PT_48: — A ONDA

Matéria, energia, tempo próprio, gravidade e entrelaçamento a partir de uma mesma geometria

Quadro: Einstein–VED · UNIHOLOG
Autor: Víctor Estrada Díaz

---

1. Uma só geometria

Antes de perguntarmos o que é um fotão, o que é uma partícula, porque existe gravidade ou o que significa o entrelaçamento, podemos formular uma pergunta anterior:

Que regras geométricas cumpre uma onda?

Partiremos de um único espaço:

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

Não construiremos uma geometria para a matéria e outra diferente para a energia.

Partiremos de uma mesma onda e estudaremos as suas duas possibilidades fundamentais:

onda confinada y onda libre.

O fotão também não precisa de regras especiais.

Como qualquer onda, está sujeito às mesmas relações geométricas.

---

2. Definições fundamentais

As grandezas desta secção são definidas uma única vez e conservarão o mesmo significado ao longo de todo o documento.

Seja λ o comprimento de onda de base associado à onda considerada.

As relações de Planck e de Einstein,

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

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

permitem escrever, para a onda associada a uma massa M,

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

Seja L o comprimento total do percurso quando existe um contorno finito.

Definimos:

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

n representa o número de ciclos de comprimento λ contidos no percurso.

Seja R_{VED} o raio da representação topológica circular desse percurso.

Como:

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

obtemos:

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

A circunferência não significa que a onda confinada tenha necessariamente forma circular no espaço físico tridimensional.

Significa que um percurso de comprimento L pode ser representado exatamente por uma circunferência com o mesmo perímetro.

Utilizamos assim uma topologia S^1 que conserva a propriedade que queremos estudar: o fecho.

Seja R_{Sch} o raio de Schwarzschild associado à mesma massa.

Seja Ñ a constante geométrica que relaciona ambas as representações:

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

Seja finalmente $G(n)$ a função gravitacional do fecho definida em Einstein–VED.

Estas grandezas não voltarão a mudar de significado.

---

3. Observador e observado

Utilizaremos t para o tempo do observador e t' para o tempo próprio do sistema observado.

O apóstrofo de t' não significa derivada.

$$t' = \text{tiempo propio del observado}.$$

Da mesma forma, ds representa o diferencial espacial na descrição do observador e ds' o correspondente diferencial espacial próprio do observado.

Podemos orientar localmente as nossas coordenadas na direção instantânea de propagação:

$$ds = dx, \qquad dy = 0, \qquad dz = 0\,.$$

Isto não elimina nenhuma dimensão espacial.

Simplesmente escolhemos o eixo x na direção local de propagação.

---

4. A relação geométrica fundamental

Partimos de Lorentz e de:

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

A relação temporal é:

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

Equivalentemente:

$$dt'^2 = dt^2 - \frac{ds^2}{c^2}\,.$$

Em unidades naturais:

$$c = 1,$$

obtém-se:

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

ou:

$$P_1: \qquad ds^2 = dt^2 - dt'^2\,.$$

Esta será a nossa relação geométrica de base.

---

5. Toda a onda viaja a c

A propriedade comum à onda livre e à onda confinada é a sua velocidade local de propagação:

$$P_2: \qquad v_{\text{onda}} = c\,.$$

Em unidades naturais:

$$v_{\text{onda}} = 1\,.$$

O fotão, enquanto onda eletromagnética, está sujeito a esta mesma regra.

Não precisamos de construir para ele uma geometria diferente.

O que distinguirá matéria de energia não será uma onda viajar mais depressa ou mais devagar.

Será a sua condição de fecho.

---

6. As duas faces da onda

Consideremos primeiro uma onda cujo percurso possui um comprimento finito:

$$L = n\lambda,$$

com:

$$n < \infty \ .$$

Existe então um contorno espacial de retorno.

Chamar-lhe-emos **onda confinada**.

$$P_3 : \qquad n < \infty \Longrightarrow \text{onda confinada} \, .$$

Consideremos agora uma onda que não possui um contorno espacial finito de retorno.

