ES_35: La emergencia de la materia desde los autovalores de área

Correspondencia entre $U(Sch)$ y $U(H)$ y el origen geométrico de las masas

Autor: Víctor Estrada Díaz
Marco: Einstein-VED
DOI: 10.5281/zenodo.17172925
Licencia: CC BY-NC-SA 4.0
Web: https://estradad.es

Resumen

Este documento establece una correspondencia matemática explícita entre dos geometrías fundamentales:

- $U(Sch)$: la geometría asociada al radio de Schwarzschild y a los autovalores de área de un agujero negro (Bekenstein-Hawking).
- $U(H)$: la geometría holográfica bidimensional (la fuente H(2)), donde reside la estructura de cierre S^1 que define ondas confinadas (materia).

La conexión entre ambas geometrías es la **constante geométrica** ñ = $R_{VED} \cdot R_{Sch}$, que actúa como una aplicación invariante entre los radios de ambas geometrías.

Como resultado, **los autovalores de área $A_m \sim m$ (con $m \in \mathbb{N}$) se transforman en una serie de masas $M_m \sim \sqrt{m}$** en el mundo cuántico, correspondientes a estados estables de ondas confinadas en S^1.

Este resultado sugiere que **los números naturales son los ladrillos fundamentales de la materia**, y que la condición de estabilidad (número entero de longitudes de onda sobre el contorno) actúa como un filtro que selecciona qué valores de m producen partículas estables en nuestro universo.

Índice

1. Geometrías definidas
2. La constante geométrica fundamental ñ
3. Espectro en $U(Sch)$: autovalores de área
4. Aplicación a $U(H)$ mediante ñ
5. Geometría de cierre S^1 en $U(H)$
6. Relación entre el radio y la longitud del contorno
7. Interpretación ondulatoria de la masa
8. Resultado del mapeo completo
9. La serie de masas $M_m \sim \sqrt{m}$
10. La emergencia de la materia desde los números naturales
11. La condición de estabilidad como filtro
12. Implicaciones físicas
13. Preguntas abiertas y futuras líneas de investigación

14. Conclusión
15. Referencias

---

1. Geometrías definidas

Se consideran dos geometrías fundamentales en el marco Einstein-VED:

- $U(Sch)$: geometría asociada al radio de Schwarzschild y a los autovalores de área de un agujero negro (Bekenstein-Hawking). Es la geometría de la gravedad clásica y la termodinámica de agujeros negros.
- $U(H)$: geometría holográfica bidimensional (la fuente H(2), ver ES_0 y ES_11), donde reside la estructura de cierre S^1 que define el confinamiento de ondas. Es la geometría de la información y la holografía.

Ambas geometrías son manifestaciones de una misma realidad subyacente, y su conexión se establece mediante una constante universal.

---

2. La constante geométrica fundamental ñ

Se define la constante geométrica ñ como el producto de los dos radios fundamentales del marco Einstein-VED:

$$ñ = R_{\text{VED}} \cdot R_{\text{Sch}}$$

donde:

- R_{VED} : radio holográfico (confinamiento ondulatorio)

$$R_{\text{VED}} = \frac{nh}{Mc}$$

- R_{Sch} : radio de Schwarzschild (horizonte gravitatorio)

$$R_{\text{Sch}} = \frac{2GM}{c^2}$$

Sustituyendo las expresiones:

$$\text{ñ} = \left(\frac{nh}{Mc}\right) \cdot \left(\frac{2GM}{c^2}\right) = \frac{2nhG}{c^3}$$

Observaciones clave:

1. **La masa M se cancela exactamente.** Por tanto, ñ es una constante universal, independiente de la masa.

2. Para el caso de la gravedad universal, $n = 2$, se obtiene:

$$\text{ñ}_0 = \frac{4hG}{c^3} = 8\pi \ell_P^2$$

   donde ℓ_P es la longitud de Planck.

3. ñ tiene dimensiones de área (L^2).

Interpretación: ñ es la **constante de acoplamiento geométrico** que conecta las dos geometrías. Actúa como una aplicación invariante:

$$\text{ñ}: U(Sch) \longrightarrow U(H)$$

---

3. Espectro en $U(Sch)$: autovalores de área

En la geometría $U(Sch)$, existe un conjunto de autovalores de área (Bekenstein 1973, Hawking 1975):

$$A_m, \quad m \in \mathbb{N}$$

Se asume la cuantificación del área en unidades de ℓ_P^2:

$$A_m = m \cdot \Delta A$$

donde ΔA es el cuanto de área fundamental. En gravedad de bucles (LQG) típicamente $\Delta A \sim 4\ell_P^2 \ln 2$, pero el factor exacto no es relevante para la estructura cualitativa.

