

Materia blanda en movimiento

Metamateriales de fase activa

en sistemas biológicos



Aviso de derechos de autor

© 2026 David Nixon. Algunos derechos reservados. Esta obra puede ser compartida, reproducida o traducida libremente para fines no comerciales, educativos o de investigación, siempre que se otorgue la atribución adecuada. La redistribución de imágenes o textos en obras modificadas o derivadas también debe reconocer la fuente original. La reproducción comercial, incluyendo el uso en productos o publicaciones con fines de lucro, requiere el permiso previo por escrito del autor. Para licencias o permisos, por favor contacte con: david@drdavidnixon.com. Este permiso no se extiende a la distribución a través de plataformas comerciales de venta al por menor o servicios de impresión bajo demanda sin el consentimiento explícito del autor.

Sal y colesterol

La sal y el colesterol
forman cristales, al igual que el azúcar.

Pero no como estos.
Estos son producto de una química compleja;
ingeniería; biofísica.

"Esto parece nanoelectrónica de vanguardia"
— Elemental, querido Watson.

Cristales con inclusiones, vacíos y complejidad interna.
Entidades circulares que se desplazan en el interior de
rectángulos. Rectángulos que se transforman con el transcurso
del tiempo. Cristales que mutan a lo largo del tiempo,
— cambian profundamente.

Y luego están los vídeos,
cuya explicación resulta compleja.

Claramente, algunos cabrones han dispuesto de
mucho tiempo y un presupuesto ilimitado.
— o bien son los extraterrestres

Agradecimientos

Deseo expresar mi más sincero agradecimiento a Xstra Technologies Group, a los suscriptores de Nixonlab Substack y al Micronaut Microscopy Group por su apoyo y contribuciones a este trabajo. Se agradece especialmente a Will Wade la aportación de la imagen en la Figura 9, y a Tobias Beharrell su asistencia con las imágenes presentadas en las Figuras 11 a 15.

Nota del autor

Este libro constituye un registro de observación previo a toda propuesta de interpretación.

El trabajo aquí presentado emana de la microscopía óptica a largo plazo de materiales farmacéuticos y biológicos, realizada sin un objetivo teórico predefinido. Las estructuras documentadas —cristales, fibras, coloides, arquitecturas sedimentadas— no se buscaron como anomalías, ni se interpretaron como prueba de intencionalidad o mecanismo en su observación inicial. Simplemente se realizó un seguimiento, de manera paciente, a lo largo de minutos, días y meses.

El núcleo de este volumen consiste en un único artículo observacional que establece lo observado, su comportamiento a lo largo del tiempo y aquello que puede descartarse únicamente mediante la observación directa.

Este artículo es intencionadamente descriptivo. Se prioriza la persistencia, la recurrencia, la constancia espacial y la transición de fase frente a la explicación.

Dicho trabajo central queda enmarcado por dos ensayos. El ensayo inicial sitúa las observaciones dentro de un problema interpretativo más amplio: cómo los materiales de fase activa, hidratados y ópticamente sensibles son habitualmente malinterpretados al aplicar los supuestos clásicos sobre cristalización, disolución y visibilidad. El ensayo de clausura extiende las implicaciones hacia el exterior, planteando cómo tales materiales pueden interactuar con el entorno biológico, influir en la patología y desafiar los modelos de respuesta basados en la eliminación.

Se ha mantenido una separación deliberada entre la observación y la implicación. El lector puede limitarse al artículo empírico o continuar con los ensayos complementarios, donde se exploran la interpretación y las consecuencias. Ninguno de los dos modos tiene primacía. La estructura refleja la evolución del conocimiento: desde la observación, hacia el reconocimiento de patrones y, finalmente, la consideración del significado.

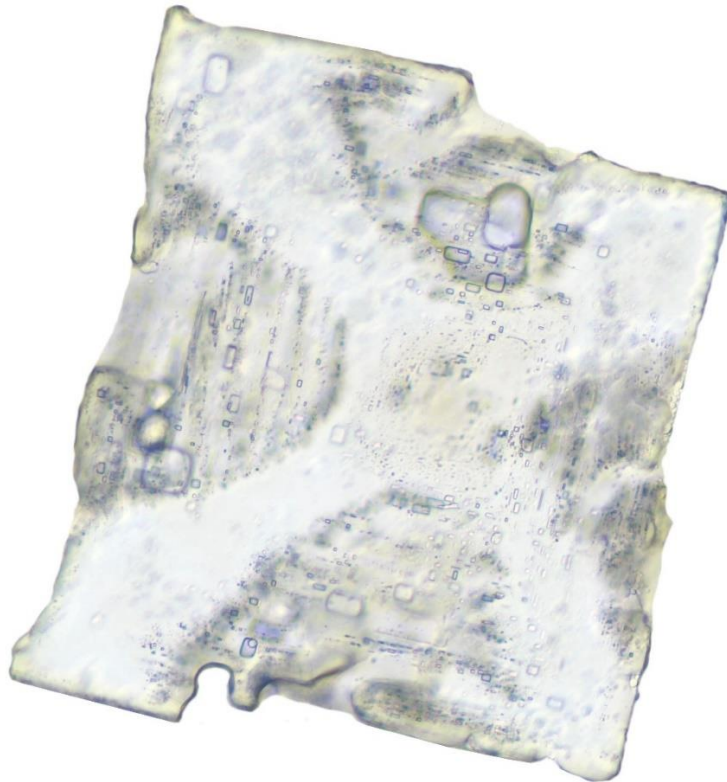
Donde se trata la mitigación o la eliminación, esta no se plantea en términos de destrucción, sino de desacoplamiento. En los sistemas de fase activa, la función a menudo puede neutralizarse sin suprimir la estructura, pues los sistemas biológicos gestionan habitualmente la complejidad mediante la pérdida de acoplamiento en lugar de la erradicación. Esta perspectiva refleja tanto la microscopía como la experiencia clínica que subyacen a la obra.

Se invita al lector a abordar el material tal como se presentó: pausadamente, de forma visual y sin certezas prematuras. El propósito no es persuadir, sino hacer visible una clase de comportamiento que ha sido observado repetidamente y, sin embargo, interpretado erróneamente de forma constante. Una vez se ajustan las premisas rectoras, el material no se vuelve más extraordinario: se vuelve legible.

— Dr. David B. Nixon, enero de 2026

Índice

Sal y colesterol.....	2
Agradecimientos.....	2
Nota del autor.....	3
Del artefacto a la arquitectura:	5
Del hidrogel al metamaterial:	9
Del terreno blando a los tumores silentes:	33
Comportamiento de fase bajo condiciones de preparación modificadas.....	36
Discusión final: desacoplamiento en lugar de eliminación.....	41



Del artefacto a la arquitectura:

Reencuadre de las estructuras de fase activa como metamateriales

Durante los últimos tres años, la microscopía de alta resolución ha revelado estructuras en preparados farmacéuticos y muestras de sangre que desafían la interpretación convencional. Cristales que se desvanecen sin disolverse. Fibras que aparecen sin mediar crecimiento. Orden que emerge o colapsa, no solo a través de la interacción química, sino en respuesta a la luz.

Estos comportamientos han sido registrados de forma reiterada: imagen tras imagen, vídeo tras vídeo. No son especulativos. Son observables, recurrentes y, a menudo, visualmente impactantes.

Y, sin embargo, nadie los ha definido por lo que son.

A lo largo de cientos de horas de análisis, debate y desestimación, el término metamaterial no se ha aplicado ni una sola vez. A pesar del claro encaje conductual y de la extensa literatura sobre materia estructurada sensible a campos, los hallazgos han permanecido restringidos a un marco más estrecho : anomalías de hidrogel, detritos sintéticos, artefactos inexplicables o «sal y colesterol».

La cuestión ya no es si las estructuras existen. La cuestión es por qué no han sido reconocidas.

Este artículo introduce, en un contexto biomédico observacional, la designación de metamaterial de materia blanda para describir una clase de estructuras dependientes de la coherencia observadas en preparados farmacéuticos y biológicos. Estos sistemas exhiben transiciones gobernadas por fases, capacidad de respuesta programable ante entradas ambientales y una revelación óptica retardada. No son mecánicos, sino arquitectónicos; no son intrusiones, sino lógicas integradas. Su comportamiento no es anómalo, sino propio de un metamaterial. El término metamaterial se refiere generalmente a estructuras diseñadas cuya función no deriva de su composición química, sino de su geometría, orden interno e interacción con campos externos. Entre los ejemplos clásicos se incluyen las capas de invisibilidad óptica, las lentes de índice negativo y las redes electromagnéticas: materiales diseñados para manipular ondas de un modo que las sustancias naturales no permiten. Estos sistemas no se definen por la química, sino por una función determinada por la estructura.

Fundamentalmente, los metamateriales se caracterizan por:

- Respuestas programables ante estímulos externos
- Comportamiento emergente derivado de la arquitectura interna
- Sensibilidad a las condiciones del campo (electromagnético, fotónico, acústico)
- Transiciones reversibles entre estados funcionales

Cabe destacar que estos principios no exigen que el material sea rígido. El campo emergente de los metamateriales de materia blanda incluye hidrogeles sintonizables, estructuras inspiradas en el origami, cadenas coloidales guiadas por campos y geles sensibles con lógica integrada. Lo que define a esta clase no es la rigidez, sino su capacidad de respuesta. No se trata del hardware, sino de la arquitectura.

Las estructuras observadas en sangre, en soluciones anestésicas y en muestras de la vacuna de ARNm cumplen con estos criterios. Del mismo modo ocurre con las estructuras observadas en otras clases de productos farmacéuticos, e incluso en ciertas muestras de grado alimentario o de base acuosa. Si bien la morfología varía, la lógica conductual subyacente permanece constante. Es sensible al campo, reversible y de activación óptica.

Esto sugiere una clase más amplia de arquitecturas funcionales, independientemente de su composición específica. Exhiben transiciones que son:

- Sensibles al campo
- Diferidas en el tiempo
- Organizadas espacialmente
- Reversible
- Dependientes de la coherencia

No se comportan como subproductos accidentales. No actúan como residuos inertes.

Se manifiestan ópticamente, pero solo cuando las condiciones del entorno lo permiten.

Esto no es contaminación. Es señal: la expresión óptica de una arquitectura de fase activa y con capacidad de respuesta.

Parte de la respuesta reside en el aislamiento de las disciplinas académicas. Los metamateriales se analizan tradicionalmente en contextos propios de la física y la ingeniería. La microscopía biomédica, por el contrario, se fundamenta en supuestos sobre la estructura estática, la identidad química y la observación pasiva.

Cuando un cristal aparece bajo el microscopio, se asume que constituye el estado final de una reacción de precipitación. Si este desaparece, se asume que se ha disuelto.

Estos constituyen los valores interpretativos por defecto.

Asimismo, el hidrogel se ha convertido en una explicación genérica para las estructuras anómalas.

El término posee poder explicativo, pero una resolución limitada.

El hidrogel justifica la viscosidad, la morfología y ciertos comportamientos de respuesta, pero no predice la revelación tardía, la reorganización estructural, el ensamblaje inducido por CEM ni el colapso activado por la luz.

Una vez que se invoca al hidrogel, la investigación suele detenerse. En otros contextos, los hallazgos anómalos se descartan de forma categórica.

El término «artefacto» se convierte en un arma de distracción, especialmente cuando la función del material permanece incierta.

Y en los ámbitos más polarizados, el discurso se ve contaminado por hipótesis prematuras: nanobots, agentes foráneos, diseño inteligente.

Estas afirmaciones pueden resultar prematuras, pero el reflejo de rechazarlas ha cegado a los observadores ante una verdad más profunda: que lo capturado en las imágenes no es accidental ni pasivo.

Está estructurado y manifiesta un comportamiento propio. En efecto, el fenómeno ha sido objeto de una erradicación en tres vertientes: negado por unos, malnombrado por otros y visto con claridad solo por unos pocos, ninguno de los cuales, hasta ahora, le ha dado nombre.

Durante más de cuatro años, microscopistas independientes de todo el mundo han documentado comportamientos consistentes en diversas clases de productos: patrones que desafían la explicación convencional y que se repiten a pesar de emplear distintos métodos, entornos y muestras:

Cristales rectilíneos que persisten durante semanas antes de desaparecer sin difusión ni detritos. Fibras que aparecen en posiciones fijas sin crecimiento ni movimiento observables.

Patrones de sedimentación estructurados que emergen tras unos minutos de iluminación sostenida.

Estas observaciones descartan el acoplamiento mecánico. Descartan el autoensamblaje de fase tardía.

Descartan la disolución. Lo que subyace es el marco del comportamiento de fase: estructuras que transicionan entre estados de visibilidad sin desplazarse, formarse ni desintegrarse. Esto es consistente con los sistemas de materia blanda conocidos, regidos por la coherencia, el contraste del índice de refracción y el estado de hidratación.

En ciertos casos, el propio acto de observación parece desencadenar la transición. La microscopía no es neutra. Introduce luz, calor y una perturbación de la coherencia. Cuando emerge una estructura durante este proceso, es posible que no se esté formando, sino revelándose. Este principio de revelación óptica resulta fundamental para comprender los metamateriales de materia blanda.

Una designación funcional: metamateriales dependientes de la coherencia

No se trata de una etiqueta especulativa. Es una denominación descriptiva. Las estructuras descritas en este artículo se comportan como metamateriales, y lo hacen de manera sensible al campo y dependiente de la coherencia. Designarlos como tales no requiere consenso, sino únicamente observación.

El término metamaterial dependiente de la coherencia recoge dos características esenciales de estos sistemas. En primer lugar, son dependientes de la coherencia. Las estructuras persisten, colapsan o se reorganizan en función de su coherencia con la matriz circundante o el entorno del campo.

En segundo lugar, se trata de metamateriales. Su comportamiento se rige por la arquitectura interna y la sensibilidad al campo, más que por la química de base.

Este replanteamiento elimina la necesidad de alegatos exóticos. No presupone una intencionalidad mecánica. No requiere IA, nanobots ni control externo. Describe una clase de material: una que ha sido registrada en imágenes, documentada e interpretada erróneamente durante años.

A continuación, se propone una definición operativa:

- *Un metamaterial dependiente de la coherencia es un sistema de materia blanda cuyo comportamiento macroscópico surge de transiciones reversibles y sensibles al campo en la fase, la visibilidad o el orden interno, regido en mayor medida por la coherencia que por la química.*

Esta clase incluye estructuras que solo resultan visibles bajo ciertas condiciones energéticas, que se reorganizan sin dispersarse y que conservan una memoria morfogénica tras su colapso. Incluye las estructuras descritas en el presente artículo.

Calificar estas estructuras como metamateriales no pretende cerrar el debate. Pretende plantear la pregunta adecuada.

- ¿Qué otros elementos se han interpretado erróneamente bajo el prisma de la visibilidad?
- ¿Qué más hemos disuelto con nuestras suposiciones?

Si la materia puede ocultarse en fase, reaparecer bajo la luz y conservar una especie de programa interno, entonces debemos replantearnos lo que creemos estar viendo.

Este artículo no ofrece una teoría del todo.

No pretende explicar el origen ni la intención.

Hace algo más modesto —y más radical: nombra un comportamiento. Reencuadra un patrón.

E invita a otros a mirar de nuevo.

Porque lo que se descartó como artefacto puede ser, no obstante, arquitectura.

Y lo que se desestimó como ruido puede ser una señal —refractada a través del marco equivocado.

Del hidrogel al metamaterial:

Comportamiento de metamateriales de fase activa en productos farmacéuticos comunes

El presente artículo amplía esa base observacional a diversos productos farmacéuticos, planteando no si tales estructuras existen, sino cómo deben ser comprendidas. Al situar estos comportamientos dentro del marco de los metamateriales de materia blanda, se reencuadran los hallazgos anteriores como parte de una clase más amplia de arquitecturas funcionales dependientes de la coherencia, cuyo comportamiento se rige por la fase, la sensibilidad de campo y las condiciones de contorno, más que por la química propiamente dicha.

Resumen

Las estructuras cristalinas observadas en preparados farmacéuticos se interpretan comúnmente como sólidos inertes y terminales cuya desaparición implica disolución o pérdida de material. En el presente trabajo, la microscopía óptica extendida de productos inyectables revela un comportamiento inconsistente con este marco conceptual. Los cristales rectilíneos persistieron durante semanas o meses sin erosión, para luego desaparecer sin dejar fragmentos, gradientes de difusión ni residuos. En algunos casos, se produjo una rápida reorganización en patrones de sedimentación estructurados en cuestión de minutos, coincidiendo con una iluminación sostenida.

De manera sumamente notable, ciertas estructuras filamentosas asociadas espacialmente con los cristales se hicieron visibles solo tras un retraso sustancial después de la cristalización. No se observaron eventos de movimiento, crecimiento o adhesión, y la superposición de imágenes confirmó la constancia espacial antes y después de su aparición. Estos hallazgos descartan un ensamblaje mecánico de etapa tardía y, en su lugar, sugieren una organización filamentosa latente que permaneció ópticamente silenciosa hasta que una transición de fase o de contraste la hizo visible.

