à sua consciência individual e coletiva, à sua intuição, à raça, à humanidade, ao planeta, ao sistema solar, aos sistemas estelares, aos sistemas de universos, antes e além desses elementos de nosso concebível, antes e além das fases γ, β, α. Eis a que processo de íntima autoelaboração deve a evolução. Nenhuma força age nem intervém do exterior, mas tudo existe no fenômeno e tudo caminha por síntese progressiva. Progresso e decadência cósmica se ressentem da evolução e do esgotamento atômico. Os

extremos se tocam. A grande respiração do universo é dada pela respiração do átomo.

12.23 O Processo Genético do Cosmos

Ilustra-se, agora, tudo isso, com exemplos. Tal como se fez antes com o conceito do retorno cíclico, que reconduz a espiral a seu caminho, se fará agora com este conceito do desenvolvimento da espiral maior, produzido pelo desenvolvimento da espiral menor. Note que, se a linha da criação não é a reta, mas a espiral, isto é devido ao fato de que esta é a linha de menor resistência e de maior rendimento. Tratando-se de realizar um complexo trabalho de destruição e reconstrução, a espiral é a linha mais curta, no sentido de que responde mais imediatamente à lei do mínimo esforço, pela qual se obterá o máximo efeito com o mínimo trabalho. No universo estelar, onde tudo acontece por atração, isso ocorre sempre por curvas. Até no nível físico se vê que a linha do menor esforço, lei universal, não é a reta, mas a curva, que responde a um equilíbrio mais complexo e é o caminho mais curto no sentido mais completo, não o espacial, em que se isola e limita nossa concepção de reta.

No nível físico vê-se, nos movimentos estelares e planetários, a coordenação dos ciclos menores com os maiores, expressão visível do princípio dos ciclos múltiplos. Também se encontra junto com o outro, o do retorno cíclico, nos fenômenos mais próximos de nós. Observe-se o círculo pelo qual passam as águas, do estado de chuva ao de rio e de mar e, por evaporação, voltam ao estado de nuvens e chuva; um ciclo contínuo, idêntico, no entanto, a cada rotação muda um pouco, e vai amadurecendo um ciclo maior, o da dispersão das águas por absorção na terra e difusão nos espaços; ciclo que caminha para a lenta morte do planeta. O ciclo volta sobre si mesmo, mas sempre com pequeno deslocamento progressivo de todo o sistema.

Observa-se, no mundo químico, como os elementos que constituem nosso organismo, provêm da terra, introduzidos no círculo pela nutrição, e voltam à terra pela morte. Sempre o mesmo material e o mesmo ciclo, mas que se desloca lentamente ao longo da trajetória do ciclo maior, na transformação da espécie. Observe o ciclo do metabolismo orgânico e como ele constitui função

de longa cadeia de ciclos. O corpo é uma corrente de substâncias, que toma de outros seres plasmófagos (animais), que por sua vez os tomaram de seres plasmódomos (as plantas), as quais, finalmente, operam a síntese orgânica das substâncias protéicas do mundo da química inorgânica da terra e do mundo dinâmico das radiações solares. O pensamento é um ciclo mais alto, que se alimenta dessa cadeia, porque não poderia ele subsistir em nosso cérebro sem restauração física e dinâmica. O funcionamento psíquico está, assim, em relação com processos químicos do organismo, do organismo dos animais de que se nutre(desavergonhadamente), das plantas de que os animais se alimentam, dos processos químicos da própria matéria, de que os processos de síntese vital das plantas são apenas uma consequência.

Os ciclos têm de caminhar inexoravelmente, e basta que um deles pare, para que toda a cadeia, também pare e se quebre. Todo o ciclo da energia mecânica e psíquica, que se desenvolve no organismo humano, está em estreita relação pecom o ciclo da energia química dos elementos que configuram um círculo, pelas suas reduções, hidrólises, oxidações, sínteses e processos afins. Quando a molécula de um corpo químico introduz-se por assimilação no organismo protoplasmático da célula, o ciclo do fenômeno atômico entra, através do ciclo do fenômeno molecular de que faz parte, no ciclo maior do fenômeno celular. No mundo das substâncias proteicas, a química do mundo inorgânico acelera seu ritmo, dinamiza-se, adquirindo em velocidade, o que perde como estabilidade de combinação. A individuação fenomênica não mais assume o aspecto de estase mas se torna uma corrente, em que nova química instável e fragílima, de ciclo continuamente aberto, decompõe-se e se recompõe no metabolismo celular, base do recâmbio. Isso ocorre em seus dois momentos: anabólico, da assimilação, e catabólico, da desassimilação, quando atinge os vértices da fase β, penetrando na fase α, porque isso implica e significa uma pequena consciência celular que preside às funções de escolha, base do recâmbio, e mantém na corrente deste a individuação do fenômeno.

