

# Um Novo Modelo de Tempo Complexo Digital

**Policarpo Yōshin Ulianov**

❖ Changing Rivers by Oceans ❖  
policarpoyu@gmail.com

## Resumo

O presente artigo descreve algumas vantagens advindas da manipulação do tempo com uma variável complexa e discute a possibilidade de calcular a extensão da dimensão de tempo imaginário.

## 1 – Introdução

O tempo é uma das variáveis mais importantes de qual quer sistema físico, mesmo assim a exata natureza do tempo ainda é um mistério não resolvido nos mais modernos modelos de física teórica.

Alguns cientistas tem proposto novas formas de modelar o tempo, como por exemplo Stephen Hawking [1], que considerou a possibilidade do tempo ser uma variável complexa. Entretanto, até hoje, nenhum modelo que considere o tempo complexo foi de fato incorporado á física contemporânea. Isto ocorre, pois a existência do tempo imaginário é apenas mera especulação, sem que existam vantagens para a sua adoção nos modelos de físicos mais modernos.

Neste contexto, o presente artigo propõe uma nova forma de modelar o tempo como uma variável complexa e digital, apresentando uma serie de vantagens obtidas pelo uso do tempo imaginário.

O modelo proposto pelo autor considera as seguintes premissas básicas:

- O tempo é uma variável complexa e portanto possui uma parte real (tempo real) e outra parte imaginaria (tempo imaginário);
- Tanto o tempo real como o tempo imaginário podem ser modelados como variáveis discretas ou digitais;
- O tempo imaginário tem extensão limitada e segue um comportamento cíclico;

- O tempo real se inicia em um valor zero e cresce continuamente, sem possuir um limite de extensão.

Estas premissas são relativamente simples, mas não podem ser experimentalmente comprovadas pelo fato do tempo imaginário não ser acessível por nenhum instrumento físico de observação que possamos construir, algo que será explicado melhor na próxima seção.

Para apresentar o modelo proposto inicialmente serão introduzidas algumas analogias que facilitam a compreensão do conceito de tempo digital e tempo imaginário.

As principais vantagens do uso do modelo de tempo complexo serão detalhadas ao longo deste artigo, que também discute alguns modelos de representação do tempo imaginário e possibilidade de calculo da sua extensão.

## 2 – Analogias para entender o tempo imaginário

O modelo de tempo complexo digital, proposto neste artigo, tem uma forte analogia com alguns sistemas de apresentação de imagens, como por exemplo uma projetor de cinema, uma tela de TV ou mesmo um monitor de computador. Nestes exemplos as imagens são apresentadas quadro-a-quadro em uma seqüência que pode ser associada a um “tempo real” digital.

Normalmente a apresentação (ou criação) de uma nova imagem irá demandar algum tempo, num processo que pode ser associado a múltiplos “passos de processamento”, que irão garantir que o novo quadro (nova imagem) seja formado.

Num monitor digital operando, por exemplo, a 60Hz (60 imagens apresentadas a cada segundo) cada nova imagem é em geral recebida através de um cabo serial num intervalo de 16,66 milissegundos (1/60 segundos), que esta associado a

um novo “passo” de tempo real. Cada imagem por sua vez é recebida por uma dada codificação de sinais elétricos digitais (representando bits 1 e bits 0) que irão definir seqüencialmente o valor de cada pixel (ponto da imagem) até montar um novo quadro completo. Nesta analogia o tempo gasto para “montar” cada nova imagem esta associado ao tempo imaginário, cuja extensão pode ser associada a um certo numero “passos de processamento”, que neste exemplo pode ser considerado ao igual numero de pixels que formam cada imagem.

No modelo físico proposto ao invés de apenas 60 imagens por segundo, teríamos um total de  $1,85 \times 10^{43}$  “quadros tridimensionais” de nosso universo completo, sendo “construídos” a cada novo segundo. Entre cada dois destes quadros (tempo de Planck [2]) o tempo imaginário irá variar seqüencialmente até atingir um numero extremamente grande de “passos de processamento”. Na analogia de uma imagem sendo criada em uma tela, uma nova “varredura” do tempo imaginário é sempre intercalada entre dois quadros de tempo real. Como o olho humano não distingue imagens individuais apresentadas com taxa acima de 30 quadros por segundo o tempo de varredura não é percebido e assim para uma pessoa que assiste um filme é como se existisse apenas um tempo real contínuo. Para tal observador o tempo imaginário se encontra “colapsado” e não pode ser percebido diretamente.

