

# EcoMat: Una materioteca pedagógica para la enseñanza e investigación en materiales emergentes biobasados (MEB)

Esther Pizarro Juanas<sup>(1)</sup>, Isabel Marcos Solórzano<sup>(2)</sup> y Miguel Trigo Morán<sup>(3)</sup>

Universidad Europea-Creative Campus.  
Facultad de Diseño y Tecnologías Creativas

---

**Resumen:** Los materiales emergentes biobasados (MEB), desarrollados a partir de recursos naturales como gelatinas, agar-agar, almidones o residuos orgánicos, constituyen una alternativa biodegradable a los materiales sintéticos derivados del petróleo y se posicionan como agentes clave frente a la actual crisis ambiental. No obstante, su diversidad, carácter experimental y limitada estandarización plantean desafíos significativos en términos de obtención, gestión, comprensión y aplicación en los ámbitos del diseño, el arte y la arquitectura. La información disponible sobre estos materiales se encuentra habitualmente dispersa y poco sistematizada, lo que dificulta su integración en contextos educativos y profesionales y ralentiza la transición hacia modelos de economía circular.

En este contexto, las bibliotecas de materiales –o materiotecas– emergen como herramientas estratégicas para recopilar, catalogar y difundir conocimiento material. Al combinar la interacción física con muestras reales y una documentación técnica rigurosa, las materiotecas facilitan una comprensión integral de los biomateriales. Propiedades sensoriales como la textura, la transparencia, la flexibilidad o el olor resultan difíciles de transmitir mediante soportes digitales, por lo que la experiencia táctil adquiere un valor pedagógico fundamental. Este artículo analiza la materioteca *EcoMat* como archivo vivo y dispositivo pedagógico dentro de la formación académica en diseño. Desarrollada en el marco del proyecto de investigación Ecología material: biomaterialidades interespecie en el cruce de Ciencia, Arte y Tecnología (*EcoMat*), del grupo EcoBD Lab de la Universidad Europea de Madrid, *EcoMat* reúne y sistematiza un centenar de muestras de materiales biobasados. Su sistema de catalogación integra información sobre sensorialidad, formulación y modos de empleo, con el objetivo de favorecer la replicabilidad y la escalabilidad. Asimismo, su contenedor físico modular, concebido como una “navaja suiza” basada en la versatilidad del cubo, permite almacenar, archivar, transportar y exhibir las muestras de manera eficiente. De este modo, *EcoMat* se configura como un puente tangible entre investigación material, práctica pedagógica y transición circular.

**Palabras clave:** Materiales biobasados - Materioteca - Sostenibilidad - Biodiseño - Economía circular - Pedagogía - Sensorialidad - Catalogación - Educación - Investigación material

[Resúmenes en inglés y en portugués en las páginas 131-132]

<sup>(1)</sup> **Esther Pizarro Juanas** es artista visual, investigadora y catedrática de la Universidad Europea de Madrid. Es doctora en Bellas Artes por la Universidad Complutense de Madrid y ha completado su formación mediante destacadas becas internacionales, entre las que se incluyen la beca de la Fundación Pollock-Krasner (Nueva York), la beca de la Academia de España en Roma, la beca del Colegio de España en París y la beca de la Comisión Fulbright en Estados Unidos. Cuenta con el reconocimiento de cuatro sexenios de investigación concedidos por la ANECA. Dirige el grupo de investigación Ecosistemas Creativos y BioDiseño Lab (EcoBDLab), adscrito al Campus Creativo de la Universidad Europea de Madrid (UEM), institución en la que ejerce la docencia desde 2003. Asimismo, está afiliada como investigadora senior a la Escuela de Doctorado e Investigación (EDI) de la UEM. Su práctica artística abarca la obra personal, la instalación y el arte público. Sus proyectos más recientes exploran la complejidad de la sociedad contemporánea desde la intersección entre arte, ciencia y tecnología, con especial atención a la visualización de las crisis medioambientales en el ámbito del bioarte y la investigación de materiales biobasados y cultivados. Ha participado en más de doscientas exposiciones y ha obtenido quince ayudas y becas de producción e investigación artística, así como veinte premios, menciones y distinciones profesionales. En su trayectoria investigadora, es autora de treinta y seis publicaciones científicas y técnicas, ha presentado comunicaciones en seis congresos, ha formado parte de dieciocho comités científicos y técnicos y ha impartido cincuenta conferencias en jornadas y cursos especializados. [esther.pizarro@universidadeuropea.es](mailto:esther.pizarro@universidadeuropea.es)

<sup>(2)</sup> **Isabel Marcos Solórzano** es artista visual, educadora e investigadora. Es doctora en Bellas Artes por la UCLM, arquitecta por la Universidad Europea y tiene un MFA del Dutch Art Institute. Actualmente, combina su labor docente en la UEM y en la UCLM con su práctica artística y la codirección del proyecto editorial Kilo Translations. Su trabajo, centrado en el cruce transversal e inestable entre el arte, la arquitectura y la teoría crítica, ha sido presentado internacionalmente y respaldado por instituciones como Mondriaan Fonds, CBK Rotterdam, Fundación Montemadrid, AECID, Injuve, Fundación BBK o Fundación Vegap. [isabel.marcos@universidadeuropea.es](mailto:isabel.marcos@universidadeuropea.es)

<sup>(3)</sup> **Miguel Trigo Morán** es graduado en Diseño Gráfico y Arte Multimedia por la Universidad Europea de Madrid. Máster en Media & Information Design por la KU Leuven, en Bruselas. Actualmente está cursando el Doctorando en Sostenibilidad en la Universidad Europea de Madrid. Desarrolla su actividad laboral como docente en la Universidad Europea de Madrid/Campus Creativo, y como diseñador gráfico y director de arte, con proyectos realizados para la Comisión Europea, y para empresas como 3M, Spotify, Banco Santander, Hikvision y Raytheon Technologies. Su trabajo profesional y a través de agencia ha sido reconocido en selecciones como 50 Talentos, Ideas para un Mundo Mejor y Producto Fresco, y premios como The Drum Awards, European Excellence Awards y EuroPAwards. [miguel.trigo@universidadeuropea.es](mailto:miguel.trigo@universidadeuropea.es)