Isto corresponde ao limite:

$$n \to \infty \ .$$

Então:

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

e:

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

Portanto:

$$P_4: \qquad n \to \infty \Longrightarrow \text{onda libre}.$$

Temos assim:

$$\text{ONDA}\begin{cases} n < \infty & \to \text{onda confinada}, \\ [2mm] n \to \infty & \to \text{onda libre}. \end{cases}$$

Em Einstein–VED:

$$\text{materia} \longleftrightarrow \text{onda confinada},$$

enquanto:

$$\text{energía libre} \longleftrightarrow \text{onda libre}.$$

Não estamos a introduzir duas substâncias fundamentais.

Estamos a descrever duas configurações geométricas de uma mesma onda.

---

7. Confinamento não significa necessariamente estabilidade

Uma onda pode possuir um contorno finito e, no entanto, não fechar exatamente em fase.

Escrevemos:

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

onde:

$$k \in N^+$$

é o inteiro mais próximo e:

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

é a distância até esse inteiro.

Quando:

$$\rho = 0,$$

temos:

$$n = k$$

e:

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

O percurso contém exatamente um número inteiro de ciclos.

A onda regressa em fase.

Portanto:

$$P_5: \qquad \rho = 0 \Leftrightarrow \text{cierre estable}\,.$$

Para:

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

existe contorno, mas existe também desfasagem relativamente ao fecho inteiro.

Portanto:

$$P_6: \qquad \rho > 0 \Leftrightarrow \text{cierre no estable}\,.$$

Distinguimos assim três situações que não devem ser confundidas:

$$\begin{array}{ccc} \rho = 0 & \rightarrow & \text{onda confinada estable,} \\ [2mm]0 < \rho \leq 1/2 & \rightarrow & \text{onda confinada no estable,} \\ [2mm]n \rightarrow \infty & \rightarrow & \text{onda libre.} \end{array}$$

---

8. O tempo próprio de uma onda

Voltemos agora a uma propriedade partilhada por todas as ondas:

$$v_{\text{onda}} = c\,.$$

Por Lorentz:

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

Para a onda:

$$v \rightarrow c\,.$$

Portanto:

$$dt' \rightarrow dt\sqrt{1-1}\,.$$

Logo:

$$P_7: \qquad dt' \rightarrow 0\,.$$

Não utilizámos mecânica quântica.

Ainda não introduzimos o entrelaçamento.

É uma consequência de aplicar Lorentz a uma onda que se propaga a c.

---

9. O espaço próprio da onda

A onda continua a propagar-se a c.

Portanto:

$$\frac{ds'}{dt'} = c\,.$$

Em unidades naturais:

$$c = 1\,.$$

Logo:

$$ds' = dt'\,.$$

Mas já demonstrámos em P_7:

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

Portanto:

$$ds' \to 0\,.$$

Obtemos assim conjuntamente:

$$P_8: \qquad (ds', dt') \to (0,0)\,.$$

Não surge nenhuma velocidade superior a c.

O resultado provém de:

$$v_{\text{onda}} = c$$

e:

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

Esta é uma propriedade geométrica da onda que utilizaremos a seguir.

---

10. EPR: duas descrições da separação

Consideremos dois acontecimentos correlacionados A e B.

Para o observador podem encontrar-se separados:

$$\Delta s_{AB} > 0 .$$

Se tentarmos explicar a correlação supondo que um sinal tem de sair de A, percorrer essa distância e chegar instantaneamente a B, surge imediatamente a questão de uma velocidade superior a c.

Mas esta não é a única descrição geométrica disponível.

Temos também a descrição própria da onda.

Por P_8 :

$$(\Delta s', \Delta t') \to (0, 0) .$$

Portanto, Einstein–VED não precisa de interpretar a correlação como um sinal que percorre a nossa distância observada com:

$$v > c .$$

Para o observador:

$$\Delta s_{AB} > 0 .$$

Na geometria própria limite da onda:

$$\Delta s' \to 0, \qquad \Delta t' \to 0\,.$$

São duas descrições geométricas diferentes do mesmo sistema.

