PT_46_00: DEMONSTRAÇÃO DA HIPÓTESE DE RIEMANN — ÚLTIMA REVISÃO: 46-RV6

Demonstração da Hipótese de Riemann mediante o teorema geométrico-topológico de estabilidade e os espaços de soluções

Projeto de verificação do documento original: DEMUESTRA / ES_46_RV6.

DEMUESTRA contém o projeto de verificação do documento original em espanhol. O projeto é comum a todas as traduções e não dispõe de versões linguísticas distintas.

Neste desenvolvimento, Víctor Estrada Díaz reivindica a demonstração da Hipótese de Riemann e o seu estabelecimento como teorema.

Quadro: Einstein–VED · UNIHOLOG
Autor: Víctor Estrada Díaz
Caráter do documento: versão final autónoma do desenvolvimento dedutivo que apresenta a demonstração da Hipótese de Riemann para a estabelecer como teorema.
Princípio metodológico: uma definição é introduzida uma única vez; uma proposição demonstrada fica estabelecida e pode ser utilizada posteriormente sem reabrir a sua demonstração. Se uma conclusão decorre das proposições estabelecidas, é afirmada com a força lógica correspondente.

---

0. Regra de leitura e notação lógica

Este documento utiliza a seguinte convenção:

- D_X : definição.
- A_X : resultado anterior estabelecido fora deste documento e citado como ponto de partida.
- P_X : proposição demonstrada no desenvolvimento.
- T_X : teorema obtido a partir de proposições anteriores.
- $\therefore$: portanto.

Uma proposição demonstrada não volta posteriormente a ser uma hipótese. Pode ser citada como resultado anterior através do seu identificador.

---

1. Universo, coordenadas e geometria diferencial

1.1. Universo

D_U — O universo físico considerado representa-se como

$$U = 3S + T\,.$$

Não se elimina nenhuma dimensão espacial.

1.2. Escolha local da direção de propagação

Considere-se uma onda que, num determinado ponto, se propaga numa direção espacial. É legítimo orientar localmente os eixos de coordenadas de modo que o eixo x coincida com a direção instantânea de propagação.

Então, para esse deslocamento infinitesimal,

$$dy = 0, \qquad dz = 0,$$

e

$$ds = dx\,.$$

P_{COORD} — Esta escolha não reduz $3S$ a uma dimensão. Apenas alinha uma coordenada com a direção local de propagação.

---

2. Significado de t' e relação de Lorentz

2.1. Convenção essencial sobre o apóstrofo

$D_{t'}$ — O apóstrofo de t' **não significa derivada**.

t' representa a coordenada temporal própria do sistema observado relativamente ao observador na transformação de Lorentz. Consequentemente, dt' é o diferencial do tempo próprio do sistema observado.

Quando for necessária uma derivada, será escrita explicitamente, por exemplo,

$$\frac{dt'}{dt}.$$

2.2. Resultado anterior de Lorentz

A_{L} — Para uma velocidade relativa v,

$$dt' = dt\sqrt{1-\frac{v^2}{c^2}}.$$

Definimos a velocidade longitudinal observada como

$$v = \frac{ds}{dt}.$$

Em unidades naturais,

$$c = 1.$$

Portanto,

$$dt'^2 = dt^2 - ds^2,$$

e obtemos

$$P_{\mathrm{ST}}: \qquad ds^2 = dt^2 - dt'^2.$$

Equivalentemente,

$$ds^2 = (dt - dt')(dt + dt').$$

Estas duas expressões são a mesma relação geométrica escrita de duas formas.

---

3. Primeira e segunda ordem: velocidade e aceleração

A primeira derivada espacial em relação a t é

$$P_v: \qquad \frac{ds}{dt} = v.$$

Quando v é constante,

$$\frac{d^2s}{dt^2} = 0.$$

A segunda derivada é

$$P_a: \qquad \frac{d^2 s}{dt^2} = \frac{dv}{dt} = a\,.$$

No quadro Einstein–VED, a presença de matéria associa-se ao confinamento da onda e à existência de uma dinâmica não puramente linear; a aceleração exprime a variação do regime de velocidade.

A geometria define, portanto, uma estrutura diferencial em t, t' e nas suas variações. Não se acrescenta exteriormente uma segunda geometria para introduzir a dinâmica.

---

4. Onda de base, comprimento de fecho e raio R_{VED}

4.1. Comprimento de onda de base

D_λ — Seja λ o comprimento de onda de base associado à matéria considerada.

A partir das relações de Planck e Einstein,

$$E = \frac{hc}{\lambda},$$

$$E = Mc^2\,,$$

obtém-se

$$Mc^2 = \frac{hc}{\lambda},$$

e, portanto,

$$\lambda = \frac{h}{Mc}\,.$$

4.2. Comprimento do contorno

D_L — Seja L o comprimento total do contorno espacial percorrido por uma onda confinada; é o perímetro de fecho da onda.

Aqui, λ é o comprimento de onda de Compton da matéria considerada, estritamente positivo, e $n = L / \lambda$ é o número exato de ciclos contidos no contorno: não é uma aproximação nem um arredondamento. O fecho exato em fase exige que esse número seja um inteiro positivo.

Definimos

$$L = n\lambda\,.$$

No domínio de fechos finitos considerado,

$$n \in [1,\ \infty)\,.$$

O comprimento do contorno de uma onda fechada é sempre estritamente positivo: $L > 0$**.** Tanto o número de comprimentos de onda contidos no contorno como o comprimento de onda de Compton são positivos. Pela relação anterior, o seu produto é positivo; um contorno de comprimento nulo não representa uma onda material fechada neste quadro.

4.3. Construção de U_{VED}

$D_{R_{\mathrm{VED}}}$ — O contorno de comprimento L representa-se topologicamente por uma circunferência bidimensional de igual comprimento:

$$2\pi R_{\mathrm{VED}} = L\,.$$

Portanto,

$$R_{\mathrm{VED}} = \frac{L}{2\pi} = \frac{n\lambda}{2\pi}\,.$$

A afirmação não é que o confinamento físico real em $3S + T$ tenha necessariamente forma circular. A circunferência é uma projeção topológica precisa que conserva o comprimento L e permite analisar as propriedades do fecho.

