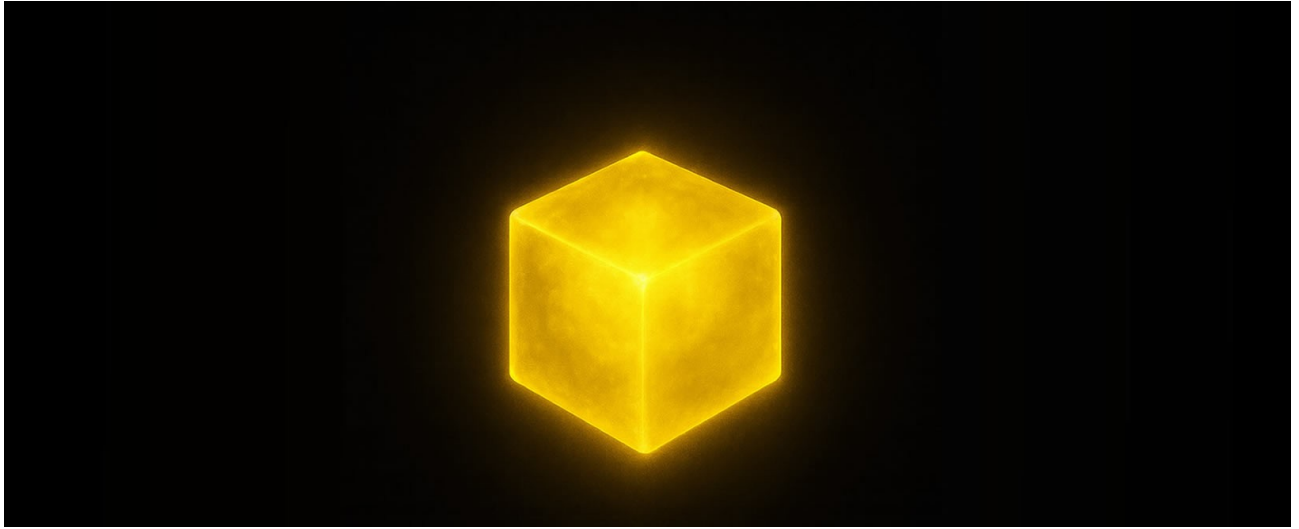




El M1: Material que aún no existe (pero podría)

Ciencia · 8 min · Felden Vareth · 2026-05-24

eidoslibro.com

Mapa del artículo

- 01.** El problema que lo hace necesario
- 02.** Primera pista: el cristal que dura miles de millones de años
- 03.** Segunda pista: el ADN como disco duro
- 04.** Tercera pista: memoria sin consumo continuo
- 05.** Cuarta pista: la energía que nadie tiene que suministrar
- 06.** Quinta pista: la luz que no se apaga
- 07.** Tabla: ficción frente a ciencia
- 08.** Lo que aún falta
- 09.** Lo más importante del M1
- 10.** Una nota sobre Eidos

En la novela EIDOS, el M1 se define como:

«El M1 presentaba una estructura cristalina amarillenta, semitransparente y de naturaleza parcialmente orgánica, capaz de almacenar y procesar información cuántica con una densidad y estabilidad sin precedentes, sin necesidad de energía externa. Desde su interior emanaba un resplandor de 575 nanómetros que le daba ese tono suave y cálido, brillante sin ser cegador, casi nostálgico. Una luminiscencia constante, inmutable, como una nota sostenida en el tiempo. Su superficie era lisa, dura e irrompible.»

Hay una regla no escrita en la buena ciencia ficción: lo que imaginas hoy, alguien lo estará investigando mañana. O ya lo investiga ahora mismo, en un laboratorio que nunca aparecerá en los titulares.

El M1, el material que en el universo de *Eidos* permite almacenar y mantener la totalidad de un mundo virtual dentro de un cubo de apenas treinta centímetros, no existe. Todavía. Pero sus propiedades no nacen de una fantasía arbitraria. Cada una tiene un eco preciso en líneas de investigación reales y activas: artículos revisados por pares, prototipos funcionando en laboratorio, avances publicados entre 2024 y 2025.

Este artículo no pretende presentar una tecnología secreta ni vender humo futurista. Su objetivo es más sencillo y honesto: mostrar hacia dónde avanza realmente la ciencia y preguntarse qué ocurriría si varias de esas líneas terminaran convergiendo en un único material.