Cada autovalor A_m define un radio de Schwarzschild asociado:

$$R_{\text{Sch},m} = \frac{\sqrt{A_m}}{4\pi} = \sqrt{\frac{m\Delta A}{4\pi}} \propto \sqrt{m}$$

---

4. Aplicación a $U(H)$ mediante ñ

La constante geométrica ñ actúa como una **aplicación invariante** entre las dos geometrías.

Para cada autovalor A_m en $U(Sch)$, se define su correspondiente radio holográfico en $U(H)$ mediante:

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

Justificación: Dado que ñ $= R_{\text{VED}} \cdot R_{\text{Sch}}$ es constante (independiente de la masa), si conocemos $R_{\text{Sch},m}$ a partir del autovalor A_m, podemos determinar $R_{\text{VED},m}$ como su complemento geométrico.

Sustituyendo $R_{\text{Sch},m} \propto \sqrt{m}$:

$$R_{\text{VED},m} \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$$

---

5. Geometría de cierre S^1 en $U(H)$

En la geometría holográfica $U(H)$, la estructura fundamental de confinamiento es un **círculo** S^1. Esta es la proyección topológica del contorno cerrado de la onda confinada en 4D.

La condición de estabilidad para una onda confinada en S^1 es:

$$L = n\lambda, \quad n \in \mathbb{Z}^+$$

donde:

- L es la longitud del contorno (perímetro)
- λ es la longitud de onda asociada a la partícula
- n es el **número de ciclos** (número entero de longitudes de onda sobre el contorno)

Criterio de estabilidad:

- Si $n \in \mathbb{Z}^+$, la onda cierra sobre sí misma → **estado estable** (materia confinada)
- Si $n \notin \mathbb{Z}^+$, existe un desfase acumulativo → **inestable** (no hay confinamiento duradero)

---

6. Relación entre el radio y la longitud del contorno

Para un círculo S^1, la longitud del contorno (perímetro) está relacionada con el radio por:

$$L = R_{\text{VED}} = 2\pi r$$

Por tanto, para cada autovalor A_m:

$$L_m = R_{\text{VED},m} = 2\pi r_m \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$$

---

7. Interpretación ondulatoria de la masa

En el marco Einstein-VED, la diferencia entre materia y energía es una cuestión de confinamiento:

- **Ondas libres** → energía (sin contorno cerrado)
- **Ondas confinadas en** S^1 → masa (con contorno cerrado y n entero)

La masa está asociada inversamente a la escala del contorno. De la expresión $R_{\text{VED}} = \frac{nh}{Mc}$, despejamos:

$$M = \frac{nh}{cR_{\text{VED}}}$$

Esta es la relación fundamental entre masa y radio holográfico. Para un estado estable, n es el número entero de ciclos (para el protón, $n = 4$).

---

8. Resultado del mapeo completo

Para cada autovalor A_m en $U(Sch)$:

1. Se define $R_{\text{Sch},m} = \frac{\sqrt{A_m}}{4\pi} \propto \sqrt{m}$
2. Se transforma a $R_{\text{VED},m} = \frac{\text{ñ}}{R_{\text{Sch},m}} \propto \frac{1}{\sqrt{m}}$ mediante la constante ñ
3. Este $R_{\text{VED},m}$ define una escala en $U(H)$ (el radio del círculo S^1)
4. El perímetro asociado es $L_m = R_{\text{VED},m} = 2\pi r_m$
5. La condición de estabilidad en $U(H)$ requiere $L_m = n\lambda$ con $n \in \mathbb{Z}^+$
6. Cuando se cumple, se obtiene un **estado estable de materia** con masa:

$$M_m = \frac{nh}{cR_{\text{VED},m}} = \frac{nh}{c} \cdot \frac{R_{\text{Sch},m}}{\text{ñ}}$$

---

9. La serie de masas $M_m \sim \sqrt{m}$

Dado que $R_{\text{Sch},m} \propto \sqrt{m}$, la masa correspondiente es:

$$M_m \propto \frac{nh}{c} \cdot \frac{\sqrt{m}}{\text{ñ}} \propto \sqrt{m}$$

La relación inducida por el mapeo es:

$$M_m \sim \sqrt{m}, \quad m \in \mathbb{N}$$

donde m es el autovalor de área en $U(Sch)$.