## 1. Antecedentes

El siglo XXI se caracteriza por una crisis ambiental que exige una revisión profunda de los modelos de producción y consumo vigentes. Uno de los factores centrales de este problema es la dependencia de materiales derivados del petróleo, cuyo ciclo de vida conlleva altos niveles de contaminación y el agotamiento de recursos no renovables (Hawken, 2017). En respuesta a este escenario, la investigación en materiales emergentes biobasados (MEB), desarrollados a partir de recursos renovables como gelatinas, agar-agar, almidones o residuos orgánicos, ha adquirido un protagonismo creciente. Debido a su carácter biodegradable, estos materiales resultan fundamentales para la implementación de modelos de economía circular.

A pesar de su potencial, los MEB presentan importantes desafíos. Su diversidad, novedad y carácter experimental dificultan su gestión y estandarización. Las formulaciones, propiedades técnicas y modos de aplicación se encuentran dispersos entre artículos científicos, comunidades *maker* o informes de investigación, sin una sistematización que facilite su integración curricular y profesional. Esta fragmentación limita su adopción en disciplinas como el diseño, el arte y la arquitectura, donde la comprensión del material debe ser holística e incorporar dimensiones técnicas, estéticas, simbólicas y sensoriales. Como señalan Rael y Fratello (2021), gran parte de esta “materia compostable” permanece confinada al laboratorio o a entornos experimentales, actuando como un freno para la transición hacia la economía circular (Tardini, 2023).

En este contexto, surge la necesidad de cultivar una alfabetización material, definida como una comprensión encarnada de cómo los materiales se originan, se comportan y se degradan en los sistemas ecológicos (Nicenboim *et al.*, 2025). Aunque no existe aún una definición universal, ya que están emergiendo de formas diversas en distintas instituciones (Waag Futurelab, 2025; Fab Textiles, 2025), las bibliotecas de materiales o materiotecas se consolidan como recursos estratégicos para la recopilación, catalogación y difusión del conocimiento material. Se trata de colecciones curadas de muestras físicas e información técnica diseñadas para facilitar la selección y comprensión de materiales en los ámbitos del diseño, el arte y la arquitectura (Ashby y Johnson, 2014) y guiadas por una creación exploratoria y una reflexión situada. A diferencia del modelo tradicional de biblioteca de materiales como recurso de referencia estático, las bibliotecas de MEB se distinguen por: 1) Enfoque procesual: no solo almacenan muestras de biomateriales, sino también los protocolos y procesos mediante los cuales se fabrican. 2) Dimensión pedagógica: actúan como espacios situados donde convergen la experimentación material, la enseñanza y el discurso de la sostenibilidad. 3) Compromiso activo: priorizan la conciencia ecológica, el compromiso comunitario y la experimentación práctica (*hands-on*).

Nos interesa resaltar en este artículo su fuerte valor pedagógico que reside en la posibilidad de ofrecer una experiencia directa con el material, complementada por catálogos y plataformas digitales que documentan propiedades, procesos de fabricación y aplicaciones (Angely y Cristián, 2023; Connections by Finsa, s.f.-a, s.f.-c). El concepto de Experiencia Material (*Material Experience*), propuesto originalmente por Elvin Karana y sus colaboradores, revolucionó la forma en que los diseñadores entienden los materiales. En lugar de ver el material solo por sus propiedades técnicas (dureza, peso, flexibilidad, costo), Ka-

rana propone el material como un facilitador de experiencias complejas. El marco de la Experiencia Material de Karana define la interacción con los objetos a través de cuatro dimensiones simultáneas: el nivel sensorial, que abarca la percepción física inmediata a través de los sentidos (textura, temperatura, peso, olor); el nivel interpretativo, donde el usuario asigna significados, conceptos o metáforas al material (como “lujo”, “honestidad” o “modernidad”); el nivel afectivo, que comprende las respuestas emocionales y sentimientos que el material provoca (placer o rechazo, entre otros); y el nivel performativo, que describe cómo las propiedades materiales dictan o sugieren formas específicas de interacción y comportamiento físico con el objeto (Giaccardi y Karana, 2015; Karana *et al.*, 2014). Más allá de su función como repositorios, las materiotecas operan como archivos vivos que combinan interacción física y documentación rigurosa. Esta doble dimensión resulta especialmente relevante en el caso de los MEB, cuyas propiedades sensoriales –textura, olor, transparencia o flexibilidad– no pueden transmitirse de forma adecuada mediante soportes exclusivamente digitales (Karana *et al.*, 2017). La capacidad del diseñador para generar nuevas aplicaciones está estrechamente vinculada a su comprensión háptica del material, un aspecto crítico en materiales con comportamientos radicalmente distintos a los polímeros convencionales. En este sentido, las materiotecas se configuran como escenarios privilegiados de convergencia entre la academia, la industria, el arte y la ciencia, y como herramientas clave para el desarrollo del Diseño Orientado a Materiales (Material Driven Design, MDD) (Flórez y Bueno, 2020). En el ámbito académico, las materiotecas funcionan como espacios didácticos y de investigación que facilitan el acceso crítico a materiales emergentes, incluidos los biobasados (Pizarro *et al.*, 2025a:117).

Desde esta perspectiva, el presente artículo adopta un enfoque de estudio de caso y se centra en el análisis de la materioteca *EcoMat*, desarrollada en el marco del proyecto de investigación Ecología material: biomaterialidades interespecie en el cruce de Ciencia, Arte y Tecnología del grupo EcoBD Lab de la Universidad Europea de Madrid. La materioteca *EcoMat* fue concebida para reducir la brecha entre la experimentación con MEB y su aplicación educativa y profesional. Mediante la formulación, catalogación y sistematización de un centenar de muestras de materiales biobasados, actúa como un dispositivo pedagógico orientado a la formación en diseño, arte y arquitectura, promoviendo nuevas sensibilidades y capacidades de acción hacia futuros sostenibles y regenerativos.

