

Resumen. Celebramos el extraordinario logro del Modelo Estándar: ha logrado una concordancia de 10^{-12} entre lo que predice y lo que mide, siempre y cuando sea el mismo quien predice, quien mide, quien define las unidades y quien corrige los errores. Se analiza esta hazaña de auto-referencia con la admiración que merece.

1. Introducción: Un Éxito Inobjetable

Nadie puede negar el éxito. El Modelo Estándar es, sin duda, la teoría más precisa de la historia, si por precisa entendemos “capaz de producir el mismo número en todos los laboratorios que acordaron usar las mismas reglas para producirlo”. Lo cual, hay que admitir, ya es mucho.

Y sin embargo, detrás de esa precisión hay un taller que conviene mirar de cerca. Porque el Modelo Estándar no predice sus propios parámetros: los recibe. **Diecinueve perillas** que se giran a mano: nueve masas de fermiones, tres ángulos de mezcla y una fase de violación de CP, tres acoples de gauge, el valor de expectación del Higgs y su masa [7]. Diecinueve números que nadie predice, se meten para que cuadre. Si no cuadra, se piden siete más para neutrinos. Con diecinueve perillas libres, cualquiera es exactísimo.

2. La Genialidad Legislativa del SI 2019

En un acto de brillantez metrológica [1], decidimos que para evitar que h y c estuvieran equivocados, lo mejor era declararlos exactos por ley. Es una estrategia admirable. Si no puedes medir bien una constante, la declaras perfecta. Así, por definición, nunca te equivocas. Es exactitud por *fiat*, que es la más económica de todas.

A partir de entonces, toda medición es en 200 realidad:

$$\text{“medición”} =$$

$$\nu_{Cs} \times (\text{textnmerosquedeclaramosexactos})(1)$$

Medimos cocientes adimensionales y los vestimos de unidades. Es elegante.

Comparación devocional. Ni la Iglesia Católica. La Iglesia solo tuvo que ajustar el limbo, el purgatorio y si los indios tenían alma. **Tres ajustes en dos mil años.** Ustedes hacen tres ajustes por artículo. Y lo hacen sin errarle al postulado.

3. El Círculo Virtuoso de α y $g - 2$

Aquí es donde la proeza alcanza su clímax [2].

Paso 1. Medimos a_e^{exp} con una trampa Penning hermosa

Es un procedimiento conmovedor. Es como escribirse una carta de amor a uno mismo y emocionarse al recibirla. Por supuesto que predice. Le acabamos de dar el α que necesita para predecir.

Hay un detalle que suele omitirse. La serie que usamos para calcular el momento magnético del electrón **diverge**. Es asintóticamente divergente, lo sabemos desde Dyson [6]. Pero la cortamos en el quinto orden porque ahí coincide. En ese quinto orden hay 12,672 diagramas que sí cuentan, pero los cincuenta mil del sexto ya no, por conveniencia.

Felicidades, de verdad. Pocos sistemas logran tanta coherencia interna.

4. El Reloj que se Corrige a Sí Mismo

El segundo se define como 9 192 631 770 oscilaciones de Cs [1]. Para realizarlo, corregimos:

$$\nu_{\text{real}} = \nu_{\text{ideal}} + \delta_{\text{Zeeman}}(\alpha) + \delta_{\text{BBR}}(\alpha^3 T^4) + \dots \quad (2)$$

Es decir, usamos α para corregir el reloj que usaremos para medir α .

Es admirable la confianza del sistema en sí mismo. No necesita referencia externa. Se sostiene como el Barón de Münchhausen tirando de su propia coleta.

5. El Pequeño Detalle de 10^{120}

Sería todo perfecto si no fuera por un detalle menor, casi cosmético [5].

El mismo truco de “restar el infinito del vacío porque no nos gusta” que nos da 10^{-12} en el laboratorio, cuando lo intenta la gravedad, produce:

$$\rho_{\text{predicha}} = 10^{111} \text{ J/m}^3 \quad \text{vs} \quad \rho_{\text{observada}} = 10^{-9} \text{ J/m}^3 \quad (3)$$

Solo 10^{120} veces de diferencia. Un error de redondeo, prácticamente.

Regla de preservación. No se cuenta como predicción fallida: se cuenta como *problema abierto de otro campo*. Así se preserva la exactitud: **los aciertos son predicciones, los fracasos son misterios ajenos.**

6. Los Cinco Postulados No Escritos

Ninguno de estos postulados aparece junto a los otros en un mismo artículo. Se aplican por separado, según convenga. Aquí los reunimos por primera vez, con la admiración que merecen.