Porque, vistas por separado, muchas de las propiedades del M1 ya existen.

El problema que lo hace necesario

La humanidad genera información a una velocidad abrumadora. Las proyecciones estiman que el mundo necesitará gestionar más de **175 zettabytes** de datos para mediados de esta década, una cantidad que supera con creces la capacidad de cualquier tecnología disponible. Los centros de datos actuales consumen cantidades enormes de energía solo para mantenerse operativos, y gran parte de ese gasto no se destina al procesamiento sino a evitar que el propio calor destruya los sistemas.

El coste ya no es solo económico. Es termodinámico. Mantener viva la información cuesta, y ese coste no para de crecer. En este contexto, la ciencia busca cambiar el sustrato mismo sobre el que se escribe la memoria del mundo. No mejorar lo que ya existe: sustituirlo.

Primera pista: el cristal que dura miles de millones de años

En 2013, el equipo del profesor **Peter Kazansky** en la Universidad de Southampton desarrolló lo que fue bautizado como el *Superman Memory Crystal*: un disco de cuarzo fundido capaz de almacenar datos en cinco dimensiones simultáneas —tres espaciales y dos ópticas— mediante pulsos láser de femtosegundo que graban nanoestructuras de apenas 20 nanómetros en el interior del material.

Un solo disco puede contener **360 terabytes** y conservarlos durante **miles de millones de años** sin degradación ni energía externa, resistiendo temperaturas de hasta 1.000 °C y presiones extremas. La estabilidad estimada de las nanoestructuras grabadas en cuarzo fundido es del orden de 10^{20} años a temperatura ambiente.

En septiembre de 2024, el mismo equipo almacenó el **genoma humano completo** —aproximadamente tres mil millones de pares de bases— en uno de estos cristales. El disco descansa hoy en la mina de sal más antigua del mundo, en Hallstatt, Austria, como parte del proyecto *Memory of Mankind*. La idea es tan ambiciosa como perturbadora: que cualquier entidad futura con suficiente inteligencia pudiera reconstruir un ser humano a partir de esa información.

«La excepcional durabilidad del cristal de memoria 5D garantiza que esta información pueda perdurar potencialmente hasta el fin del universo.»

— Prof. Peter Kazansky, 2024

El cubo semitransparente, duro e irrompible del M1 tiene aquí su antepasado más directo.

Fuente: Human genome stored on 'everlasting' memory crystal — University of Southampton (2024)

Fuente: 5D memory crystal — especificaciones técnicas y durabilidad

Segunda pista: el ADN como disco duro

Si el cristal de cuarzo aporta la durabilidad del M1, el ADN podría aportar su densidad.

Un gramo de ADN puede contener, en teoría, **más de 215 petabytes** de información. En términos de densidad volumétrica, supera en ocho órdenes de magnitud a cualquier soporte convencional. Su principio: traducir ceros y unos a secuencias de bases químicas —adenina, timina, citosina, guanina— en lugar de depender de celdas de silicio. Y puede mantenerse estable durante más de **1.000 años** sin consumo energético continuo.

El avance más relevante para pensar en el M1 llegó en julio de 2025, cuando investigadores publicaron la síntesis de los llamados **cristales DNA-MOF**: estructuras donde el ADN se integra dentro de un entramado cristalino poroso (Metal-Organic Framework), alcanzando una densidad teórica de **106,6 exabytes por gramo** con protección total frente al calor, la

radiación ultravioleta y la degradación enzimática. La vida útil estimada supera los **24.000 años** en condiciones ambientales normales, sin refrigeración ni mantenimiento.

Esto es, con precisión química, lo que el M1 describe en la novela: orgánico en densidad y autoorganización, cristalino en protección y estabilidad. No es metáfora.

En diciembre de 2025 se publicó además el método **PERFECT PCR**, que acerca el almacenamiento en ADN al **92% de la densidad teórica máxima**, superando la principal barrera técnica que hasta ahora lo hacía impráctico.