## 2. Funcionalidad de la materioteca en el ecosistema del biodiseño

La urgencia de transitar hacia modelos de producción sostenibles ha situado a los materiales emergentes biobasados (MEB) como agentes clave (Hawken, 2017). Sin embargo, su integración efectiva en el diseño se ve limitada por dos obstáculos principales: la falta de información sistematizada y la imposibilidad de sustituir la experiencia sensorial directa. Las biomateriotecas especializadas responden a esta necesidad al ofrecer recursos tangibles que permiten navegar la complejidad inherente a estos materiales y traducir datos científicos en información comprensible y operativa para los diseñadores (Pizarro *et al.*, 2025a: 181).

## 2.1. La materioteca como puente sensorial y documental

La comprensión material en diseño es esencialmente experiencial (Pallasmaa, 2009). En este sentido, la materioteca se posiciona como un archivo vivo que resiste la tendencia a la digitalización total del conocimiento. Las cualidades sensoriales de los MEB –como textura, olor, peso o flexibilidad– constituyen indicadores directos de su formulación, comportamiento ambiental y posibles aplicaciones. Por ejemplo, la textura gomosa de un bioplástico de almidón con alta concentración de glicerina no solo sugiere un uso potencial en embalajes flexibles, sino también una biodegradabilidad acelerada. Esta experiencia háptica, apoyada en metodologías de aprendizaje experiencial, permite al estudiante interiorizar la “biografía del material”.

Paralelamente, persiste una brecha significativa en términos de estandarización y documentación. Los MEB suelen originarse en contextos académicos o maker, donde la información se encuentra fragmentada y carece de protocolos técnicos comparables a los existentes para materiales industriales (Rael y Fratello, 2021). La ausencia de fichas técnicas, normativas, protocolos o sistemas de trazabilidad limita su escalabilidad y genera desconfianza en algunos entornos profesionales e industriales (Tardini, 2023).

## 2.2. Utilidades estratégicas y fomento de la interdisciplinariedad

Una materioteca dedicada a los MEB funciona como un centro de conocimiento dinámico que ofrece utilidades estratégicas a distintos actores del ecosistema del biodiseño. Desde una perspectiva pedagógica, facilita la implementación del Diseño Orientado a Materiales, (*Material Driven Design*, MDD), permitiendo que la forma y la función de los proyectos se definan a partir de las capacidades y limitaciones intrínsecas del biomaterial (Karana *et al.*, 2017). La comparación directa entre muestras fomenta una alfabetización material avanzada y evidencia cómo las variables de formulación influyen en las propiedades sensoriales y en el fin de ciclo.

En el ámbito de la investigación académica, las materiotecas actúan como archivos comparativos y plataformas de validación. La documentación detallada de formulaciones existentes permite contrastar nuevos desarrollos con el estado del arte de los bioplásticos o biocompuestos, favoreciendo la trazabilidad y la ciencia abierta (Mair *et al.*, 2017).

Desde una perspectiva industrial y de emprendimiento, las colecciones especializadas reducen el riesgo asociado a la adopción de materiales alternativos. La posibilidad de interactuar físicamente con muestras documentadas permite evaluar su viabilidad antes de realizar inversiones significativas en ensayos de laboratorio, acelerando el vínculo entre innovación material y economía circular (Flórez y Bueno, 2020).

## 2.3. Aplicaciones prácticas de las materiotecas

Las materiotecas de MEB se conciben como espacios activos de experimentación más que como muestrarios estáticos. Entre sus aplicaciones principales se incluyen:

- Laboratorios de escalado y variación controlada, donde los usuarios replican formulaciones base y realizan modificaciones controladas para comprender la relación entre composición y propiedades.
- Diseño conceptual y benchmarking sensorial, utilizando las muestras como detonantes de procesos de ideación y comparación con materiales petroquímicos.
- Análisis del ciclo de vida y obsolescencia, documentando condiciones y tiempos de biodegradación para integrar la obsolescencia biológica como criterio de diseño.
- Plataformas interdisciplinarias y de divulgación, mediante módulos portátiles o exposiciones temporales que fomentan el diálogo entre diseño, arte, ciencia e ingeniería.

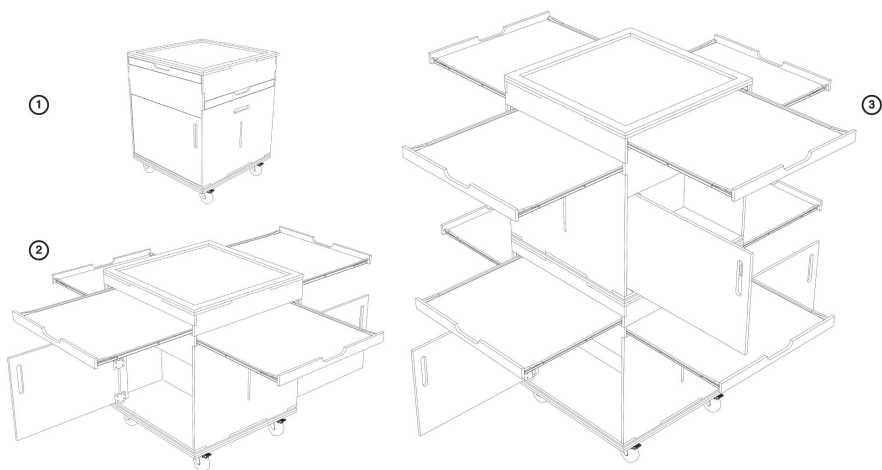
### 3. EcoMat como archivo vivo y dispositivo pedagógico sensorial

Aunque existen materiotecas consolidadas en el ámbito industrial y académico (Ashby y Johnson, 2014), *EcoMat* se distingue por su enfoque en la síntesis a pequeña escala y de bajo coste, accesible al entorno universitario. El proyecto surge de la necesidad de sistematizar más de cien muestras de materiales emergentes biobasados (MEB) y se configura como una materioteca pedagógica de I+D que complementa, sin competir, otras colecciones de carácter industrial.