A realidade mostra esta íntima transformação do ser, da fase γ à β e desta à α, e como isso ocorre por ciclos contíguos e comunicantes. A assimilação é algo mais que simples filtragem osmótica: é a ponte de passagem de um ciclo para outro, em que a estrutura íntima do fenômeno sofre uma mutação. Através de

que complexa cadeia de ciclos tem de passar a matéria, em sua íntima estrutura atômica, para chegar a poder produzir efeitos de ordem orgânica e psíquica! De que número de movimentos cíclicos resulta o fenômeno da consciência humana!

Estes exemplos mostravam como em realidade existe o conceito da formação progressiva da trajetória dos ciclos maiores, através do desenvolvimento da trajetória dos ciclos menores.

12.24 O Universo como organismo, movimento e princípio

Ubaldi sobre isto observa:"–Chegados a este ponto e realizada em grandes linhas a exposição do sistema cosmográfico, podeis ter uma idéia aproximada de sua incomensurável grandiosidade. Por simplicidade e clareza, tive que seguir uma exposição esquelética e esquemática. Observamos o fenômeno reduzido à sua mais simples expressão de desenvolvimento linear; assim mesmo, que complexidade orgânica e de funcionamento, que riqueza de pormenores, que vastidão e profundidade de ritmo, que grandiosidade de conjunto! Acenei a uma síntese de superfície, mas esta é apenas a seção do dilatar-se de uma esfera; os ciclos, para corresponderem mais exatamente à realidade, teriam de ser esféricos, porque a evolução, espacial em γ, dinâmica em β, conceptual em α etc., – mudando de qualidade em cada fase – constitui verdadeira expansão em todas as direções."

A respeito deste cíclos intermináveis o professor Ubaldi declara:"–Cada fase é um degrau, um átimo no grande caminho. As fases matéria, energia, espírito formam um universo. Outros universos seguem e precedem, organizando-se em sistema maior, o que é o elemento de um sistema ainda mais amplo e complexo, sem jamais haver fim, nem no mais nem no menos. O princípio das unidades coletivas (em seu aspecto estático) e dos múltiplos (em seus aspectos dinâmico e mecânico) é a força de coesão que sustenta a estrutura dos universos. Como a evolução é palingenesia, que leva do simples ao complexo, do indistinto ao distinto, e multiplica os tipos que levaria à pulverização do todo se essa força de coesão não reorganizasse o diferenciado em unidades cada vez maiores. Viveis, vós mesmos, esse princípio quando, ao progredir na especialização do trabalho, sentis a necessidade de reorganizá-lo; quando, paralelamente ao maior desenvol-

vimento das consciências individuais, vedes nascer consciências coletivas cada vez mais amplas e mais compactas. Assim, todos os seres tendem a reagrupar-se, à proporção que evoluem, em unidades coletivas, em colônias, em sistemas sempre mais abrangentes. Isso vos explica porque a matéria, que consideramos em sua estrutura e em seu devenir, apresenta-se a vós na realidade das formas e não em suas unidades primordiais, mas amalgamada e comprimida em agregados compactos, organizada em unidades coletivas de indivíduos moleculares. É a trajetória da espiral menor que se funde na espiral maior. Da molécula aos universos, a mesma tendência a reorganizar-se num sistema maior, a encontrar um equilíbrio mais completo em organismos mais amplos. Por isso, não encontrais moléculas isoladas, mas cristais, verdadeiros organismos moleculares, e amontoados geológicos; não encontrais células, mas tecidos: órgãos e corpos, que são sociedades de sociedades. Sempre sociedades moleculares, celulares, sociais, com subdivisões de trabalho e especialização de atitudes e de funções."

Tudo se entrelaça em redor de um centro, o núcleo, o Eu do fenômeno, em cujo derredor gira a órbita de seu crescimento.

