# ES_48: — LA ONDA

## Materia, energía, tiempo propio, gravedad y entrelazamiento desde una misma geometría

**Marco:** Einstein–VED · UNIHOLOG
**Autor:** Víctor Estrada Díaz

---

# 1. Una sola geometría

Antes de preguntarnos qué es un fotón, qué es una partícula, por qué existe gravedad o qué significa el entrelazamiento, podemos formular una pregunta anterior:

**¿Qué reglas geométricas cumple una onda?**

Partiremos de un único espacio:

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

No construiremos una geometría para la materia y otra diferente para la energía.

Partiremos de una misma onda y estudiaremos sus dos posibilidades fundamentales:

onda confinada y onda libre.

El fotón tampoco necesita reglas especiales.

Como toda onda, está sujeto a las mismas relaciones geométricas.

---

# 2. Definiciones fundamentales

Las magnitudes de esta sección se definen una sola vez y conservarán el mismo significado durante todo el documento.

Sea $\lambda$ la longitud de onda base asociada a la onda considerada.

Las relaciones de Planck y Einstein,

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

$$E = Mc^2,$$

permiten escribir, para la onda asociada a una masa $M$,

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

Sea $L$ la longitud total del recorrido cuando existe un contorno finito.

Definimos:

$$L = n\lambda.$$

$n$ representa el número de ciclos de longitud $\lambda$ contenidos en el recorrido.

Sea $R_{\mathrm{VED}}$ el radio de la representación topológica circular de ese recorrido.

Como:

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

obtenemos:

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

La circunferencia no significa que la onda confinada tenga necesariamente forma circular en el espacio físico tridimensional.

Significa que un recorrido de longitud $L$ puede representarse exactamente mediante una circunferencia del mismo perímetro.

Utilizamos así una topología $S^1$ que conserva la propiedad que queremos estudiar: el cierre.

Sea $R_{\mathrm{Sch}}$ el radio de Schwarzschild asociado a la misma masa.

Sea Ñ la constante geométrica que relaciona ambas representaciones:

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

Sea finalmente $G(n)$ la función gravitatoria del cierre definida en Einstein–VED.

Estas magnitudes no volverán a cambiar de significado.

---

# 3. Observador y observado

Utilizaremos $t$ para el tiempo del observador y $t'$ para el tiempo propio del sistema observado.

El apóstrofo de $t'$ no significa derivada.

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

De la misma forma, $ds$ representa el diferencial espacial en la descripción del observador y $ds'$ el correspondiente diferencial espacial propio del observado.

Podemos orientar localmente nuestras coordenadas en la dirección instantánea de propagación:

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

Esto no elimina ninguna dimensión espacial.

Simplemente elegimos el eje $x$ en la dirección local de propagación.

---

# 4. La relación geométrica fundamental

Partimos de Lorentz y de:

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

La relación temporal es:

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

Equivalentemente:

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

En unidades naturales:

$$c = 1,$$

queda:

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

o:

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

Ésta será nuestra relación geométrica básica.

---

# 5. Toda onda viaja a $c$

La propiedad común a la onda libre y a la onda confinada es su velocidad local de propagación:

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

En unidades naturales:

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

El fotón, como onda electromagnética, está sujeto a esta misma regla.

No necesitamos construir para él una geometría diferente.

Lo que distinguirá materia y energía no será que una onda viaje más deprisa o más despacio.

Será su condición de cierre.

---

# 6. Las dos caras de la onda

Consideremos primero una onda cuyo recorrido posee una longitud finita:

$$L = n\lambda,$$

con:

$$n < \infty \ .$$

Existe entonces un contorno espacial de retorno.

La llamaremos **onda confinada**.

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

Consideremos ahora una onda que no posee un contorno espacial finito de retorno.

Esto corresponde al límite:

$$n \to \infty \ .$$

Entonces:

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

y:

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

Por tanto:

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

Tenemos así:

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

En Einstein–VED:

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

mientras:

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

No estamos introduciendo dos sustancias fundamentales.

Estamos describiendo dos configuraciones geométricas de una misma onda.

---

# 7. Confinamiento no significa necesariamente estabilidad

Una onda puede poseer un contorno finito y, sin embargo, no cerrar exactamente en fase.

Escribimos:

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

donde:

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

es el entero más próximo y:

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

es la distancia hasta ese entero.

Cuando:

$$\rho = 0,$$

tenemos:

$$n = k$$

y:

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

El recorrido contiene exactamente un número entero de ciclos.

La onda retorna en fase.

Por tanto:

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

Para:

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

existe contorno, pero existe también desfase respecto del cierre entero.

Por tanto:

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

Así distinguimos tres situaciones que no deben confundirse:

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

---

# 8. El tiempo propio de una onda

Volvamos ahora a una propiedad que comparten todas las ondas:

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

Por Lorentz:

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

Para la onda:

$$v \rightarrow c\,.$$

Por tanto:

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

Luego:

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

No hemos utilizado mecánica cuántica.

No hemos introducido todavía el entrelazamiento.

Es una consecuencia de aplicar Lorentz a una onda que se propaga a $c$.

---

# 9. El espacio propio de la onda

La onda continúa propagándose a $c$.

Por tanto:

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

En unidades naturales:

$$c = 1\,.$$

Luego:

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

Pero ya hemos demostrado en $P_7$:

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

Por tanto:

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

Así obtenemos conjuntamente:

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

No aparece ninguna velocidad superior a $c$.

El resultado procede de:

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

y:

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

Ésta es una propiedad geométrica de la onda que utilizaremos a continuación.

---

# 10. EPR: dos descripciones de la separación

Consideremos dos acontecimientos correlacionados $A$ y $B$.