La serie en forma explícita

m	$M_m \sim \sqrt{m}$ (u.a.)	**Posible correspondencia física**
1	1.000	¿Masa fundamental? ¿Electrón?
2	1.414	
3	1.732	
4	2.000	¿Protón? (con factor de escala)
5	2.236	
6	2.449	
7	2.646	
8	2.828	
9	3.000	
16	4.000	
25	5.000	
36	6.000	
49	7.000	
64	8.000	
81	9.000	

m	$M_m \sim m$ (u.a.)	Posible correspondencia física
100	10.000	
121	11.000	
137	11.704	¿Bosón Z? (91.2 GeV)
144	12.000	
…	…	

Nota: No se espera que la serie sea exacta en valores absolutos (hay factores de escala que dependen de ñ, ΔA, etc.). Pero **la estructura** $\sqrt{m}$ es una predicción falsable del marco.

---

10. La emergencia de la materia desde los números naturales

El descubrimiento fundamental

Los autovalores de área A_m en la geometría gravitatoria $U(Sch)$ —que Bekenstein y Hawking asociaron a la entropía de los agujeros negros— no son solo una propiedad de los horizontes de sucesos.

Son la semilla de toda la materia del universo.

Mediante la constante geométrica ñ = $R_{\text{VED}} \cdot R_{\text{Sch}}$, cada autovalor A_m (asociado a un número natural $m \in \mathbb{N}$) se proyecta en la geometría holográfica $U(H)$ como un radio $R_{\text{VED},m}$. Este radio define un círculo

S^1 de perímetro L_m. Si en ese perímetro cabe un número entero de longitudes de onda, la onda se confina y se estabiliza. Eso es **materia**.

Los números naturales como ladrillos del universo

Los números naturales m (autovalores de área en $U(Sch)$) son la fuente de la materia en $U(H)$.

- Cada m genera un posible estado de materia con masa $M_m \sim \sqrt{m}$
- No hay continuidad en las masas; hay una estructura discreta subyacente
- Los números naturales son los "ladrillos" de la realidad física

---

11. La condición de estabilidad como filtro

La condición de estabilidad en $U(H)$ actúa como un **filtro** sobre los números naturales. Para que un autovalor m produzca una partícula estable en nuestro universo, se debe cumplir:

$$L_m = R_{\text{VED},m} = 2\pi r_m = n\lambda, \quad n \in \mathbb{Z}^+$$

Esta condición puede reescribirse en términos de m y n:

$$n\lambda = \frac{\tilde{n}}{R_{\text{Sch},m}} = \frac{\tilde{n}}{\sqrt{m\Delta A/(4\pi)}} = \frac{2\sqrt{\pi}\,\tilde{n}}{\sqrt{m\Delta A}}$$

Y como $\lambda \propto 1/M \propto 1/\sqrt{m}$ (por la relación de masas), la condición se satisface automáticamente para ciertos valores de m y n.

La condición de estabilidad selecciona un subconjunto de números naturales como aquellos que pueden dar lugar a partículas estables. No todos los m son igualmente probables.

---

12. Implicaciones físicas

Implicación	Descripción
La materia es geometría proyectada	Lo que llamamos "partícula" no es más que un autovalor de área en $U(Sch)$ traducido a una onda confinada en $U(H)$
Los números naturales son fundamentales	No hay continuidad en las masas; hay una estructura discreta subyacente
La constante ñ es el puente	Conecta la gravedad (agujeros negros) con la holografía (confinamiento de ondas)
El espectro de masas del Modelo Estándar podría estar codificado	En los autovalores de área de un agujero negro
La condición de estabilidad es el filtro	Determina qué valores de m producen partículas estables

Posibles correspondencias con el Modelo Estándar

Si se ajusta la escala adecuadamente, algunos valores de m podrían corresponder a partículas conocidas:

- $m = 4$: Protón (masa 938 MeV) o neutrón (940 MeV)
- $m = 1$: Electrón (511 keV) o neutrino (masa muy pequeña)
- $m = 137$: Bosón Z (91.2 GeV) — curiosamente, 137 es la constante de estructura fina
- $m = 81$: Bosón W (80.4 GeV)
- $m = 9$: Masa del muón? (105.7 MeV, que es ~207 × masa del electrón, y 207 está cerca de 144, no de 9; la relación no es directa pero podría haber factores adicionales)

Es importante notar que la serie $M_m \sim \sqrt{m}$ implica que las masas crecen como la raíz cuadrada de m. Esto significa que para llegar a masas grandes (como la del bosón Z), se necesitan m grandes (como 137).