O princípio das unidades coletivas dispõe as individuações por hierarquia, escalona os seres em diferentes níveis, segundo seu grau de desenvolvimento e suas capacidades intrínsecas. Por isso, o tipo superior domina naturalmente, sem esforço, o inferior; que não tem possibilidade de rebelar-se, porque o mais está totalmente acima de sua compreensão e de sua capacidade de ação. Estabelece-se, desse modo, um equilíbrio espontâneo nos diversos níveis, devido simplesmente ao peso específico de cada individuação. O diagrama das espirais fornece o conceito das hierarquias.

A evolução corresponde a um conceito de libertação dos limites que sufocam, dos liames que estrangulam, é um conceito de expansão cada vez mais amplo do nível físico ao dinâmico e ao conceptual. Por isso, é subida, progresso e conquista. Embaixo, nos graus subfísicos, o ser está apertado em limites ainda mais angustiosos do que são o tempo e o espaço que atormentam a matéria; no alto, nos graus superpsíquicos, não apenas caem as barreiras de espaço e de tempo - tal como já ocorre hodiernamente - mas desaparecem também os limites conceptuais, que hoje circunscrevem nossa faculdade intelectiva.

A lei que se estudou na trajetória típica dos movimentos fenomênicos é a lei

de evolução; é o canal através do qual se move a grande corrente; é o ritmo que organiza o grande movimento. Os seres não sobem ao acaso.

Para atingir α é indispensável atravessar β e, antes, passar por γ. Ninguém é admitido na fase mais alta a não ser pelo amadurecimento, depois de ter vivido "toda" a fase precedente. Só se pode avançar por degraus sucessivos. Por isto, as formas mais evoluídas compreendem as menos evoluídas, mas não ao contrário. Só depois de haver alcançado a plenitude da perfeição, que advém do fato de ter atravessado todas as possibilidades de uma fase, pode-se passar para a fase sucessiva.

As individuações atravessam a série das formas, cujos projetos contém. Cada ser contém em si também aquilo que será a forma que deverá atingir; contém em germe o esquema de todo o universo; não o ocupa, não é o universo inteiro, mas nele se transforma sucessivamente. Por isso, o princípio, mesmo existindo nas formas, é algo acima e independente delas. Na realidade, o tempo infinito permitiu que o ser ocupasse formas infinitas; desse modo, o futuro, tal como o passado, está efetivamente presente no todo. Não o está no relativo, onde a forma é isolada e aguarda novos desenvolvimentos. Mas ocorre o desenvolvimento e os universos futuros a serem atingidos e atravessados, são dados, existem, foram vividos, são o passado para outros seres, ou seja, são vistos de um ponto diferente, do qual o todo olha para si mesmo. Essa relatividade de posições, de passado e de futuro, de criação e de nada, desaparece no absoluto e todas as criações existem no infinito e na eternidade. Só o relativo que se transforma, possui tempo, isto é, ritmo evolutivo. A Lei, sem limites, está à espera, no eterno. O tipo preexiste ao ser que o atravessa, as coisas vão e vêm.

Bibliografia

[1] TIMELIFE. Volume 1 *A era dos Reis Divinos*, Editora Cidade Cultural LTDA, Rio de Janeiro, 1ª. edição, 1990.

[2] TIMELIFE. Volume 2 *Marés Bárbaras*, Editora Cidade Cultural LTDA, Rio de Janeiro, 1ª. edição, 1990.

[3] TIMELIFE. Volume 3 *A elevação do Espírito*, Editora Cidade Cultural LTDA, Rio de Janeiro, 1ª. edição, 1990.

[4] TIMELIFE. Volume 4 *Impérios em Ascensão*, Editora Cidade Cultural LTDA, Rio de Janeiro, 1ª. edição, 1990.

[5] TIMELIFE. Volume 5 *Impérios Sitiados*, Editora Cidade Cultural LTDA, Rio de Janeiro, 1ª. edição, 1990.

[6] PURCE, Jill. *The Mystic Spiral - journey of the soul*, Thames and Hudson, Singapura, 1992.

[7] YEATS,W.B. *Uma Visão*, Relógio d'Água Editores, Lisboa, 1994.

[8] MED,Bohumil. *Teoria da Musica*, MusiMed, Brasília, 1996.

[9] HINDEMITH,P. *Treinamento Elementar para Músicos*, 3ª. Edição,Ricordi Brasileira, São Paulo, 1983.

[10] FREITAS, Sérgio. *Caderno de Classe - Contraponto e Fuga*, Não publicado, Uberlândia, 1997.