Numa nova analogia, se a imagem projetada fosse, por exemplo, um desenho animado gerado em computador o tempo imaginário poderia ser também associado ao tempo de renderização (processo de colorir uma imagem gerada em computador levando em conta iluminações existentes e texturas dos objetos) de cada cena. Neste caso o tempo imaginário poderia ser expresso em função do tempo demandado para a criação de cada imagem, que por sua vez depende do numero de computadores operando em paralelo e da capacidade de processamento de cada um deles, bem como da complexidade da cena e resolução final da imagem gerada.

Desta forma, em termos de física teórica, para um observador em nosso universo, tratar do tempo imaginário seria equivalente a um personagem de

desenho animado, como por exemplo o Shrek [3] perguntar ao seu colega Burro Falante:

“- Burro, sabe quantas horas de computador levaram para criar cada quadro deste desenho?

- Olha Sherk para o primeiro filme da nossa serie o tempo médio de renderização de cada quadro foi de 9 horas e meia, com 20 computadores potentes trabalhando em paralelo”

Este dialogo apresenta uma analogia da dificuldade que temos de lidar como o tempo imaginário, levando ao questionamento se de fato o tempo de criação de um desenho poderia ter algum significado para um personagem que “vive” dentro dele?

Alem disso podemos nos questionar sobre a possibilidade do personagem Shrek criar relógio que medisse o tempo gasto para a construção de cada cena?

Isto obviamente é impossível, pois neste caso o instrumento deveria medir o tempo gasto para que ele próprio seja desenhado. Assim o relógio deveria estar ao mesmo tempo no pulso do desenhista e no braço do personagem que esta sendo desenhado, como na gravura “Mãos Desenhando” de M. C. Escher [4], mostrada na Figura 1, onde um relógio para medição do tempo imaginário foi incluído pelo autor.

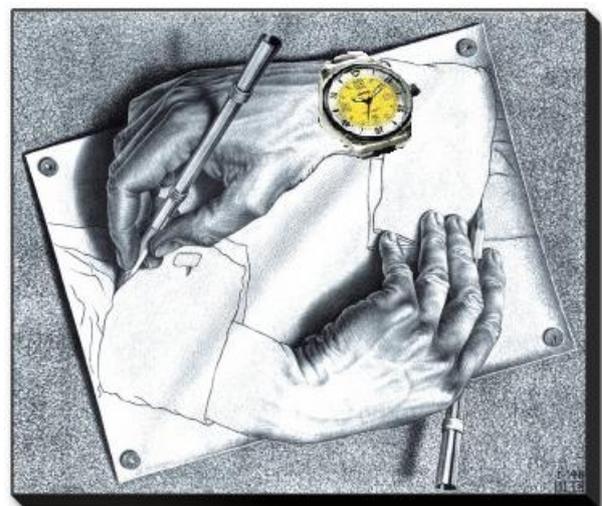


Figura 1 – Um relógio para medir o tempo imaginário.

### 3 – Modelando o tempo complexo

No modelo proposto o tempo complexo é definido por:

$$s = t + i q \quad (1)$$

Onde  $t$  representa o tempo real e  $q$  o tempo imaginário.

Em uma representação básica de números complexos a equação (2) define um espaço bidimensional ilimitado. Entretanto como o tempo imaginário tem extensão limitada é necessário utilizar uma representação alternativa, para o plano de tempo complexo, por exemplo, enrolado a dimensão de tempo imaginário de forma a compor o cilindro apresentado na Figura 2.

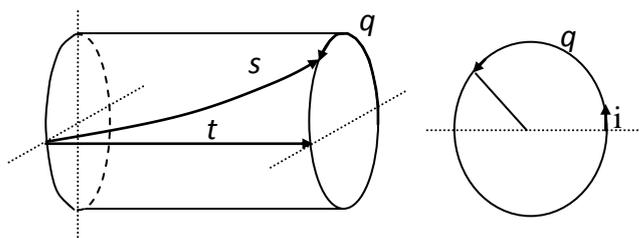


Figura 2 – Tempo complexo representado sobre a superfície de um cilindro.

A representação apresentada na Figura 2 trás algumas complicações no sentido em que os vetores devem ser desenhados sobre uma superfície curva.

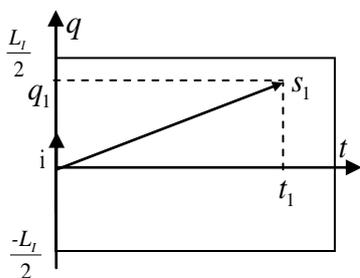


Figura 3 – Representação planificada do tempo complexo.

Desta forma é mais conveniente trabalhar com uma representação planificada desta superfície cilíndrica que é apresentada na Figura 3.

Nesta figura podemos observar dois limites para o eixo de tempo imaginário, que são função do parâmetro  $L_l$  que representa a extensão do tempo imaginário. Note se que a planificação do cilindro que contem o tempo complexo pode ser feita de varias formas, contanto que o tamanho total da

dimensão de tempo imaginário seja mantido igual a  $L_l$ .