Para el observador pueden encontrarse separados:

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

Si intentamos explicar la correlación suponiendo que una señal debe salir de $A$, recorrer esa distancia y llegar instantáneamente a $B$, aparece inmediatamente la pregunta por una velocidad superior a $c$.

Pero ésta no es la única descripción geométrica disponible.

Tenemos también la descripción propia de la onda.

Por $P_8$ :

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

Por tanto, Einstein–VED no necesita interpretar la correlación como una señal que recorre nuestra distancia observada con:

$$v > c .$$

Para el observador:

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

En la geometría propia límite de la onda:

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

Son dos descripciones geométricas diferentes del mismo sistema.

---

# 11. El entrelazamiento sin comunicación superlumínica

Podemos formular ahora el resultado.

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

Si la correlación entre los acontecimientos $A$ y $B$ pertenece a una misma estructura de onda para la cual:

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

entonces no es necesario introducir una señal física que atraviese la separación observada $\Delta s_{AB}$ con velocidad superior a $c$.

La correlación puede ser inmediata respecto de la geometría propia límite porque:

$$\Delta s' \to 0$$

y:

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

Por tanto no existe contradicción con:

$$v \leq c$$

en el espacio-tiempo del observador.

La aparente paradoja nace de exigir que la separación medida por el observador sea también la separación propia relevante de la onda.

Einstein–VED no realiza esa identificación.

---

# 12. Volvamos a la otra propiedad de la onda

Para obtener $P_8$ utilizamos:

$$v = c\,.$$

Ahora utilizaremos la segunda propiedad:

$$n\,.$$

Para una onda confinada:

$$n < \infty\ .$$

Para una onda libre:

$$n \to \infty\ .$$

En Einstein–VED la respuesta gravitatoria asociada al cierre viene determinada por:

$$G(n)\,.$$

El desarrollo previo del marco establece:

$$G(2) = G,$$

donde $G$ es la constante gravitatoria universal observada.

También establece:

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

---

# 13. La onda libre y la gravedad

Por $P_4$, para una onda libre:

$$n \to \infty .$$

Por la propiedad de $G(n)$:

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

Por tanto:

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

Dentro de Einstein–VED, la energía propagándose como onda libre no aporta por sí misma la respuesta gravitatoria asociada al confinamiento.

La gravedad queda vinculada a la condición geométrica de cierre.

---

# 14. Por qué aparece la constante $G$

Tenemos:

$$G(2) = G .$$

Esto permite interpretar la constante gravitatoria universal como un valor particular de la función geométrica del cierre:

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

En el otro extremo:

$$n \to \infty$$

produce:

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

Así, la misma función conecta el régimen confinado con el límite de onda libre.

---

# 15. Ñ: dos geometrías de la misma información

Consideremos ahora las dos representaciones geométricas de una misma masa.

La representación del cierre utiliza:

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

La representación gravitatoria utiliza:

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

Einstein–VED establece:

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

y:

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

Por tanto:

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

y:

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

Tenemos así una relación reversible entre las dos representaciones:

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

No son dos masas diferentes.

Son dos geometrías desde las que representamos la misma información física.

---

# 16. El límite de onda libre visto desde Ñ

Para una onda libre:

$$n \rightarrow \infty \ .$$

Por definición:

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

Luego:

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

Pero:

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

Si Ñ es constante:

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

implica:

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

Llegamos así al límite gravitatorio por dos caminos.

Por $G(n)$:

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

Por Ñ:

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

Ambas descripciones convergen en el mismo límite físico del marco: al desaparecer el confinamiento desaparece también la respuesta gravitatoria asociada al cierre.

---

# 17. El fotón

Ahora podemos estudiar el fotón sin introducir ninguna regla nueva.

El fotón, como onda electromagnética libre, está sujeto a las reglas que ya hemos demostrado para toda onda.

Primero:

$$v_\gamma = c\,.$$

Por $P_7$:

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

Por $P_8$:

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

Segundo, como onda libre:

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

Por tanto:

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

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

y:

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

El fotón no constituye una excepción a la geometría de la onda.

Es precisamente uno de sus casos límite.

---

# 18. Una onda, dos parámetros fundamentales

Todo el desarrollo puede ahora reducirse a dos propiedades.

La primera es:

$$v = c\,.$$

Determina la geometría propia límite:

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

De aquí surge la interpretación geométrica de EPR.

La segunda es:

$$n\,.$$

Determina la condición de cierre:

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

mientras:

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

Y para la onda libre:

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

$$n \to \infty \Rightarrow R_{\text{VED}} \to \infty\,,$$

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

---

# 19. La imagen completa

Podemos representar el resultado como:

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

Y atravesando la representación geométrica del confinamiento y de la gravedad:

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

---

# 20. Conclusión

El punto de partida de este trabajo no es la materia, la energía, la gravedad, el fotón ni el entrelazamiento.

Es la onda.

La onda se propaga a:

$$v = c \ .$$

y puede presentarse en dos configuraciones:

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

La onda confinada posee un recorrido finito:

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

La onda libre corresponde al límite:

$$n \to \infty \ .$$

La propagación a $c$ conduce a:

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

Esto proporciona en Einstein–VED una interpretación geométrica de EPR que no necesita comunicación superlumínica entre dos puntos separados en el espacio-tiempo del observador.

La ausencia de cierre conduce simultáneamente a:

$$G(n) \to 0$$

y:

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

Finalmente:

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

relaciona la representación geométrica del cierre con su representación gravitatoria.

El fotón no necesita una excepción a estas reglas.

Como onda libre:

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

Por ello reúne simultáneamente los dos límites:

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

y:

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

Materia, energía, gravedad y entrelazamiento aparecen así, dentro de Einstein–VED, no como cuatro problemas independientes, sino como consecuencias diferentes de estudiar una misma onda bajo una misma geometría.