Assim,

$$U_{\mathrm{VED}}(\text{onda}) = U_{\mathrm{VED}}(\text{fechada, aberta}) = U_{\mathrm{VED}}(R_{\mathrm{VED}}) = U_{\mathrm{VED}}(L, R_{\mathrm{VED}})\,.$$

$P_{\mathrm{VED}}(\mathrm{Inv})$ — A representação circular conserva L, λ, n e, como se definirá adiante, ρ. Por isso, não cria a estabilidade: torna-a visível.

---

5. Ondas fechadas, ondas abertas e estabilidade

5.1. Onda fechada

Para todo n finito positivo,

$$L = n\lambda < \infty ,$$

e existe um contorno finito de representação.

O facto de estar fechada **não implica** estabilidade.

5.2. Onda aberta

A onda aberta ou livre corresponde ao limite

$$n \to \infty .$$

Então,

$$L \to \infty ,$$

$$R_{\text{VED}} \to \infty .$$

Não existe um contorno espacial finito de retorno:

$$n \to \infty \Leftrightarrow L \to \infty \Leftrightarrow R_{\text{VED}} \to \infty \Leftrightarrow \text{onda aberta ou livre} .$$

No quadro, a onda livre corresponde a energia.

---

6. Coordenadas completas de fecho: k e ρ

6.1. Inteiro mais próximo e distância

D_k — Seja $k \in N^+$ o inteiro positivo mais próximo que serve de centro de uma família de fechos.

D_ρ — Seja

$$\rho = \text{dist}\,(n, N^+) .$$

Aqui, ρ é a **distância mínima de n ao inteiro positivo mais próximo** k, não a distância a um inteiro escolhido arbitrariamente. Portanto, $\rho = |n - k|$. Esta distância mede quanto o número de ciclos se afasta do fecho inteiro e exato em fase.

Por definição de distância ao inteiro mais próximo,

$$0 \le \rho \le \frac{1}{2} .$$

Todo fecho finito se representa como

$$n = k \pm \rho, \qquad k \in N^{+}, \qquad 0 \le \rho \le \frac{1}{2}.$$

Consideram-se apenas os ramos que satisfazem $n \geq 1$.

No ponto exatamente equidistante de dois inteiros, $\rho = 1 / 2$; as duas etiquetas vizinhas representam a mesma fronteira.

Então

$$L(k, \rho) = (k \pm \rho)\lambda,$$

e

$$R_{\mathrm{VED}}(k, \rho) = \frac{(k \pm \rho)\lambda}{2\pi}.$$

6.2. Conceito primordial: estabilidade da matéria como onda fechada

Regra básica de U_{VED} : o único valor estável é $\rho = 0$. Todo valor de ρ no intervalo $(0, 1 / 2]$ **corresponde a um fecho não estável.**

A matéria representa-se neste quadro como uma onda de comprimento de onda de Compton positivo λ, fechada num contorno de comprimento $L = n\lambda$. O número n conta quantos comprimentos de onda contém esse contorno. Escrever $L = n\lambda$ descreve o seu comprimento, mas não basta, por si só, para afirmar a sua estabilidade.

A estabilidade exige um número inteiro positivo de ciclos. Quando $n = k \in N^{+}$, o percurso completo contém exatamente um número inteiro de comprimentos de onda: a onda regressa ao mesmo ponto na mesma fase, o contorno é $L = k\lambda$ e a distância ao inteiro mais próximo é zero. Este é o fecho estável.

Se n é real não inteiro, o percurso não contém um número inteiro de ciclos. A onda não regressa exatamente em fase e permanece um desfasamento relativamente ao fecho inteiro. Na classificação deste quadro, esse desfasamento é a origem da instabilidade e da evolução destrutiva no tempo do fecho não inteiro. A sua distância mínima ao inteiro mais próximo é positiva e pertence ao intervalo $(0, 1 / 2]$ da classificação.

Entre dois inteiros positivos consecutivos, todo fecho é não estável. Se j designa o inteiro inferior do intervalo, qualquer número de ciclos que satisfaça $j < n < j + 1$ está estritamente entre os fechos inteiros dos extremos: não fecha exatamente em fase e a sua distância mínima ao inteiro mais próximo é positiva. No intervalo aberto entre esses inteiros não existe qualquer valor estável. Os extremos inteiros têm distância zero e correspondem a fechos estáveis.

O intervalo aberto descreve os valores de n, não os valores de ρ. Aqui, a letra j designa o extremo inferior; k conserva o significado de inteiro positivo mais próximo de n. Ao percorrer o intervalo, k pode ser um ou outro extremo, mas a regra não muda: distância zero ao inteiro significa estabilidade; distância positiva significa não estabilidade.

Esta distinção é a base da estabilidade e da instabilidade em U_{VED}. Estabelece-se no universo da onda antes de qualquer correspondência com outros espaços; não é uma condição acrescentada posteriormente nem uma definição obtida a partir de Riemann. As correspondências posteriores devem conservar esta classificação de origem.

Se

$$\rho = 0,$$

então

$$n = k,$$

e

$$L = k\lambda\,.$$

O contorno contém um número inteiro de ciclos e o retorno ocorre exatamente em fase.

Portanto,

$$P_{\mathrm{VED}}(E): \qquad \rho = 0 \Leftrightarrow n = k \in N^{+} \Leftrightarrow L = k\lambda \Leftrightarrow \text{fecho exato em fase} \Leftrightarrow \text{estado estável}\,.$$

Para

$$0 < \rho \leq \frac{1}{2},$$

o fecho é finito mas não inteiro. Existe desfasamento relativamente ao fecho exato:

$$P_{\mathrm{VED}}(I): \qquad 0 < \rho \leq \frac{1}{2} \Leftrightarrow \text{fecho não estável}\,.$$

O extremo

$$\rho = \frac{1}{2}$$

é o desvio máximo possível relativamente ao inteiro mais próximo.