A Figura 4, por exemplo, mostra uma representação onde são admitidos somente valores positivos de tempo imaginário, mas trata-se basicamente da mesma representação apresentada na Figura 3.

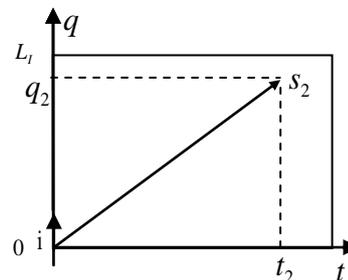


Figura 4 – Representação planificada positiva do tempo complexo.

Esta forma de representação de tempo complexo também pode ser observada no exemplo de uma antiga TV preto e branco, funcionando com base em um único feixe de elétrons que varre uma tela fluorescente.

Neste caso, cada nova imagem desenhada sobre a tela representa um novo tempo real, enquanto que o tempo que o feixe leva para percorrer a tela inteira representa o tempo imaginário.

A Figura 5 ilustra o comportamento do feixe de elétrons, representando o tempo de duas formas distintas: uma linha reta continua e um plano bidimensional complexo composto de linhas agrupadas.

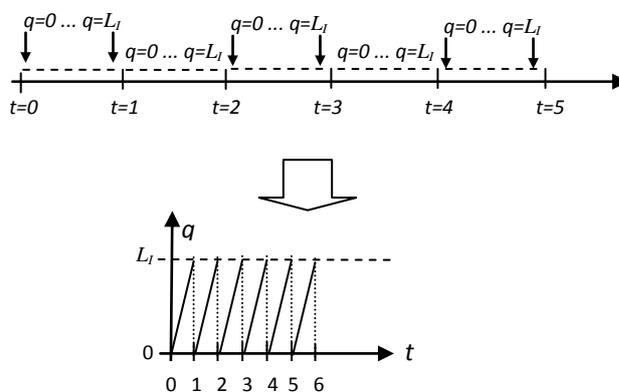


Figura 5 – Tempo de varredura de uma TV utilizado para representar o tempo complexo.

Na Figura 5 o gráfico superior apresenta linhas pontilhadas que representam o tempo de varredura enquanto que cada traço entre duas varreduras indica a formação de uma nova imagem.

O gráfico inferior na Figura 5 representa um plano complexo que é obtido dobrando-se a reta do gráfico superior. Note que este gráfico é análogo aos gráficos de tempo complexo mostrados nas Figuras 3 e 4.

#### 4 – Vantagens do uso do tempo complexo

Se de fato o tempo imaginário não pode ser observado diretamente, por que considerá-lo em qual quer modelo físico que for idealizado?

A resposta é simples, pois o modelo de tempo complexo digital proposto neste artigo tem uma serie de vantagens em relação a modelos que não consideram a componente de tempo imaginário:

- O uso de tempo complexo permite que partículas pontuais sejam naturalmente transformadas em cordas, que surgem do “colapso” da dimensão de tempo imaginário;
- As teorias das cordas mais modernas operam com espaço/tempo de ordem mais elevada, contendo 10 ou 11 dimensões onde existe apenas uma dimensão de tempo e 6 ou 7 dimensões de espaço “enroladas”. O uso de dimensões de tempo complexo, que também podem ser enroladas levam a modelos mais simétricos e topologias mais fáceis de serem calculadas;
- O tempo complexo permite uma explicação alternativa inflação cósmica, que consiste no crescimento inicial apenas da dimensão de tempo imaginário (enquanto o tempo real se mantém igual a zero);
- Um modelo de expansão do espaço que considere a evolução do tempo imaginário leva a uma equação de expansão acelerada que parece ser compatível com a expansão observada em nosso próprio universo, dispensando a necessidade de uma “energia escura” para explicar este fenômeno;
- O calculo do comprimento do tempo imaginário permite estimar o tamanho do universo;

- Diversas constantes físicas importantes podem depender diretamente do comprimento da dimensão de tempo imaginário.

Estas vantagens serão apresentadas em maiores detalhes nos tópicos a seguir.

#### 5 – Transformação de partículas pontuais em cordas

Os modelos mais tradicionais de física operam sobre partículas pontuais que são basicamente adimensionais pois de fato esta é a forma mais simples de se fazer a descrição de um sistema de partículas fundamentais. Entretanto esta descrição leva a alguns problemas principalmente ao se lidar com campos onde surgem forças de interação que são inversamente proporcionais as distancias consideradas. Nestes casos podem ocorrer divisões por zero quando, por exemplo, duas partículas pontuais se tocam. A busca de novos modelos que contornem este tipo de problema levou a criação das chamadas “teorias das cordas” [5] nas quais as partículas fundamentais não são mais modeladas como pontos, mas sim como cordas que podem assumir a forma de linhas ou mesmo de membranas. Apesar destas teorias das cordas apresentarem alguns pontos interessante até hoje nenhuma delas, nem mesmo a famosa teoria M[6], conseguiu se impor como um novo padrão nem demonstrar que não passa de uma mera abstração matemática.