*EcoMat* se presenta como un dispositivo modular estructurado a partir de la versatilidad formal del cubo, diseñado para cumplir funciones de almacenamiento, archivo, transporte y exposición didáctica (Pizarro *et al.*, 2025b: 27).

#### 3.1. El diseño modular como metáfora pedagógica

El contenedor físico de *EcoMat* adopta un sistema modular inspirado en la lógica funcional de una “navaja suiza” (Ver *Figura 1*). Este diseño refleja la filosofía pedagógica del proyecto: flexibilidad, adaptabilidad y eficiencia.



**Figura 1.** Visualización axonométrica de la materioteca *EcoMat*. 1) Módulo cerrado; 2) Módulo desplegado; 3) Tres módulos cúbicos apilados y desplegados (Fuente: *EcoMat*).

El sistema se compone de tres módulos cúbicos (*EcoMat 01*, *EcoMat 02* y *EcoMat 03*), diseñados para satisfacer múltiples funciones:

- Almacenamiento y archivo organizado: un sistema interno de doble almacenamiento optimiza el espacio de cada módulo, capaz de albergar hasta cuarenta carpetas con muestras y documentación asociada.
- Transporte y portabilidad: la unidad base es un módulo cúbico con un mecanismo de machihembrado que permite su ensamblaje seguro en configuraciones verticales u horizontales (Ver Figura 2). Plataformas móviles con ruedas facilitan su desplazamiento ágil, permitiendo llevar el material del laboratorio a diferentes aulas, talleres y conferencias. Esta portabilidad es clave para la interdisciplinariedad, fomentando el diálogo sobre ecología material y biodiseño en ingeniería, química, arte y diseño, superando la visión estanca de la educación compartimentada (Morin, 1999).
- Exposición didáctica: la superficie superior de cada módulo se transforma en un espacio expositivo ampliable mediante cuatro bandejas desplegables, diseñadas para la presentación visual y accesible (Ver Figura 3). Estas bandejas exhiben no solo las muestras, sino también elementos complementarios del proceso de elaboración de materiales MEB, como placas Petri o tubos con cargas orgánicas e inorgánicas al natural, según se obtengan de la naturaleza o del desecho, y procesadas (e.g., deshidratadas o trituradas) para ser utilizadas en la formulación.

- Sistema ampliable: su carácter modular permite que la colección de materiales vaya incrementándose en el tiempo, incorporando nuevas familias de materiales MEB o materiales cultivados, junto con experimentaciones en procesados tanto analógicos como digitales, que permitan innovación y nuevos hallazgos en la formulación de materiales biobasados.



2



3

**Figura 2.** Diferentes disposiciones de los tres módulos que componen la materioteca *EcoMat* (Fuente: *EcoMat*, Fotografía: Miguel Trigo Morán).

**Figura 3.** Bandeja de exposición de las materias primas sin procesar (Fuente: *EcoMat*, Fotografía: Miguel Trigo Morán).

### 3.2. Sensorialidad documentada y archivo físico

*EcoMat* sitúa la sensorialidad en el centro de su propuesta pedagógica. Cada muestra se conserva en carpetas individuales de cartón gris reciclado, reforzando la coherencia con los principios de sostenibilidad. La muestra física del material emergente biobasado (MEB) está fijada al interior de la carpeta mediante imanes de neodimio, lo que permite un montaje y desmontaje sencillo, crucial para promover la interacción táctil y la exploración sensorial directa por parte del estudiante. La colección se organiza en tres módulos principales según la tipología y el origen del biopolímero (Pizarro *et al.*, 2025b: 30):

- *EcoMat 01*: Bioláminas y bioespumas elaboradas a partir de gelatina (origen animal), explorando estructuras flexibles y ligeras, en las que se exploran los potenciales de las materias primas para estructuras con distinto grado de flexibilidad y ligereza.
- *EcoMat 02*: Bioláminas, bioespumas y biocueros desarrollados con agar-agar y otros polisacáridos de algas o residuos de frutas y verduras, destacando las posibilidades que pueden aportar los descartes vegetales en la formación de láminas y espumas.
- *EcoMat 03*: Biocomposites, biohilos, fórmulas mixtas y materiales procesados, que muestran la versatilidad de las combinaciones y tratamientos, y las posibles transformaciones que pueden implementarse para ampliar aún más sus aplicaciones.

### 3.3. Documentación, taxonomía y replicabilidad

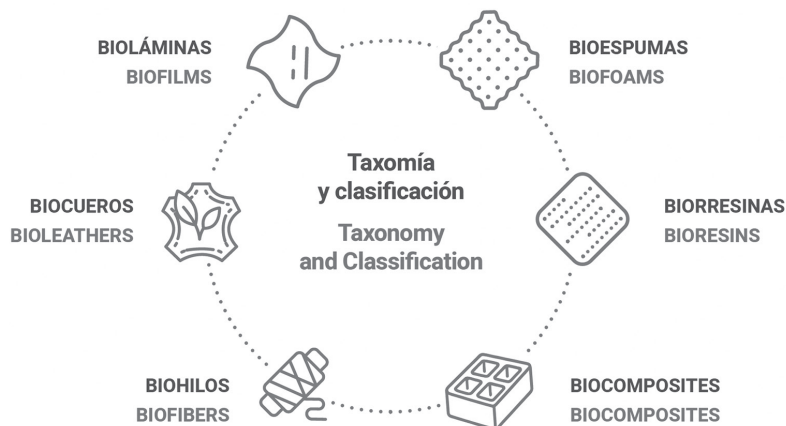
Uno de los valores centrales de *EcoMat* reside en su sistematización documental, que transforma el repositorio físico en un manual de laboratorio abierto (Ellen MacArthur Foundation, 2017). Esta rigurosidad metodológica aborda el principal obstáculo para la escalabilidad de los MEB: la falta de protocolos estandarizados.