---

7. Completude de U_{VED}

A parametrização anterior é exaustiva.

Para todo número finito de ciclos $n \geq 1$, existe um inteiro positivo mais próximo

$$k \in N^{+}$$

e uma distância mínima $\rho = \ |n - k|$, com

$$\rho \in [0, \frac{1}{2}]$$

tais que

$$n = k \pm \rho \, .$$

Portanto, não existe um fecho finito fora desta classificação.

$D_{E_{\text{VED}}}$ — O conjunto dos parâmetros de fecho estável define-se a partir do domínio declarado e do critério de desfasamento nulo:

$$E_{\text{VED}} = \{(k, \rho) : k \in N^{+}, \rho \in [0, 1/2], \rho = 0\} \, .$$

$P_{\text{VED}}(K_E)$ — Para $\rho = 0$,

$$E_{\text{VED}} = \{(k, 0) : k \in N^{+}\} \, .$$

Todos os inteiros

$$k = 1, 2, 3, \ldots$$

enumeram todos os casos de estabilidade sem deixar nenhum de fora.

Para cada comprimento de onda de Compton positivo λ, o conjunto completo dos valores estáveis corresponde a todos os $k \in N^{+}$, com $n = k$ e $L = k\lambda$. Cada par $(k, 0)$ representa um fecho material possível e estável na parametrização de U_{VED}. Reciprocamente, todo fecho estável tem um número exato de ciclos inteiro positivo e fica, por isso, representado por um desses pares. Esta completude refere-se a todos os fechos estáveis permitidos pelo modelo, não à presença de cada valor de k na natureza.

O caso complementar fica igualmente determinado: se o número exato de ciclos $n > 0$ não é inteiro, a sua distância ao inteiro positivo mais próximo é estritamente positiva. Existe desfasamento; o contorno não fecha exatamente em fase e, pelo critério de U_{VED}, não é estável. Não se trata de arredondar n nem de escolher uma classificação.

Para todo inteiro positivo k, o contorno $L = k\lambda$ contém um número inteiro de ciclos e fecha exatamente em fase. Pelo critério de U_{VED}, o seu desfasamento é nulo:

$$\forall k \in N^{+}, \qquad n = k \Rightarrow \rho = 0 \, .$$

A enumeração é numerável e completa no sentido matemático: abrange todos os valores inteiros positivos permitidos pela parametrização. Não afirma que todos esses valores se realizem na natureza, nem exige observar cada um para estabelecer o critério de estabilidade.

Como atribuições físicas do quadro Einstein–VED, o autor indica:

- k=2 define a gravidade universal.
- k=4 dá o fecho de todos os protões.
- k=137 dá o fecho superficial esférico do eletrão.

Estas atribuições distinguem-se do resultado da enumeração: são interpretações físicas do quadro, não consequências apenas da igualdade entre fecho inteiro e desfasamento nulo.

$D_{\text{Particion}}$ — Os fechos finitos admissíveis e o seu setor não estável exprimem-se pelo domínio e pelo critério já estabelecidos:

$$U_{\text{VED}}^{\text{cerrado}} = \{(k,\rho): k \in N^{+}, \rho \in [0, 1/2]\} .$$

$$I_{\text{VED}} = \{(k,\rho): k \in N^{+}, \rho \in [0, 1/2], \rho > 0\} .$$

$P_{\text{VED}}(K_I)$ — Para $\rho = 1/2$, os mesmos k enumeram todas as fronteiras de desvio máximo.

$P_{\text{VED}}(R_C)$ — Para cada família k,

$$0 \le \rho \le \frac{1}{2}$$

percorre todo o contínuo entre fecho exato e desvio máximo.

Portanto,

$$P_{\text{VED}}(\text{Completo}): \quad U_{\text{VED}}^{\text{cerrado}} = E_{\text{VED}} \sqcup I_{\text{VED}},$$

e, acrescentando o limite $n \to \infty$, contempla-se também a onda aberta.

Não existe uma quarta classe de onda relativamente ao fecho que não tenha sido considerada.

---

8. Precedente topológico: $U_{\text{VED}} \leftrightarrow U_{\text{Sch}}$

O resultado geométrico da relação entre raios, desenvolvido com maior detalhe no Documento 7, reproduz-se aqui como resultado anterior interno ao quadro.

A_7 — Nesse documento estabelece-se a constante geométrica

$$\tilde{N} = R_{\text{VED}} R_{\text{Sch}} .$$

Portanto,

$$R_{\mathrm{Sch}} = \frac{\tilde{N}}{R_{\mathrm{VED}}},$$

e

$$R_{\mathrm{VED}} = \frac{\tilde{N}}{R_{\mathrm{Sch}}}.$$

Para raios positivos, a aplicação

$$\Phi_{\tilde{N}} : R_{\mathrm{VED}} \mapsto \frac{\tilde{N}}{R_{\mathrm{VED}}}$$

é bijetiva, contínua e a sua inversa tem a mesma forma. Nesse domínio,

$$P_{\mathrm{VS}} : \qquad U_{\mathrm{VED}} \cong U_{\mathrm{Sch}}.$$

Este resultado demonstra que uma mesma informação física pode ser representada em topologias distintas mediante uma transformação reversível.

Nesse desenvolvimento da relação entre raios, a função gravitacional do quadro depende do fecho n e satisfaz

$$G(2) = G,$$

enquanto para a onda livre

$$\lim_{n \to \infty} G(n) = 0.$$

Assim, no quadro, o estado $n = 2$ fixa a gravitação universal observada e o limite de onda livre não fornece resposta gravitacional.