O autor acredita que parte do problema existente com as teorias das cordas é que o “salto” que leva de partícula fundamentais modeladas como pontos unidimensional para partículas modeladas como cordas ainda não foi muito bem explicado.

O uso do tempo complexo resolve este problema pois uma partícula pontual que se move no tempo complexo se transforma naturalmente em uma corda devido ao colapso do tempo imaginário. Este colapso ocorre para todos os observadores que não são capazes de perceber o tempo imaginário, ou seja todos os seres que habitam nosso universo e quais quer equipamentos que os mesmos possam construir.

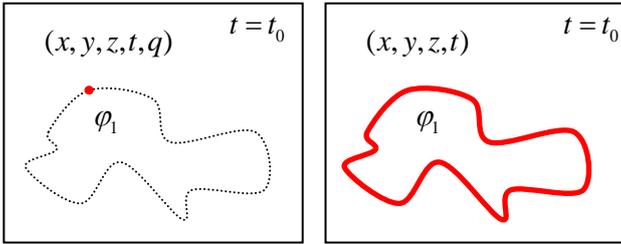


Figura 6 – Colapso do tempo imaginário transformando uma partícula pontual em uma corda.

Este processo é ilustrado na Figura 6 onde uma partícula pontual de cinco dimensões, indicada por um ponto vermelho na figura, se move no tempo complexo segundo uma trajetória indicada por uma linha pontilhada.

Para um observador que não tenha acesso ao tempo imaginário esta partícula se transforma naturalmente em uma corda (mostrada como uma linha vermelha na Figura 5) que assume o formato da trajetória original.

## 6 – Racionalização na distribuição das dimensões enroladas de espaço/tempo

Os modelos utilizados nas teorias das cordas utilizam o conceito de dimensões espaciais enroladas [7]. Como um observador a princípio não pode acessar estas dimensões enroladas a existência das mesmas acaba sendo altamente questionável gerando assim mais um fator impeditivo a aceitação deste tipo de teoria. A teoria M, por exemplo, utiliza um modelo de espaço tempo com um total de onze dimensões, sendo três dimensões de espaço “normal”, sete dimensões de espaço “enrolado” e apenas uma dimensão de tempo.

Neste contexto o autor propôs um modelo denominado Ulianov String Theory (UST) [8] no qual o próprio tempo complexo também pode ser tratado como uma dimensão enrolada, gerando um espaço tempo de dez dimensões.

A UST modela o espaço tempo considerando três dimensões de espaço normal, três dimensões de espaço enrolado, duas dimensões de tempo normal e duas dimensões de tempo enrolado. Este número de dimensões é compatível com os utilizados em varias teorias das cordas a utilização do tempo complexo enrolado gera uma distribuição bem mais

homogênea. Isto ocorre pois para cada uma das 5 dimensões normais  $(x, y, z, t, q)$  ira existir uma única dimensão enrolada sendo associada  $(\bar{x}, \bar{y}, \bar{z}, \bar{t}, \bar{q})$ . Este fator facilita tremendamente as análises e cálculos a serem realizados e também permite uma representação alternativa onde as dimensões enroladas são vistas como se pertencessem a “sub-espacos” adjacentes as dimensões normais. Estes sub-espacos são bem semelhantes e estão separados uns dos outros, e por “paredes de tempo” ou “paredes de espaço” conforme mostrado na Figura 7.

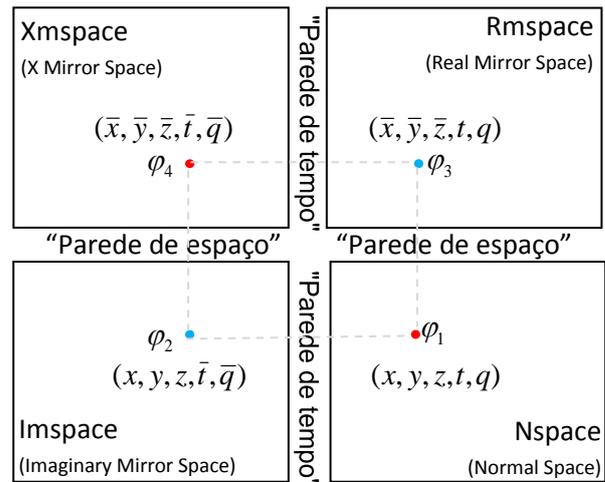


Figura 7 – Modelo de espaço tempo de 10 dimensão utilizado na UST .