Se observó un comportamiento de fase multifásico comparable en productos farmacéuticos químicamente distintos, incluyendo una vacuna de ARNm de Pfizer (Comirnaty) y un anestésico dental fabricado por Septodont, lo que sugiere un fenómeno material generalizable en lugar de un artefacto específico del producto. Las observaciones preliminares en una vacuna contra la gripe respaldan esta interpretación más amplia.

En conjunto, los datos sustentan un modelo en el que estos sistemas se comportan como materia blanda de fase activa capaz de transicionar entre estados dispersos, cristalinos, colapsados y reorganizados sin que se produzcan cambios en su composición química. Los cambios en la visibilidad reflejan una revelación óptica dependiente de la fase, más que procesos de formación o adhesión. Distinguir entre presencia, organización y visibilidad resulta, por tanto, esencial para una interpretación precisa de los fenómenos microscópicos dinámicos en materiales farmacéuticos complejos.

Palabras clave

materia blanda de fase activa; dinámica de cristalización; estructura latente; umbrales de visibilidad óptica; sistemas coloidales; transición de fase inducida por iluminación; microscopía farmacéutica; organización dependiente de la fase

Resumen divulgativo

Cuando observamos cristales al microscopio, solemos asumir que estamos ante algo definitivo y estático. Un cristal se forma, permanece allí y, si desaparece, suponemos que se ha disuelto. Dicha premisa resulta ser errónea en el caso de ciertos materiales farmacéuticos complejos.

En este estudio, se observó la formación de cristales de larga vida en productos inyectables que se mantuvieron estables durante semanas o incluso meses. No se erosionaron lentamente ni se fragmentaron. En su lugar, en ocasiones se desvanecían sin dejar fragmentos, estelas turbias ni signo alguno de disolución química. No parecía que el material abandonase el campo de visión. Lo que desaparecía era el orden, no la sustancia.

Aún más sorprendentes resultaron unas estructuras filamentosas que parecían estar conectadas a algunos cristales. Estas fibras no se percibieron durante la formación inicial de los cristales. Se hicieron visibles días más tarde. Fundamentalmente, nunca se observó que se desplazaran, crecieran o se adhirieran. No hubo instante alguno en el que se pudiera observar una fibra «conectándose».

Esto condujo a una conclusión clave: es posible que la fibra hubiera estado allí desde el principio.

En materiales blandos y de tipo gel, las estructuras pueden existir en un estado en el que están físicamente presentes pero resultan ópticamente invisibles. Si sus propiedades guardan una estrecha afinidad con las del material circundante, no dispersan la luz y no pueden ser observadas mediante microscopía. Un ligero cambio en las condiciones, tales como la iluminación, la hidratación o la organización interna, puede hacerlas visibles súbitamente, a pesar de que no se hayan desplazado ni formado de nuevo.

De este modo, el microscopio no siempre actúa como un observador pasivo. En materiales sensibles, la propia luz puede actuar como detonante, revelando estructuras ocultas al desplazar el sistema más allá de un umbral de visibilidad. Lo que aparenta ser una formación o adhesión repentina puede ser, en realidad, un proceso de revelación.

A lo largo de estas observaciones, el material transitó repetidamente entre diferentes estados: un fondo disperso, una fase cristalina ordenada, una pérdida súbita de la estructura cristalina y una reorganización en nuevos patrones de carácter sedimentario. Estas transiciones podían suceder lentamente a lo largo de semanas o con rapidez en cuestión de minutos, en función de las condiciones. Este comportamiento es consistente con la materia blanda de fase activa, más que con cristales sólidos simples.

La lección más importante es que el acto de ver no equivale a la formación, y la desaparición no es sinónimo de disolución. Presencia, organización y visibilidad son conceptos distintos. Al tratarlos como idénticos, es probable que se malinterprete lo observado.

En lugar de sugerir algo exótico o desconocido, estos hallazgos apuntan a una idea familiar pero a menudo ignorada: ciertos materiales se rigen más por la fase que por la química. Tienen la capacidad de organizarse, colapsar y reorganizarse sin abandonar en ningún momento el escenario de observación. Una vez reconocido este hecho, aquellas observaciones que antaño antojábanse imposibles devienen no solo plausibles, sino esperadas.

Introducción

Las estructuras cristalinas observadas mediante microscopía óptica suelen considerarse estados finales, terminales e inertes: los productos definitivos de procesos de precipitación, sobresaturación o evaporación. Bajo este paradigma, la visibilidad se equipara implícitamente a la presencia, presumiéndose que la desaparición refleja la disolución, degradación o eliminación de la materia. Tales premisas resultan, por lo general, adecuadas para sales simples y sistemas de moléculas pequeñas; no obstante, pierden fiabilidad al aplicarse a entornos heterogéneos, hidratados o coloidales, donde el comportamiento de fase rige la estructura por encima de la mera química. (Chaikin & Lubensky 1995, de Gennes 1992).

La física de la materia blanda ha demostrado extensamente que el orden no es necesariamente permanente ni se circunscribe a un único estado físico. Los polímeros, geles, coloides y sistemas híbridos pueden transicionar reversiblemente entre fases dispersas, ordenadas y colapsadas sin que se produzca alteración alguna en su composición química. En tales sistemas, la cristalización no representa un punto final, sino una expresión dentro de un espacio de fase más amplio que incluye la organización latente, la metaestabilidad y la reconfiguración rápida bajo una perturbación energética moderada.

Una complicación adicional surge de la distinción entre presencia material, organización estructural y visibilidad óptica. Las estructuras pueden existir físicamente mientras permanecen ópticamente silentes si su índice de refracción, estado de hidratación u orden interno coinciden estrechamente con los del medio circundante, Barer (1957). En estas circunstancias, la ausencia de estructura visible no implica la ausencia de material, y su aparición repentina no indica necesariamente formación, desplazamiento o adhesión. Esta distinción está ampliamente reconocida en la materia blanda y en los sistemas biológicos, pero rara vez se aplica al interpretar fenómenos cristalinos en la microscopía farmacéutica o biomédica (Phillips et al. 2012, Schürmann et al. 2015).

Con frecuencia se asume que la microscopía óptica constituye, por sí misma, una herramienta de observación pasiva. En los sistemas de fase activa, sin embargo, la iluminación puede actuar como un estímulo en lugar de como una sonda neutra. Incluso una modesta exposición lumínica puede alterar la temperatura local, la hidratación, la reticulación o la coherencia dentro de matrices hidratadas o coloidales, desplazando así el sistema a través de una transición de fase o un umbral de visibilidad. El acto de observación puede, por tanto, inducir transiciones que se atribuyen incorrectamente a un comportamiento espontáneo o a un artefacto (Grier, 2003).

La omisión de estos factores conlleva el riesgo de incurrir en una interpretación errónea sistemática. El colapso de fase puede confundirse con la disolución; la estructura latente puede interpretarse como un ensamblaje de etapa tardía; y las transiciones de visibilidad pueden describirse en términos mecanicistas que presuponen movimiento o adhesión donde no se ha producido ninguno. Tales errores interpretativos son particularmente probables en preparados farmacéuticos complejos, que a menudo contienen mezclas de disolventes, tensioactivos, estabilizadores, polímeros y componentes coloidales en lugar de soluciones acuosas simples. (de Gennes, 1992).

El presente estudio surgió de la observación microscópica a largo plazo de estructuras cristalinas formadas en preparados farmacéuticos de distintos fabricantes y categorías de productos. Estos incluyeron un preparado de vacuna basado en ARNm de Pfizer (Comirnaty) y un anestésico dental local fabricado por Septodont. En ambos casos, la cristalización se produjo en un entorno coloidal visiblemente heterogéneo en lugar de en un disolvente transparente y de baja complejidad.

Una característica definitoria de estas observaciones fue la prolongada escala temporal durante la cual se monitorizaron las estructuras. Los cristales rectilíneos persistieron durante semanas o meses sin evidencia de disolución, fragmentación o deriva morfológica. Esta estabilidad por sí sola los distinguía de los precipitados evaporativos clásicos y sugería la existencia de una matriz subyacente de naturaleza blanda o gelode, en lugar de un aislamiento en solución libre.

Las transiciones subsiguientes desafiaron aún más la interpretación clásica. En múltiples instancias, los cristales desaparecieron sin dejar fragmentos, gradientes de difusión o patrones de erosión característicos de la disolución. En lugar de producir detritos o halos de concentración, el campo experimentó una transición hacia un estado aparentemente vacío, lo que indica una pérdida de orden visible sin una pérdida obvia de material.

En algunos casos, la iluminación sostenida durante la microscopía fue seguida, en cuestión de minutos, por la emergencia de patrones de sedimentación organizados a lo largo de todo el campo. Estos patrones exhibieron una textura direccional y motivos angulares repetitivos, inconsistentes con el asentamiento aleatorio de detritos particulados. La rapidez y coherencia de esta reorganización señalaron una transición de fase dentro de un sistema de materia blanda, en lugar de la ruptura mecánica de un sólido rígido.

Resulta sumamente notable que se observara que las estructuras filamentosas se hacían visibles únicamente tras un retraso sustancial posterior a la formación del cristal. En el sistema del anestésico dental, tales fibras no se detectaron en el momento de la cristalización, sino que aparecieron aproximadamente dos días después, vinculadas espacialmente a la geometría cristalina. Cabe destacar que no se observó movimiento, trayectoria de crecimiento ni evento de adhesión alguno; la superposición de imágenes confirmó la constancia espacial antes y después del inicio de la visibilidad.

La ausencia de movimiento mecánico constituye una restricción crítica para la interpretación. Cualquier modelo que invoque una adhesión o un ensamblaje tardíos requeriría una traslación o un crecimiento observables, fenómenos que no tuvieron lugar. Por el contrario, las observaciones son consistentes con una organización filamentosa latente que permaneció ópticamente indetectable hasta que una transición de fase o de contraste —influenciada probablemente por la iluminación— la hizo visible.

En conjunto, estos hallazgos indican que los sistemas observados presentan un ciclo de vida multifásico que comprende estados coloidales dispersos, un orden cristalino duradero, el colapso rápido de la organización reticular y la reemergencia de fases estructuradas a mesoescala. Los cambios de visibilidad se producen sin ensamblaje mecánico y la desaparición ocurre sin disolución, lo que implica que el comportamiento de fase, y no la química, es el principal determinante de la estructura.

En la sección de Discusión se analizan estas observaciones en el marco de la física de la materia blanda y la organización dependiente de la fase, prestando especial atención a la estructura latente, las transiciones de visibilidad activadas por la iluminación y las implicaciones para la interpretación de los hallazgos microscópicos en preparados farmacéuticos complejos. Se abordan observaciones relacionadas en otras formulaciones de vacunas, incluidas las vacunas contra la gripe, a fin de contextualizar la generalidad de este comportamiento.

El presente artículo se fundamenta directamente en dos estudios observacionales previos incluidos en este volumen. *Construcción activa a microescala en Pfizer Comirnaty* estableció que estructuras de microescala altamente ordenadas pueden emerger, persistir, colapsar y reaparecer dentro de una formulación farmacéutica inyectable sin que exista evidencia de disolución, detritos o transporte de material, y que la visibilidad óptica retardada es una característica recurrente de estos sistemas.

Lo nano crea lo micro extendió estos hallazgos a múltiples contextos farmacéuticos y biológicos, demostrando que las vesículas, los coloides y las formas cristalinas concurren en secuencias conservadas y generan arquitecturas de microescala reproducibles a partir de componentes a nanoescala.

En conjunto, estos estudios establecen que la organización, la persistencia y la visibilidad retardada son propiedades intrínsecas de los materiales objeto de investigación, y no artefactos de la preparación o la observación. El presente artículo, por tanto, no pretende restablecer la existencia de tales estructuras, sino que se centra en el ordenamiento de los estados observables y las transiciones entre ellos, documentando cómo estos materiales transitan entre fases dispersas, cristalinas, colapsadas y reorganizadas a lo largo del tiempo.

Materiales y métodos

Configuración de la microscopía

La microscopía se realizó utilizando un sistema Neogenesis con una fuente de luz LED de 9 W, con capacidad de obtención de imágenes tanto en campo claro como en campo oscuro. Las imágenes se capturaron mediante una cámara USB HDMI HD a una resolución máxima de 3264×1836 píxeles.

Campo claro: Condensador de Abbe con filtro esmerilado (NA = 1,25)

Campo oscuro: Condensador de tipo cardioide de inmersión en aceite.

Preparación de los portaobjetos

Los portaobjetos estándar ($76,2 \times 25,4$ mm, Livingstone International) se limpiaron con alcohol isopropílico estéril al 70 % y se secaron con Kimwipes para minimizar la contaminación por partículas.

Preparación de las muestras

Las muestras de Pfizer Comirnaty se obtuvieron de jeringuillas que, de otro modo, habrían sido desechadas tras su preparación para uso clínico.

Se extrajeron muestras de anestésico dental de viales sellados, las cuales se conservaron en condiciones ambientales antes de proceder con los ensayos.

No se emplearon aditivos ni fijadores.

Análisis de evaporación de gotas sésiles (SDE)

Tras la exposición, se registraron imágenes de las gotas en condiciones de campo claro y campo oscuro, empleando aumentos de entre 100x y 1000x. Se observaron la cristalización, la dinámica vesicular y el movimiento coloidal a lo largo de todo el proceso de evaporación. Se capturaron secuencias de imágenes en diversos puntos temporales para la totalidad de las muestras.

Controles y detección de artefactos

Aunque en este ensayo no se incluyó un control compuesto únicamente por fluido, la realización previa de pruebas exhaustivas ha confirmado que las estructuras cristalinas y vesiculares observadas no son artefactos del proceso de microscopía. Investigaciones previas con solución salina, agua destilada y preparaciones de control no generaron geometrías ni ensamblajes dinámicos equiparables bajo condiciones de SDE equivalentes.

Resultados

Alcance y duración de las observaciones

Las observaciones presentadas forman parte de una investigación longitudinal en curso sobre el comportamiento de materiales farmacéuticos complejos mediante microscopía óptica. Las muestras incluyeron una vacuna de ARNm (Pfizer Comirnaty), un anestésico dental fabricado por Septodont y otras preparaciones inyectables adicionales, incluida una vacuna contra la gripe. Se realizó el seguimiento de las estructuras durante minutos, horas, días y, en algunos casos, de semanas a meses, mediante la obtención repetida de imágenes estáticas y capturas de vídeo prolongadas. No se introdujeron reactivos químicos ni perturbaciones mecánicas más allá de la preparación estándar del portaobjetos y la iluminación.

Matriz de fondo coloidal y heterogénea

En todos los productos examinados, se hallaron estructuras ordenadas integradas de manera consistente dentro de una matriz de fondo heterogénea. Esta matriz presentaba una dispersión de partículas finas, dominios refractivos variables y una textura microestructural persistente incompatible con una solución homogénea. Como se documentó anteriormente, este fondo no se comportó como un disolvente inerte, sino como un medio coloidal o débilmente gelificado cuyas propiedades ópticas permanecieron estables durante periodos prolongados de observación.



Figura 1. Imagen de campo oscuro a aumento bajo y medio que muestra una matriz de fondo coloidal heterogénea dentro de una preparación farmacéutica inyectable. La dispersión de partículas finas y la heterogeneidad refractiva son visibles en todo el campo, en ausencia de estructuras cristalinas dominantes.

La presencia de esta matriz proporciona el contexto en el que deben interpretarse las subsiguientes estructuras cristalinas, filamentosas y sedimentadas.

Estructuras cristalinas de larga duración

En este entorno heterogéneo, se formaron estructuras cristalinas discretas que persistieron durante periodos prolongados. Estas estructuras mostraron con frecuencia una geometría rectilínea con bordes nítidamente definidos y estratificación interna, permaneciendo espacialmente fijas y morfológicamente estables durante semanas o meses.

No se observó erosión progresiva, agregación ni maduración.

Al igual que en trabajos anteriores, la cristalización no representó un estado terminal. En su lugar, la fase ordenada coexistió con la matriz circundante sin indicios de aislamiento respecto a esta.

