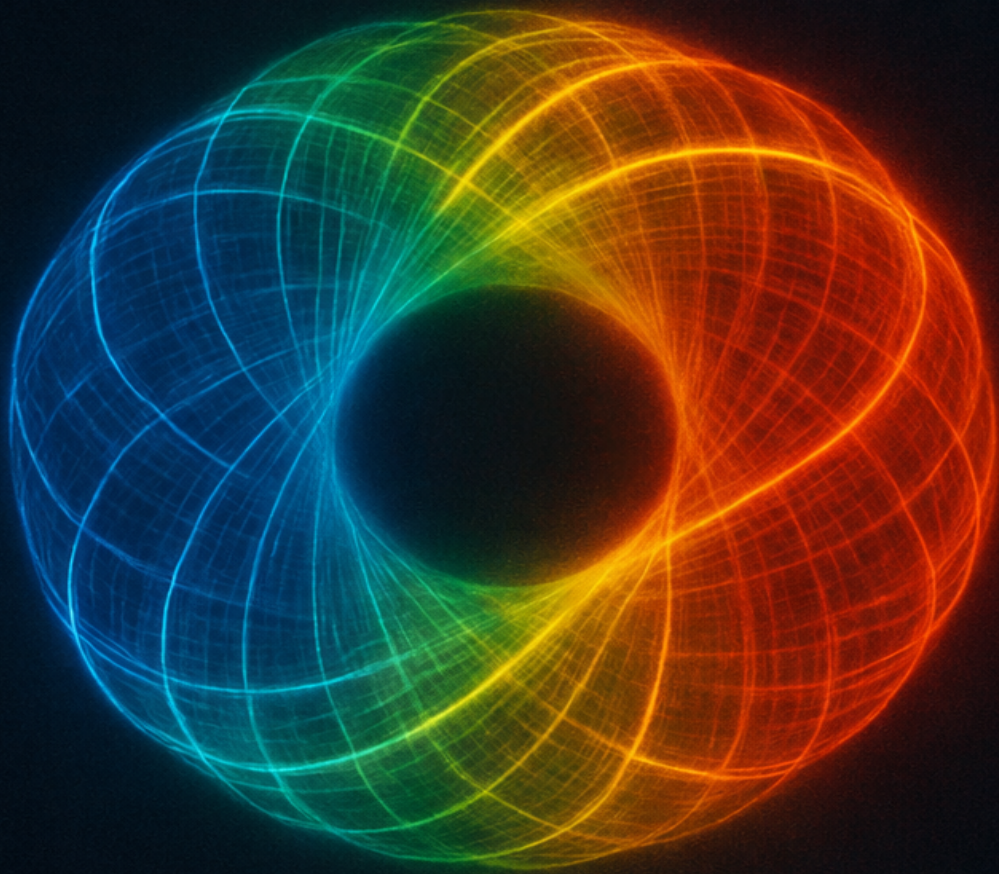


UN UNIVERSO DE MAXWELL



Todo lo conocido a partir
de energía electromagnética.

AN M. RODRIGUEZ

Un Universo de Maxwell

Todo lo conocido a partir de energía electromagnética.

Parte I

An M. Rodriguez

Dedicatoria

*A mi amigo, que contribuyó a casi toda idea aquí escrita; a sabiendas, ignorándolas,
o incluso contradiciéndolas.*

A ti también, lector.

Tabla de Contenidos

Prefacio	6
PARTE I — FUNDAMENTOS DE LA REALIDAD	8
1. De la oscuridad, luz	11
2. Tiempo	14
3. Ordenamientos	17
4. Conteo de pasos	19
5. Espacio	22
6. Platón y la caverna	25
7. Lógica, matemáticas y realidad	28
Apéndice — Supuestos y compromisos derivados	31
Sinopsis	35

Prefacio

Prefacio

Este texto constituye la primera parte de *Un Universo de Maxwell*, pero ha sido escrito deliberadamente para poder leerse como un documento autónomo.

No presupone teorías físicas específicas, ni requiere aceptar conclusiones desarrolladas en volúmenes posteriores. Su único compromiso es metodológico: partir de lo mínimo que puede afirmarse sin introducir entidades, estructuras o leyes de manera prematura, innecesaria o no fundamentada en hechos.