## 7 – Explicação do processo de inflação cósmica

A teoria da inflação cósmica[9] proposta Alan H. Guth em 1981 permite explicar certos aspectos do modelo cosmológico conhecido como “Big Bang”[10]. Esta teoria postula que o universo, no seu momento inicial passou por uma rápida fase de crescimento exponencial. Apesar desta teoria estar hoje bastante consolidada nos meios acadêmicos, alguns físicos teóricos apontam falhas na mesma. Esta é por exemplo a posição do físico Paul J. Steinhardt [11], que faz a seguinte questionamento:

*“A verdade é que a física quântica governa a inflação e qual quer coisa que possa acontecer acontecerá. E se a teoria inflacionaria não faz previsões qual é a sua utilidade?”*

Estes problemas estão relacionados com as próprias causas do processo inflacionário atribuídas a um suposto campo “inflaton”. Por um lado este campo ampliaria certas flutuações quânticas gerando as estruturas matéricas observadas no universos (estrelas, galáxias e diversos tipos de aglomerados de galáxias) mas por outro lado estas próprias flutuações implicariam em tempos distintos para o termino da inflação em cada região, levando a um modelo no qual algumas regiões do espaço poderiam estar sendo “infladas” até hoje.

Neste cenário a própria estruturação do tempo complexo apresenta um modelo alternativo para o processo de inflação cósmica, o qual alem de dispensar o uso de qual quer tipo de campo “inflaton” ainda permite que o período de inflação seja igual para todos os pontos do espaço, independentemente de sua localização ou de flutuações quânticas existentes.

A base deste processo de inflação pode ser observada diretamente nas Figuras 2 e 3 que representam o cilindro que contem o tempo complexo.

Podemos considerarmos que num momento inicial de criação do espaço tempo, tanto as dimensões de espaço como de tempo complexo tenham extensão nulas. Desta forma para chegar ao modelo das Figuras 2 e 3 onde o tempo imaginário tem comprimento igual a  $L_i$  o próprio tempo imaginário deve passar por um processo de “crescimento” a partir de um valor zero. Uma das formas mais simples para que isto ocorra é considerar um modelo no qual o tempo imaginário inicialmente se expande na base do cilindro compondo círculos sucessivos com diâmetro cada vez maior.

Estes círculos irão formar a base do cilindro que contem o tempo complexo, conforme mostrado na Figura 8.

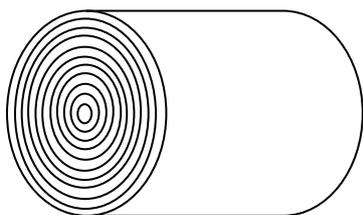


Figura 8 – Expansão do tempo imaginário compondo a base do cilindro que define o tempo complexo.

Como na base do cilindro mostrado na Figuras 2 e 8, o valor de tempo real é igual a zero, podemos considerar que inicialmente apenas o tempo complexo evolui e se expande até atingir um certo valor enquanto que o tempo real ainda se encontra “congelado”. Somente a partir deste ponto é que o tempo real passa a evoluir enquanto que o tempo imaginário seguem em “voltas” com tamanho uniforme, compondo a superfície externa do cilindro.

Numa analogia com um jogo de computador, esta evolução inicial do tempo imaginário seria equivalente a um processo de inicialização do computador que antecede a execução do jogo propriamente dito, representando um tempo que o usuário deve esperar até que a primeira imagem seja apresentada na tela, momento no qual o “tempo real” passa efetivamente a existir.

Considerando que o espaço que também tem natureza digital e que o mesmo se expande em função do tempo imaginário, iremos observar o universo crescer de tamanho ao mesmo tempo em que o a dimensão de tempo imaginário se expande, mesmo com o tempo real ainda sendo igual a zero.

A Figura 9 mostra dois gráficos de expansão do universo, onde observamos em azul uma das curvas propostas para a inflação cósmica e em vermelho a curva de expansão devida ao aumento da dimensão de tempo imaginário, que ocorre antes que o tempo real passe efetivamente a existir.