#### a. Taxonomía creativa y codificación de los MEB

Para organizar la diversidad de los materiales, *EcoMat* establece una taxonomía creativa basada en seis familias de materiales (Pizarro *et al.*, 2025a): bioláminas, bioespumas, biocueros, biohilos, biorresinas y biocomposites (Ver Figura 4). Esta clasificación no es solo técnica, sino que se convierte en una herramienta pedagógica. La materioteca facilita la identificación y el análisis de materiales, para imaginar futuras aplicaciones de diseño biobasado teniendo en cuenta el origen, la química y los distintos formatos que pueden adoptar los MEB.

La nomenclatura interna utiliza un sistema de codificación que garantiza la trazabilidad y la identificación sistemática de la naturaleza y composición principal:

- Siglas: las siglas principales identifican el tipo de material y el polímero base (ej. BLG=Bio Lámina de Gelatina; BCUM=Bio Cuero de Mango).
- Identificación Detallada: se añade un código que indica la carga o el aditivo (ej. 002. BLG.LB= Bio Lámina de Gelatina con agua de lombarda), donde el número inicial facilita el registro y la consulta dentro del archivo *EcoMat*.



**Figura 4.** Esquema taxonómico de los biomateriales (Fuente *EcoMat*).

**b. Ficha técnica como catalogación para la replicabilidad y escalado**

Cada carpeta contiene una ficha técnica bilingüe (español-inglés) que asegura la replicabilidad y posterior escalado (*Ver Figura 5*). Esta ficha sistematiza la información clave según los siguientes elementos:

Composición detallada: se especifican las cantidades exactas (en gramos o mililitros) de biopolímero, plastificantes (e.g., glicerina), solventes (e.g., agua), conservantes (e.g., vinagre) y cargas (e.g., ceniza, espirulina) esenciales para la experimentación en el laboratorio o taller.

- **Imágenes:** se muestran las fuentes de origen del material, así como fotografías del material procesado y listo para incluirse en la formulación. También se registran fotos generales del material expuesto en el archivo y detalles de sus características en el momento de su catalogación. Esto cobra importancia con el paso del tiempo ya que, debido a su propia naturaleza y composición, los biomateriales pueden experimentar cambios en las cualidades relativas a textura, brillo, color, transparencia o flexibilidad.
- **Proceso de síntesis:** se detallan las instrucciones paso a paso, incluyendo temperatura, tiempos de secado/curado y la técnica o procesado utilizado (ej. colada, prensado, termoformado). Esto transforma al investigador en un bio-diseñador capaz no solo de usar, sino de crear sus propios materiales.
- **Sensorialidad documentada:** se incluye una caracterización óptico-sensorial y una escala de valoración (del 1 al 5) para los siguientes atributos: transparencia, elasticidad, flexibilidad, resistencia, contracción, textura y olor. Esta documentación, dispuesta frente a la muestra física dentro de la materioteca (*Ver Figura 6*) formaliza la experiencia háptica como un dato de diseño, clave para la toma de decisiones estéticas y funcionales.

- Técnicas aplicables y usos potenciales: la ficha incluye las técnicas de procesamiento con las que el material ha demostrado ser compatible (ej. corte láser, extrusión, termoformado) para su posterior investigación.

**BD LAB**

**Biolámina de gelatina** Gelatin-based biofilm

**HOJAS DE OLIVO**  
OLIVE TREE LEAVES

**MUESTRA** Sample  
**015.BLG.OL**  
**Desarrollo:** EcoMat

**1 Formulación** Formulation

<b>Cantidad</b> Quantity	<b>Ingrediente</b> Ingredients
100 ml	Agua destilada
10 g	Gelatina bovina
3 g	Glucosil® (D-glucose)
1,25 g	Hojas de olivo Olive tree leaves

**2 Registro visual de la muestra**

**3 Técnicas aplicables** Applicable techniques

**4 Caracterización Óptico - Sensorial** Optico-Sensory Characterization

**5 Proceso de elaboración** PREPARATION PROCESSES

**OBSERVACIONES** OBSERVATIONS

**IMPORTANTE** The gelatin must not be boiled, as it would lose its properties.

**Figura 5.** Ficha técnica 015.BLG.OL, Biolámina de gelatina de hojas de olivo. 1) Relación detallada de los componentes y cantidades; 2) Registro visual de la muestra; 3) Técnicas aplicables; 4) Caracterización Óptico-Sensorial y gamas cromáticas; 5) Proceso de elaboración y observaciones (Fuente: EcoMat, Fotografía: Miguel Trigo Morán).

Esta documentación rigurosa es fundamental para la investigación material, su replicabilidad y su integración efectiva en la transición circular, ya que proporciona la innovación y el conocimiento procesual que la industria necesita para avanzar.



**Figura 6.** Disposición de la ficha técnica dentro de la materioteca *EcoMat* (Fuente: *EcoMat*, Fotografía: Miguel Trigo Morán).

### c. Procesados y técnicas de transformación de los MEB

Junto a la taxonomía basada en la familia de materiales se incluye el apartado de procesados, una catalogación adicional para aquellas muestras elaboradas a partir de las categorías principales. En esta parte del archivo se incluyen prototipos de textiles, moldeados, materiales creados mediante ensamblaje de módulos o unidos mediante cosido y grabados o cortados a láser. Los procesados constituyen el primer acercamiento a un tratamiento complejo del material, donde los usuarios pueden observar una generación más elaborada de los MEB.