Aquí no se asume espacio, tiempo, materia, campos, partículas, ni marcos geométricos. Tampoco se asume lógica, matemática o leyes físicas como fundamentales. En su lugar, el texto explora lo que puede reconstruirse a partir exclusivamente de relaciones que aparecen como “causas” y “efectos”.

El objetivo de esta primera parte no es proponer una teoría física alternativa, sino establecer un fundamento ontológico claro sobre el cual cualquier dinámica posterior—incluida una ontología basada únicamente en las ecuaciones de electromagnetismo de Maxwell— pueda construirse sin ambigüedad conceptual.

El lector no está invitado a estar de acuerdo, sino a seguir el razonamiento. Si las conclusiones no resultan convincentes, el punto de desacuerdo debería poder señalarse con precisión.

En ese sentido, este texto no pretende cerrar debates, sino hacerlos operacionalmente claros.

PARTE I — FUNDAMENTOS DE LA REALIDAD

PARTE I — FUNDAMENTOS DE LA REALIDAD

La Parte I desarrolla un marco en el que los eventos son el punto de partida, en lugar del tiempo o el espacio.

Un cambio registrado crea la distinción básica entre “antes” y “después”.

Sistemas que actualizan su estado en respuesta a influencias construyen ordenamientos internos y, a partir de esos ordenamientos, emerge el tiempo.

Los pasos causales enlazan eventos en cadenas y, luego, en bucles. Los bucles sostienen patrones recurrentes y pueden funcionar como relojes. Contar pasos causales da duración y también distancia: el número mínimo de pasos entre dos eventos. Al reunir todas las distancias por pares se obtiene una geometría efectiva.

El espacio y la dimensión emergen cuando estas distancias pueden mapearse con baja distorsión en un espacio de alguna dimensión. Múltiples mapeos implican una dimensión no única; el fracaso de todo mapeo de baja distorsión implica que la geometría no aplica. El espacio y la dimensión son, por tanto, constructos relacionales, no ingredientes fundamentales de la realidad.

El mismo mecanismo de compresión explica la aritmética y las leyes matemáticas. Patrones estables se vuelven reglas simbólicas; cuando los patrones cambian, las reglas cambian con ellos. La matemática funciona allí donde la realidad ofrece regularidades y falla allí donde no las ofrece.

A lo largo de la Parte I se repite un tema: no accedemos a la estructura causal subyacente en sí misma; accedemos solo a sus efectos, y a partir de ellos construimos representaciones que siguen siendo válidas únicamente mientras los patrones

observados permanezcan estables.

1. De la oscuridad, luz

1. De la oscuridad, luz

La realidad no comienza con el espacio o el tiempo, sino con el hecho simple de que hay eventos que ocurren.

A menudo asumimos que los eventos ocurren por una razón. Esto no tiene por qué ser así y, aun si lo fuera, no tenemos acceso directo a la información causal, sino solo de manera indirecta, a través de sus efectos.

Una razón es una historia añadida después. Lo que importa es simplemente que ocurra un cambio y que este sea registrado de un modo que afecte a lo que sigue. Una vez que un cambio es registrado, el sistema ocupa un estado distinto. La distinción entre “antes” y “después” no se añade al evento; es el evento en sí.

No es necesario apelar a una inteligencia que registre lo ocurrido, sino solo a un cambio de estado persistente —como una marca en una mesa— que restringe las interacciones futuras. La marca no es un registro del evento. La marca *es* el evento, en la medida en que produce una diferencia.

El sentido de razón o de explicación surge únicamente como una historia reactiva, una forma de organizar transiciones una vez que el cambio ha sido notado por una entidad capaz de razonar (tema que se aborda más adelante en ¹).

Esta reactividad no se limita a las mentes conscientes. Todo aquello que cambia en respuesta a causas y produce efectos es, en este sentido mínimo, **operacionalmente**

¹Rodriguez, A. M. (2025). *Emergence of Self-Awareness from a Cause-Effect Loop*. <https://preprints.preferredframe.com/Emergence%20of%20Self-Awareness%20from%20a%20Cause%E2%80%93Effect%20Loop/Emergence%20of%20Self-Awareness%20from%20a%20Cause%E2%80%93Effect%20Loop%20v2.md.html>

consciente². Un bucle causal auto-sostenido cumple esta condición: puede actualizar su propio estado en respuesta a influencias entrantes. Al hacerlo, distingue estados y sigue transiciones, no mediante ningún “plan de acción”, lo cual implicaría una conciencia que aún no hemos definido, sino simplemente en virtud de su existencia continuada como bucle. En este sentido operativo mínimo, un bucle causal auto-sostenido “nota” el cambio.