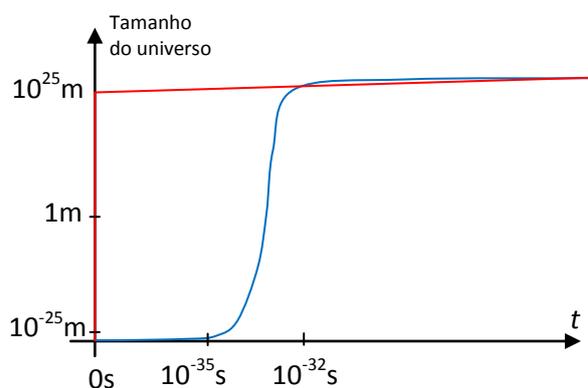


Figura 9 – Dois gráficos de expansão do universo

Sabendo que hoje o menor tempo que nossa tecnologia consegue medir é da ordem de 12 attossegundos ( $12 \times 10^{-18}s$ ) [12] em termos práticos

um evento que ocorra instantaneamente não pode ser distinto de outro que leve  $10^{-32}$  segundos para ocorrer, como é o caso das duas curvas apresentadas na Figura 8.

O autor acredita que o uso de uma expansão do espaço promovida pela expansão inicial do tempo imaginário deva substituir com vantagens o modelo de inflação cósmica, sem que nenhum tipo de campo inflacionário precise ser inventado e além disso resolvendo o problema de “final de expansão” pois quando o tempo real passa a existir o processo de inflação cósmica termina simultaneamente em todas as regiões do universo.

Definindo um gráfico da expansão do espaço em relação ao módulo do tempo complexo observamos apenas uma expansão uniforme sem que exista na verdade qual quer tipo de inflação. Por outro lado um observador que não tenha acesso ao tempo imaginário irá observar que o espaço se expande a uma velocidade infinita, partindo de um tamanho zero para um grande tamanho inicial, sem que nenhum tempo real tenha se passado.

Para um observador que pudesse perceber o tempo imaginário este novo modelo de inflação transforma o “Big Bang” em um “Small Bang”[13].

## 8 – Explicar melhor a expansão acelerada do espaço

A expansão do espaço em função a expansão do tempo imaginário pode ser fácil mente modelada, o que será apresentado nesta seção. Tomemos como exemplo um espaço bidimensional definido sobre uma esfera de raio  $R_e$ , sendo que o comprimento total dos eixos que definem um espaço sobre esta esfera serão dados por:

$$L_x = 2 \pi R_e ; L_y = 2 \pi R_e \quad (2)$$

Considerando-se que a cada novo tempo imaginário o raio desta esfera cresce uma unidade (uma distância de Planck) e que o intervalo entre dois tempos imaginários possa ser associado a um “Tempo de Planck Imaginário” podemos afirmar que o raio da esfera cresce a velocidade da luz, estabelecendo a seguinte relação:

$$R_e = c q \quad (3)$$

Entretanto como o tempo imaginário é cíclico e o raio  $R_e$  cresce continuamente devemos considerar um somatório de todos os valores assumidos pelo tempo imaginário. Para tal é conveniente representar o tempo complexo em coordenadas polares:

$$s = p e^{\alpha i} \quad (4)$$

Sendo  $p$  o módulo do tempo complexo que pode ser calculado como segue:

$$p = \sqrt{t^2 + q^2} \quad (5)$$

Na fase inflacionaria onde existe apenas o tempo complexo, podemos considerar o esquema apresentado na Figura 10, onde a extensão do tempo imaginário cresce continuamente sendo dada por:

$$L_t(p) = 2\pi p \quad (6)$$

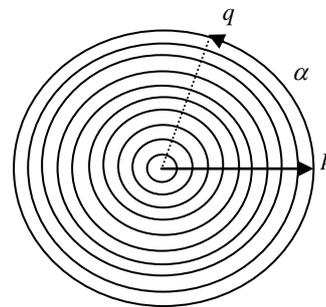


Figura 10 – Evolução do tempo complexo na fase inflacionaria

Considerando que no final da expansão o tempo imaginário, o módulo do tempo complexo tenha um valor igual a  $p_0$ , sendo que o comprimento do tempo imaginário, definido por  $L_{t0}$ , pode ser calculado como:

$$L_{t0} = 2\pi p_0 \quad (7)$$

Neste ponto o raio  $R_e$ , assume um valor de final de expansão ( $R_{e0}$ ) que pode ser calculado com base na

equação 3, considerando que o tempo imaginário percorreu um caminho total, que é igual a soma de todos os círculos mostrados na Figura 9, cujo valor que pode ser calculado pela área do ultimo círculo normalizada em função do tempo de Planck ( $T_p$ ), que representa a distância entre dois círculos sucessivos.

$$R_{e0} = \frac{2\pi c p_0^2}{T_p} \quad (8)$$

Aplicando a equação (7) na equação (8):

$$R_{e0} = \frac{c L_{I0}^2}{2\pi T_p} \quad (9)$$

No momento em que o tempo real passa também a se expandir é factível considerar que a expansão de  $L_{I0}$  e de  $R_e$  não sejam afetadas, gerando os gráficos mostrados na Figura 11.