---

13. Preguntas abiertas y futuras líneas de investigación

Pregunta	Descripción
¿Qué determina qué valores de m están "activos"?	¿Todos los números naturales? ¿Solo los primos? ¿Solo aquellos que cumplen condiciones adicionales?

Pregunta	Descripción
¿Cómo se relaciona m con los números cuánticos del Modelo Estándar?	¿Es m una combinación de números cuánticos como espín, carga, sabor?
¿Qué papel juega el número 137?	Aparece como constante de estructura fina y también como autovalor de área que podría corresponder al bosón Z.
¿Qué relación hay entre m y los 22 modos internos del nucleón?	¿Podría ser que $m = 4$ (protón) tenga 22 modos internos, y eso sea una manifestación de la estructura de m mismo?
¿Cómo se relaciona esta serie con la jerarquía de masas del Modelo Estándar?	La jerarquía de masas (electrón, muón, tau, quarks up/down, etc.) podría estar codificada en diferentes valores de m.
¿Existe una relación con la conjetura de Riemann?	Los números naturales y sus propiedades (primos, distribución) son el objeto de estudio de la hipótesis de Riemann. ¿Podría haber una conexión profunda entre la teoría de números y la física de partículas?

14. Conclusión

Hemos establecido una **correspondencia matemática explícita** entre dos geometrías fundamentales:

- $U(Sch)$: autovalores de área de un agujero negro
- $U(H)$: ondas confinadas en un círculo S^1

La conexión es la **constante geométrica** ñ = $R_{\text{VED}} \cdot R_{\text{Sch}}$.

Las consecuencias son profundas:

1. **Los números naturales $m \in \mathbb{N}$ son los ladrillos fundamentales de la materia.** Cada autovalor de área en $U(Sch)$ se traduce en un posible estado de onda confinada en $U(H)$ con masa $M_m \sim \sqrt{m}$.

2. **La condición de estabilidad (número entero de ondas sobre el contorno) actúa como un filtro** que selecciona qué valores de m producen partículas estables en nuestro universo.

3. **El espectro de masas del Modelo Estándar podría estar codificado en los autovalores de área de un agujero negro.** Esto sugiere una profunda unidad entre la gravedad cuántica y la física de partículas.

4. **El marco Einstein-VED no solo resuelve problemas existentes, sino que abre preguntas completamente nuevas** sobre la naturaleza de los números, la estabilidad de la materia y la estructura última del universo.

La geometría es la única ley. Los números naturales son su alfabeto. Las partículas son las palabras. Y nosotros, los observadores, somos los lectores que, al leer, completamos la obra.

---

15. Referencias

- Estrada Díaz, V. (2026). *ES_0: Einstein-VED - El Marco Determinista que Completa el Programa de Einstein*. Zenodo. 10.5281/zenodo.17172925
- Estrada Díaz, V. (2026). *ES_7: La gravedad como relación geométrica de radios*. Zenodo. 10.5281/zenodo.17172925
- Estrada Díaz, V. (2026). *ES_11: Geometría fundamental del universo: métrica ++++, universo dual y origen geométrico de G y h*. Zenodo. 10.5281/zenodo.17172925
- Estrada Díaz, V. (2026). *ES_14: Los 22 Modos Internos del Nucleón*. Zenodo. 10.5281/zenodo.17172925
- Estrada Díaz, V. (2026). *ES_30: Fundamentos topológicos del marco Einstein-VED*. Zenodo. 10.5281/zenodo.17172925
- Estrada Díaz, V. (2026). *ES_33: El Origen de los Agujeros Negros Supermasivos Primordiales*. Zenodo. 10.5281/zenodo.17172925
- Estrada Díaz, V. (2026). *ES_34: Temas Abiertos y Nuevas Vías de Investigación*. Zenodo. 10.5281/zenodo.17172925
- Estrada Díaz, V. (2026). *La constante geométrica ñ y su relación con la ley de Bekenstein-Hawking*. Zenodo. 10.5281/zenodo.17172925
- Bekenstein, J. D. (1973). *Black holes and entropy*. Physical Review D, 7(8), 2333.

- Hawking, S. W. (1975). *Particle creation by black holes*. Communications in Mathematical Physics, 43(3), 199-220.

Fin de ES_35