²Palma, A., & Rodriguez, A. M. (2025). *Operational Awareness in a Maxwell-Only Universe: A Formal Implication of Panpsychism*. ResearchGate. <https://doi.org/10.13140/RG.2.2.13647.60324/1>

2. Tiempo

2. Tiempo

El tiempo es, por tanto, un constructo útil: una herramienta que la conciencia operativa utiliza para organizar su estado. Cada bucle forma su propia noción interna de tiempo. Sin embargo, mantenemos acuerdos colectivos: ciertos patrones de eventos (“causas”) tienden a preceder a otros (“efectos”). Quienes no comparten la interpretación dominante suelen ser considerados “irracionales”, aunque esto solo refleja diferentes correspondencias entre cambio y orden.

Podemos considerar la “realidad”³ como un Nodo con una estructura interna incognoscible⁴, inescrutable o simplemente inaccesible. Todo lo que sabemos es que dicha estructura parece reproducir de forma consistente patrones de transiciones a partir de los cuales inferimos “antes” y “después”.

Lo que llamamos “el pasado” se reconstruye *ahora*, a partir de evidencia presente. Si aparece nueva evidencia, nuestra reconstrucción —“el pasado”— puede cambiar. El prolongado debate sobre si la grasa dietaria era perjudicial o beneficiosa es un ejemplo conocido que más tarde se demostró que había utilizado datos selectivos⁵. La realidad consensuada es frágil. Sin anclajes externos, las interpretaciones se sienten

³La realidad —“todo lo que es”— incluye todo lo que puedes pensar y todo aquello que sospechas que existe aunque no lo consideres de manera consciente. Cualquier definición formal es parcial.

⁴Como en la caverna de Platón: la estructura subyacente es inaccesible en principio. Solo vemos sombras y llamamos a algunas “causas” y a otras “efectos”.

⁵A finales del siglo XX, la ciencia de la nutrición presentó a la grasa como la principal causa de las enfermedades cardíacas, pero revisiones posteriores mostraron informes selectivos e influencia industrial. Datos contradictorios habían sido minimizados. Un nuevo análisis reveló una relación más débil de la que se afirmaba, mostrando cómo puede formarse un consenso a partir de evidencia distorsionada.

arbitrarias, lo que da lugar a la pregunta persistente: ¿qué es real?

3. Ordenamientos

3. Ordenamientos

A partir de la relación primitiva

$$n_i \succ n_j,$$

que significa (siendo n_i y n_j estados registrados) “ n_i precede a n_j ”, surge un ordenamiento: antes y después. Podemos llamar a esta sucesión de eventos i y j un **paso causal**.

Una sucesión de eventos forma una **cadena causal**: $i \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow d \rightarrow j$.

Las cadenas pueden formar bucles:

$$\dots \rightarrow j \rightarrow i \rightarrow a \rightarrow b \rightarrow c \rightarrow j \rightarrow i \rightarrow \dots$$

y pueden cruzarse consigo mismas sin restricción. El aprendizaje ofrece una buena ilustración de múltiples **registros efectivos** y, por tanto, de múltiples “cierres”.

Un bucle puede considerarse “cerrado” cuando su patrón se estabiliza en algún sentido útil, es decir, cuando su persistencia queda asegurada. Sin embargo, un bucle “cerrado” debe continuar propagándose, como se mencionará más adelante.

Los bucles causales recurrentes ($i \rightarrow \{a, b, c\} \rightarrow i \rightarrow \{d, e, f\} \rightarrow i \dots$) pueden funcionar como relojes. La precisión puede variar, pero la recurrencia es suficiente.

Nótese que un efecto que no produce causas posteriores marca el final de una cadena causal. Tal punto final no puede ser registrado: no hay influencia de retorno. Por lo tanto, el hecho mismo de que algo sea notado implica que el notador es, en esencia, un bucle causal auto-sostenido.