Fuente: Interwoven DNA-MOF crystals for multi-millennial data storage — bioRxiv (julio 2025)

Fuente: PERFECT PCR: Advancing DNA Data Storage to Near-Maximal Density — bioRxiv (diciembre 2025)

Fuente: DNA for future data storage — Nature (2022)

Tercera pista: memoria sin consumo continuo

El M1 no es un archivo pasivo. En la novela también procesa y mantiene información de forma autónoma. Esa idea tiene un correlato real.

En octubre de 2024 y febrero de 2025, investigadores del **Laboratorio Nacional Argonne** y la **Universidad de Chicago** presentaron almacenamiento en cristales de estado sólido usando **defectos atómicos**: imperfecciones del tamaño de un único átomo dentro de cristales dopados con tierras raras. La lectura y escritura se realizan ópticamente, con luz. Sin corriente eléctrica continua. Sin piezas móviles. Sin campo magnético. Capacidad proyectada: **terabytes en un cristal de un milímetro**.

El detalle que importa: el sistema es completamente pasivo en reposo. No consume energía mientras almacena. Solo la requiere en el momento de escritura o lectura. Sin invocar ningún principio físico imposible, esto encaja de forma precisa con la propiedad más definitoria del M1.

Fuente: Terabytes of data in a millimeter crystal — UChicago PME (2025)

Fuente: Quantum-inspired advancement turns crystal gaps into terabyte storage — Phys.org (febrero 2025)

Fuente: Quantum research paves the way toward ultra-high-density optical memory — Phys.org (octubre 2024)

Cuarta pista: la energía que nadie tiene que suministrar

El M1 funciona sin cables, sin reactor, sin fuente de alimentación visible. Esta es probablemente la propiedad que más parece alejarse de la realidad. Pero tampoco está tan lejos.

Las **baterías betavoltaicas** convierten en electricidad la radiación emitida por ciertos isótopos de forma continua y durante décadas, sin recarga ni mantenimiento. No son baterías nucleares en el sentido convencional: se basan en la emisión de partículas beta, bloqueables con una lámina de aluminio y completamente seguras. La física es análoga a la de una célula solar, con la diferencia de que la fuente de radiación es interna al material.

En enero de 2024, la startup china **Betavolt** presentó un prototipo basado en níquel-63 y semiconductores de diamante, de $15 \times 15 \times 5$ milímetros, capaz de generar electricidad durante **50 años sin recarga**. En marzo de 2025, investigadores del instituto coreano **DGIST** presentaron una versión basada en carbono-14 con una vida media de generación de **5.730 años**.

Pero la fuente más elegante para un material como el M1 sería la **radiación ambiental omnipresente**: radiación electromagnética de fondo, fluctuaciones térmicas, rayos cósmicos de baja energía. Los *energy harvesters* son una línea activa de investigación: dispositivos basados en grafeno, nanotubos de carbono o disulfuro de molibdeno capaces de rectificar ondas electromagnéticas ambientales con eficiencias crecientes. Un sistema de baja demanda conectado a este tipo de captación no viola ninguna ley conocida. Es ingeniería, no magia.

Una nota honesta: los neutrinos —que atraviesan la Tierra entera sin apenas interactuar con la materia— son teóricamente abundantes pero prácticamente inaprovechables. Su probabilidad de interacción con cualquier material es tan pequeña que ningún sistema razonable puede extraer energía útil de ellos. Se mencionan aquí para distinguirlos de las fuentes que sí son plausibles.

Fuente: Nuclear battery that produces power for 50 years — The Independent (2024)

Fuente: Nuclear Batteries: Energy Storage for Decades — IEEE Spectrum (2025)

Fuente: Nanomaterials and Devices for Harvesting Ambient Electromagnetic Waves — Nanomaterials / NCBI (2023)

Quinta pista: la luz que no se apaga

El M1 emite un resplandor constante a **575 nanómetros**: un tono ambarino, cálido, inmutable. En la novela se describe como «una nota sostenida en el tiempo».

En el espectro visible, 575 nm corresponde al amarillo-ámbar cálido. Esta longitud de onda es característica de ciertos materiales con **luminiscencia persistente**: estructuras que absorben energía y la liberan de forma gradual y continua sin fuente de alimentación activa. Dopajes cristalinos con activadores como el manganeso Mn^{2+} en matrices de silicato de zinc, o compuestos $Ca(Sr)ZnOS$, producen emisiones sintonizables en este rango exacto y se investigan actualmente para señalización de emergencia, bioimagen y marcadores de larga duración.