O objetivo desta secção não é utilizar U_{Sch} para obter Riemann, mas estabelecer um precedente demonstrado: é possível transportar informação entre topologias conservando o estado representado.

---

9. Equação diferencial completa do universo

Retomamos agora a geometria já demonstrada:

$$P_{\mathrm{ST}} : \qquad ds^2 = dt^2 - dt'^2.$$

A equação dinâmica constrói-se conservando a relação diferencial e a sua variação em relação a t:

$$P_F: \qquad F = (dt^2 - dt'^2) + \frac{d}{dt}(dt^2 - dt'^2)\,.$$

Não se elimina dt' antes de desenvolver a expressão.

Desenvolvendo em relação a t na notação adotada neste quadro,

$$P_{F1}: \qquad F = dt^2 - dt'^2 + 2dt - 2dt'\,\frac{dt'}{dt}\,.$$

O único apóstrofo presente em dt' continua a significar o tempo próprio do observado; a derivada aparece apenas no quociente explícito $dt'\,/\,dt$.

---

10. Condição própria da onda e redução final de F

A onda viaja localmente a c tanto livre como confinada:

$$P_W: \qquad v_{\text{onda}} = c\,.$$

Em unidades naturais,

$$c = 1\,.$$

Como

$$v = \frac{ds}{dt},$$

para a onda

$$\frac{ds}{dt} = 1\,.$$

Isto implica igualdade numérica dos diferenciais de propagação nessas unidades,

$$ds = dt,$$

sem afirmar que espaço e tempo sejam a mesma entidade.

Por Lorentz,

$$dt' = dt\sqrt{1 - \frac{v^2}{c^2}}\,.$$

No limite da onda,

$$v \to c,$$

obtém-se

$$dt' \to 0\,.$$

No desenvolvimento adotado, nesse mesmo limite,

$$dt'^2 \to 0,$$

e

$$\frac{dt'}{dt} \to 0\,.$$

Só agora aplicamos estas condições a P_{F1}:

$$P_{F2}: \qquad F = dt^2 + 2dt\,.$$

Fatorizando,

$$dt^2 + 2dt = 2dt(1 + \frac{1}{2}dt),$$

pelo que

$$P_{F3}: \qquad F = 2dt(1 + \frac{1}{2}dt)\,.$$

O fator

$$\frac{1}{2}$$

aparece algebricamente na fatorização de F.

Não provém de Riemann.
Não é introduzido como normalização escolhida.
Não é obtido supondo previamente a reta crítica.

10.1. Origem geométrica do fator 1 / 2

Este é o passo central.

Partimos da dinâmica exata

$$F = (ds)^2 + \frac{d}{dt}[(ds)^2]\,.$$

A derivada de uma função quadrática satisfaz

$$\frac{d}{dt}[(ds)^2] = 2ds\frac{d(ds)}{dt}\,.$$

Assim,

$$F = (ds)^2 + 2ds\frac{d(ds)}{dt}.$$

Fatorizamos $2ds$:

$$(ds)^2 = 2ds(\frac{1}{2}ds).$$

Portanto,

$$F = 2ds[\frac{d(ds)}{dt} + \frac{1}{2}ds].$$

O fator

$$\frac{1}{2}$$

aparece algebricamente a partir da natureza quadrática do diferencial.

Não foi introduzido a partir de Riemann.

Não foi introduzido como uma normalização escolhida para obter a reta crítica.

10.2. Operador espectral deslocado

A fatorização anterior define naturalmente o operador

$$D = \frac{d}{dt} + \frac{1}{2}.$$

A partir deste ponto, t entende-se como coordenada temporal normalizada de U_{Lap}.

Seja um modo elementar

$$ds(t) = ds_0\, e^{\mu t}.$$

Então

$$\frac{d(ds)}{dt} = \mu ds.$$

Aplicando D,

$$D[ds] = (\mu + \frac{1}{2})ds.$$

Definimos o valor próprio espectral de D como

$$s = \mu + \frac{1}{2}.$$

Equivalente:

$$\mu = s - \frac{1}{2}.$$

10.3. Estabilidade na coordenada deslocada

A amplitude física de um estado estável não cresce nem decresce secularmente.

Na variável modal deslocada μ, isto exige

$$\Re(\mu) = 0.$$

Portanto,

$$\mu_{\pm}(k,\rho) = \pm i\, b(k,\rho).$$

Como

$$s = \frac{1}{2} + \mu,$$

obtém-se

$$s_{\pm}(k,\rho) = \frac{1}{2} \pm i\, b(k,\rho).$$

Portanto,

$$\Re[s_{\pm}(k,\rho)] = \frac{1}{2}.$$

O 1 / 2 provém do deslocamento do operador.

A parte imaginária provém da periodicidade do fecho.

10.4. Família espectral completa

Substituindo a periodicidade,

$$b(k,\rho) = \frac{2\pi}{(k \pm \rho)\lambda},$$

fica

$$s_{\pm}(k,\rho) = \frac{1}{2} \pm i\frac{2\pi}{(k \pm \rho)\lambda}, \qquad 0 \le \rho \le \frac{1}{2}.$$

Esta é a família de soluções espectrais do sistema regulado na parametrização geométrica adotada.

10.5. Todos os estados estáveis

Os estados estáveis correspondem a

$$\rho = 0\,.$$

Então

$$T_k = k\lambda$$

e

$$b_k = \frac{2\pi}{k\lambda}\,.$$

Portanto,

$$s_{Z,\pm}(k) = \frac{1}{2} \pm i\frac{2\pi}{k\lambda}, \qquad k \in N^+\,.$$

Daqui,

$$\forall k \in N^+, \qquad \Re[s_{Z,\pm}(k)] = \frac{1}{2}\,.$$

---

11. Construção de U_{Lap}

Uma vez expostas as equações diferenciais em relação a t, pode construir-se a sua representação de Laplace.

D_{Lap} — A coordenada espectral complexa escreve-se mantendo sempre o par conjugado:

$$s_{\pm} = a \pm ib\,.$$

A parte real e a parte imaginária desempenham funções distintas.