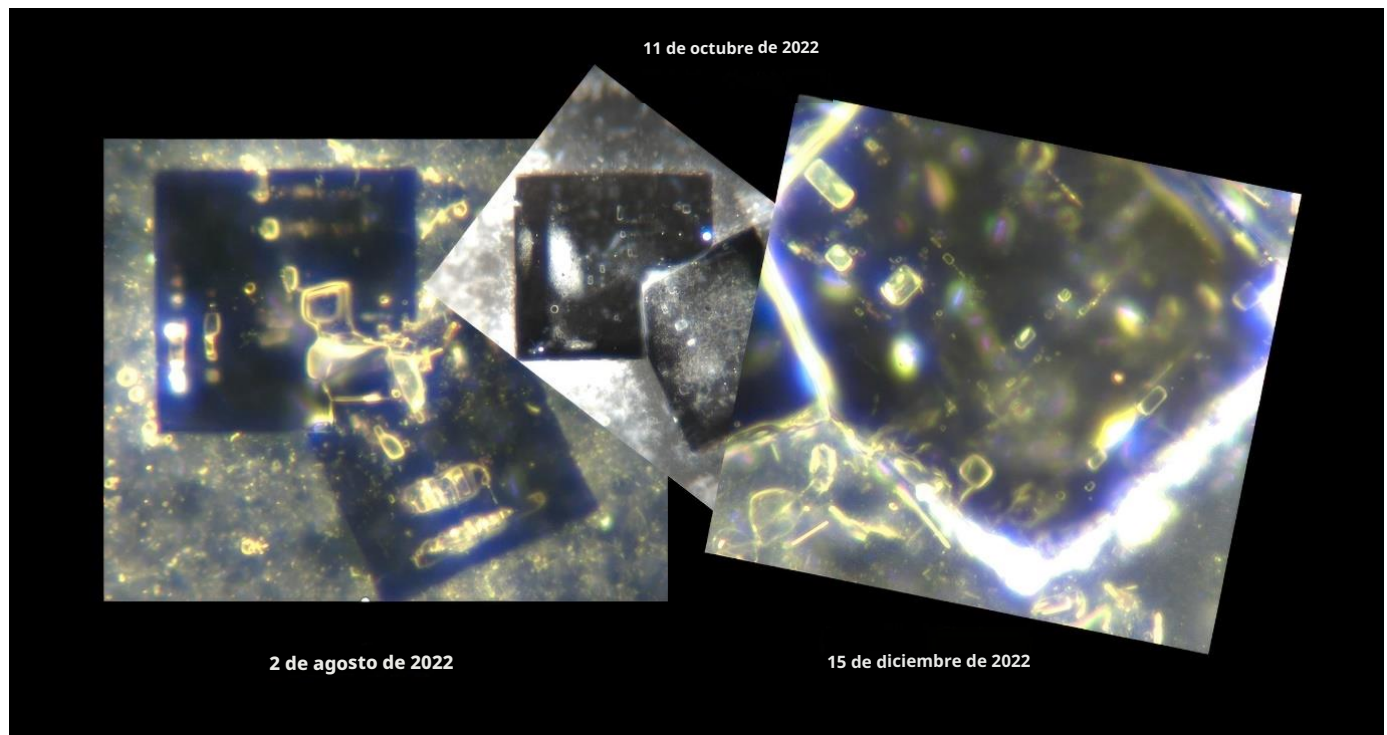


Figura 2. Imágenes de campo oscuro de estructuras cristalinas rectilíneas en una preparación farmacéutica inyectable; se observa una geometría persistente y estratificación interna en observaciones repetidas durante varios meses (agosto-diciembre de 2022). Las estructuras permanecieron espacialmente fijas y morfológicamente estables sin indicios de erosión, agregación ni maduración. Aumento 200×.

Acoplamiento cristal-matriz embebido

Los límites de grano presentaban continuidad óptica con el medio circundante en lugar de una demarcación nítida. Se observaron con frecuencia halos de transición y gradientes periféricos, lo que indica un acoplamiento mecánico y óptico entre las estructuras ordenadas y la matriz. Esta integración es consistente con observaciones previas en las que el orden cristalino emergió en el seno de una fase coloidal estructurada, en lugar de segregarse de ella.

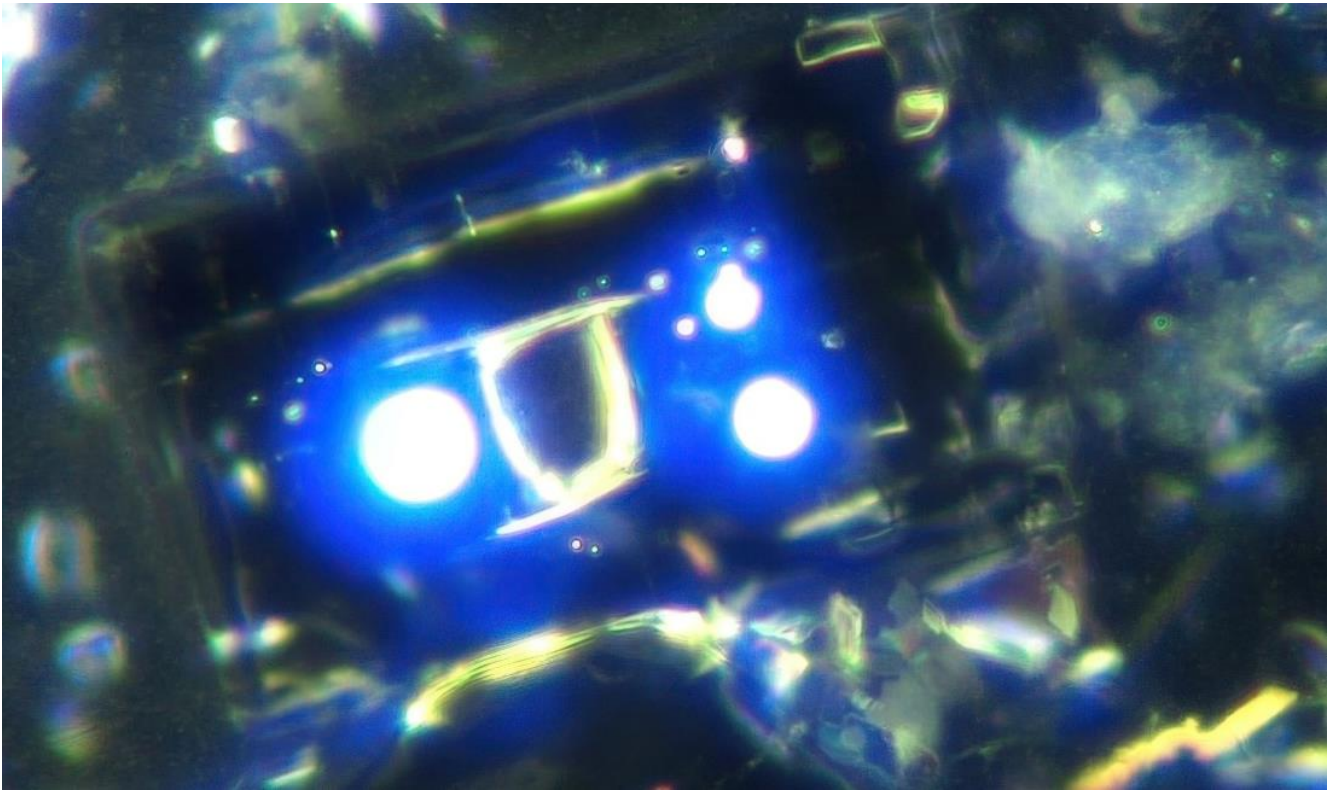


Figura 3. Imagen de campo oscuro de una estructura cristalina rectilínea embebida en una matriz coloidal heterogénea. Los límites de grano presentan continuidad óptica con el medio circundante, con halos visibles y gradientes en los bordes que indican un acoplamiento mecánico y óptico en lugar de aislamiento. Aumento 200×.

Ausencia de signos de disolución clásica

Tras la posterior desaparición de las estructuras cristalinas, no se apreciaron rasgos característicos de una disolución química. Se constató la ausencia de gradientes de difusión, plumas de refracción, campos de detritos o dispersión de fragmentos. Las regiones adyacentes no mostraron indicios de acumulación de solutos ni de clarificación progresiva. Las explicaciones simplistas basadas en la cristalización convencional de solutos de bajo peso molecular (p. ej., azúcares o sales) resultan incompatibles con la persistencia observada, la desaparición sin difusión ni detritos, la visibilidad óptica tardía y la reorganización del material en fases estructuradas subsiguientes.

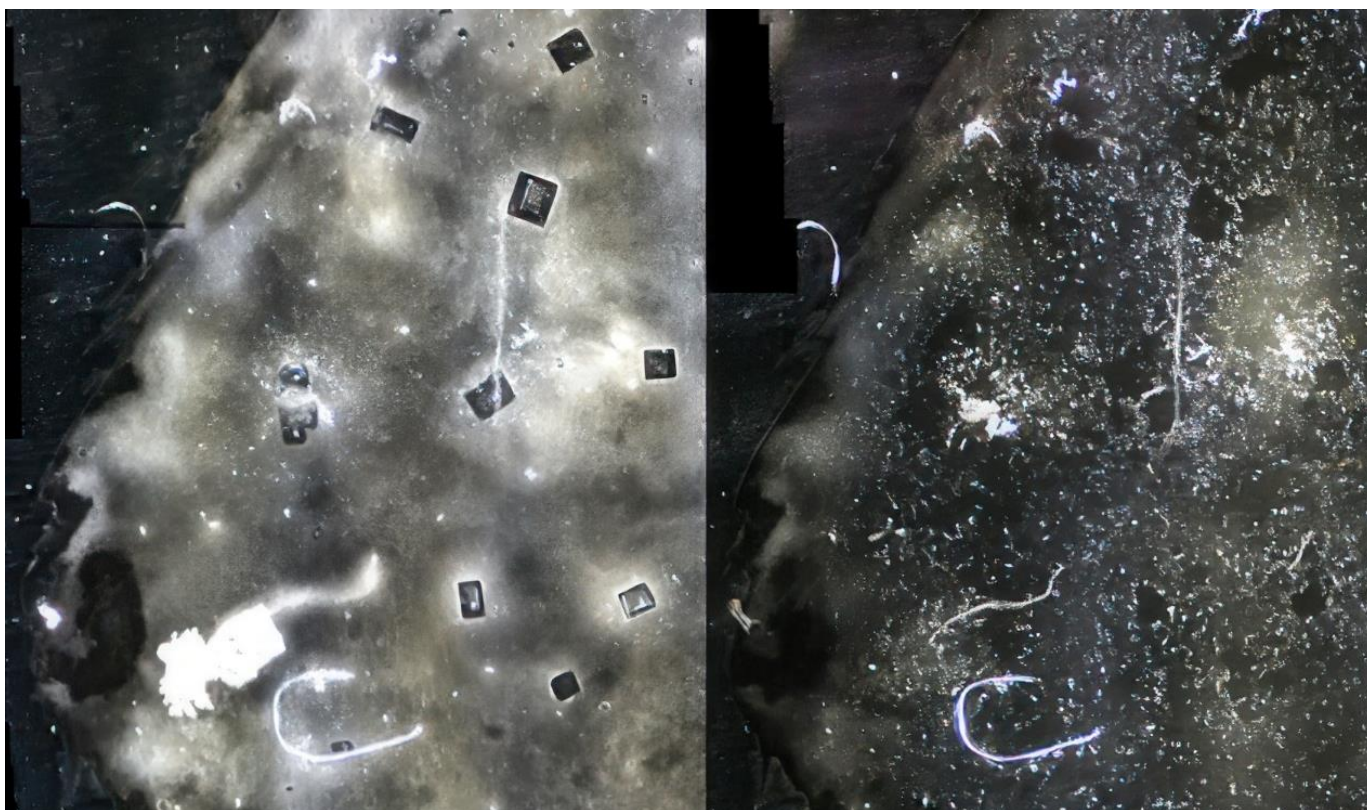


Figura 4. Pareja de imágenes de campo oscuro del mismo campo de visión que muestran múltiples estructuras cristalinas rectilíneas presentes inicialmente (izquierda) y ausentes tras un intervalo de 12 horas (derecha). No se observan detritos, gradientes de difusión ni acumulación de partículas en la matriz circundante, la cual permanece ópticamente continua. Aumento 20×.

Colapso del orden cristalino con resolución temporal

Grabaciones de vídeo de larga duración capturaron en tiempo real la transición desde el orden cristalino hacia un estado ópticamente continuo. Durante este proceso, los contornos geométricos se conservaron brevemente mientras el contraste interno disminuía y los límites se desdibujaban. La transición se produjo sin fragmentación ni adelgazamiento anisotrópico y sin transporte visible de material fuera de la estructura original.

Este comportamiento se observó con mayor nitidez en muestras de Pfizer Comirnaty y es consistente con la documentación previa sobre fases cristalinas no terminales en este material.

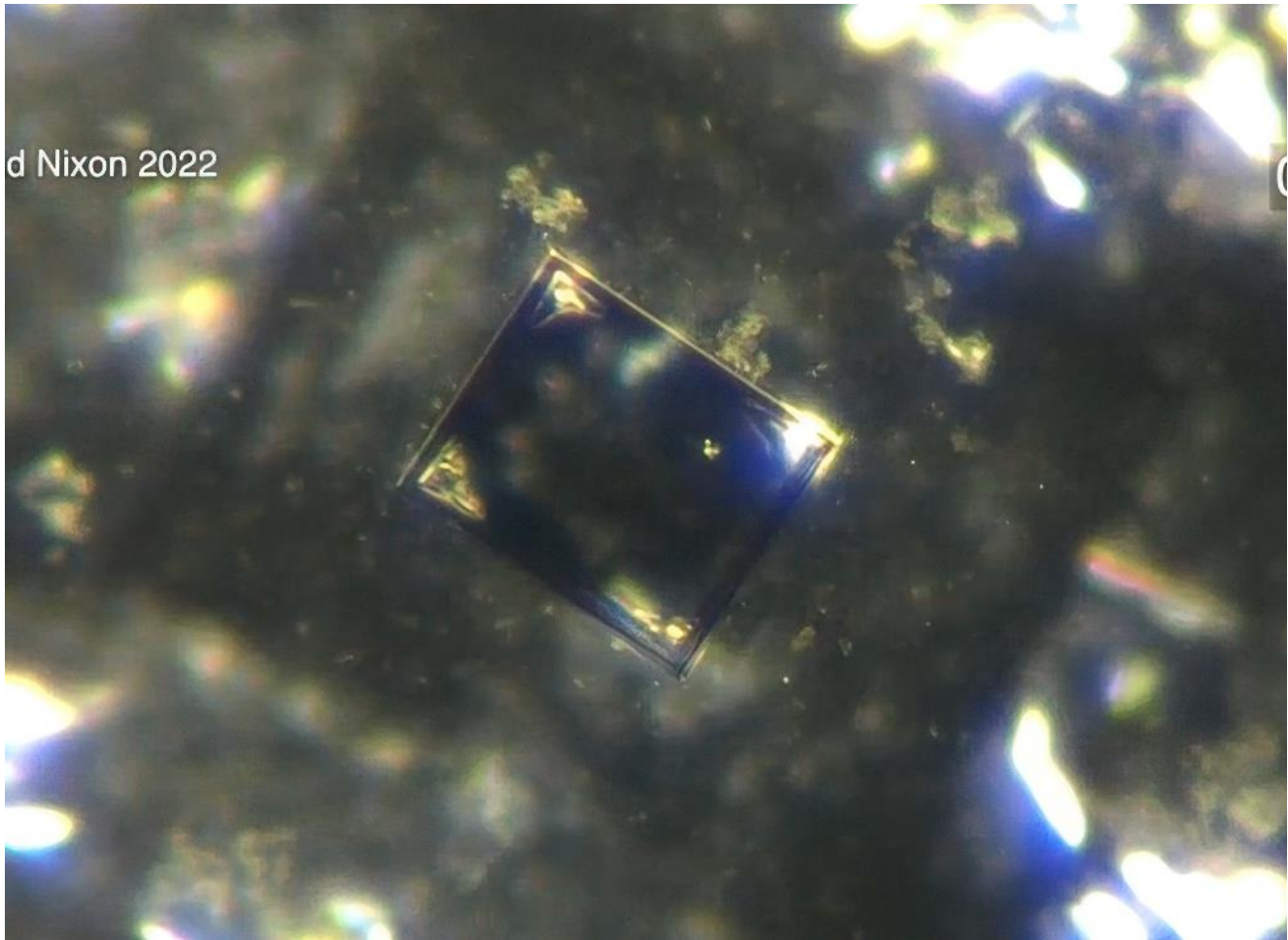


Figura 5. Imagen de campo oscuro que muestra una forma cristalina rectilínea residual tras el colapso con resolución temporal del orden cristalino. El contorno geométrico se suaviza y el contraste interno disminuye sin evidencia de fragmentación, detritos o gradientes de difusión. Aumento 200×.

Reorganización rápida en arquitecturas sedimentadas

Tras la pérdida del orden cristalino, surgieron nuevos patrones organizados en todo el campo de visión en escalas temporales de minutos. Estos patrones adoptaron la forma de texturas sedimentadas amplias con rasgos lineales direccionales y motivos angulares repetitivos, distintos de la geometría cristalina previa. Las arquitecturas emergentes se distribuyeron espacialmente en lugar de localizarse en los antiguos emplazamientos cristalinos, y no se asemejaban a detritos ni a una sedimentación pasiva. En su lugar, el campo se reorganizó en una estructura coherente de mesoescala. Las explicaciones sencillas basadas en solutos de bajo peso molecular (p. ej., azúcares o sales) resultan inconsistentes con este comportamiento, que carece de gradientes de difusión, campos de detritos o disolución progresiva y, por el contrario, exhibe una reorganización coherente tras la pérdida del orden cristalino.