El referente más sorprendente llegó en noviembre de 2025, cuando investigadores de la **Universidad de Colorado Boulder** publicaron en *Nature Materials* la creación de los primeros **cristales de tiempo visibles a simple vista**: estructuras en cristales líquidos que, una vez iniciadas con luz, mantienen un movimiento autosostenido indefinidamente sin aporte energético adicional. El mecanismo: moléculas de colorante que absorben fotones, cambian de forma, y ese cambio se retroalimenta indefinidamente a través del cristal. Un sistema que se sostiene a sí mismo.

No es exactamente luminiscencia. Es algo más fundamental: la demostración de que ciertos materiales pueden mantener **estados dinámicos estables de forma autónoma**, por pura arquitectura interna. El principio físico que haría posible la luz constante del M1.

Fuente: *Physicists have created a new 'time crystal' — CU Boulder / Nature Materials (2025)*

Tabla: ficción frente a ciencia

Propiedad del M1	Correlato científico real	Fuente principal
Estructura cristalina semitransparente e irrompible	Cuarzo fundido 5D — 360 TB estables durante miles de millones de años	Universidad de Southampton, 2024
Naturaleza parcialmente orgánica	Cristales DNA-MOF: ADN en marco metal-orgánico cristalino — 106,6 exabytes/g, >24.000 años	bioRxiv, julio 2025
Densidad de almacenamiento sin precedentes	ADN: 215 petabytes/gramo; DNA-MOF: 106,6 exabytes/gramo	Nature 2022; bioRxiv 2025
Procesamiento cuántico interno pasivo	Defectos atómicos en cristales dopados — terabytes sin corriente continua	Argonne / U. Chicago, 2024–2025
Autonomía energética	Betavoltaicas (vida media 5.730 años); cosecha de radiación ambiental	Betavolt 2024; DGIST 2025; Nanomaterials 2023
Luminiscencia constante a 575 nm	Luminiscencia persistente Mn ²⁺ / Ca(Sr)ZnOS; cristales de tiempo autosostenidos	Nature Materials, 2025

Lo que aún falta

Lo que todavía no existe es el material que integre todas estas capacidades en una única arquitectura coherente. Unir cristales de larga duración, ADN protegido en matrices MOF, memoria pasiva, captación energética y luminiscencia estable es hoy un desafío de ingeniería, no de imposibilidad física. Ninguna de las propiedades del M1 contradice ninguna ley conocida de la física o la química. Solo faltan tiempo, recursos y la pregunta formulada de la manera correcta.

La buena ciencia ficción especulativa brilla precisamente aquí: no inventando imposibles, sino observando hacia dónde podrían converger las tecnologías que ya están en desarrollo.

Lo más importante del M1

Lo más importante del M1 no es su capacidad técnica. Es lo que provoca.

En Eidos, el M1 vuelve innecesarias enormes infraestructuras, elimina el mantenimiento constante y libera a los Custodios de la tarea que había definido su existencia durante siglos. La historia de nuestra civilización siempre ha avanzado a través del sustrato de su memoria: la piedra, el papiro, la imprenta, el silicio, la nube. Cada salto reconfiguró sociedades enteras. El M1 lleva esa evolución hasta su última frontera lógica.

Cuando la tecnología permite que un mundo entero quepa en un objeto compacto, silencioso y casi eterno, la pregunta deja de ser técnica y se vuelve existencial: si un mundo entero puede continuar su curso aislado en el interior de un cristal perfecto e intocable, ¿sigue siendo un mundo vivo, o se ha convertido en la reliquia más hermosa del universo?

Una nota sobre Eidos

La línea que separa la ciencia ficción rigurosa de la fantasía tecnológica es sencilla: ¿existe hoy alguna ley física conocida que impida esto?

En el caso del M1, la respuesta es no. Ninguna de sus propiedades contradice directamente las leyes de la física o la química. Todas tienen precedentes reales, publicados en revistas revisadas por pares, financiados por agencias científicas de primer nivel.

Eso es lo que sostiene el universo de Eidos: Las extrapolaciones honestas de una ciencia que ya se mueve en esa dirección.

El M1 podría existir. Lo que aún no tenemos es el tiempo —o la necesidad urgente suficiente— para construirlo.