A partir de P_{F3} obtém-se o deslocamento algébrico central

$$a = \frac{1}{2}$$

como lugar geométrico do regulador.

A parte imaginária obtém-se da periodicidade de fase do fecho.

Para um contorno

$$T(k, \rho) = (k \pm \rho)\lambda$$

em unidades $c = 1$, a condição fundamental de fase é

$$e^{\pm ibT} = 1 .$$

Para uma volta fundamental,

$$bT = 2\pi .$$

Portanto,

$$b(k, \rho) = \frac{2\pi}{(k \pm \rho)\lambda} .$$

Para os fechos estáveis,

$$\rho = 0,$$

fica

$$b_k = \frac{2\pi}{k\lambda} .$$

e a imagem estável é

$$Z_{\mathrm{VED} \to \mathrm{Lap}} = \{ \frac{1}{2} \pm i \frac{2\pi}{k\lambda} : k \in N^+ \} .$$

$P_{\mathrm{Lap}}(Z)$ — Todos os estados estáveis de U_{VED} aparecem como pontos discretos da reta

$$\Re(s) = \frac{1}{2} .$$

A reta completa não é o conjunto dos estados estáveis. Pode conter pontos que não correspondem a nenhum k estável. A estabilidade corresponde aos pontos discretos enumerados por k.

---

12. O que fica estabelecido antes de Riemann

Até este ponto ficam demonstradas no desenvolvimento as seguintes proposições:

$$P_{\mathrm{VED}}(E): \quad \rho = 0 \Leftrightarrow \text{estado estável} .$$

$$P_{\mathrm{VED}}(\text{Completo}): \quad (k, \rho) \text{ contempla exaustivamente todos os fechos finitos.}$$

$$P_{\mathrm{VED}}(K_E): \quad k \in N^+ \text{ enumera todos os estados estáveis.}$$

$$P_{F3}: \quad F = 2dt(1 + \frac{1}{2}dt) .$$

$$P_{\mathrm{Lap}}(Z): \quad Z_{\mathrm{VED} \to \mathrm{Lap}} \subset \{ s : \Re(s) = 1/2 \} .$$

Nenhuma destas proposições é reaberta nas secções posteriores.

---

13. Definição do espaço U_{Rim}

D_{Rim} — Seja

$$z = a \pm ib$$

a coordenada complexa na qual se estuda a função zeta de Riemann.

A função zeta define-se inicialmente por

$$\zeta(s) = \sum_{n=1}^{\infty} \frac{1}{n^s}$$

para $\Re(s) > 1$ e prolonga-se meromorficamente ao plano complexo, com um polo simples em

$$s = 1 .$$

Os seus zeros dividem-se em dois setores.

13.1. Setor trivial

Os zeros triviais são

$$Z_{\mathrm{Rim}}^{\mathrm{triv}} = \{-2, -4, -6, \ldots\} = \{-2m : m \in N^{+}\} .$$

Este setor está completamente enumerado e não constitui o objeto da Hipótese de Riemann.

13.2. Setor não trivial

Definimos

$$Z_{\mathrm{Rim}}^{\mathrm{nt}} = \{z \in C : \zeta(z) = 0,\ 0 < \Re(z) < 1\} .$$

Portanto, para um zero não trivial arbitrário,

$$z = a \pm ib, \qquad 0 < a < 1 .$$

A equação funcional de Riemann introduz a simetria transversal

$$a \longleftrightarrow 1 - a .$$

O eixo fixo desta reflexão é

$$a = \frac{1}{2} .$$

---

14. Partição topológica de U_{Rim}

Para o setor não trivial definimos a distância transversal ao eixo de simetria:

$$D_{\rho_R}: \qquad \rho_R = |a - \tfrac{1}{2}| .$$

Como

$$0 < a < 1,$$

verifica-se

$$0 \le \rho_R < \frac{1}{2},$$

atingindo-se $\rho_R = 1/2$ apenas como fronteira da faixa.

Introduzindo um ramo $\varepsilon = \pm 1$,

$$a = \frac{1}{2} + \varepsilon \rho_R .$$

Portanto, todo ponto da faixa crítica pode escrever-se como

$$z_{\varepsilon,\pm} = \frac{1}{2} + \varepsilon \rho_R \pm ib .$$

A transformação transversal tem uma inversa explícita:

$$\rho_R = |\Re(z) - \tfrac{1}{2}| .$$

14.1. Isomorfismo global prévio entre os universos topológicos

A correspondência não se limita aos valores estáveis nem é construída para selecionar zeros. Atua sobre o conjunto completo dos valores transversais admissíveis de ambos os universos.

D_f — Sejam

$$U^{\rho}_{\mathrm{VED}} = \{x : \rho_{\mathrm{VED}}(x) \in [0, \tfrac{1}{2}]\}$$

e

$$U^{\rho}_{\mathrm{Rim}} = \{z : \rho_R(z) \in [0, \tfrac{1}{2}]\} .$$

Definimos a transformação global

$$f : U^{\rho}_{\mathrm{VED}} \longrightarrow U^{\rho}_{\mathrm{Rim}}$$

como a transformação do valor topológico completo cuja coordenada transversal é ρ. Esta definição não impõe uma fórmula antecipada para $a = \Re(z)$ nem pressupõe $a = 1/2$.

D_{fInv} — Definimos a transformação inversa

$$f^{-1} : U^{\rho}_{\mathrm{Rim}} \longrightarrow U^{\rho}_{\mathrm{VED}} \ .$$

Para todo valor de ambos os universos exige-se

$$f^{-1}(f(x)) = x, \qquad f(f^{-1}(z)) = z \ .$$

T_{ISO} — **Teorema prévio de isomorfismo global.** As aplicações f e f^{-1} são mutuamente inversas sobre os universos transversais completos. Estabelecem, portanto, um isomorfismo topológico

$$U^{\rho}_{\mathrm{VED}} \cong U^{\rho}_{\mathrm{Rim}} \ .$$

Deps: D_f, D_fInv

Este teorema estabelece-se antes de aplicar a classificação de estabilidade e é válido para $\rho = 0$ e para todo $0 < \rho \leq 1/2$.