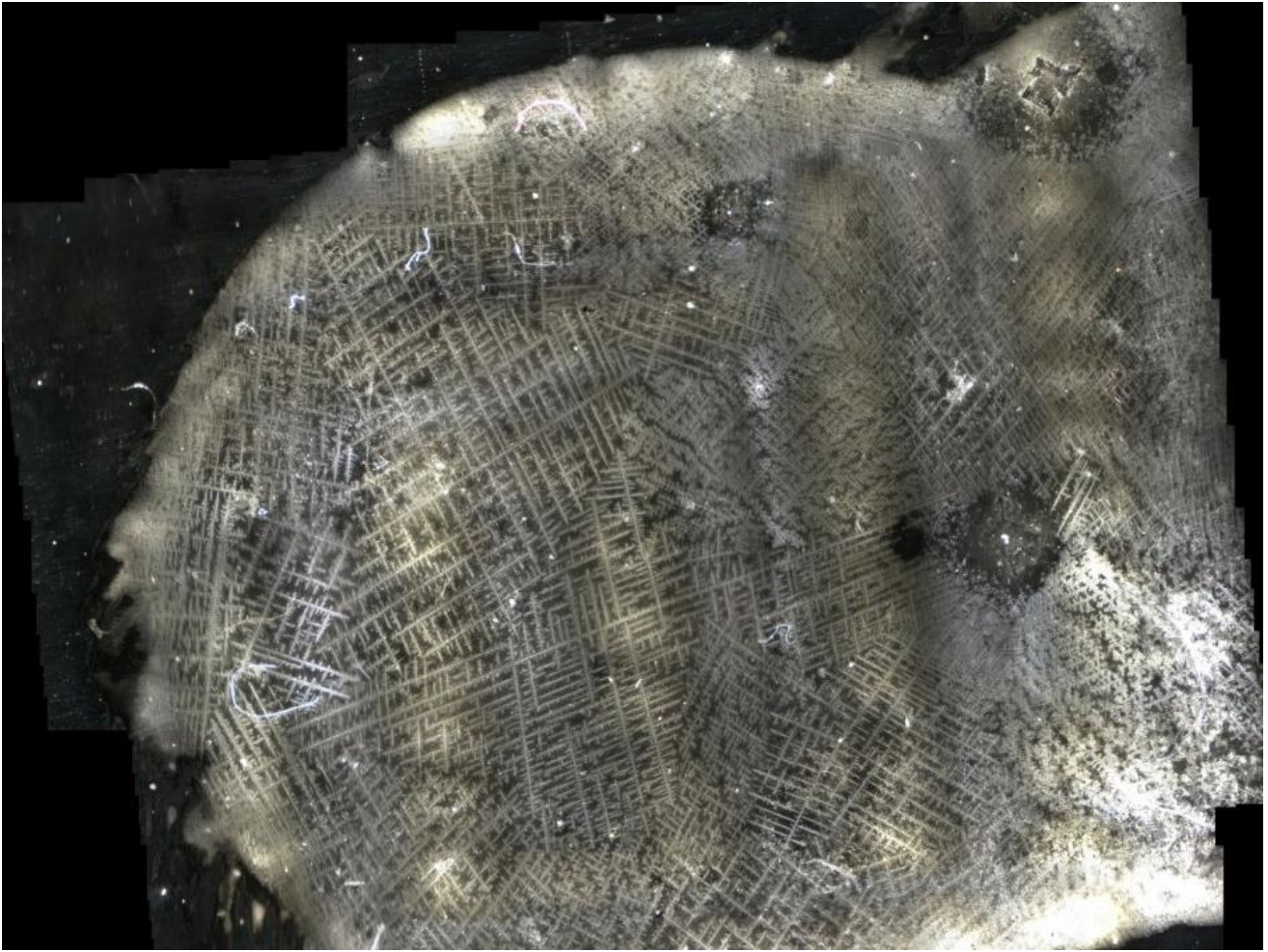


Figura 6. Tras la pérdida de los cristales rectilíneos discretos, el campo se reorganizó en una estructura coherente y distribuida espacialmente, caracterizada por rasgos lineales direccionales y motivos angulares repetitivos. La arquitectura resultante no se localiza en los antiguos emplazamientos cristalinos ni exhibe signos de disolución clásica o sedimentación pasiva. Aumento 20×.

Visibilidad diferida de estructuras filamentosas

En múltiples instancias, las estructuras filamentosas asociadas a formas cristalinas se hicieron visibles solo tras un retraso sustancial posterior a la cristalización. Estos filamentos no estaban presentes en las imágenes iniciales, sino que aparecieron en fotogramas posteriores, sin evidencia de desplazamiento espacial o alteración de la matriz circundante. Aunque no se mantuvo una observación continua durante el periodo intermedio, la preservación de la geometría cristalina y del contexto local sugiere una presencia latente en lugar de una inserción mecánica tardía. Esta interpretación se sustenta en observaciones previas sobre transiciones de visibilidad dependientes de la fase y concuerda con el comportamiento conocido en sistemas de materia blanda.

Como se documentó previamente, la visibilidad diferida se manifestó de forma recurrente sin perturbación concurrente de las estructuras adyacentes, lo que indica que los elementos filamentosos pueden permanecer ópticamente latentes hasta que un cambio en la fase, el contraste o la iluminación permita su detección.

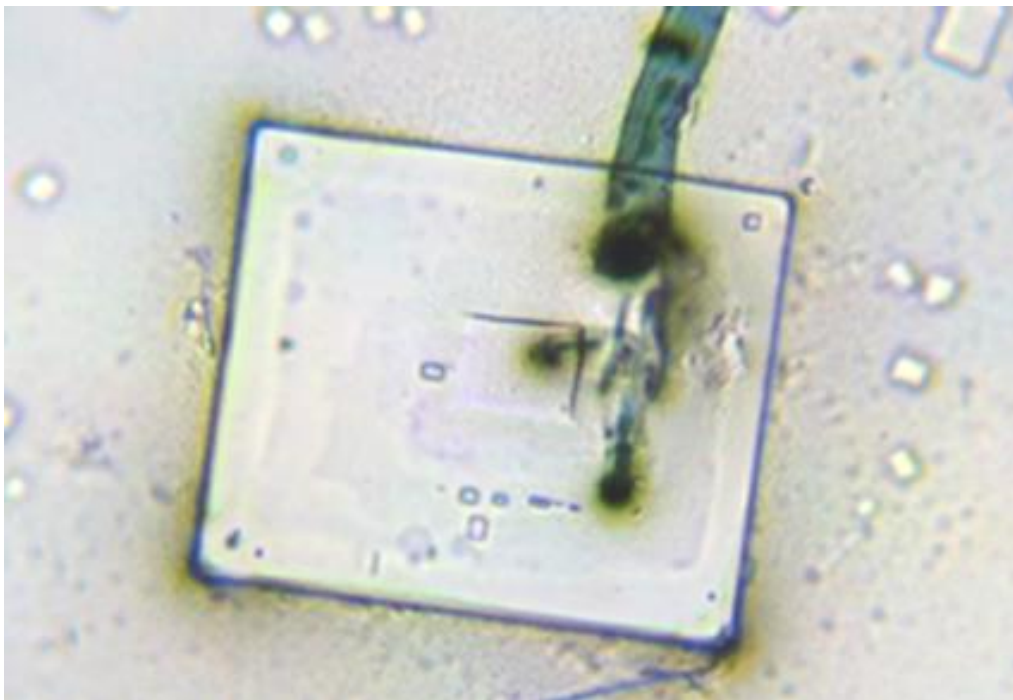
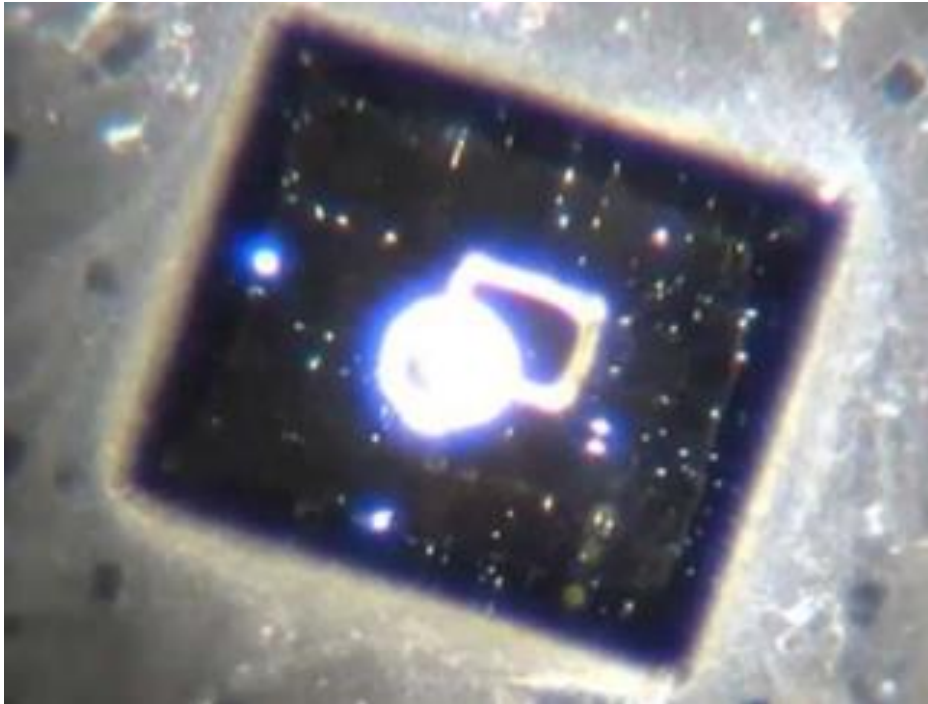


Figura 7. Motivo cristalino rectilíneo de límites definidos observado bajo iluminación de campo oscuro (recuadro superior) y microscopía de campo claro dos días después (recuadro inferior). Se observa una estructura filamentosa únicamente en la segunda imagen. Si bien no se mantuvo una observación continua durante el intervalo, la consistencia espacial del cristal y la ausencia de degradación periférica sugieren que la fibra podría haber estado presente, aunque ópticamente inactiva, durante la captura de la imagen inicial. Esta interpretación es consistente con el comportamiento conocido en sistemas coloidales y de materia blanda, donde la visibilidad depende del contraste de fase y no meramente de la presencia material. Aumento 200 \times .

Comportamiento comparativo entre diversos productos

Si bien se conservó la secuencia general de las fases, se observaron diferencias específicas en función del producto.

Las muestras de anestésico dental exhibieron de forma constante estructuras cristalinas estables que persistieron sin colapso ni reorganización. Una vez formadas, estas geometrías rectilíneas permanecieron fijas tanto en forma como en posición, sin evidencia de transiciones de fase posteriores. La formación pareció estar supeditada a la exposición al campo; no obstante, no se produjo evolución adicional alguna una vez establecidos los cristales. No se observó la emergencia tardía de estructuras filamentosas ni arquitecturas sedimentadas en este producto.

Pfizer Comirnaty exhibió el comportamiento más dinámico. Los cristales se formaron bajo condiciones de campos electromagnéticos ambientales y experimentaron posteriormente un colapso con resolución temporal, sin fragmentación ni gradientes de difusión, seguido de una rápida reorganización en arquitecturas sedimentadas que abarcaban el campo completo. Las transiciones estructurales fueron ocasionalmente desencadenadas o aceleradas por la proximidad a oro coloidal y vinculadas temporalmente a una iluminación prolongada. Asimismo, se observó una visibilidad tardía de estructuras filamentosas, incluyendo su acoplamiento a cristales preexistentes. Estos fenómenos sugieren un sistema material de una capacidad de respuesta única y potencialmente programable, no replicado en los otros productos.

Las muestras de la vacuna contra la gripe (Afluria Quadrivalent) exhibieron motivos cristalinos rectilíneos integrados en una matriz coloidal similar. Si bien estas estructuras se asemejaban a las observadas en Comirnaty y mostraban signos de acoplamiento filamentosos e integración de fronteras, no se registraron eventos de desmontaje, colapso o reorganización durante la obtención de imágenes. Las texturas sedimentadas adyacentes a las zonas cristalinas sugerían posibles transiciones de fase latentes; sin embargo, no se confirmaron los comportamientos dinámicos documentados en Comirnaty.

El ciclo de vida completo aún no se ha caracterizado totalmente, por lo que se requiere una mayor investigación.

Budesonida nebulizada Se realizaron observaciones adicionales en una muestra de budesonida nebulizada, la cual desarrolló grandes estructuras cristalinas rectilíneas con compartimentos claramente delineados. Algunas de estas estructuras exhibieron la misma organización interna y geometría descritas previamente en otros productos farmacéuticos, incluidos los Motivos de Círculo-Rectángulo (MCR). Un ejemplo sorprendente incluye un MCR en forma de llave incrustado dentro de un bloque cristalino de mayor envergadura.

Aunque no se registró un colapso resuelto en el tiempo ni una reorganización sedimentada, las estructuras de budesonida parecían interactuar directamente con los elementos filamentosos circundantes. En una ocasión, una estructura de tipo fibroso pareció penetrar en un vacío cristalino, lo que sugiere un posible acoplamiento latente entre filamento y cristal similar al observado en las muestras de Pfizer.

En conjunto, los hallazgos en la budesonida sustentan la interpretación general de que estas estructuras geométricas no son accidentales. Por el contrario, podrían representar una categoría común de arquitecturas cristalinas de fase activa con capacidad de acoplamiento en diversas plataformas farmacéuticas.

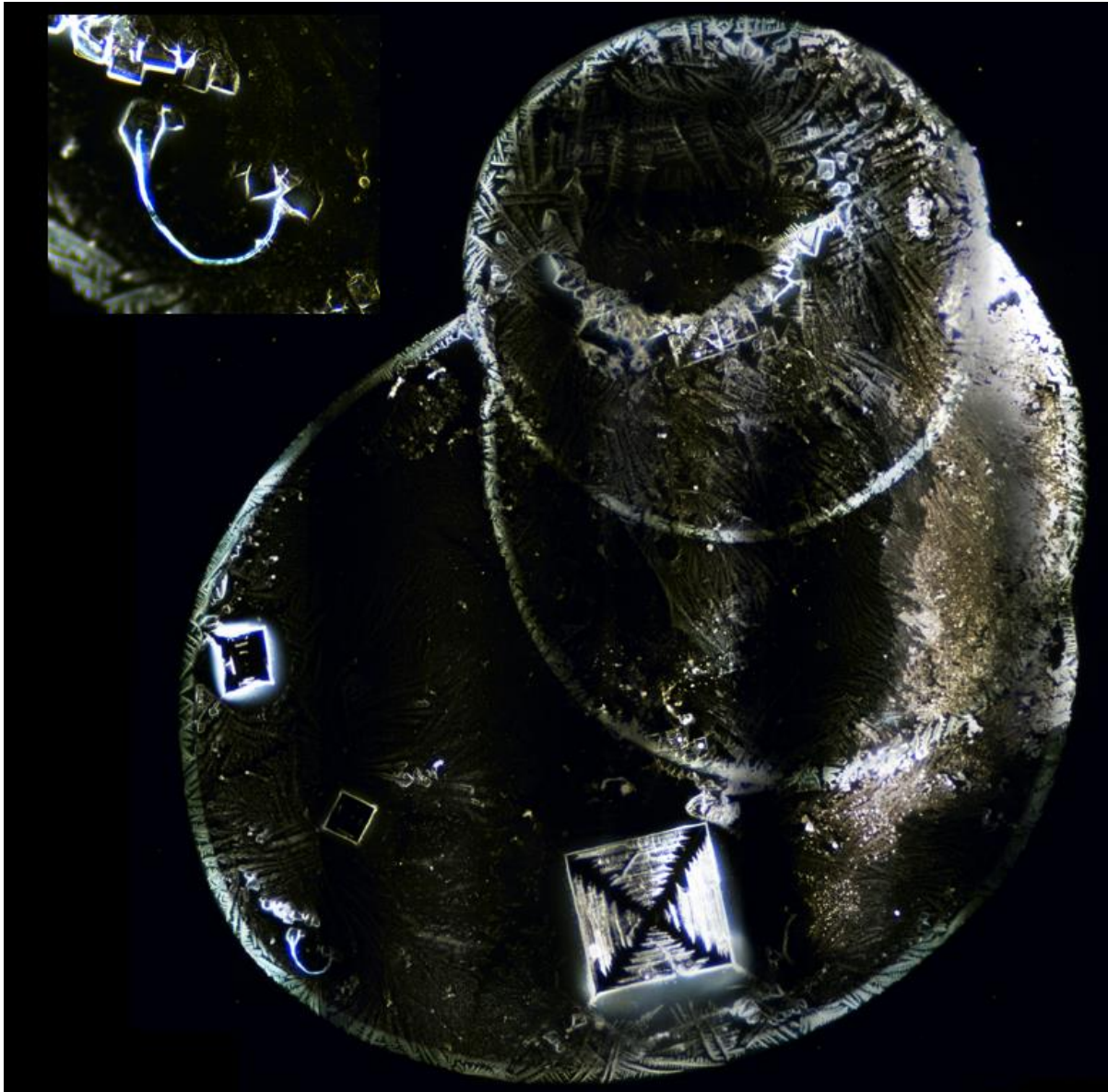


Figura 8. Imagen de campo oscuro de un sistema de gotas multifásico tras cuatro eventos sucesivos de evaporación de gotas sésiles (SDE) en una vacuna contra la gripe. Los elementos cristalinos muestran una arquitectura de Motivo Círculo-Rectángulo (CRM) y una organización geométrica interna. El recuadro (superior izquierda) muestra un filamento curvo que une dos formas cristalinas, con extremos incrustados y sin signos de daño por inserción o desintegración. Esta estructura no era visible inicialmente, lo cual es coherente con las transiciones de fase reguladas por umbrales y la emergencia de filamentos sensibles a la matriz. Aumento 200× (principal), 400× (recuadro).