## 3.4. Paleta cromática y exploración material

La organización cromática de *EcoMat* constituye una herramienta pedagógica y expresiva que explora el potencial estético de los MEB. Los gradientes de color, obtenidos a partir de pigmentos naturales y cargas orgánicas, desafían la dependencia de tintes sintéticos y facilitan procesos de aprendizaje comparativo. Por cada base y categoría dentro de la taxonomía, los materiales se ordenan siguiendo un gradiente que comienza en el blanco, recorre distintas tonalidades y saturaciones, y termina por los colores más oscuros (Ver *Figura 7*). La organización cumple así dos propósitos. La primera es ordenar cada material dentro de su taxonomía, permitiendo la localización eficiente de cada muestra; la segunda, demostrar el amplio rango de posibilidades estéticas obtenidas desde la propia identidad del material, sus formulaciones y formas de procesado. Al abrir uno de los compartimentos, el usuario percibe como una misma base puede adoptar distintas identidades y narrativas dependiendo de las cargas, y métodos de fabricación y tratamientos que han sido utilizados.



**Figura 7.** Detalle de ordenación cromática de la materioteca *Ecomat* (Fuente: *EcoMat*, Fotografía: Miguel Trigo Morán).

Para el diseñador la paleta de colores funciona como una herramienta de exploración e inspiración. Desmonta el prejuicio de tener que renunciar a la riqueza cromática al usar biomateriales, mostrando como los pigmentos obtenidos directamente de la naturaleza como plantas, especias y minerales, entre otros, pueden alcanzar saturaciones y matices similares a muchos tintes sintéticos. Esta experiencia directa pasa a ser uno de los puntos de partida del diseño donde, tomando el color como una de las dimensiones sensoriales más inmediatas, el diseñador puede imaginar aplicaciones específicas en las que ciertos espectros sean más adecuados o ayuden a visualizar conceptos. También facilita las labores de comprensión a través del aprendizaje comparativo: al contrastar muestras de coloración o textura similar, pero obtenidas a través de medios diferentes, el observador puede comprender de forma más profunda la formulación y propiedades de los distintos MEB. La paleta cromática se convierte en un reto a completar. La ordenación facilita la detección de vacíos tonales en las diferentes series, que puede llevar a investigaciones específicas centradas en la obtención de materiales ausentes en la colección. Esta atención al color hace más sencillo identificar muestras que hayan variado esta cualidad a través de procesos como la desnaturalización de pigmentos y la oxidación de los componentes en el transcurso temporal desde su fabricación. Los cambios, inherentes en muchos casos al propio envejecimiento del material, pueden ser indicadores de modificaciones en las propiedades del mismo. Según Rognoli *et al.* (2015), el monitoreo sistemático de las propiedades de los materiales DIY (*Do It Yourself*) es clave para su validación en el ámbito profesional.

### 3.5. *EcoMat* como plataforma de colaboración e investigación

La portabilidad de *EcoMat* facilita su uso en contextos diversos e interdisciplinarios. Al poder llevar los materiales a diferentes aulas y departamentos, se fomenta el diálogo y la colaboración en torno a la ecología material y las prácticas de biodiseño, superando la visión compartimentada de la educación (Morin, 1999). La materioteca se convierte en un objeto de estudio y un catalizador de proyectos transversales.

La facilidad de transporte de *EcoMat* potencia su uso como plataforma de investigación abierta. La materioteca puede ser llevada a conferencias y *workshops* con el fin de difundir formulaciones y promover la investigación replicable. Adicionalmente, permite colaboraciones con la industria, invitando a las empresas a interactuar físicamente con materiales alternativos, acelerando así su adopción en proyectos de innovación sostenible. Este dispositivo físico funciona, por lo tanto, como un facilitador de transferencia de conocimiento esencial para la transición circular a nivel macro.

## 4. Discusión

La enseñanza de materiales ha tendido históricamente a la digitalización del conocimiento. Si bien las bases de datos en línea resultan esenciales para la gestión de información, no pueden sustituir la experiencia háptica (Karana *et al.*, 2017). *EcoMat* demuestra que la inversión en dispositivos físicos y táctiles constituye una necesidad pedagógica. Su modelo híbrido, que combina gestión digital y primacía del objeto material, favorece una comprensión profunda y duradera.

A diferencia de las materiotecas industriales, centradas en materiales existentes y criterios de rendimiento, *EcoMat* se configura como una biblioteca de procesos y formulaciones. Este enfoque resulta especialmente pertinente para el biodiseño, que requiere la implicación del diseñador en la síntesis material desde su origen (Myers, 2018).

El trabajo con materiales emergentes biobasados (MEB) impacta directamente en la ética y la actitud del futuro diseñador. Al interactuar con materiales orgánicos y perecederos, el estudiante desarrolla una comprensión encarnada del ciclo de vida y una relación de respeto hacia la materia (Pallasmaa, 2009). Esta perspectiva promueve un cambio de paradigma hacia la ecología material.

La transición a la economía circular requiere diseñadores capaces de pensar en ciclos de vida cerrados, no en líneas rectas basadas en “tomar, hacer, desechar” (Bocken *et al.*, 2016). *EcoMat*, al centrarse en la replicabilidad e impulsar la experimentación, forma a la próxima generación de profesionales en el pensamiento circular desde la raíz. La publicación de las fichas de formulación contribuye a una ciencia de materiales más colaborativa y transparente. Este enfoque de investigación material abierta es un imperativo ético en la lucha contra la crisis climática, ya que facilita la trazabilidad y acelera la innovación material sostenible.

Un punto crucial de la discusión es cómo garantizar la sostenibilidad de la materioteca misma. Los MEB son materiales vivos y perecederos, lo que requiere un protocolo de

mantenimiento y renovación constante (el concepto de archivo vivo). La gestión de una materioteca de MEB presenta desafíos únicos:

- Caducidad y deterioro biológico: a diferencia de los polímeros sintéticos, los MEB se degradan, se oxidan o cambian de color con el tiempo. Esto requiere un protocolo de monitoreo constante, etiquetado de fecha y renovación de muestras.
- Riesgo de contaminación y variabilidad: el trabajo con componentes orgánicos requiere protocolos de bioseguridad. Además, la sensibilidad de los MEB a la humedad y temperatura implica que el desafío es documentar esta variabilidad como una propiedad intrínseca del material, y no como un error.