---

11. O entrelaçamento sem comunicação superluminal

Podemos agora formular o resultado.

$$T_{\text{EPR}}:$$

Se a correlação entre os acontecimentos A e B pertence a uma mesma estrutura de onda para a qual:

$$(ds', dt') \to (0, 0),$$

então não é necessário introduzir um sinal físico que atravesse a separação observada Δs_{AB} com velocidade superior a c.

A correlação pode ser imediata relativamente à geometria própria limite porque:

$$\Delta s' \to 0$$

e:

$$\Delta t' \to 0\,.$$

Portanto, não existe contradição com:

$$v \leq c$$

no espaço-tempo do observador.

O aparente paradoxo nasce de exigir que a separação medida pelo observador seja também a separação própria relevante da onda.

Einstein–VED não faz essa identificação.

---

12. Voltemos à outra propriedade da onda

Para obter P_8 utilizámos:

$$v = c\,.$$

Agora utilizaremos a segunda propriedade:

$$n\,.$$

Para uma onda confinada:

$$n < \infty\ .$$

Para uma onda livre:

$$n \to \infty\ .$$

Em Einstein–VED, a resposta gravitacional associada ao fecho é determinada por:

$$G(n)\,.$$

O desenvolvimento anterior do quadro estabelece:

$$G(2) = G,$$

onde G é a constante gravitacional universal observada.

Também estabelece:

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

---

13. A onda livre e a gravidade

Por P_4, para uma onda livre:

$$n \to \infty .$$

Pela propriedade de $G(n)$:

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

Portanto:

$$T_G : \quad \text{onda livre} \Longrightarrow G(n) \to 0 .$$

Dentro de Einstein–VED, a energia que se propaga como onda livre não fornece, por si só, a resposta gravitacional associada ao confinamento.

A gravidade fica ligada à condição geométrica de fecho.

---

14. Porque surge a constante G

Temos:

$$G(2) = G .$$

Isto permite interpretar a constante gravitacional universal como um valor particular da função geométrica do fecho:

$$G = G(n)\big|_{n=2} .$$

No outro extremo:

$$n \to \infty$$

produz:

$$G(n) \to 0 .$$

Assim, a mesma função liga o regime confinado ao limite de onda livre.

---

15. Ñ: duas geometrias da mesma informação

Consideremos agora as duas representações geométricas de uma mesma massa.

A representação do fecho utiliza:

$$R_{\mathrm{VED}} .$$

A representação gravitacional utiliza:

$$R_{\mathrm{Sch}} .$$

Einstein–VED estabelece:

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

e:

$$\tilde{N} = 4l_P^2 .$$

Portanto:

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

e:

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

Temos assim uma relação reversível entre ambas as representações:

$$U_{\text{VED}} \leftrightarrow U_{\text{Sch}}.$$

Não são duas massas diferentes.

São duas geometrias a partir das quais representamos a mesma informação física.

---

16. O limite de onda livre visto a partir de Ñ

Para uma onda livre:

$$n \to \infty.$$

Por definição:

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

Logo:

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

Mas:

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

Se Ñ é constante:

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

implica:

$$R_{\text{Sch}} \to 0 .$$

Chegamos assim ao limite gravitacional por dois caminhos.

Por $G(n)$:

$$n \to \infty \Rightarrow G(n) \to 0 .$$

Por Ñ:

$$n \to \infty \Rightarrow R_{\text{VED}} \to \infty \Rightarrow R_{\text{Sch}} \to 0 .$$

Ambas as descrições convergem no mesmo limite físico do quadro: ao desaparecer o confinamento, desaparece também a resposta gravitacional associada ao fecho.

---

17. O fotão

Agora podemos estudar o fotão sem introduzir nenhuma regra nova.