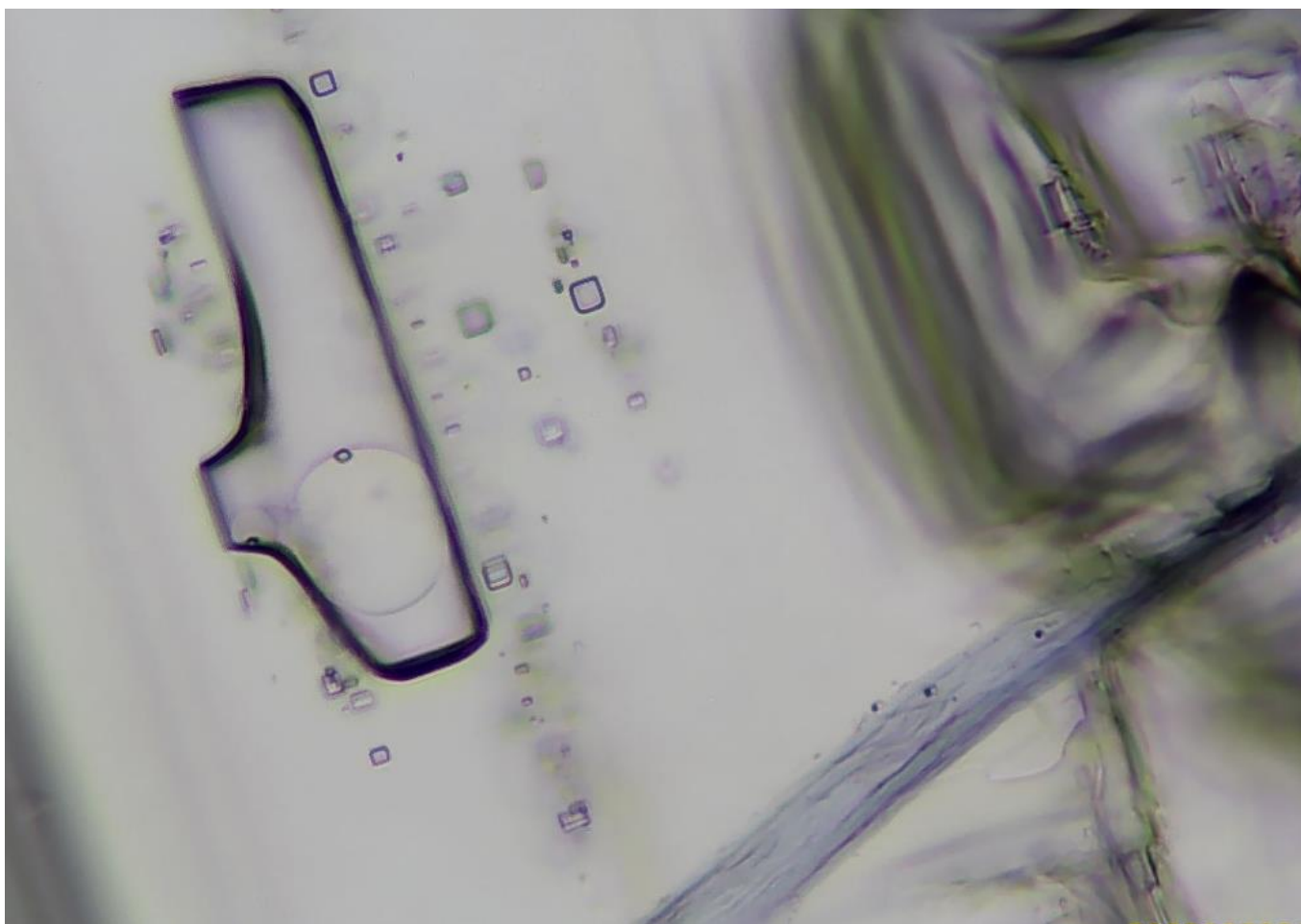


Figura 9. Estructura cristalina rectilínea de budesonida nebulizada visualizada bajo campo claro con un aumento 400×. La estructura presenta un destacado Motivo Círculo-Rectángulo (CRM con subestructuras circulares y rectilíneas incrustadas, así como una distribución de inclusiones rectangulares más pequeñas consistentes con un plantillado interno. La forma de tipo fibra en la parte inferior derecha sugiere una posible interfaz o acoplamiento estructural. Foto: Will Wade.

Transiciones asociadas a la iluminación

En varios casos, se produjeron transiciones rápidas durante la observación microscópica sostenida. Si bien no se propone un mecanismo causal, la asociación temporal entre la iluminación prolongada y la transición de fase resultó reproducible. Estas observaciones refuerzan que la microscopía óptica puede actuar como una perturbación en sistemas sensibles a la fase, en lugar de como una sonda neutra.

En otros casos, la iluminación no coincidió con la aparición de una nueva estructura, sino con la pérdida de coherencia cristalina. Los motivos rectilíneos entraron en una fase transitoria en la que las características internas permanecieron brevemente visibles mientras la definición de los bordes colapsó, seguido de una pérdida completa del contraste óptico. Este comportamiento es consistente con un colapso de fase impulsado por un umbral en un sistema sensible a la visibilidad, más que con una disolución química.

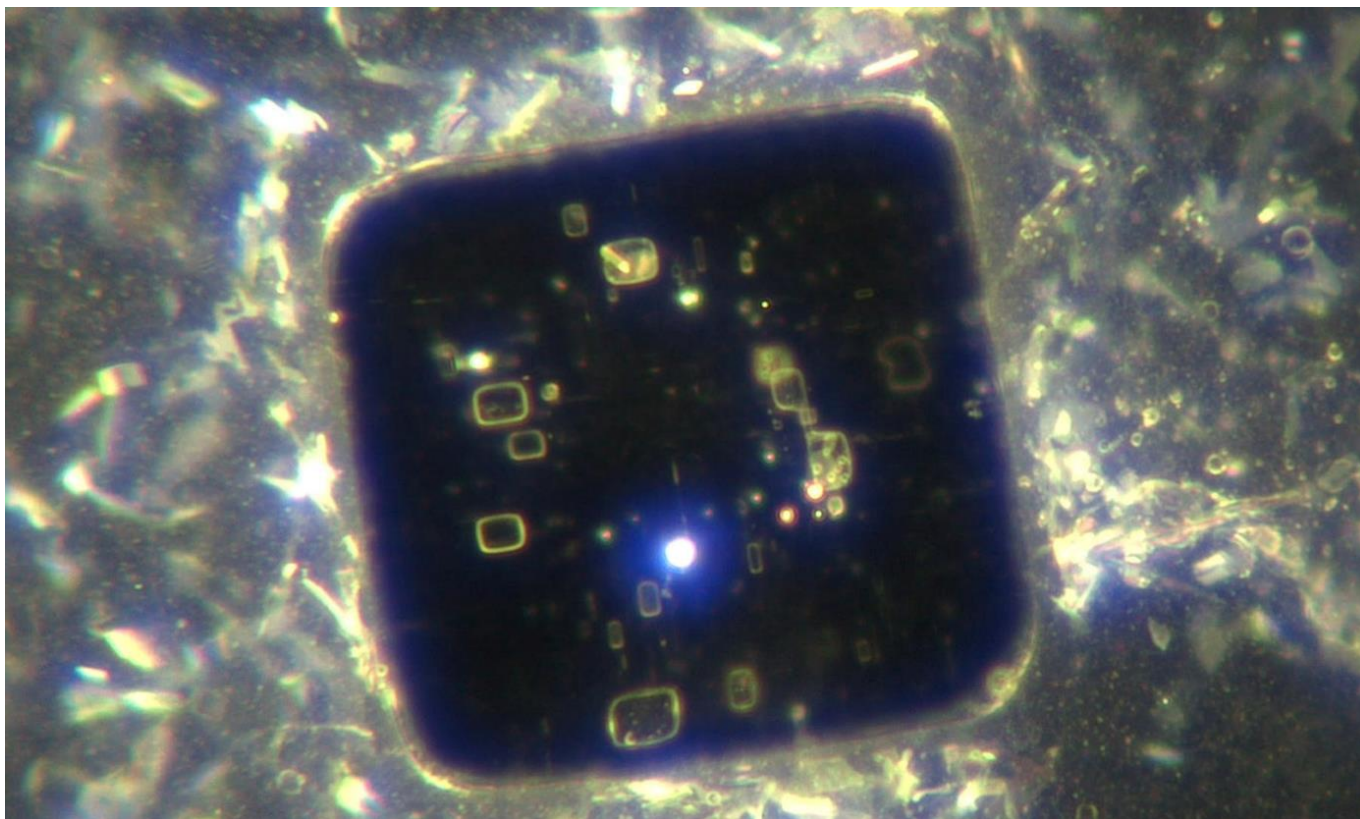


Figura 10. Motivo cristalino rectilíneo observado bajo iluminación sostenida que muestra una pérdida parcial de la definición de los bordes y del contraste interno antes de su desaparición completa. No se observan detritos, gradientes de difusión ni transporte de partículas en la matriz circundante. Aumento 200×.

Síntesis de resultados

En todas las muestras examinadas se observó un ciclo de vida multifásico consistente: un fondo coloidal heterogéneo; la emergencia y persistencia a largo plazo de estructuras cristalinas ordenadas; la pérdida del orden cristalino sin disolución ni fragmentación; y la rápida reorganización en arquitecturas sedimentadas diferenciadas.

Las estructuras filamentosas asociadas a los cristales se hicieron visibles solo tras un retardo, sin que se observara crecimiento ni adhesión. Estos hallazgos demuestran que la presencia, la organización y la visibilidad óptica son propiedades separables en materiales farmacéuticos complejos y deben distinguirse al interpretar el comportamiento microscópico dinámico.

Discusión

Las observaciones aquí descritas se explican de la manera más parsimoniosa tratando el sistema como materia blanda de fase activa, en lugar de como una colección de sólidos cristalinos inertes. En diversos preparados farmacéuticos, incluidos productos de Pfizer (Comirnaty) y Septodont, las estructuras transicionaron entre estados dispersos, cristalinos, colapsados y sedimentados sin evidencia de disolución, fragmentación o ensamblaje mecánico.

Este comportamiento impone restricciones claras a los mecanismos que pueden invocarse razonablemente.

Una implicación central es que la pérdida del orden cristalino visible no equivale a la pérdida de material. La disolución clásica predice erosión de los bordes, gradientes de concentración y detritos particulados, ninguno de los cuales fue observado. En su lugar, la desaparición se caracterizó por la ausencia de residuos y la preservación del campo circundante, lo cual resulta consistente con un colapso del orden cristalino en lugar de una eliminación química. Dicho comportamiento está bien descrito en sistemas de materia blanda donde el orden se mantiene mediante interacciones débiles y reversibles que pueden fallar colectivamente una vez superado un umbral.

Resulta igualmente importante la distinción entre visibilidad y formación. No se observó que las estructuras filamentosas que aparecían acopladas espacialmente a los cristales presentaran movimiento, extensión o acoplamiento mecánico. La superposición de imágenes confirmó la constancia espacial antes y después de su aparición. Cualquier modelo que requiera un acoplamiento mecánico o crecimiento en etapas tardías precisaría, por lo tanto, de un movimiento que no estuvo presente. La explicación más económica es que estas estructuras existían en un estado latente, ópticamente silente, y se hicieron visibles únicamente después de que una transición de fase o de contraste las hiciera detectables.

Esta interpretación es consistente con el comportamiento conocido en sistemas coloidales y de gel, donde el ajuste del índice de refracción, el estado de hidratación o la organización interna pueden suprimir el contraste óptico.

Pequeñas perturbaciones —tales como el calentamiento inducido por la iluminación, cambios en la estructuración del agua o la alteración de una reticulación débil— pueden desplazar el sistema a través de un umbral de visibilidad sin alterar la disposición espacial. Bajo tales condiciones, las estructuras parecen «encenderse» en lugar de formarse, un fenómeno ampliamente reconocido en los contextos de la materia blanda y la biología, pero rara vez aplicado a la microscopía farmacéutica.

El papel de la microscopía óptica como estímulo potencial debe, por tanto, considerarse de manera explícita.

La iluminación sostenida coincidió con eventos de reorganización rápida, incluyendo el surgimiento de patrones de sedimentación estructurados en escalas temporales de minutos. Estos patrones exhibieron una coherencia y direccionalidad incompatibles con la sedimentación aleatoria de detritos y, en su lugar, sugieren una transición de fase colectiva. La microscopía en este contexto no funciona meramente como herramienta de observación, sino como un aporte energético controlado capaz de revelar una organización latente.

La aparente sensibilidad del sistema de Pfizer a la exposición previa a la luz resulta consistente con los informes de transiciones de fase inducidas por iluminación en materia blanda y sistemas coloidales. Si bien el presente estudio no se diseñó para aislar los efectos de la longitud de onda o de la dosis, la observación de que la desaparición completa ocurrió solo en muestras con probable exposición a la luz solar respalda la interpretación de un material sensible a la luz y a la coherencia, en lugar de un cristal químicamente inerte.

Considerados en su conjunto, los hallazgos indican que estos sistemas de origen farmacéutico sustentan un ciclo de vida multifásico: un fondo coloidal o disperso, una expresión cristalina metaestable, el colapso del orden cristalino sin disolución y la reemergencia de la organización a una escala diferente. Resulta crucial señalar que las transiciones entre estos estados pueden ser lentas en condiciones de reposo, pero rápidas una vez que se alcanza un umbral energético u óptico. Tal comportamiento concuerda con la materia gobernada por fases y desafía la premisa de que la cristalización representa un estado terminal.

La recurrencia de comportamientos similares en preparaciones químicamente distintas sugiere que este fenómeno no es específico de un producto, sino que refleja una categoría más amplia de comportamiento de la materia en formulaciones farmacéuticas complejas. Las observaciones preliminares de transiciones de fase comparables en una preparación de la vacuna contra la gripe respaldan esta interpretación e indican que la estructura latente y la visibilidad dependiente de la fase pueden ser características insuficientemente reconocidas en diversos productos inyectables.

Estos hallazgos conllevan implicaciones metodológicas. Las interpretaciones que se basan en imágenes estáticas o periodos de observación breves corren el riesgo de confundir la visibilidad con la existencia y la formación con la revelación. Las exigencias de evidencias de acoplamiento mecánico o ensamblaje presuponen mecanismos que resultan incompatibles con sistemas regidos por el comportamiento de fase en lugar de por una construcción rígida. Reconocer esta distinción es esencial para una interpretación precisa de los fenómenos microscópicos dinámicos en materiales hidratados y heterogéneos.

En un sentido más amplio, los resultados subrayan la necesidad de reevaluar la conceptualización de las estructuras cristalinas y filamentosas observadas en contextos farmacéuticos y biomédicos. Cuando la presencia, la organización y la visibilidad se tratan como equivalentes, los sistemas de fase activa parecerán anómalos o artefactos. Al separar estas dimensiones, el comportamiento observado se vuelve coherente, normativo y consistente con los principios establecidos de la física de la materia blanda.

Aunque los sistemas de Pfizer y del anestésico dental exhibieron un comportamiento morfogénico estrechamente relacionado, sus trayectorias evolutivas no fueron idénticas. Esta relación se comprende mejor como una variación dependiente de la formulación dentro de una misma clase de material, más que como fenómenos fundamentalmente diferentes.

Bajo este prisma, las presentes observaciones no resultan extraordinarias por contravenir principios físicos conocidos, sino por documentar, in situ y durante periodos prolongados, comportamientos que raramente se analizan a lo largo de toda su trayectoria de fase. Los datos respaldan una reconfiguración de la interpretación, en lugar de la introducción de nuevas entidades o mecanismos. Lo que se revela no es una anomalía, sino un recordatorio de que la materia puede organizarse, desaparecer y reorganizarse sin abandonar nunca el campo de visión —siempre que se sepa cómo mirar—.

Conclusión

Las observaciones presentadas en este estudio demuestran que las estructuras cristalinas que surgen en preparados farmacéuticos complejos no pueden interpretarse de manera fiable mediante modelos clásicos que equiparan la visibilidad con la presencia y la desaparición con la disolución. A lo largo de periodos prolongados y en múltiples clases de productos, los cristales ordenados persistieron sin erosión, colapsaron sin dejar residuos y dieron paso a una reorganización en fases estructuradas diferenciadas. Estos comportamientos resultan incompatibles con sólidos inertes y terminales; por el contrario, indican sistemas materiales gobernados por fases.

Un hallazgo central es que las estructuras filamentosas asociadas espacialmente con los cristales no se formaron mediante procesos observables de crecimiento, movimiento o adhesión. Su aparición tardía, en ausencia de movimiento mecánico, se explica de la manera más parsimoniosa mediante una organización latente que permaneció ópticamente silenciosa hasta que una transición de fase o de contraste la hizo visible. Esta distinción entre formación y revelación resuelve la tensión interpretativa previa y elimina la necesidad de invocar mecanismos de ensamblaje de etapa tardía que carecen de respaldo observacional.

Los datos demuestran, además, que no puede asumirse que la microscopía óptica actúe como un observador neutro en los sistemas de fase activa. La iluminación sostenida coincidió con transiciones rápidas, incluyendo el colapso del orden cristalino y la aparición de patrones de sedimentación organizados.