4. Conteo de pasos

4. Conteo de pasos

Al contar bucles o pasos causales, la conciencia operativa define duraciones. El tiempo es un conteo emergente, no un parámetro externo.

La distancia surge al contar cuántos pasos causales conectan dos eventos. Si una señal viaja desde el evento i hasta el evento j a través de una cadena mínima de longitud L_{ij} , entonces

$$d(i, j) \propto L_{ij}.$$

Si no existe ningún camino, la distancia es infinita o indefinida. Si el único camino disponible regresa al mismo evento, el conteo de ida y vuelta se convierte en una medida efectiva de separación.

La distancia, por tanto, no es una coordenada espacial, sino una medida operativa de separación causal.

Estas distancias causales definen una geometría efectiva. Los observadores intentan representarlas en espacios familiares de alguna dimensión elegida.

De forma más técnica, podemos pensar en un mapa \mathcal{M} hacia un espacio de dimensión D , donde a cada evento se le asigna un punto, y las distancias entre esos puntos aproximan las distancias causales d :

$$\|\mathcal{M}(i) - \mathcal{M}(j)\| \approx d(i, j).$$

Cuando tales mapas presentan baja distorsión, los observadores operativos perciben los eventos correspondientes como formando una estructura de dimensión D bajo el

mapa \mathcal{M} . Si múltiples mapeos funcionan, la dimensión no es única. Si ninguno lo hace, todos esos mapas son defectuosos y la geometría resulta mal definida.

Así, el espacio, el tiempo y la dimensión no son fundamentales; surgen de la forma en que la conciencia operativa comprime patrones relacionales. La geometría y la distancia aparecen solo después de que patrones causales repetidos se estabilizan en expectativas.

5. Espacio

5. Espacio

Si la distancia es el conteo de pasos causales entre dos eventos, entonces lo que llamamos “espacio” es el conjunto de todas esas distancias.

Al reunir las separaciones causales en una sola estructura, la conciencia operativa intenta formar una representación geométrica coherente.

Si el conjunto completo de distancias causales puede mapearse con baja distorsión ⁶ en algún espacio de dimensión D , decimos que los eventos parecen ser D -dimensionales. Si no existe ningún mapeo de baja distorsión, la noción misma de dimensión se descompone.

Los mismos datos de distancia pueden admitir múltiples mapeos. Una configuración puede ajustarse a un triángulo, a dos triángulos superpuestos, a una estrella u otras formas. Nada impone una interpretación única; distintas interpretaciones pueden incluso coexistir y funcionar adecuadamente.

Solo tenemos efectos —las distancias causales— y, a partir de ellos, inferimos patrones con una precisión operativamente aceptable. El mapeo preferido suele ser (aunque no siempre) aquel que comprime las relaciones con mínima complejidad manteniendo una distorsión tolerable. La navaja de Occam refleja esta preferencia.

Este mecanismo de reconocimiento de patrones no se limita a la geometría. La aritmética emerge del mismo modo. Actos causales repetidos —poner una manzana en una bolsa y luego otra— se estabilizan en un patrón fiable. A partir de ello, la conciencia operativa forma la abstracción de que $1+1 = 2$. Si dos manzanas produjeran de forma fiable tres, la aritmética codificaría eso, y volveríamos a considerar el universo

⁶Es decir, operativamente útil para la persistencia del bucle.

como “matemático”. La regla no se descubre bajo la realidad; se extrae de efectos considerados suficientemente consistentes y luego se utiliza para predecir efectos adicionales.

En algunos contextos, $1 + 1$ puede tomar cualquier valor permitido por las reglas. Puede definirse un sistema formal en el que $1 + 1 = 3$ y construir a partir de él una matemática consistente. Incluso en contextos cotidianos, combinar dos cosas rara vez duplica una cantidad de manera limpia. El resultado depende de las reglas de combinación: postura, palanca, estrategia. Solo una vez que esas reglas son acordadas, la expresión $1 + 1 = 2$ se convierte en el enunciado correcto. La “verdad” de la aritmética refleja supuestos operativos, no el sustrato causal.

El espacio, el tiempo, la dimensión y la aritmética surgen del mismo mecanismo: reconocer regularidades en eventos conectados causalmente y comprimirlas en representaciones estables y predictivas.