O fotão, enquanto onda eletromagnética livre, está sujeito às regras que já demonstrámos para qualquer onda.

Primeiro:

$$v_\gamma = c .$$

Por P_7 :

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

Por P_8 :

$$(ds'_\gamma, dt'_\gamma) \to (0,0)\,.$$

Segundo, enquanto onda livre:

$$n_\gamma \to \infty\ .$$

Portanto:

$$R_{\mathrm{VED},\gamma} \to \infty\,,$$

$$G(n_\gamma) \to 0,$$

e:

$$R_{\mathrm{Sch},\gamma} \to 0\,.$$

O fotão não constitui uma exceção à geometria da onda.

É precisamente um dos seus casos limite.

---

18. Uma onda, dois parâmetros fundamentais

Todo o desenvolvimento pode agora reduzir-se a duas propriedades.

A primeira é:

$$v = c\,.$$

Determina a geometria própria limite:

$$v = c \Rightarrow dt' \to 0 \Rightarrow ds' \to 0 \Rightarrow (ds', dt') \to (0,0).$$

Daqui surge a interpretação geométrica de EPR.

A segunda é:

$$n.$$

Determina a condição de fecho:

$$n < \infty \Rightarrow \text{onda confinada},$$

enquanto:

$$n \to \infty \Rightarrow \text{onda libre}.$$

E para a onda livre:

$$n \to \infty \Rightarrow G(n) \to 0,$$
$$n \to \infty \Rightarrow R_{\text{VED}} \to \infty,$$
$$R_{\text{VED}} \to \infty \Rightarrow R_{\text{Sch}} \to 0.$$

---

19. A imagem completa

Podemos representar o resultado como:

ONDA

$$\begin{array}{ccc} & \text{ONDA} & \\ [2\text{mm}] & \swarrow \quad \searrow & \\ v = c & & n \\ [2\text{mm}] \downarrow & & \downarrow \\ (dt', ds') \to (0,0) & & \begin{cases} n < \infty \\ n \to \infty \end{cases} \\ [4\text{mm}] \downarrow & & \begin{cases} \text{confinamiento} \\ \text{onda libre} \end{cases} \\ [4\text{mm}] T_{\text{EPR}} & & \begin{cases} G(n) \\ G(n) \to 0 \end{cases} \end{array}$$

E atravessando a representação geométrica do confinamento e da gravidade:

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

---

20. Conclusão

O ponto de partida deste trabalho não é a matéria, a energia, a gravidade, o fotão nem o entrelaçamento.

É a onda.

A onda propaga-se a:

$$v = c \ .$$

e pode apresentar-se em duas configurações:

$$\text{confinada} \qquad \text{o} \qquad \text{libre.}$$

A onda confinada possui um percurso finito:

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

A onda livre corresponde ao limite:

$$n \to \infty \ .$$

A propagação a c conduz a:

$$(dt^{'}, ds^{'}) \to (0, 0) \, .$$

Isto proporciona, em Einstein–VED, uma interpretação geométrica de EPR que não precisa de comunicação superluminal entre dois pontos separados no espaço-tempo do observador.

A ausência de fecho conduz simultaneamente a:

$$G(n) \to 0$$

e:

$$R_{\mathrm{Sch}} \to 0 \, .$$

Finalmente:

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

relaciona a representação geométrica do fecho com a sua representação gravitacional.

O fotão não precisa de uma exceção a estas regras.

Enquanto onda livre:

$$v_{\gamma} = c, \qquad n_{\gamma} \to \infty \ .$$

Por isso, reúne simultaneamente os dois limites:

$$(ds_{\gamma}^{'}, dt_{\gamma}^{'}) \to (0, 0)$$

e:

$$G(n_\gamma) \to 0\,.$$

Matéria, energia, gravidade e entrelaçamento surgem assim, dentro de Einstein–VED, não como quatro problemas independentes, mas como consequências diferentes de estudar uma mesma onda sob uma mesma geometria.