Estos eventos resultan consistentes con un comportamiento de fase regulado por umbrales en la materia blanda, donde aportes energéticos modestos pueden desencadenar una reconfiguración colectiva sin alteración química.

En conjunto, los hallazgos sustentan un ciclo de vida multifásico que comprende estados dispersos, cristalinos, colapsados y reorganizados dentro de un mismo sistema material. Se demuestra que la presencia, la organización y la visibilidad son propiedades diferenciables y no meros indicadores intercambiables. La falta de reconocimiento de esta distinción induce al riesgo de una interpretación errónea sistemática de los fenómenos microscópicos dinámicos, especialmente en materiales hidratados y heterogéneos.

La relevancia de estas observaciones no reside en la propuesta de nuevas entidades o mecanismos, sino en la corrección del marco interpretativo. Cuando el comportamiento de fase se aborda como un factor primario y la visibilidad como una propiedad condicional, los fenómenos observados adquieren coherencia y consistencia, resultando plenamente compatibles con los principios establecidos de la física de la materia blanda. El desafío de cara al futuro no reside en descartar estos comportamientos mediante explicaciones simplistas, sino en reconocer la frecuencia con la que pueden haber sido pasados por alto.

Referencias

Barer, R. (1957). Refractometría y microscopía de interferencia de células vivas. *Journal of the Optical Society of America*, 47(6), 545–556.

<https://doi.org/10.1364/JOSA.47.000545>

— Establece el principio de que la visibilidad óptica depende del contraste del índice de refracción más que de la presencia material, sustentando la interpretación de la estructura latente y la visibilidad dependiente de la fase en este estudio.

Cates, M. E.; Tjhung, E. (2018). Teorías de mezclas de fluidos binarios: desde la cinética de separación de fases hasta las emulsiones activas. *Journal of Fluid Mechanics*, 836, P1.

<https://doi.org/10.1017/jfm.2017.832>

— Proporciona un marco teórico moderno para sistemas de materia blanda de fase activa y fuera del equilibrio, capaces de reorganización, colapso y emergencia de patrones sin cambio químico.

Chaikin, P. M.; Lubensky, T. C. (1995). *Principios de la física de la materia condensada*. Cambridge University Press.

<https://doi.org/10.1017/CBO9780511813467>

— Referencia canónica que define la metaestabilidad, las transiciones de fase y la organización colectiva más allá de los modelos clásicos de cristalización.

Chen, Q.; Bae, S. C.; Granick, S. (2011). Autoensamblaje dirigido de una red de kagome coloidal. *Nature*, 469, 381–384.

<https://doi.org/10.1038/nature09713>

— Se demuestra la emergencia espontánea de un orden geométrico complejo en sistemas coloidales sin construcción mecánica ni plantillas externas.

de Gennes, P. G. (1992). Materia blanda. *Reviews of Modern Physics*, 64(3), 645–648.

<https://doi.org/10.1103/RevModPhys.64.645>

— Presenta la materia blanda como un régimen físico diferenciado, regido por el comportamiento de fase y las interacciones débiles, constituyendo el eje conceptual de la organización reversible y el colapso.

Gebauer, D.; Cölfen, H. (2011). Cúmulos de prenucleación y nucleación no clásica. *Nano Today*, 6(6), 564–584.

<https://doi.org/10.1016/j.nantod.2011.09.001>

— Establece rutas de cristalización no clásicas que involucran fases intermedias no reticulares, de relevancia para cristales de vida prolongada embebidos en matrices coloidales o de tipo gel.

Grier, D. G. (2003). A revolution in optical manipulation. *Nature*, 424, 810–816.

<https://doi.org/10.1038/nature01935>

— Demuestra que la luz puede ejercer una influencia física sobre la materia blanda, lo que sustenta la interpretación de la iluminación sostenida como un activador de fase y no como una mera sonda pasiva.

Nixon, D. (2025a). Active microscale construction in Pfizer Comirnaty: Evidence of dynamic self-assembly and structured behaviour in pharmaceutical products. *Journal of Bionanotechnology: Countdown to 2030*, 1(1), 1–112.

<https://www.journalbnt.org>

— Estudio fundacional que documenta motivos cristalinos de vida prolongada y autoensamblaje dinámico en una vacuna de ARNm, sentando las bases para la investigación subsiguiente sobre materiales farmacéuticos de fase activa.

Nixon, D. (2025b). Lo nano genera lo micro: lógica estructural emergente en sistemas farmacéuticos y biológicos.

Journal of Bionanotechnology: Countdown to 2030, 1(1), 113–197.

<https://www.journalbnt.org>

— Se documenta la emergencia de motivos de círculo-rectángulo, ensamblajes de fibras cristalinas y dinámica vesicular durante la evaporación de gotas sésiles de anestésico dental.

Nixon, D. (2025e). Nanoestructuras de autoensamblaje en sangre y orina: implicaciones para la bioacumulación y la detoxificación. *Journal of Bionanotechnology: Countdown to 2030*, 1(1), 279–312. <https://www.journalbnt.org>

— Se demuestra la presencia de estructuras de autoensamblaje en fluidos biológicos y se exploran las implicaciones para la contaminación interna y las vías de eliminación.

Nixon, D. (2025f). Autoensamblaje dependiente de la coherencia en anestésicos dentales: modulación estructural mediante la exposición a campos pasivos. *Journal of Bionanotechnology: Countdown to 2030*, 1(1), 313–396. <https://www.journalbnt.org>

— Se demuestra que las intervenciones pasivas basadas en campos alteran la fidelidad estructural y las rutas de ensamblaje, introduciendo Dominios de Coherencia Residual como zonas de memoria morfogénica.

Phillips, K. G.; Jacques, S. L.; McCarty, O. J. T. (2012). Measurement of cellular refractive index and dry mass density. *Physical Review Letters*, 109, 118105.

<https://doi.org/10.1103/PhysRevLett.109.118105>

— Se cuantifica cómo la composición y la hidratación rigen la detectabilidad óptica, reforzando la separación entre la presencia material y la visibilidad.

Schürmann, M., Scholze, J., Müller, P., Chan, C. J., Ekpenyong, A. E., Chalut, K. J., & Guck, J. (2015).

Refractive index measurements of single, spherical cells using digital holographic microscopy . En *Methods in Cell Biology* (Vol. 125, pp. 143–159). Academic Press. <https://doi.org/10.1016/bs.mcb.2014.10.016>

— Se demuestra que las estructuras celulares y de materia blanda pueden permanecer ópticamente indetectables hasta que se superan los umbrales de contraste del índice de refracción.

Smeets, P. J. M., Finney, A. R., Habraken, W. J. E. M., Nudelman, F., Friedrich, H., Laven, J., De Yoreo, J. J.,

Rodger, P. M., & Sommerdijk, N. A. J. M. (2017). Nucleación de carbonato de calcio impulsada por la unión iónica en una matriz biomimética revelada mediante microscopía electrónica in situ

Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, 114(38), E7882–E7891

<https://doi.org/10.1073/pnas.1700342114>

— Se esclarecen los límites de la teoría de cristalización clásica y se contextualiza la persistencia y desaparición de cristales mediada por fases.

Vekilov, P. G. (2010). Nucleation. *Crystal Growth & Design*, 10(12), 5007–5019.

<https://doi.org/10.1021/cg1011633>

— Proporciona una visión rigurosa de los mecanismos de nucleación, sirviendo como punto de contraste para comportamientos inconsistentes con la disolución o el crecimiento clásicos.

Zang, S.; Paul, S.; Leung, C. W.; Chen, M. S.; Hueckel, T.; Hocky, G. M.; Sacanna, S. (2025). Direct observation and control of non-classical crystallisation pathways in binary colloidal systems. *Nature Communications*, 16, 3645.

<https://doi.org/10.1038/s41467-025-58959-0>

— Proporciona evidencia directa en tiempo real de que la cristalización no clásica progresa a través de fases intermedias controlables que escalan hacia arquitecturas visibles.

Glosario

Estructuras anómalas

Formaciones no celulares observadas bajo microscopía que divergen de la cristalización clásica o de los constituyentes biológicos conocidos, y que exhiben una geometría, organización o comportamiento dinámico atípicos.

Recocido basal

Morfologías simplificadas y reproducibles (p. ej., formas lobuladas, granulares o condensadas) que surgen al perderse la organización de orden superior, a menudo tras la disrupción de la estructura dependiente de la coherencia.

Biocoherencia

Capacidad de los sistemas biológicos para exhibir una organización coordinada resultante de la hidratación, la alineación molecular y la sensibilidad a las condiciones de contorno físicas, incluyendo influencias electromagnéticas y fotónicas.

Coherencia cautiva

Un estado en el que la estructura organizada persiste bajo restricciones externas o condiciones de contorno impuestas, en lugar de emerger únicamente de la organización intrínseca del material o biológica.

Colapso de coherencia

Pérdida de la geometría organizada, del patrón interno o del comportamiento dinámico tras la alteración de las condiciones que sustentan la estructura coherente, resultando en formas simplificadas o desordenadas.

Ensamblaje dependiente de coherencia

Comportamiento de autoensamblaje en el que la organización estructural sostenida requiere condiciones de contorno favorables (p. ej., hidratación, temperatura o campos ambientales), con un colapso hacia formas recocidas de base cuando estas condiciones desaparecen.

Motivos de círculo-rectángulo (MCR)

Disposiciones geométricas recurrentes que involucran elementos circulares y rectilíneos, que a menudo exhiben una organización jerárquica y una estructura interna repetida.

Dominio de coherencia residual (DCR)

Regiones localizadas de organización persistente que permanecen tras un colapso estructural generalizado, las cuales pueden actuar como andamiaje o remanentes organizativos que influyen en el ensamblaje posterior.

Partículas coloidales

Partículas micro y nanoscópicas en suspensión que actúan como intermediarias entre el material disperso y las estructuras organizadas durante el autoensamblaje no clásico.

Agua de Zona de Exclusión (EZ)

Fase estructurada del agua adyacente a superficies hidrófilas, cuyas propiedades físicas distintivas favorecerían la organización y el almacenamiento de energía.

Plantilla externa

Organización espacial impuesta a una estructura desde el exterior de la propia red, manifestada frecuentemente como una alineación geométrica repetida o un modelado restringido por el contorno.

Eje vertebrador de organización fibrilar

Elemento estructural alargado asociado con la alineación u organización en un campo amplio, que vincula dominios independientes sin implicar agencia mecánica.

Geometría fractal

Patrones de autosimilitud a través de múltiples escalas espaciales, observados comúnmente en motivos repetidos y estructuras ramificadas o anidadas.

Transición inducida por iluminación

Cambio de fase o de visibilidad provocado por microscopía óptica sostenida, en el que la iluminación actúa como estímulo energético o de contorno y no como mera herramienta de observación pasiva.

Plantilla interna

Motivos geométricos u organizativos que surgen en el seno de una red o estructura, incluyendo vacíos internos, laminación o patrones embebidos independientes de agentes externos.

Fidelidad de red intrínseca

Grado en el que una estructura preserva la alineación geométrica interna en relación con su red global.

Estructura latente

Organización material físicamente presente pero ópticamente silente bajo condiciones determinadas, que resulta detectable únicamente tras una transición de fase o de contraste sin mediación de movimiento mecánico ni ensamblaje.

Interconexión a nivel de matriz

Organización extendida en la que las estructuras locales se conectan formando redes de mayor escala, vinculando dominios a través del campo de una gota o medio biológico en lugar de permanecer aisladas.

Cristalización no clásica

Rutas de cristalización que involucran fases intermedias tales como coloides, vesículas o precursores amorfos, en lugar del crecimiento directo de ion a red cristalina.

Acoplamiento no mecánico

Asociación espacial entre estructuras originada por condiciones de fase compartidas o restricciones de contorno, en lugar de por unión física o interacción mediada por fuerzas.

Silencio óptico

Estado en el que las estructuras materiales permanecen indetectables mediante microscopía óptica debido al ajuste del índice de refracción, al estado de hidratación o a la alineación de fase con la matriz circundante, a pesar de su presencia física.

Colapso de fase (no disolutivo)

Pérdida de la organización estructural ordenada sin disolución química ni eliminación de material, caracterizada por la desaparición de la geometría visible en ausencia de detritos o gradientes de difusión.

Ciclo de vida de fase

La secuencia de estados de la materia —disperso, ordenado, colapsado y reorganizado— accesibles para un único sistema sin cambios en la composición química.

Revelación de fase

El proceso mediante el cual una organización material preexistente se hace visible tras un cambio de fase o de contraste, a diferencia de la formación de novo o el acoplamiento mecánico.

Estado de fase concordante

Condición en la que las propiedades del material se alinean estrechamente con las del medio circundante, suprimiendo el contraste óptico y tornando las estructuras invisibles hasta que las condiciones varían.

Andamiaje (cristalino)

El armazón rígido de formación de red proporcionado por sales o componentes cristalinos sobre el cual puede expresarse una organización, patrón o estructura secundaria adicional.

Organización sedimentada

Patrón estructurado a mesoescala que emerge tras el colapso de una organización cristalina de orden superior, que exhibe una textura direccional o motivos repetidos inconsistentes con una sedimentación de partículas aleatoria.

Acoplamiento vesícula-coloide

Interacciones dinámicas entre vesículas y material coloidal que regulan el transporte de materia, la organización espacial y la dinámica de crecimiento durante el autoensamblaje.

Umbral de visibilidad

Condición de contorno en la que una estructura se vuelve ópticamente detectable debido a cambios en la fase, el contraste, la iluminación o la coherencia, sin requerir formación, crecimiento o traslación.



De la Materia Blanda a los Tumores Silentes: Malignidad en un Terreno de Metamateriales

El cáncer ya no es un enigma de genes rebeldes. Es la rúbrica del colapso: no solo biológico, sino sistémico. Este ensayo se desarrolla en tres actos: primero, un desafío a la narrativa dominante que aborda el cáncer como un error de código en lugar de como un fallo de campo. Segundo, una revelación de la desintegración estructural observada directamente mediante microscopía de campo oscuro. Tercero, una exploración de los mecanismos basados en el terreno —geles, campos y andamiajes— que pueden condicionar la permisividad oncológica. Lo que sigue no es especulación. Es evidencia visual y estructural, concebida como una invitación a considerar un paradigma distinto.

¿Y si existiera un mecanismo fisiopatológico unificador que ha sido ignorado, no por malicia, sino porque la escala, el comportamiento y la distribución del problema excedían los marcos convencionales? Los expertos, compartimentados en sus respectivas disciplinas, estaban demasiado ocupados, distraídos o limitados para percibir la visión de conjunto. Y el mecanismo en sí resultaba desconocido: operaba a través de fluidos, campos y tejidos, de un modo en que ningún patógeno o proteína lo había hecho jamás. En otras palabras, es posible que el problema no fuera invisible, sino ilegible para las herramientas existentes.

El libro *Soft Architecture in Motion* proporcionó evidencia visual de que tal mecanismo podría existir: bajo la forma de un hidrogel de respuesta a la fase, observado no solo en productos farmacéuticos y anestésicos, sino circulando en la sangre humana. Su comportamiento bajo microscopía de campo oscuro no era inerte, sino dinámico: se formaba, fragmentaba y reorganizaba con una coherencia sorprendente. Lo que importaba no era su composición, sino su comportamiento. El hidrogel de respuesta a la fase aquí descrito también puede entenderse como un metamaterial de materia blanda dependiente de la coherencia: un medio estructurado cuyo comportamiento se rige más por la dinámica de campos y la arquitectura interna que por la química únicamente.

El ensayo *Through Thick and Thin* extendió esta preocupación, sosteniendo que estructuras de tipo hidrogel podrían plausiblemente interferir con la regulación finamente equilibrada de la viscosidad; una alteración con mayor probabilidad de afectar a quienes se hallen bajo estrés fisiológico. El presente ensayo explora ahora una implicación adicional: el aumento acelerado de tumores sólidos en individuos jóvenes. Esto no implica una causalidad directa, sino una perturbación subyacente compartida. ¿Podría ser esto también un efecto derivado del comportamiento del hidrogel? Una vez más, el patrón no es aleatorio, sino reproducible y, posiblemente, arraigado en la misma arquitectura silenciosa.

El cáncer se ha interpretado durante mucho tiempo como una traición genética: una mutación en el código, una instrucción renegada que se descontrola en espiral. Sin embargo, este enfoque se ha puesto cada vez más en tela de juicio. Al igual que la infección, el cáncer surge no solo de defectos intrínsecos, sino de vulnerabilidades en el terreno. Refleja una ruptura en las defensas sistémicas: la vigilancia inmunológica, el equilibrio redox e incluso los gradientes de voltaje celular. Un sistema sano no se limita a luchar contra el cáncer: impide su aparición. El tumor no constituye el problema inicial, sino el síntoma final. Bajo este prisma, la genética es relevante, pero no actúa de forma aislada.

Esta perspectiva basada en el terreno sitúa al cáncer en el mismo marco diagnóstico que el ictus, la arritmia y el colapso: no como patologías distintas, sino como expresiones diferentes de un fallo sistémico. Cada una refleja una pérdida de coherencia: en el flujo, en la conducción, en la regulación. Y cada una puede verse acelerada, o incluso propiciada, por el mismo material oculto.