6. Platón y la caverna

6. Platón y la caverna

Platón ilustró los límites de nuestro acceso a la realidad con su famosa *Alegoría de la caverna*⁷: vemos sombras, no los objetos que las producen, la fuente real.

Nuestras interpretaciones son reconstrucciones moldeadas por una observación limitada. No existe un punto de vista externo desde el cual pueda contemplarse la estructura verdadera ni de manera completa.

No tenemos acceso directo —o, dicho de otro modo, nunca podemos observar— el sustrato causal subyacente de la realidad; solo registramos los efectos.

Cualquier geometría, dimensión o patrón que asignemos refleja la forma en que estos efectos pueden comprimirse en una representación utilizable. Un observador distinto, o un muestreo distinto de la misma estructura causal, puede construir una representación diferente sin contradicción.

Las sombras en la caverna de Platón corresponden a los patrones relacionales que detectamos. Los “objetos” que proyectan esas sombras son las relaciones causales subyacentes, inaccesibles en sí mismas. Inferimos su organización a partir de efectos recurrentes y, cuando esos efectos cambian, la imagen inferida debe cambiar con ellos. Ninguna representación que construyamos está garantizada como única, completa, consistente o estable.

Esta perspectiva elimina la suposición de que exista una única descripción espacial o matemática correcta esperando ser descubierta. Nuestros modelos no son espejos de una geometría externa; son herramientas operativas construidas a partir de las

⁷Platón, *La República*, Libro VII. La alegoría describe a prisioneros encadenados que solo ven sombras proyectadas en una pared y las toman por la realidad, sin acceso directo a los objetos ni a la fuente de la luz que las produce.

limitadas regularidades que podemos registrar. Como los prisioneros en la caverna, trabajamos con proyecciones, no con la estructura que las produce.

Lo que llamamos “realidad” es, por tanto, una reconstrucción: un arreglo estable de patrones inferidos que sigue siendo útil mientras los efectos causales disponibles lo sostengan.

7. Lógica, matemáticas y realidad

7. Lógica, matemáticas y realidad

Mucho se ha dicho sobre que la realidad es “matemática”, aunque rara vez se define qué significa exactamente esa afirmación. Los argumentos anteriores sugieren una visión más simple: atribuimos patrones a la realidad. A veces los reconocemos genuinamente; otras veces los proyectamos y luego tratamos esa proyección como si fuese real.

Las matemáticas no tienen por qué, y en ningún sentido se entiende que, gobiernen el mundo. Incluso si la realidad admite estructura matemática en algún sentido, las matemáticas son inmensamente más vastas que cualquier cosa que el mundo físico pueda instanciar. La mayor parte de las matemáticas no tiene, hasta donde sepamos, ningún correlato físico.

Con mayor frecuencia, vemos el mundo a través de las matemáticas que hemos construido. Las matemáticas —y, por extensión, la física— describen aquellos aspectos de la realidad que presentan patrones estables y compresibles. Cuando un patrón es lo suficientemente regular como para ser anticipado, lo codificamos simbólicamente y lo llamamos “ley”. Cuando el patrón se rompe, la ley se rompe con él.

No es, entonces, que la realidad sea matemática, ni que las matemáticas sean el “lenguaje de la naturaleza”. Más bien, las matemáticas son una herramienta de modelado que aplicamos a las regularidades que podemos aislar y predecir. Allí donde la realidad resiste ser comprimida en patrones estables, las matemáticas simplemente no aplican.

Las matemáticas funcionan porque seleccionamos qué pueden describir —y a qué patrones prestamos atención—, no porque la naturaleza esté hecha de números, estructuras o, en su reetiquetado más reciente, “información”.

Lo mismo ocurre con la lógica. La lógica no es una ley impuesta a la realidad; es una abstracción destilada de comportamientos considerados causales estables y repetibles.

La lógica clásica refleja un mundo en el que los estados están bien separados y las transiciones son consistentes.

Así como la geometría espacial emerge de la compresión de distancias causales en mapeos de baja distorsión (§§4–5), la estructura lógica emerge de la compresión de transiciones causales en reglas de inferencia estables.