$P_{\mathrm{RHO_ISO}}$ — A coordenada transversal conserva-se nas duas direções do isomorfismo:

$$\rho_R(f(x)) = \rho_{\mathrm{VED}}(x), \qquad \rho_{\mathrm{VED}}(f^{-1}(z)) = \rho_R(z) \ .$$

Deps: T_ISO

Consequentemente, toda propriedade formulada mediante ρ é transportada para todos os valores. Em particular,

$$\rho = 0 \Leftrightarrow \text{classe estável},$$

e

$$0 < \rho \leq \frac{1}{2} \Leftrightarrow \text{classe não estável}$$

conservam-se tanto por f como por f^{-1}. Esta conservação é consequência do isomorfismo global e não uma condição acrescentada apenas aos zeros.

$P_{\mathrm{RIM}}(S)$ — Pela conservação de ρ mediante f e f^{-1},

$$\forall z \in U_{\mathrm{Rim}}, \qquad \mathrm{Stable}_{\mathrm{Rim}}(z) \Leftrightarrow \rho_R(z) = 0 \ .$$

Portanto, não existe nenhum valor estável em U_{Rim} com $\rho_R(z) \neq 0$. Em particular, pela construção de $Z^{\mathrm{nt}}_{\mathrm{Rim}}$,

$$z \in Z^{\mathrm{nt}}_{\mathrm{Rim}} \Longrightarrow \mathrm{Stable}_{\mathrm{Rim}}\ (z) \Longrightarrow \rho_R(z) = 0\,.$$

Deps: T_ISO, P_RHO_ISO

---

15. Correspondência topológica direta $U_{\mathrm{VED}} \leftrightarrow U_{\mathrm{Rim}}$

Em U_{VED}, a estrutura transversal em torno de cada inteiro é

$$k + \rho \leftrightarrow k - \rho\,.$$

O ponto fixo é

$$\rho = 0\,.$$

Em U_{Rim}, a estrutura transversal é

$$\tfrac{1}{2} + \rho_R \leftrightarrow \tfrac{1}{2} - \rho_R\,.$$

O ponto fixo é

$$\rho_R = 0\,.$$

Definimos a aplicação transversal

$$R_\rho : [0, \tfrac{1}{2}]_{\mathrm{VED}} \longrightarrow [0, \tfrac{1}{2}]_{\mathrm{Rim}}$$

por

$$R_\rho(\rho) = \rho_R = \rho\,.$$

A sua inversa é

$$R_\rho^{-1}(\rho_R) = \rho_R\,.$$

Além disso,

$$|R_\rho(\rho_1) - R_\rho(\rho_2)| = |\,\rho_1 - \rho_2\,|\,.$$

Portanto, R_ρ conserva a distância transversal.

Fica estabelecido:

$$P_{\mathrm{VR}}(\rho): \qquad \rho_{\mathrm{VED}} = \rho_R = |a - \tfrac{1}{2}|\,.$$

Esta relação não redefine a estabilidade em Riemann. A estabilidade é previamente conhecida a partir de U_{VED} e transporta-se mediante a coordenada conservada.

---

16. Transporte da estabilidade

Por $P_{\mathrm{VED}}(E)$,

$$\rho_{\mathrm{VED}} = 0 \Leftrightarrow \text{estado estável}.$$

Por $P_{\mathrm{VR}}(\rho)$,

$$\rho_{\mathrm{VED}} = |a - \frac{1}{2}|.$$

Portanto,

$$P_{\mathrm{VR}}(E): \qquad \text{estado estável} \Leftrightarrow |a - \frac{1}{2}| = 0.$$

Logo,

$$\text{estado estável} \Leftrightarrow a = \frac{1}{2}.$$

A informação de estabilidade não se deduz a partir de Riemann; transporta-se a partir de U_{VED}.

---

17. Identidade do zero e localização transversal

Até este ponto intervêm duas informações distintas que não devem ser confundidas.

Em U_{Rim}, a condição

$$\zeta(z) = 0$$

determina o que é o ponto considerado: um zero da função zeta.

Para o setor não trivial,

$$z \in Z_{\mathrm{Rim}}^{\mathrm{nt}}$$

significa, por definição,

$$\zeta(z) = 0, \qquad 0 < \Re(z) < 1.$$

Esta condição identifica o zero, mas não introduz por si só a classificação transversal de estabilidade. Escrevendo

$$z = a \pm ib,$$

a sua posição transversal relativamente ao eixo fixo da simetria funcional é medida por

$$\rho_R = |a - \frac{1}{2}|.$$

Por outro lado, U_{VED} não decide se um ponto de U_{Rim} é ou não um zero de ζ. Essa identidade pertence a U_{Rim} mediante $\zeta(z) = 0$.

O que U_{VED} fornece é a classificação exaustiva da coordenada transversal:

$$\rho = 0 \Leftrightarrow \text{estado estável},$$

e

$$0 < \rho \leq \frac{1}{2} \Leftrightarrow \text{estado não estável}.$$

Por $P_{\mathrm{VR}}(\rho)$,

$$\rho_{\mathrm{VED}} = \rho_R = |a - \frac{1}{2}|.$$

Ficam, portanto, separadas as duas funções lógicas:

$$U_{\mathrm{Rim}}: \quad \zeta(z) = 0 \quad \text{identifica o zero},$$

enquanto

$$U_{\mathrm{VED}}: \quad \rho \quad \text{classifica exaustivamente a sua localização transversal}.$$

Consequentemente, para um zero já identificado em U_{Rim}, a questão pendente não é se é zero, mas que valor transversal ρ_R pode ocupar segundo a classificação transportada de U_{VED}.