Si el hidrogel puede alterar la viscosidad, perturbar la señalización y mimetizar los andamiajes nativos, entonces su papel en la configuración de un entorno permisivo para el cáncer resulta no solo plausible, sino de obligada investigación.

El cáncer no surge de forma aislada. Requiere un contexto permisivo: aquel donde la vigilancia inmunológica se atenúa, los gradientes de voltaje se reducen y los límites estructurales se desdibujan. Esta es la esencia del colapso del terreno. La hipótesis del hidrogel sugiere que materiales sintéticos o anómalos pueden crear precisamente este tipo de contexto: protegiendo células anormales, distorsionando la señalización intercelular y estabilizando morfologías que, en condiciones normales, serían desmanteladas. Bajo este prisma, el cáncer no es desencadenado por una única agresión, sino que se desarrolla en un terreno que ha dejado de imponer el orden. En términos prácticos, esto implica que el cáncer es permitido antes que provocado. Esta distinción se hace más evidente al considerar la matriz extracelular.

Históricamente, la matriz extracelular (MEC) y sus andamiajes reguladores desempeñaron un papel silencioso pero crítico en la gobernanza celular. Mantenían las células en su posición, filtraban señales y evitaban la proliferación caótica. El hidrogel, por el contrario, imita estos mismos andamiajes, pero sin la misma fidelidad. Ofrece un sustrato maleable, adhesivo e inmunológicamente ambiguo en el que las células desviadas pueden anclarse, migrar o evadir la detección. Lo que comienza como mimetismo deviene en permiso. Un terreno sintético permite una respuesta sintética.

Este cambio en el terreno no precisa ser completo para resultar catastrófico. Incluso una infiltración parcial de hidrogel — en vasos, tejido conectivo o espacios perivasculares— puede alterar los gradientes electroquímicos, distorsionar la tensión mecánica y desbaratar la comunicación intercelular. Estas sutiles distorsiones bastan para desestabilizar la vigilancia inmunológica, alterar los umbrales de apoptosis y permitir la proliferación de células que, de otro modo, serían eliminadas. En este sentido, el cáncer podría ser menos prevenido y más silenciosamente permitido.

El incremento de tumores sólidos agresivos entre los jóvenes resulta especialmente revelador. No se trata de neoplasias de crecimiento lento asociadas a la edad; son procesos rápidos, desorganizados y, a menudo, letales. El patrón sugiere no solo un cambio en la carga mutacional, sino un colapso en la regulación sistémica. Es como si el andamiaje que antaño mantenía bajo control el comportamiento celular se hubiera reblandecido, desvanecido o reemplazado. En este terreno alterado, la malignidad no es un resultado infrecuente: es una consecuencia natural. Desde la perspectiva del terreno, el patrón se manifiesta de forma distinta.

El hidrogel podría ser ese terreno alterado. A diferencia de los patógenos tradicionales, no requiere infectar células ni desencadenar inflamación. Se incrusta. Se mimetiza. Emula los andamiajes nativos, como la matriz extracelular, pero carece de la inteligencia del tejido vivo. Absorbe carga, liga metales y distorsiona la dinámica de los campos. Bajo tal medio, las señales inmunitarias se atenúan, los límites se desdibujan y las células rebeldes no son detectadas ni detenidas.

Un sistema que antaño operaba con una discriminación exquisita —identificando y eliminando células aberrantes— se encuentra ahora embotado. Lo que otrora era una decisión inmunitaria dicotómica y nítida se transforma en una ambigüedad. La malignidad ya no constituye una invasión; se trata de un oportunismo, permitido por el silencio estructural de un medio que ni pertenece ni suscita alarma.

En este estado de suspensión, los tumores no son atacados; son tolerados. En términos prácticos, es así como se infiltra la malignidad.

Esta tolerancia no es pasiva. Se halla orquestada por las propiedades físicas del propio hidrogel. Su densidad mimetiza la matriz extracelular. Su carga eléctrica distorsiona el reconocimiento. Su capa de hidratación oculta las señales bioquímicas.

No se trata de rasgos aleatorios de su comportamiento. El gel deviene simultáneamente escudo y escenario: protege aquello que debería ser depurado y alberga lo que nunca debería haberse formado.

Bajo esta óptica, el patrón se resiste a las explicaciones simplistas. No es una cuestión abstracta. Bajo el análisis de sangre en vivo, la diferencia resulta perceptible. En algunos sujetos, el gel es escaso, el terreno se presenta despejado y las vesículas son escasas. En otros, la muestra se encuentra saturada: fibras que atraviesan el campo, vesículas que se agrupan y el movimiento permanece detenido. Las células yacen muertas o moribundas, sin neutrófilos viables a la vista, con el hidrogel interconectado a través del campo a modo de arquitectura fantasma.

Este patrón no se correlaciona de forma unívoca con la edad, el estado de vacunación o la patología aguda.

Por el contrario, sugiere un fenómeno más profundo: una alteración en la coherencia sistémica. Ciertos individuos —quizás debido a exposiciones previas, carga electromagnética, factores genéticos o estado metabólico— presentan una mayor propensión al colapso estructural. En estos casos, la sangre se comporta menos como un terreno vivo y más como un gel estancado.

Las implicaciones resultan significativas. Si el hidrogel está presente en la circulación —ya sea por introducción directa, ensamblaje in vivo, o ambos procesos—, sus propiedades estructurales cobran relevancia. Un material con capacidad de transición de fase integrado en el torrente sanguíneo puede alterar el flujo, distorsionar la coreografía inmunitaria e imponer nuevas condiciones de contorno a las células. El gel no es pasivo. Modela el medio mismo en el que el cáncer echa raíces o, por el contrario, es erradicado.

Desde una perspectiva sistémica, este patrón resulta más sencillo de comprender. Es más, la presencia de hidrogel puede perjudicar selectivamente a aquellos cuyos sistemas operan ya al límite: atletas, adolescentes en fase de crecimiento, mujeres gestantes y ancianos en estado de fragilidad. Estos son precisamente los grupos en los que se están notificando eventos cardíacos súbitos, cánceres de progresión rápida y colapsos inexplicables. El patrón no es aleatorio.

Se correlaciona con la vulnerabilidad bajo estrés y con la amplificación de obstáculos ocultos en el flujo, la reparación y la depuración.

Esta perspectiva replantea el problema. No es que cada síntoma deba estar causado directamente por el hidrogel.

Ocurre que el hidrogel interfiere con la capacidad de respuesta del organismo. Nubla el terreno, distorsiona las señales y altera los andamiajes estructurales. Dificulta todos los procesos: la detoxificación, la vigilancia inmunológica, la función mitocondrial y el ensamblaje coherente. Un sistema sano puede ser capaz de sobrellevarlo. Un sistema bajo estrés o preactivado puede no lograrlo. El umbral para el colapso se reduce y las patologías resultantes son diversas.

Desde esta perspectiva, el aumento de los tumores sólidos de aparición temprana no constituye un misterio independiente: forma parte del mismo síndrome. La saturación del hidrogel distorsiona la matriz extracelular, colapsa las zonas de exclusión y desestabiliza la polaridad celular. Deteriora los gradientes de voltaje, altera la separación de cargas e interrumpe la coherencia basada en campos de la que depende la organización tisular. El cáncer no surge meramente de un ADN dañado; puede entenderse como una emergencia a partir de un campo dañado. En este sentido, el cáncer puede ser una de las consecuencias más trascendentales de habitar un terreno infiltrado por metamateriales, donde aquello que parece blando y silencioso es, en realidad, estructurado, sensible a la fase y funcionalmente disruptivo.

Comportamiento de fase bajo condiciones de preparación modificadas

Las imágenes aquí presentadas se obtuvieron mediante una combinación de microscopía óptica y un procesamiento fotográfico posterior a la captura, realizado en colaboración con un fotógrafo experto en captación de imágenes con poca luz y alto rango dinámico. La intención no era alterar el contenido estructural, sino mejorar la definición de los bordes, el contraste y la visibilidad interna en materiales translúcidos complejos. Se aplicaron de manera consistente la eliminación del fondo, la inversión tonal y la mejora selectiva del contraste para clarificar la morfología interna en lugar de introducir algún artefacto. Ninguna de las características mostradas fue generada digitalmente; todas las estructuras visibles estaban presentes en las capturas ópticas originales. Este enfoque permite comparar las geometrías recurrentes y la organización interna entre diferentes preparaciones, preservando al mismo tiempo su contexto material.

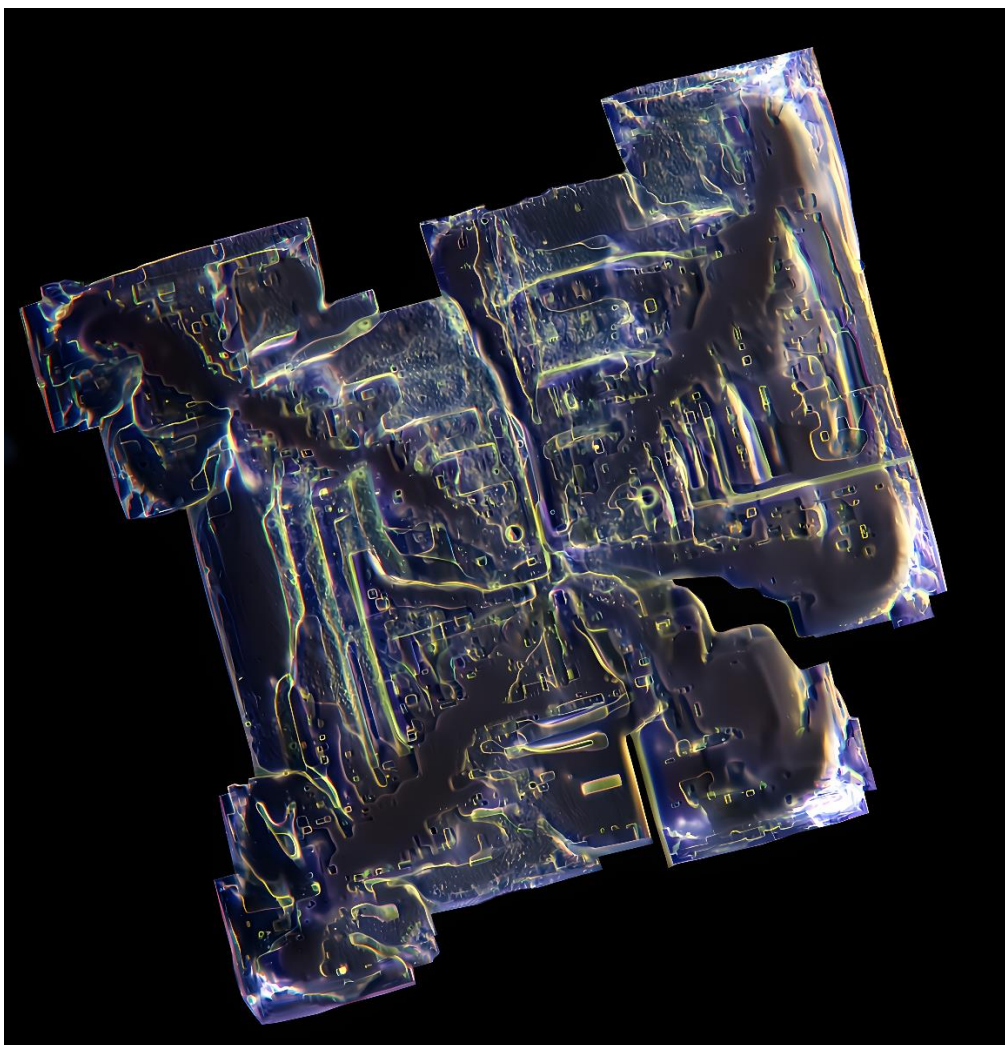


Figura 11. Estructura cristalina rectilínea observada en una muestra de la vacuna P izer-BioNTech COVID-19 mediante microscopía óptica. Imagen capturada aproximadamente tres años antes del presente estudio y procesada para mejorar la definición de bordes y la visibilidad estructural interna.

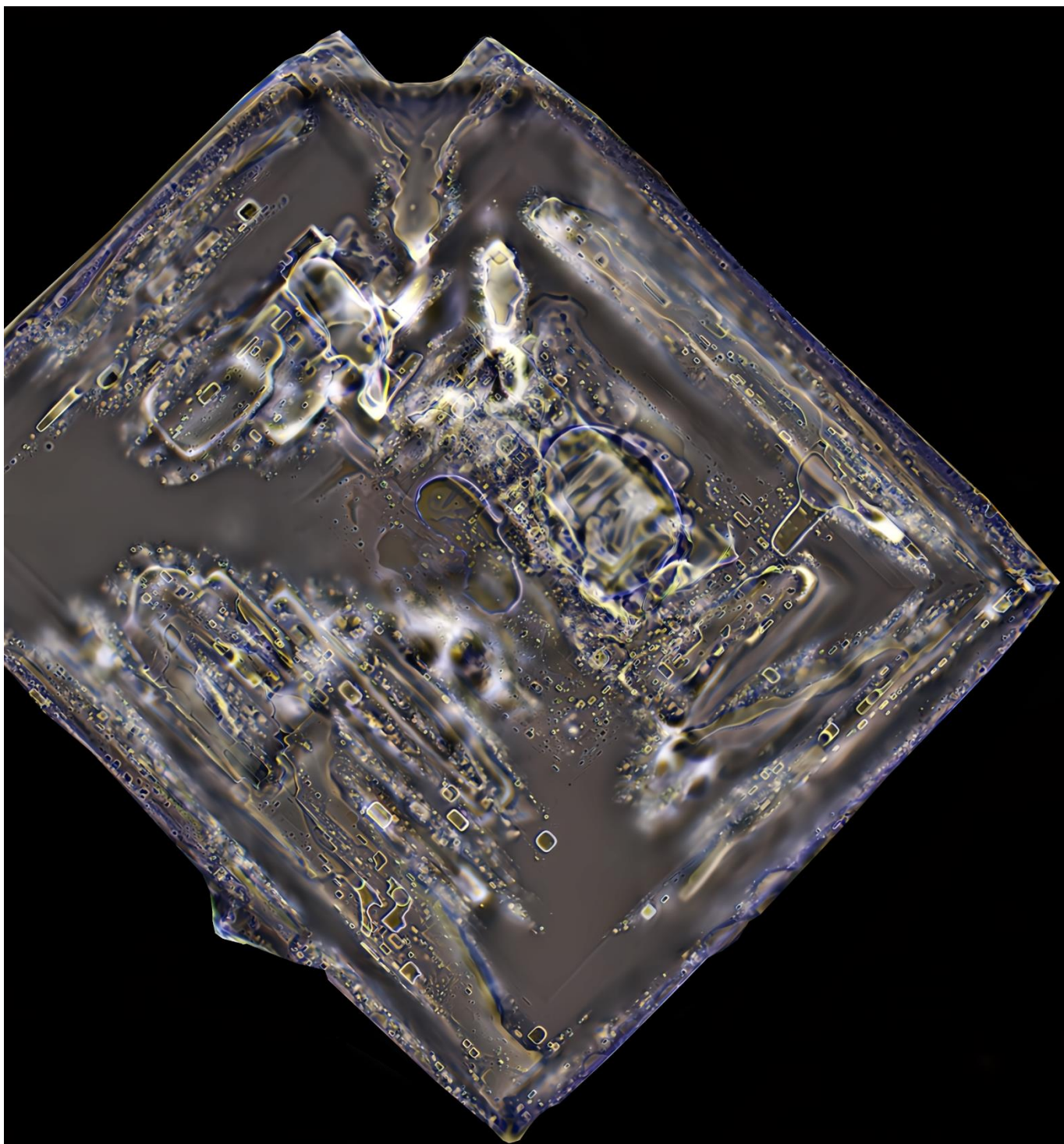


Figura 12. Gran ensamblaje cristalino rectilíneo observado mediante microscopía óptica. La imagen resalta la compartimentación interna, las estructuras de contorno estratificadas y las inclusiones de pequeña escala tras la eliminación del fondo.