Nesta figura observamos uma reta na cor verde que representa a expansão do comprimento do tempo imaginário e que é regida pela equação (7).

Por sua vez a linha em vermelho representa a expansão do tempo real, que é regida pela equação (5), considerando um ângulo zero para o tempo complexo na forma polar ( $q=0$ ). Desta forma podemos escrever a seguinte equação:

$$t = p - p_0 \quad (10)$$

Aplicando a equação (7) na equação (10):

$$t = p - \frac{L_{I0}}{2\pi T_p} \quad (11)$$

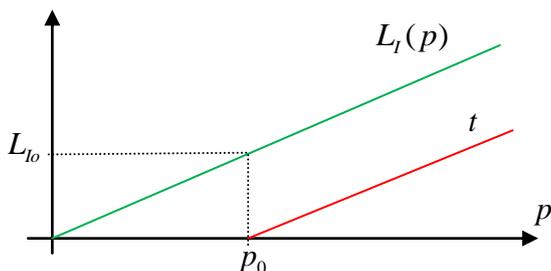


Figura 11 – Expansão do comprimento do tempo imaginário e do tempo real em função do módulo do tempo complexo.

Ainda na Figura 11 podemos considerar que a expansão de  $R_e$  definida para o ponto  $p_0$  na equação (8), pode ser escrita de forma mais genérica:

$$R_e(p) = \frac{c}{T_p} \int_0^p L_I(p) dp = c \int_0^p 2\pi p dp$$

$$R_e(p) = 2\pi c p^2 \quad (12)$$

Aplicando a equação (11) na equação (12):

$$R_e(t) = \frac{2\pi c}{T_p} \left(t + \frac{L_{I0}}{2\pi}\right)^2$$

$$R_e(t) = \frac{c L_{I0}^2}{2\pi T_p} + \frac{2c L_{I0}}{T_p} t + \frac{2\pi c}{T_p} t^2 \quad (13)$$

Aplicando a equação (2) na equação (13) para calcular o comprimento dimensão de espaço  $L_x$ , em função do tempo real:

$$L_x(t) = \frac{c}{T_p} L_{I0}^2 + \frac{4\pi c}{T_p} L_{I0} t + \frac{4\pi^2 c}{T_p} t^2 \quad (14)$$

A equação (14) mostra que se de fato o espaço se expande linearmente em função do tempo imaginário, um observador no tempo real veria o espaço se expandir de forma acelerada, o que é algo consistente com as mais modernas observações cosmológicas de expansão do universo, sem necessidade de nenhum tipo de energia escura, que explique esta aceleração.

## 9 – Calculando o comprimento da dimensão de tempo imaginário

Nas seções anteriores foram dadas algumas justificativas para o uso do tempo como uma variável complexa, sendo observadas algumas equações que tem como parâmetro o comprimento da dimensão de tempo imaginário. O autor acredita que o parâmetro  $L_I$  pode ser uma das constantes mais importantes que existem em nosso universo, se bem que conforme observado no tópico anterior, o próprio valor de  $L_I$  varia com o tempo, crescendo

continuamente. desta forma precisamos considerar o valor  $L_t$  em função de um dado tempo real.

Antes de buscar uma forma de calcular o comprimento da dimensão de tempo imaginário duas perguntas precisam ser respondidas:

- Se não temos acesso direto ao tempo imaginário, seria de fato possível calcular sua extensão?
- Caso a extensão do tempo imaginário possa ser calculada que significado físico este valor teria?

A primeira pergunta parece merecer, uma resposta negativa.

Conforme já questionado no início deste artigo: Como poderia um personagem de desenho animado calcular quanto tempo um computador leva para criar cada quadro de imagem do seu desenho?

Se o tempo imaginário não nos é acessível obviamente não podemos calcular a sua extensão!

De uma forma geral esta afirmação estaria correta, mas existem casos nas quais o valor de  $L_t$  poderia a princípio ser calculado. Por exemplo, na Figura 5 onde uma partícula pontual é transformada em uma corda, caso a partícula se mova a velocidade da luz, sua extensão será igual ao valor de  $L_t$  multiplicado pela velocidade da luz.

Desta forma se pudermos estimar a extensão de uma dada partícula poderemos estimar o valor de  $L_t$ , conforme pode ser observado na referencia [14]. Entretanto neste procedimento existe o risco da partícula estar enrolada em diversas voltas sucessivas e assim ao invés de obter seu comprimento total estaremos obtendo apenas o comprimento de uma “volta básica” do tempo imaginário. Neste caso o valor de  $L_t$  calculado será bem inferior ao seu valor real.