Sin embargo, desde EcobBD Lab, entendemos estos desafíos como oportunidades de investigación, donde la caducidad se convierte en un objeto de estudio. Futuros investigadores pueden apoyarse en *EcoMat* para analizar la cinética de biodegradación de diferentes formulaciones bajo condiciones controladas. La discusión debe abordar la necesidad de incorporar la obsolescencia biológica como una característica de diseño, cerrando así el ciclo de la economía circular en el propio dispositivo de enseñanza.

## Conclusiones

Este artículo ha examinado la materioteca *EcoMat* como un dispositivo pedagógico y de investigación clave para superar los desafíos inherentes a la integración de los materiales emergentes biobasados (MEB) en la formación en diseño, arte y arquitectura, y en el ecosistema de la economía circular. La conclusión principal es que la transición material urgente requiere herramientas educativas que superen las limitaciones de los recursos digitales.

El valor distintivo de *EcoMat* reside en su modelo híbrido, que aborda simultáneamente la brecha sensorial y la brecha documental. Al funcionar como un “archivo vivo” y una “biblioteca de procesos”, demuestra que la interacción física con muestras (rigor sensorial) es insustituible para el aprendizaje profundo del diseñador, especialmente cuando las propiedades del material son radicalmente diferentes a las de los plásticos convencionales. Esta experiencia encarnada es la base para el Diseño Orientado a Materiales (*Material Driven Design*, MDD).

Desde una perspectiva estratégica, *EcoMat* actúa como agente catalizador hacia una transición circular. Al documentar y facilitar la replicabilidad de formulaciones MEB, promueve el pensamiento circular desde la raíz, formando a los estudiantes a diseñar con la obsolescencia biológica como una característica intrínseca, y no como un fallo. Además, al impulsar la publicación y el rigor en la citación de formulaciones, la materioteca contribuye activamente a una ciencia material más abierta y colaborativa, esencial para acelerar la innovación sectorial.

Finalmente, la gestión de *EcoMat* subraya un imperativo ético en la ecología material. La sostenibilidad de la materioteca misma, con el desafío constante de la caducidad y el deterioro biológico de sus muestras, transforma la necesidad de mantenimiento en una

oportunidad pedagógica: el estudiante aprende a respetar y monitorear la “biografía” del material hasta su fin de ciclo. Se propone que futuras investigaciones se orienten a la estandarización de protocolos de trazabilidad y gestión de la variabilidad con el fin de facilitar la expansión de este modelo a otras instituciones académicas y fortalecer la red global de biodiseño y la transición hacia futuros materiales.

Esta investigación se ha desarrollado en el marco del proyecto competitivo de I+D+I “Ecología Material: Biomaterialidades Interespecies en el Marco de Ciencia, Arte y Tecnología (EcoMat)” (código 2024/UEM12), dirigido por Esther Pizarro Juanas en la Universidad Europea de Madrid, en el contexto de una de las líneas de investigación del grupo EcoBD Lab y financiado por la Convocatoria de Financiación Interna de Proyectos de la Universidad Europea 2024, durante el periodo comprendido entre el 1 de junio de 2024 y el 31 de mayo de 2025.

*Uso de IA: En la redacción de este artículo se ha utilizado ChatGPT para revisar la ortografía y gramática, así como para acortar el abstract, redactar la conclusión y adaptar las referencias bibliográficas a la norma APA. El contenido final ha sido revisado cuidadosamente y los autores mantienen la completa autoría así como la responsabilidad sobre las ideas y conceptos presentados y desarrollados en el texto.*

## Referencias bibliográficas

- Angely, D., & Cristián, E. (2023). Plataforma digital de información complementaria para una biblioteca de materiales: El caso de la Materioteca UC. En *Memorias de la Décima Tercera Conferencia Iberoamericana de Complejidad, Informática y Cibernética (CICIC 2023)*. <https://doi.org/10.54808/CICIC2023.01.95>
- Ashby, M. F., & Johnson, K. (2014). *Materials and design: The art and science of material selection in product design* (3rd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Bocken, N. M. P., de Pauw, I., Bakker, C., & van der Grinten, B. (2016). Product design and business model strategies for a circular economy. *Journal of Industrial and Production Engineering*, 33(5), 308–320. <https://doi.org/10.1080/21681015.2016.1172124>
- Connections by Finsa. (s.f.-a). ¿Qué es una materioteca? <https://www.connectionsbyfinsa.com/que-es-una-materioteca/>
- Connections by Finsa. (s.f.-c). Las materiotecas en el entorno digital. <https://www.connectionsbyfinsa.com/materiotecas-en-redes-sociales/>
- Ellen MacArthur Foundation. (2017). *Circular economy toolkit*. <https://ellenmacarthurfoundation.org/resources/circular-economy-toolkit>
- Fab Textiles. (2025). <https://www.fabtextiles.org>
- Flórez, C., & Bueno, M. A. (2020). Materiotecas: Un espacio de convergencia entre academia, industria, arte y ciencia. *Revista Iberoamericana de Materiales*, 23(2), 241–255.
- Giaccardi, E., & Karana, E. (2015). Foundations of Materials Experience: An approach for HCI. *CHI'15: Proceedings of the 33<sup>rd</sup> Annual ACM Conference on Human Factors in Computing Systems*. 2447–2456. <https://doi.org/10.1145/2702123.2702337>