Cuando las estructuras causales cambian, la lógica extraída de ellas también cambia. Que la física moderna tolere superposición o descripciones incompatibles no significa que la realidad viole la lógica; significa que las categorías lógicas clásicas ya no comprimen adecuadamente los patrones causales observados.

Este trabajo, por tanto, no parte ni de la lógica ni de las matemáticas, sino de patrones que aparecen como “causas” y “efectos”. La lógica y las matemáticas aparecen más tarde, como herramientas moldeadas por las regularidades que las interacciones causales resultan exhibir.

Apéndice — Supuestos y compromisos derivados

Apéndice — Supuestos y compromisos derivados

Este trabajo adopta una ontología mínima. Solo los tres primeros supuestos son primitivos; los demás se derivan de ellos.

A.1 Supuestos fundamentales

A1. Hay eventos que ocurren. Es decir, hay cambios.

A2. Un cambio puede ser registrado. Algunos cambios persisten como diferencias de estado.

A3. Un cambio registrado es en sí mismo el efecto que sigue. Un cambio registrado es un nuevo estado, y no se requiere nada más.

No se asumen el espacio, el tiempo, la materia, las leyes, la lógica ni las matemáticas.

A.2 Compromisos derivados

Los siguientes se derivan de A1–A3.

A4. Existe el orden. Si un cambio registrado es un nuevo estado, existe una distinción entre “antes” y “después”. Esto define un orden.

A5. El tiempo es orden, no sustancia. El tiempo surge a partir de la identificación operacional de estados etiquetados como “antes” y “después”.

A6. La existencia es persistencia. Todo lo que existe lo hace solo en la medida en que sostiene su propio estado. Un punto final de una cadena causal que no produce

efectos subsecuentes no es observable y, por tanto, es operacionalmente equivalente a la inexistencia.

El espacio, la distancia, la geometría, la dimensión, las matemáticas y la lógica surgen como compresiones adicionales de patrones estables en estos ordenamientos, como se desarrolla en §§4–7.

A.3 No-supuestos

Este trabajo **no** asume:

- El espacio como un contenedor.
- El tiempo como un parámetro que fluye.
- El espaciotiempo como una estructura fundamental.
- La geometría como primitiva.
- La dimensión como intrínseca.
- La materia, la masa, las partículas, los campos, las fuerzas o las cargas como sustancias o dinámicas ontológicamente separadas y no electromagnéticas.
- Postulados cuánticos o axiomas probabilísticos.
- Objetos matemáticos como ontológicamente previos.
- Observadores como entidades fundamentales.
- La conciencia como primitiva.

Todas estas nociones aparecen, si lo hacen, solo como **descripciones emergentes** derivadas de patrones estables de causa–efecto.

A.4 Alcance y límites

Esta parte no hace afirmaciones sobre la naturaleza última del sustrato causal. Aborda únicamente lo que puede inferirse a partir de los efectos observables y sus regularidades.

Toda representación construida aquí sigue siendo válida solo en la medida en que los patrones observados persistan. No se afirma ninguna garantía de unicidad, completitud ni permanencia.

A.5 Rol en la obra completa

La Parte I establece el fundamento ontológico requerido para el desarrollo posterior de un universo exclusivamente regido por las ecuaciones del electromagnetismo de Maxwell.

Las partes siguientes presentan dinámicas específicas. Nada en esta parte depende de esas dinámicas, y nada en las partes posteriores modifica los supuestos enumerados arriba.

Sinopsis

Sinopsis

Un Universo de Maxwell parte de una premisa simple: hay eventos que ocurren.

Un cambio registrado introduce orden. A partir de relaciones de causa–efecto se definen el tiempo, la distancia, el espacio, la dimensión, las matemáticas y las leyes físicas. No se asume la preexistencia de un espaciotiempo ni de estructuras fundamentales. El sustrato subyacente, si lo hay, no es accesible de forma directa: solo se manifiesta a través de efectos cuyas regularidades son comprimidas en modelos simbólicos.

La Parte I establece este fundamento ontológico. Prepara el terreno para volúmenes posteriores, donde la materia, la masa y la carga no aparecen como entidades puntuales primitivas, sino como configuraciones electromagnéticas extendidas y auto-sostenidas, gobernadas enteramente por la dinámica de las ecuaciones de Maxwell.