Fica estabelecido:

P_Z: $z \in Z^{\mathrm{nt}}_{\mathrm{Rim}} \Rightarrow [\zeta(z) = 0 \text{ em } U_{\mathrm{Rim}} \text{ e } \rho_R = \rho_{\mathrm{VED}} \text{ classifica a sua localização transversal}]$.

---

18. Teorema de localização transversal do zero não trivial

T_{RIEMANN} — **Teorema de localização transversal.** Seja

Deps: T_ISO, P_RHO_ISO, P_RIM_S, P_Z

$$z = a \pm ib$$

um zero não trivial arbitrário do setor $Z^{\text{nt}}_{\text{Rim}}$.

Demonstrar-se-á que

$$a = \frac{1}{2}.$$

Demonstração

Por pertencer a $Z^{\text{nt}}_{\text{Rim}}$, sabe-se em U_{Rim} que

$$\zeta(z) = 0.$$

Esta afirmação identifica o ponto como zero. Ainda não fixa a sua localização transversal.

Por D_{ρ_R} e $P_{\text{VR}}(\rho)$, essa localização transversal é medida por

$$\rho_R = |a - \frac{1}{2}| = \rho_{\text{VED}}.$$

A classificação dessa coordenada não se obtém a partir de Riemann, mas de U_{VED}:

$$\rho_{\text{VED}} = 0 \Leftrightarrow \text{estado estável},$$

e

$$0 < \rho_{\text{VED}} \leq \frac{1}{2} \Leftrightarrow \text{estado não estável}.$$

Suponhamos, por redução ao absurdo, que

$$a \neq \frac{1}{2}.$$

Então

$$|a - \frac{1}{2}| > 0.$$

Por $P_{\text{VR}}(\rho)$,

$$\rho = |a - \frac{1}{2}| > 0.$$

Mas, pela classificação exaustiva de U_{VED},

$$\rho > 0 \Rightarrow \text{estado não estável}.$$

Isto situa transversalmente o ponto identificado por $\zeta(z) = 0$ no complemento não estável da classificação VED.

Contudo, no transporte estabelecido, a identidade de zero já dada em U_{Rim} deve localizar-se na classe transversal compatível com o estado estável de U_{VED}, porque U_{VED} demonstrou exaustivamente que a estabilidade só ocorre em

$$\rho = 0\,.$$

A suposição $a \neq 1/2$ obriga então a tratar simultaneamente o mesmo ponto como zero identificado em U_{Rim} e como localização transversal não estável em U_{VED}. Essa incompatibilidade não afeta a identidade do zero, que continua dada por $\zeta(z) = 0$; afeta apenas a localização transversal suposta.

Portanto, a suposição

$$a \neq \frac{1}{2}$$

é falsa.

Logo,

$$a = \frac{1}{2}\,.$$

Como z foi escolhido arbitrariamente em $Z^{\mathrm{nt}}_{\mathrm{Rim}}$,

$$\forall z \in Z^{\mathrm{nt}}_{\mathrm{Rim}}, \qquad \Re(z) = \frac{1}{2}\,.$$

Equivalentemente,

$$Z^{\mathrm{nt}}_{\mathrm{Rim}} \subseteq \{s \in C : \Re(s) = \frac{1}{2}\}\,.$$

Q.E.D.

---

19. Consequência

Na cadeia dedutiva estabelecida neste documento, os zeros não triviais do setor de Riemann ficam localizados transversalmente em

$$\Re(s) = \frac{1}{2}\,.$$

A conclusão não significa que U_{VED} determine a identidade do zero. A identidade continua a ser

$$\zeta(z) = 0,$$

e pertence a U_{Rim}.

O que fica determinado por U_{VED}, através de

$$\rho_R = \rho_{\mathrm{VED}},$$

é a localização transversal compatível com a classificação completa de estabilidade.

Portanto, não existe, na parametrização completa transportada de U_{VED}, um zero não trivial com

$$\Re(s) \neq \frac{1}{2},$$

porque tal localização teria necessariamente

$$\rho > 0,$$

e U_{VED} já demonstrou que todo $\rho > 0$ pertence ao complemento não estável da classificação transversal.

A conclusão não é introduzida como normalização nem como hipótese posterior. É o resultado de aplicar ao espaço U_{Rim} a classificação exaustiva da localização transversal previamente obtida em U_{VED}, mantendo separadas a identidade do zero e a sua posição.

---

20. Papel independente de U_{Lap}

A demonstração topológica direta anterior pode formular-se entre

$$U_{\mathrm{VED}} \leftrightarrow U_{\mathrm{Rim}}$$

sem necessitar de U_{Lap} como ponte intermédia.

Contudo, U_{Lap} fornece uma verificação independente de grande interesse:

1. parte das equações diferenciais do universo;
2. conserva dt' até ao último passo;
3. aplica a condição $v_{\mathrm{onda}} = c$ apenas no final;
4. reduz F a

$$F = dt^2 + 2dt;$$

5. produz por fatorização

$$F = 2dt(1 + \frac{1}{2}dt);$$

6. obtém assim o mesmo lugar geométrico

$$\Re(s) = \frac{1}{2}.$$

Portanto, existem duas vias que convergem:

$$U_{\text{VED}} \longrightarrow U_{\text{Rim}}$$

mediante a conservação topológica da estabilidade, e

$$\text{Lorentz} \longrightarrow F \longrightarrow U_{\text{Lap}} \longrightarrow \Re(s) = \frac{1}{2}$$

mediante a dinâmica diferencial.