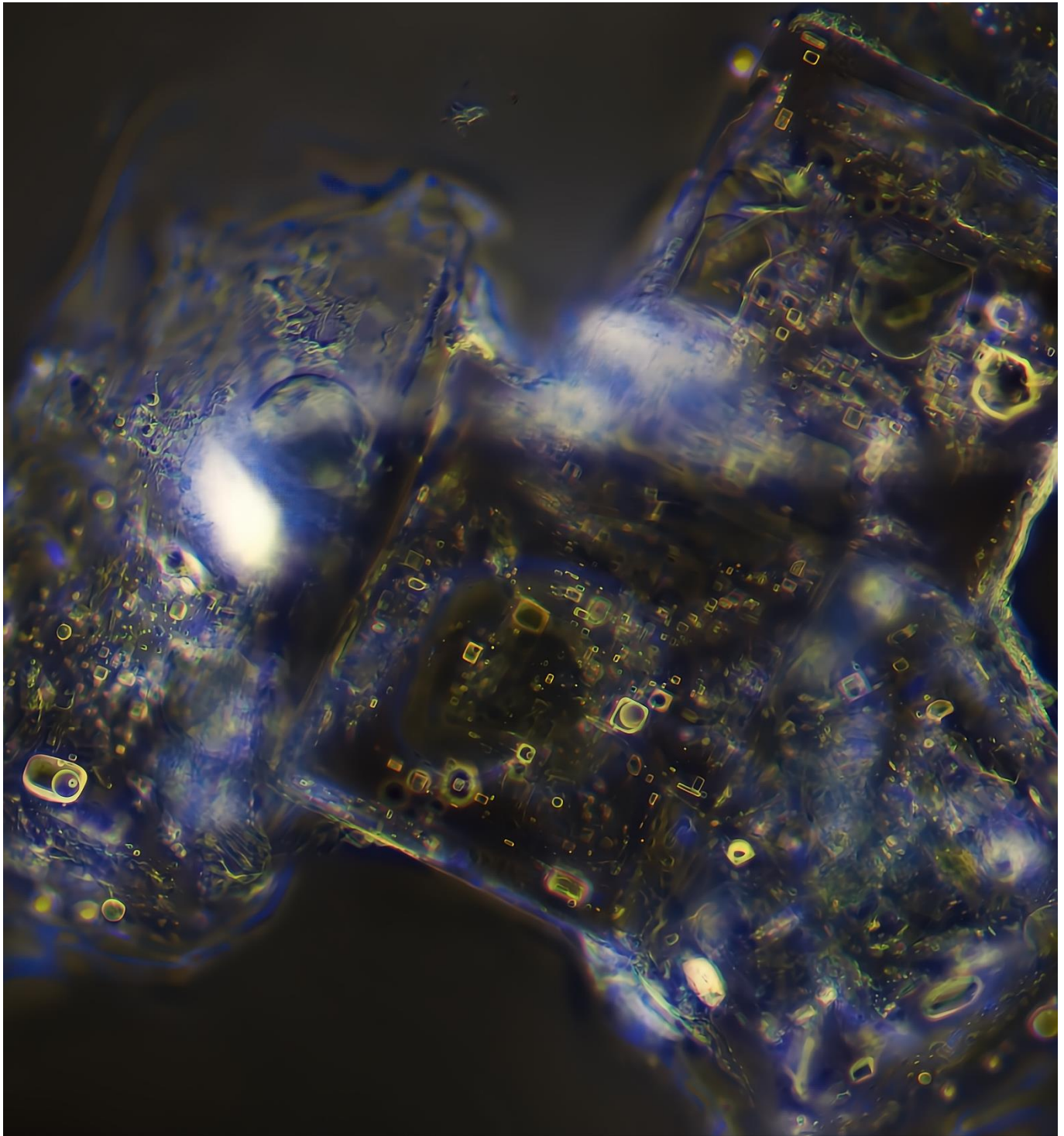


Figura 13. Estructura cristalina rectilínea con inclusiones incrustadas observada en un anestésico dental de fabricación japonesa.

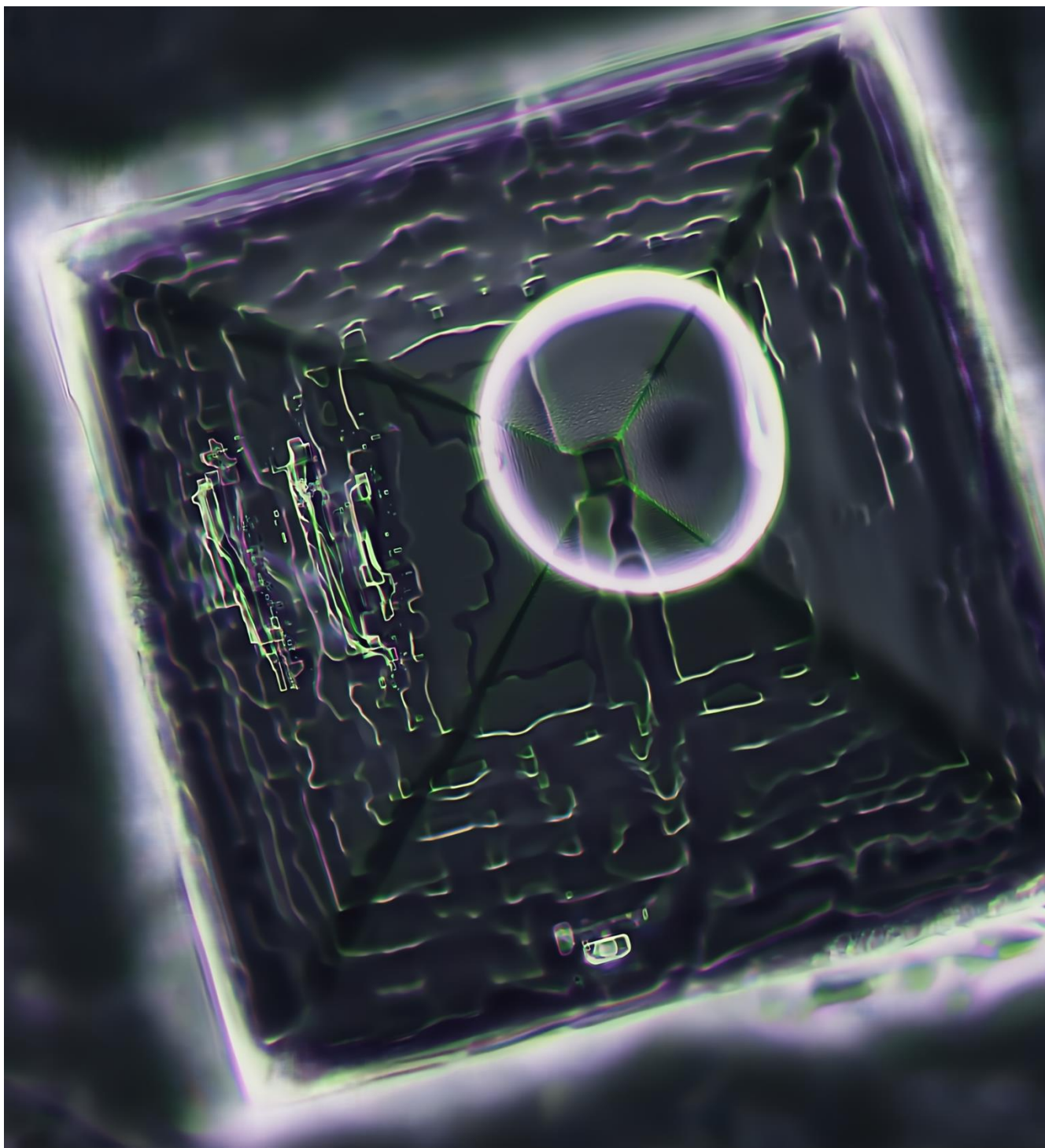


Figura 14 . Estructura cristalina rectilínea observada en una solución para nebulización de budesonida, que muestra una inclusión circular central y un patrón lineal interno dentro de una geometría cuadrada.

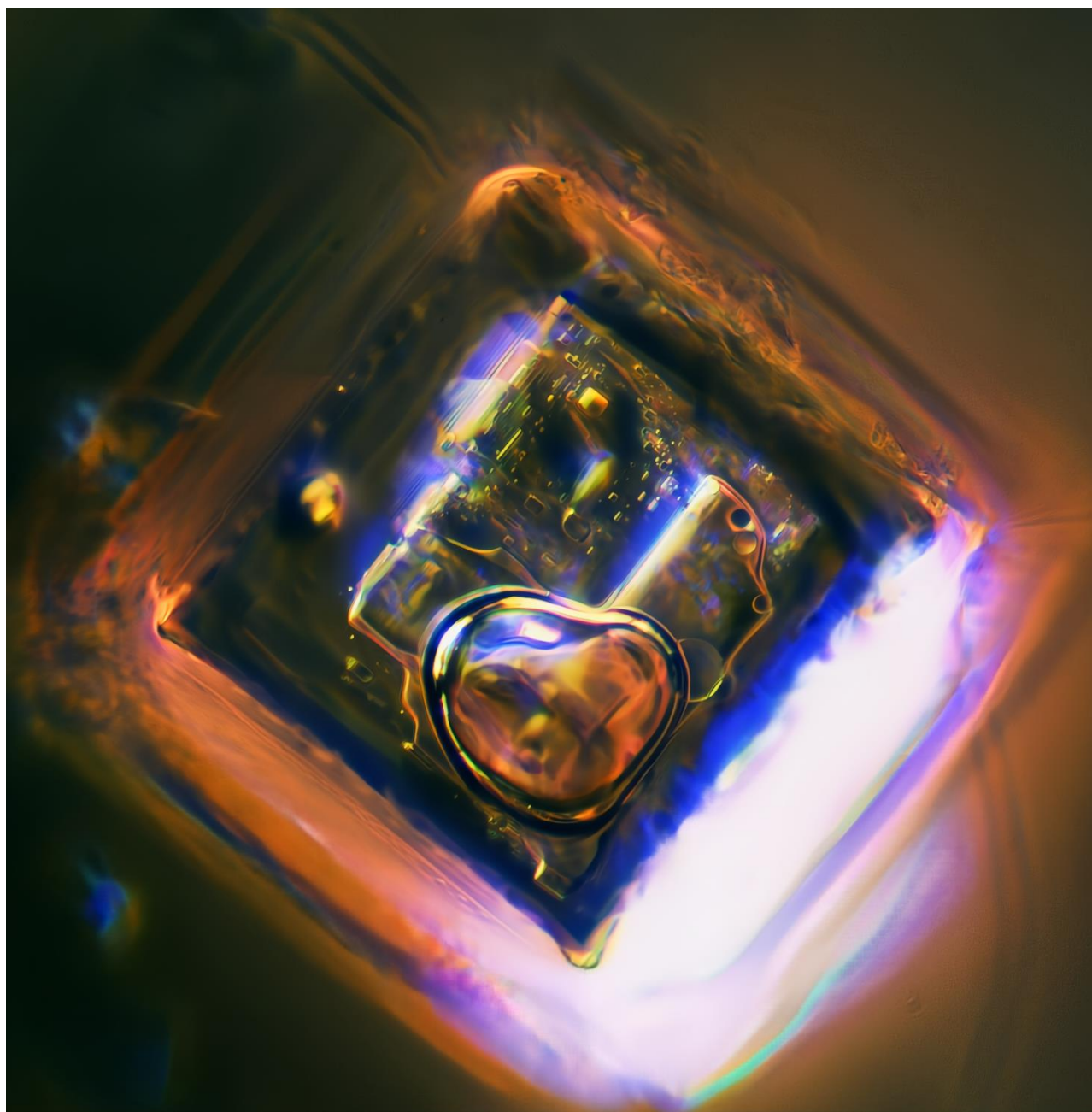


Figura 15. Estructura cristalina rectilínea que se forma lentamente dentro de un medio de aceite MCT tras la incubación. La estructura exhibe compartimentación interna, distorsión de los límites del fluido e inclusiones ópticamente activas consistentes con una interacción de fase mediada por aceite en lugar de una cristalización en seco. Imagen capturada mediante microscopía óptica. Aumento 200x.

Las imágenes presentadas aquí abarcan múltiples formulaciones farmacéuticas, fabricantes y contextos de obtención de imágenes. Se incluyen no para argumentar equivalencia o mecanismo, sino para demostrar la recurrencia de comportamientos estructurales a través de distintas preparaciones. Las diferencias en claridad, morfología y organización interna son evidentes; no obstante, la persistencia de la geometría rectilínea, la compartimentación y las inclusiones incrustadas sugieren una clase compartida de comportamiento de materia blanda. Estas imágenes se ofrecen como anclajes observacionales, invitando a un mayor escrutinio de la organización del material de fase activa más allá de cualquier producto o interpretación individual.

Discusión final: desacoplamiento en lugar de eliminación

Las observaciones presentadas en este trabajo sugieren que el desafío planteado por las estructuras de fase activa, de naturaleza análoga a los metamateriales, no es de erradicación, sino de interacción. En los sistemas biológicos y farmacéuticos, se ha demostrado reiteradamente que la persistencia estructural es compatible con la pérdida de actividad, del acoplamiento y del comportamiento organizado.

La mera presencia no constituye la variable relevante; el factor determinante es el estado funcional.

En los sistemas de fase activa, la organización se sustenta mediante gradientes, condiciones de acoplamiento y una coherencia dependiente de umbrales, más que en una construcción rígida. Como se ha demostrado en las secciones precedentes, el orden cristalino puede colapsar sin disolución, las estructuras filamentosas pueden manifestarse sin movimiento y la sedimentación organizada puede surgir sin fragmentación. Estos comportamientos demuestran que la función puede desactivarse sin destruir la estructura, y que la gobernabilidad biológica depende menos de la eliminación que del desacoplamiento.

Esta distinción conlleva implicaciones tanto prácticas como conceptuales. Los intentos de «eliminar» estructuras materiales complejas parten del supuesto de que la persistencia equivale al perjuicio y de que la destrucción es un requisito para la resolución. Tales premisas resultan inconsistentes tanto con la microscopía como con los precedentes biológicos. Los sistemas vivos neutralizan habitualmente los materiales potencialmente disruptivos no mediante la aniquilación, sino por dilución, enrutamiento, secuestro, pérdida de alineación de fase y restauración del flujo. En este contexto, la persistencia resulta tolerable una vez que se elimina el acoplamiento funcional.

En consecuencia, el marco de referencia más apropiado es el del desacoplamiento. Esto incluye restaurar los gradientes de depuración, reducir el bloqueo de fase, interrumpir las condiciones que estabilizan los estados organizados y permitir que los materiales reviertan a configuraciones inertes o biológicamente gestionables. El objetivo no consiste en eliminar la materia del sistema a toda costa, sino en anular su capacidad de organización, señalización o interferencia.

Esta perspectiva concuerda con los hallazgos empíricos aquí presentados. Se observó que las estructuras abandonaban las fases cristalinas sin dispersarse, perdían visibilidad sin dejar residuos y se reorganizaban en estados sedimentados o quiescentes tras alcanzar umbrales de perturbación. Estas transiciones demuestran que la actividad puede desactivarse aun permaneciendo el material presente, y que el impacto biológico está regido por el estado y no meramente por la existencia.

El planteamiento del problema bajo esta óptica evita asimismo un alarmismo innecesario. Estos sistemas no se describen como invencibles, malignos ni autónomos. Se rigen por fases, dependen del contexto y son sensibles a las condiciones del entorno. Una vez alteradas dichas condiciones, su comportamiento se modifica en consecuencia. No se trata de una narrativa de conflicto o destrucción, sino de una gestión del terreno.

En síntesis, los hallazgos sustentan un cambio de paradigma: abandonar el pensamiento basado en la eliminación en favor del desacoplamiento funcional, es decir, la restauración de las condiciones bajo las cuales los materiales de fase activa pierden su acoplamiento y coherencia, retornando a estados biológicamente gestionables. Esta perspectiva resulta consistente con la microscopía, con la física de la materia blanda y con la lógica conservadora de los sistemas vivos.

No resulta sorprendente que las intervenciones más eficaces sean aquellas que refuerzan la coherencia biológica: el ayuno, el agua estructurada, la exposición al láser verde, la orgonita, la evitación de campos electromagnéticos y las prácticas intencionales como la meditación, la oración o la alimentación consciente. Dichos enfoques no actúan por la fuerza, sino mediante la restauración de las condiciones sutiles mediante las cuales el organismo puede, de nuevo, percibir, detectar y resolver aquello que le es ajeno: una corrección fundamentada en la coherencia en lugar de una purga bioquímica.

Estas observaciones evocan un marco de depuración de cuatro fases delineado previamente en directrices sanitarias de alcance general:

Desestabilizar → Mover / Guiar → Capturar / Eliminar → Recuperar

En el contexto de los materiales sintéticos de fase activa, esta secuencia halla su expresión física:

- Desestabilizar: Se manifiesta como el colapso de la coherencia o del orden cristalino sin que medie disolución. Frecuentemente desencadenado por la perturbación del campo, la restauración del flujo o la pérdida de simetría.
- Mover / Guiar: Resulta evidente cuando los elementos estructurales migran, se reorganizan o se reorientan en el seno de una matriz desacoplada —a menudo sin una desintegración visible. La dirección se supedita al terreno.
- Capturar / Eliminar: Rara vez observado de forma directa mediante microscopía, si bien se infiere a través de las zonas de sedimentación y la compartimentación del hidrogel. Desde un punto de vista biológico, esto se corresponde con la unión gastrointestinal, la excreción renal o la eliminación transpiratoria.
- Recuperar: No constituye un evento visible, sino un retorno a la invisibilidad —una pérdida de actividad o la transición de una estructura modelada a un residuo amorfo.

Este modelo respeta la sutileza del terreno. No se centra en la persistencia, sino que restaura las condiciones bajo las cuales la coherencia se autoresuelve. No constituye una guerra contra la materia, sino una reintegración del patrón.



*Para una exploración más profunda de este marco de trabajo, véase **A Quiet Work of Health** de David B. Nixon, con aportaciones adicionales de Carol Magee y Tobias Beharrell. Disponible en Amazon en formatos de tapa blanda y libro electrónico.*

Documento traducido al español por el equipo de M-Power Translations

Canal de Telegram:

<https://t.me/mpowertranslations>