- Hawken, P. (Ed.). (2017). *Drawdown: The most comprehensive plan ever proposed to reverse global warming*. Penguin Books.
- Karana, E., Pedgley, O., & Rognoli, V. (Eds.). (2014). *Materials experience: Fundamentals of materials and design*. Butterworth-Heinemann.
- Karana, E., Hekkert, P., & Kandachar, P. (2017). *Material considerations in product design: The sensory and aesthetic dimension*. CRC Press.
- Morin, E. (1999). *La cabeza bien puesta: Repensar la reforma, reformar el pensamiento*. Ediciones Nueva Visión.
- Myers, W. (2018). *Biodesign: Nature + science + creativity (Rev. & expanded ed.)*. Thames & Hudson.
- Nicenboim, I., Karana, E., McQuillan, H., Devendorf, L., Kakehi, Y., Bell, F., Speed, C., Oogjes, D., Yao, Li, Søndergaard, M., Helms, K., Withers, S. (2025). *Regenerative Material Ecologies in HCI. Proceedings of the Extended Abstracts of the CHI Conference on Human Factors in Computing Systems (CHI EA '25)*. Association for Computing Machinery, New York, NY USA. Article 763, 1-5. <https://doi.org/10.1145/3706599.3716303>
- Pallasmaa, J. (2009). *The thinking hand: Existential and embodied wisdom in architecture*. John Wiley & Sons.
- Pizarro, E., Trigo, M., & Marcos, I. (Eds.). (2025a). *EcoMat: Ecología material. Manual práctico de materiales emergentes biobasados*. Asociación EcoHabitar para una Cultura Regenerativa.
- Pizarro, E., Trigo, M., & Marcos, I. (Eds.). (2025b). *EcoMat: Ecología material. Archivo de materiales emergentes biobasados*. Asociación EcoHabitar para una Cultura Regenerativa.
- Rael, R., & Fratello, V. (2021). *Printing architecture: Innovative materials and design for 3D printing*. Taylor & Francis.
- Tardini, M. (2023). *Diseño y economía circular: Estrategias para la sostenibilidad*. Editorial Gustavo Gili.
- Waag Futurelab. (2025). <https://waag.org>

**Abstract:** Emerging bio-based materials (EBMs), developed from natural resources such as gelatine, agar-agar, starches and organic waste, constitute a biodegradable alternative to petroleum-derived synthetic materials and are increasingly positioned as key agents in response to the current environmental crisis. However, their diversity, experimental nature and limited standardisation pose significant challenges in terms of sourcing, management, understanding and application across the fields of design, art and architecture. Available information about these materials is typically dispersed and insufficiently systematised, which hinders their integration into educational and professional contexts and slows the transition towards circular economy models.

Within this context, material libraries –or materiotheques– emerge as strategic tools for collecting, cataloguing and disseminating material knowledge. By combining physical interaction with real samples and rigorous technical documentation, materiotheques enable a comprehensive understanding of biomaterials. Sensory properties such as texture, transparency, flexibility and smell are difficult to convey through digital media alone; therefore, tactile experience acquires fundamental pedagogical value.

This article analyses the EcoMat materiotheque as a living archive and pedagogical device within academic design education. Developed within the research project *Material Ecology: Interspecies Biomaterialities at the Intersection of Science, Art and Technology (EcoMat)*, led by the EcoBD Lab at Universidad Europea de Madrid, EcoMat gathers and systematises one hundred samples of bio-based materials. Its cataloguing system integrates information on sensoriality, formulation and modes of application in order to promote replicability and scalability. Furthermore, its modular physical container –conceived as a “Swiss-army-knife” system based on the versatility of the cube– enables efficient storage, archiving, transport and exhibition of the samples. EcoMat thus operates as a tangible bridge between material research, pedagogical practice and the circular transition.

**Keywords:** Bio-based materials - Material library - Sustainability - Biodesign - Circular economy - Pedagogy - Sensoriality - Cataloguing - Education - Material research

**Resumo:** Os materiais emergentes de base biológica (MEB), desenvolvidos a partir de recursos naturais como gelatina, ágar-ágar, amidos e resíduos orgânicos, constituem uma alternativa biodegradável aos materiais sintéticos derivados do petróleo e posicionam-se como agentes centrais diante da atual crise ambiental. No entanto, sua diversidade, caráter experimental e limitada padronização apresentam desafios significativos em termos de obtenção, gestão, compreensão e aplicação nos campos do design, da arte e da arquitetura. As informações disponíveis sobre esses materiais encontram-se, em geral, dispersas e pouco sistematizadas, o que dificulta sua integração em contextos educacionais e profissionais e retarda a transição para modelos de economia circular.

Nesse contexto, as bibliotecas de materiais –ou materiotecas– emergem como ferramentas estratégicas para coletar, catalogar e difundir o conhecimento material. Ao combinar a interação física com amostras reais e uma documentação técnica rigorosa, as materiotecas possibilitam uma compreensão abrangente dos biomateriais. Propriedades sensoriais como textura, transparência, flexibilidade e odor são difíceis de transmitir apenas por meios digitais; assim, a experiência tátil adquire um valor pedagógico fundamental.

Este artigo analisa a materioteca EcoMat como arquivo vivo e dispositivo pedagógico na formação acadêmica em design. Desenvolvida no âmbito do projeto de pesquisa *Ecologia Material: Biomaterialidades interespecíficas no cruzamento entre Ciência, Arte e Tecnologia (EcoMat)*, do grupo EcoBD Lab da Universidad Europea de Madrid, a EcoMat reúne e sistematiza uma centena de amostras de materiais de base biológica. Seu sistema de catalogação integra informações sobre sensorialidade, formulação e modos de uso, com o objetivo de favorecer a replicabilidade e a escalabilidade. Além disso, seu contêiner físico modular –concebido como uma “canivete suíço” baseado na versatilidade do cubo– permite armazenar, arquivar, transportar e exibir as amostras de forma eficiente. Dessa forma, a EcoMat configura-se como uma ponte tangível entre pesquisa material, prática pedagógica e transição circular.

**Palavras-chave:** Materiais de base biológica - Materioteca - Sustentabilidade - Biodesign - Economia circular - Pedagogia - Sensorialidade - Catalogação - Educação - Pesquisa material