El Postulado Comodín

La masa del Higgs no se predice, se mide [7]. Si hubiera sido 126 GeV, también hubiera cuadrado. Si hubiera sido 700, también. Es el comodín perfecto: no predice, pero una vez medido, explica.

El Postulado Fantasma

La energía de vacío pesa 10^{111} J/m³ en la pizarra [5]. Pesa 0 en el laboratorio porque la restamos. Pesa 10^{-9} en el telescopio. Un mismo ente con tres pesos según el cliente. Eso es ser inclusivo. Eso es física no binaria.

El Postulado Schrödinger

El protón son 3 quarks cuando das clase de divulgación [7]. Son infinitos quarks, antiquarks y gluones cuando necesitas ajustar $g - 2$ [2]. Es 3 y es infinito a la vez. Solo colapsa cuando te preguntan en la tele.

El Postulado a Modo

Cuando el experimento de Fermilab dijo que a_μ no cuadraba, no dijeron “ups”. Dijeron: “esperen, es que el cálculo hadrónico anterior estaba mal, ahora con lattice nos da 6845(40) y ya cuadra”. Y si mañana no cuadra otra vez, sacarán 6931(40) con e^+e^- [2]. Tienen dos calculadoras para el mismo número y usan la que conviene. Eso es tener visión de futuro.

El Postulado Legislativo

El SI 2019. Esta es mi favorita. Cansados de que h y c tuvieran error, los hicieron exactos por votación [1]. Es como si yo, cansado de reprobar, me declarara con 10 de promedio por decreto. Y luego presumiera mi promedio exactísimo. Brillante. Legalmente inobjetable.

Y lo mejor: lo hacen sin reírse. Con cara de Nobel.

7. Conclusión: Un Halago Sincero

Como decía Rosario Castellanos, el halago cuando es falso ofende. Así que no halagaremos falsamente.

No diremos que el Modelo Estándar es exactísimo respecto al universo.

Diremos la verdad, que es más hermosa: es exactísimo respecto a sí mismo. Ha logrado construir una catedral de espejos donde cada espejo refleja a otro espejo con 10^{-12} de fidelidad.

Eso es un logro técnico inmenso y digno de respeto.

Solo recordemos, con humildad, que una catedral de espejos, por muy precisa que sea, sigue sin ser una ventana.

Y si alguna vez alguien pregunta si todo esto podría sostenerse con cualquier otro contenido, la respuesta es sí. Con este método, cualquiera es exactísimo. Incluso Azathoth, como campo masivo en el bulk, con masa de 10^{-19} GeV y acople ajustado a $g - 2$.

*Atentamente,
un admirador de su sistema.*

Referencias

- [1] Bureau International des Poids et Mesures, *The International System of Units (SI)*, 9th edition, 2019. www.bipm.org/en/publications/si-brochure
- [2] T. Aoyama et al., *The anomalous magnetic moment of the muon in the Standard Model*, Physics Reports **887** (2020) 1–166. [doi:10.1016/j.physrep.2020.07.006](https://doi.org/10.1016/j.physrep.2020.07.006)
- [3] D. Hanneke, S. Fogwell, G. Gabrielse, *New Measurement of the Electron Magnetic Moment and the Fine Structure Constant*, Physical Review Letters **100** (2008) 120801. [doi:10.1103/PhysRevLett.100.120801](https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.100.120801)
- [4] T. Aoyama, T. Kinoshita, M. Nio, *Theory of the Anomalous Magnetic Moment of the Electron*, Atoms **7** (2019) 28. [doi:10.3390/atoms7010028](https://doi.org/10.3390/atoms7010028)
- [5] S. Weinberg, *The cosmological constant problem*, Reviews of Modern Physics **61** (1989) 1–23. [doi:10.1103/RevModPhys.61.1](https://doi.org/10.1103/RevModPhys.61.1)
- [6] F. J. Dyson, *Divergence of Perturbation Theory in Quantum Electrodynamics*, Physical Review **85** (1952) 631–632. [doi:10.1103/PhysRev.85.631](https://doi.org/10.1103/PhysRev.85.631)
- [7] S. Navas et al. (Particle Data Group), *Review of Particle Physics*, Physical Review D **110** (2024) 030001. [doi:10.1103/PhysRevD.110.030001](https://doi.org/10.1103/PhysRevD.110.030001)