Uma outra forma de estimar o valor de  $L_t$  é observar novamente o gráfico da Figura 11, considerando o valor de  $p_0$  como sendo desprezível.

Desta forma o valor de  $L_t$  pode ser considerado igual ao valor do tempo de existência do universo, ou seja 15 bilhões de anos imaginários.

Neste contexto, mesmo sendo possível identificar um numero relacionado a dimensão de tempo

imaginário, a segunda pergunta proposta neste tópico continua sendo pertinente: Qual o significado de um “ano imaginário” ou mesmo de um “segundo imaginário”?

Na realidade estas unidades não fazem muito sentido, mas se tomamos como base o tempo de Planck, podemos observar que 15 bilhões de anos equivalem a  $8,77 \times 10^{60}$  unidades de tempo imaginário ou mesmo a  $8,77 \times 10^{60}$  passos de processamento.

## 7 – Conclusão

Apesar dos modelos de física teórica vigentes não considerarem o tempo imaginário, como algo além de especulação o autor acredita que o uso do tempo como uma variável complexa facilita a construção de modelos cosmológicos que descrevam os processos de criação e expansão do universo.

Alem disso o uso do tempo imaginário permite gerar uma teoria das cordas com dimensões enroladas mais simples, além de explicar por que uma partícula pontual se transforma numa corda.

Por fim com base no comprimento da dimensão de tempo imaginário seria possível estimar o tamanho do universo inteiro. Considerando por exemplo uma extensão da ordem de  $8,77 \times 10^{60}$  unidades, pela equação (14) podemos calcular um tamanho de universo da ordem de  $4,9 \times 10^{88} \text{m}$  ou  $3,0 \times 10^{123}$  distâncias de Planck, um numero tremendamente grande, mas ainda assim factível.

## 8 – Referências Bibliográficas

[1] Hawking, S., *A Brief History of Time*. Bantam Books. 1998.

[2] *Planck time*, from Wikipedia, the free encyclopedia:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Planck\\_time](http://en.wikipedia.org/wiki/Planck_time)

[3] *Shrek*, from Wikipedia, the free encyclopedia:  
<http://pt.wikipedia.org/wiki/Shrek>

[4] M. C. Escher, *Gravura Mãos Desenhando*.  
<http://www.mcescher.com/>

[5] Green, M., Schwarz, J., Witten, E. *Superstring theory*, Cambridge university Press, 1987.

[6] Greene, B., *The Elegant universe: Superstrings, Hidden Dimensions, and the Quest for the Ultimate Theory*, W.W. Norton & Company, 2003.

[7] *Superstring theory*, from Wikipedia, the free encyclopedia:

[http://en.wikipedia.org/wiki/Superstring\\_theory](http://en.wikipedia.org/wiki/Superstring_theory)

[8] Ulianov, P. Y., *Ulianov String Theory - A new representation for fundamental particles*. August 2010: <http://vixra.org/abs/1201.0101>

[9] *Inflation*, from Wikipedia, the free encyclopedia:

[http://en.wikipedia.org/wiki/Cosmic\\_inflation](http://en.wikipedia.org/wiki/Cosmic_inflation)

[10] *Big Bang*, from Wikipedia, the free encyclopedia:

[http://en.wikipedia.org/wiki/Big\\_bang](http://en.wikipedia.org/wiki/Big_bang)

[11] Steibhardt, P. J., *The Inflation Debate. Is the theory at the heart of modern cosmology deeply flawed?* Scientific American Magazine, April 2011.

[12] Koke, S., Grebing, C., Frei, H., Anderson, A., Assion, A., Steinmeyer, G., *Direct frequency comb synthesis with arbitrary offset and shot-noise-limited phase noise* Nature Photonics, May 2010.

[13] Ulianov, P. Y., *Small Bang Criando um universo a partir do nada*. 2005.

<http://vixra.org/abs/1201.0109>

[14] Ulianov, P. Y., *Explaining the Variation of the Proton Radius in Experiments with Muonic Hydrogen*. 2011.

<http://vixra.org/abs/1201.0099>

## Sobre o Autor:



**Policarpo Yōshin Ulianov** é engenheiro eletricitista com mestrado na área de holografia eletrônica e doutorado na área de inteligência artificial.

Estuda física teórica por hobby e, ao longo de 20 anos de pesquisa, reuniu uma série de idéias que

considerou interessantes desenvolvendo um modelo denominado Ulianov Theory na qual modela um universo físico fictício a partir de uns poucos conceitos básicos definidos intuitivamente.

Contatos com o autor podem ser feitos pelo e-mail:

[policarpoyu@gmail.com](mailto:policarpoyu@gmail.com)

Uma versão em inglês esta disponível em:

<http://vixra.org/abs/1201.0102>