[11] UBALDI, P. *A Grande Síntese*,15ª. Edição, editora Monismo Ltda, Brasília, 1987.

[12] HAWKING, Stephen. *O Universo numa casca de noz*, 3ª. Edição, Editora Arx, São Paulo, 2002.

[13] JUNG, C.G. *O Homem e seus Símbolos*,1ª. Edição, Editora Nova Fronteira, São Paulo, 2002 Edição Especial Brasileira 17ª. impressão.

[14] COUNTINHO, Maria. T. C. MOREIRA, Mércia. *Psicologia da Educação*, editora LÊ, Belo Horizonte, 2001.

[15] MENEZES, Paulo. Blauth. *Linguagens Formais e Autômatos*,2ª. edição, Sagra Luzzatto, Porto Alegre, 1998.

[16] PRESSMAN, ROGER S *Engenharia de Software*, 3a. Ed., McGraw-Hill/Makron Books do Brasil, São Paulo, 1995.

[17] OGATA,Katsuhiko. Análise do domínio de freqüência (Cap8) In ___ *Engenharia de Controle Moderno*, 3a. Ed., Editora LTC, Rio de Janeiro, 2000.

[18] HALLIDAY, David;RESNICK Robert;KRANE Kenneth S. Trad: da Silva, Denise Helena Sotero. Física Moderna. , 4a. Ed., Editora LTC, Rio de Janeiro, 1996.

[19] ESPIRAL de Arquimedes. Espanha: 2002 Disponível em: <http://www.terra.es/personal/jftjft/home.htm>. Acesso em: 30 junho 2003.

[20] CORRÊA, Roger Willians. *A Teoria do Caos*. Brasil: 2002. Disponível em: <http://www.geocities.com/inthechaos/intro.html>. Acesso em: 30 junho 2003.

[21] OBITKO, Marek. *Genetic Algorithms*. Eua: 1998. Disponível em: <http://cs.felk.cvut.cz/ xobitko/ga/main.html>. Acesso em: 12 fevereiro 2003.

[22] MASTERS, Timothy. *Practical Neural Network Recipes in C++*, Academic Press, Londres, 1993.

[23] MENDES. Alexandre de Souza. *Algoritmos meméticos aplicados aos problemas de seqüenciamento em máquinas*. Dissertação(Mestrado) — Programa

de Pós-graduação em Engenharia Elétrica, Universidade Estadual de Campinas, Campinas, 1999.

[24] FILHO, Geraldo Ribeiro. *Melhoramento no algoritmo genético construtivo e novas aplicações em problemas de agrupamento.* 2001. Tese(Doutorado em Computação Aplicada). Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE). São José dos Campos. 2001.

[25] REVISTA SUPER INTERESSANTE: CAOS a ciência descobre ordem na desordem. São Paulo. Editora Abril. Ano 3. n° 9. set. 1989.

[26] KOELLREUTTER,H.J. *Contraponto Modal do Século XVI(Palestrina)* SP: Novas Metas, 1989. pgs 11/19.

[27] FORNER, J. e WILBRANDT, J. *Contraponto creativo.* Barcelona Labor, 1993. pgs. 11 a 54.

[28] KIEFER, Bruno. *História e Significado das Formas Musicais.* Porto Alegre: Movimento, 1981.

[29] WISNIK, J.M. *O Som e o Sentido.* São Paulo: Co. das Letras, 1989.

[30] PERSICHETTI, V. *Armonía del siglo XX.* Madrid: Real Musical, 1985.

[31] CANDÉ, R. A musica, linguagem, estrutura e instrumentos. Lisboa: Edições 70, 1984.

[32] BUCK, William. *Mahabharata.* São Paulo: Editora Cultrix, 1995.

[33] BARROS, Wellesley. Conceituando o Open Source e a comunidade Lisp. **Revista Developers´**. São Paulo, n^o57, ano 5, pg 28-29,Maio 2001.

[34] BARROS, Wellesley, LIMA, L. V., SILVA, C. A. L., B Automatic Learning Composition Based on Polyphonic Wave Signals and Musical Histograms. In Tatra Mountains, Mathematical Publications, Tchecoslováquia Publ. 23 (2001), 141-163 - Artigo

[35] BARROS, Wellesley, LIMA, L.V., MAINIERI JÚNIOR, P. A., SILVA, C. A. L. Editing Standard MIDI File In Functional Language CLEAN In: Diderot99, 1999, Vienna. 1999. - Artigo