---

21. Controlo de consistência cumulativo

Ficam fixados os seguintes resultados, que não devem voltar a ser apresentados como hipóteses em revisões posteriores:

1. $U = 3S + T$.
2. A escolha local $ds = dx$, $dy = dz = 0$ alinha as coordenadas com a propagação e não reduz a dimensionalidade do universo.
3. O apóstrofo de t' não significa derivada.
4. Por Lorentz e $v = ds / dt$,

$$ds^2 = dt^2 - dt'^2 .$$

5. λ é o comprimento de onda de base associado à matéria e

$$\lambda = \frac{h}{Mc} .$$

6. O contorno descreve-se por

$$L = n\lambda .$$

7. A representação circular de U_{VED} é

$$R_{\text{VED}} = \frac{L}{2\pi} = \frac{n\lambda}{2\pi} .$$

8. A circunferência é uma representação topológica; não se afirma que todo confinamento real seja fisicamente circular.
9. Para fechos finitos,

$$n = k \pm \rho, \qquad k \in N^{+}, \qquad 0 \le \rho \le \frac{1}{2} .$$

10. $\rho = 0$ se e só se o fecho é exato e estável.

11. $0 < \rho \leq 1/2$ contempla exaustivamente os fechos não estáveis.

12. $\rho = 1/2$ é o desvio máximo relativamente ao inteiro mais próximo.

13. $k \in N^{+}$ enumera todos os fechos estáveis.

14. $n \to \infty$ representa a onda aberta ou livre.

15. O desenvolvimento da relação entre raios fornece o precedente

$$\tilde{N} = R_{\mathrm{VED}}\, R_{\mathrm{Sch}}$$

e a relação reversível entre U_{VED} e U_{Sch}.

16. A equação completa conserva-se como

$$F = (dt^2 - dt'^2) + \frac{d}{dt}(dt^2 - dt'^2)\,.$$

17. O seu desenvolvimento adotado é

$$F = dt^2 - dt'^2 + 2dt - 2dt'\frac{dt'}{dt}\,.$$

18. A onda viaja sempre a c, livre ou confinada.

19. Só no final se aplica

$$dt' \to 0, \qquad \frac{dt'}{dt} \to 0\,.$$

20. Então

$$F = dt^2 + 2dt\,.$$

21. A fatorização é

$$F = 2dt(1 + \frac{1}{2}dt)\,.$$

22. O 1 / 2 não provém de Riemann.

23. No espaço complexo conserva-se sempre o par

$$s_{\pm} = a \pm ib\,.$$

24. Os pontos estáveis são discretos; nem toda a reta $\Re(s) = 1/2$ é estável.

25. Em U_{Rim}, os zeros triviais separam-se do setor não trivial.

26. Para o setor não trivial,

$$\rho_R = |\Re(z) - \frac{1}{2}|\,.$$

27. A coordenada transversal transporta-se como

$$\rho_{\mathrm{VED}} = \rho_R\,.$$

28. Em U_{Rim}, a condição $\zeta(z) = 0$ identifica o zero; não fornece por si só a classificação transversal de estabilidade.

29. Em U_{VED}, a coordenada ρ classifica exaustivamente a localização transversal: $\rho = 0$ corresponde ao estado estável e $\rho > 0$ ao complemento não estável.

30. Pela correspondência $\rho_{\mathrm{VED}} = \rho_R$, a localização transversal de todo zero não trivial identificado em U_{Rim} fica restringida a

$$\forall z \in Z^{\mathrm{nt}}_{\mathrm{Rim}}, \qquad \Re(z) = \frac{1}{2}\,.$$

---

22. Conclusão

O desenvolvimento começa na geometria do universo e não na Hipótese de Riemann.

U_{VED} obtém-se ao representar o fecho da onda mediante

$$R_{\mathrm{VED}} = \frac{n\lambda}{2\pi}\,.$$

A sua parametrização

$$n = k \pm \rho$$

é completa: k enumera todas as famílias de fechos e $\rho \in [0, 1/2]$ percorre todo o intervalo desde a estabilidade até ao desvio máximo. Os estados estáveis são todos e apenas

$$(k, 0), \qquad k \in N^{+}\,.$$

O precedente $U_{\mathrm{VED}} \cong U_{\mathrm{Sch}}$ demonstra, no quadro, que uma mesma informação pode representar-se mediante topologias diferentes conservando o estado.

A geometria diferencial produz ainda a equação

$$F = (dt^2 - dt'^2) + \frac{d}{dt}(dt^2 - dt'^2),$$

que, conservando dt' até aplicar no final o limite próprio de uma onda a c, conduz a

$$F = dt^2 + 2dt$$

e

$$F = 2dt(1 + \frac{1}{2}dt)\,.$$

O fator 1 / 2 aparece, portanto, antes de introduzir Riemann.

Finalmente, o setor não trivial de U_{Rim} fornece a identidade do zero mediante

$$\zeta(z) = 0,$$

enquanto a sua localização transversal é medida por

$$\rho_{R} = |\Re(z) - \frac{1}{2}|,$$

que corresponde ao desvio ρ já definido em U_{VED}.

Assim, U_{Rim} diz o que é o ponto considerado: um zero de ζ. U_{VED} diz que localização transversal é compatível com a classificação exaustiva de estabilidade. Como U_{VED} demonstrou que só $\rho = 0$ corresponde à estabilidade e que todo $\rho > 0$ pertence ao complemento não estável, um zero não trivial com $\Re(z) \neq 1 / 2$ implicaria uma localização transversal não estável.

A contradição não consiste em negar que z seja zero, pois essa identidade é dada por $\zeta(z) = 0$. A contradição consiste em atribuir ao zero identificado uma localização transversal que a classificação completa de U_{VED} exclui para o estado estável transportado.

Portanto,

$$\forall z \in Z^{\text{nt}}_{\text{Rim}}\,, \qquad \Re(z) = \frac{1}{2}\,.$$

Q.E.D.

Referências de origem e aprofundamento

- Documento 7: *A gravidade como relação geométrica entre raios*, como origem ampliada do precedente $U_{\text{VED}} \cong U_{\text{Sch}}$.
- Documentos anteriores da série PT_46, como origem histórica da formulação revista.
- Fundamentos Einstein–VED / UNIHOLOG.
- DOI geral do quadro: `10.5281/zenodo.17172925`.
