

Futuros biobasados. Materialidades emergentes y territorios de innovación en EcoMat

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

Universidad Europea Madrid-Campus Creativo

Resumen: El proyecto *EcoMat*, desarrollado por el grupo de investigación Ecosistemas Creativos y BioDiseño [EcoBDLab] de la Universidad Europea de Madrid, nace como respuesta a la necesidad de replantear los materiales que utilizamos frente a la actual crisis medioambiental. Centrado en los materiales emergentes biobasados (MEB), propone alternativas renovables, biodegradables y, en muchos casos, compostables, capaces de reducir el impacto ambiental y abrir nuevos horizontes estéticos y culturales. La investigación traza una genealogía de los MEB, desde sus orígenes vinculados a los biomateriales médicos hasta su expansión en ámbitos como el diseño, la arquitectura y la moda. En este análisis, se comparan las metodologías *Material Driven Design* (MDD) y *Tinkering Material* (TM) para proponer, a partir de ellas, la metodología *EcoMat*. Además, se profundiza en las propiedades clave de estos materiales –renovabilidad, biodegradabilidad, compatibilidad industrial e impacto ambiental reducido– destacando su potencial para generar experiencias sensoriales, culturales y afectivas que trascienden lo puramente técnico. El proyecto propone también una clasificación de los MEB en seis categorías: bioláminas, bioespumas, biocueros, biohilos, biorresinas y biocomposites. Esta taxonomía se materializa en una materioteca modular y didáctica compuesta por un centenar de muestras físicas, cada una cuidadosamente clasificada y documentada, concebida como recurso para la formación, la investigación y la experimentación transdisciplinar. En conjunto, *EcoMat* demuestra que la innovación material, cuando se orienta por principios de sostenibilidad y creatividad, puede convertirse en un motor de cambio cultural y ambiental hacia futuros más regenerativos y plenamente biobasados.

Palabras clave: Materiales biobasados - Sostenibilidad - Diseño regenerativo - Economía circular - Futuros biobasados - Materioteca - EcoMat

[Resúmenes en inglés y en portugués en las páginas 96-97]

⁽¹⁾ **Esther Pizarro Juanas** es artista visual, investigadora y Catedrática en la Universidad Europea de Madrid. Dirige el grupo de investigación *Ecosistemas Creativos y BioDiseño* [EcoBD Lab], enfocado en la exploración del uso innovador de materiales biobasados aplicados al arte y al diseño. Con una destacada trayectoria investigadora y artística, sus proyectos recientes abordan problemáticas medioambientales y la complejidad

de la sociedad contemporánea, mediante instalaciones escultóricas que operan en la intersección entre arte, ciencia y tecnología. www.estherpizarro.es

(**) **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 con su práctica artística y la codirección del proyecto editorial Kilo Translations. Su trabajo, centrado en el cruce transversal 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, entre otros. www.isabelmarcos.com

(***) **Miguel Trigo Morán** es diseñador, artista multimedia, investigador y docente en la Universidad Europea de Madrid. Actualmente prepara su tesis doctoral centrada en materiales biobasados y celulosa bacteriana, aplicados al diseño sostenible. Ha colaborado en proyectos internacionales de remediación ambiental en coordinación con la Dirección General de Asociaciones Internacionales (DG INTPA) de la Comisión Europea. Su trabajo ha sido seleccionado en exposiciones como 50 Talentos. Ideas para un Mundo Mejor, Producto Fresco 2017 y 2025, Gwangju Design Biennale 2025 y ha sido reconocido con premios como The Drum Awards, European Excellence Awards y EuroPAwards. www.trigomoran.com

1. Introducción: materialidad en tiempos de crisis planetaria

Vivimos un momento crítico: el cambio climático, la pérdida acelerada de biodiversidad y el agotamiento de los recursos fósiles han colocado a la humanidad en un punto de inflexión. En este contexto, una pregunta aparentemente simple cobra enorme relevancia: *¿de qué están hechos los objetos que usamos a diario?* Cada prenda, envase o mueble tiene una historia material que, en la mayoría de los casos, permanece oculta. Esa materialidad –a menudo derivada del petróleo– tiene grandes consecuencias para la salud del planeta y de las personas. Por ello, en las últimas décadas, artistas, diseñadores, arquitectos y científicos han empezado a cuestionar el papel de los materiales como mediadores entre sociedad y naturaleza, replanteando las formas en que los producimos, utilizamos y desechamos. Entre las alternativas emergentes destacan los materiales biobasados: opciones renovables, biodegradables y, en muchos casos, compostables, que además ofrecen estéticas innovadoras. El proyecto *EcoMat*, desarrollado por el grupo de investigación Ecosistemas Creativos y BioDiseño [EcoBDLab] de la Universidad Europea de Madrid, se sitúa en este contexto de transformación material. Concebido como un laboratorio pedagógico y sensorial, *EcoMat* emplea la investigación basada en la práctica para explorar el potencial de los materiales emergentes biobasados (MEB) en la redefinición de las prácticas del arte y diseño contemporáneo. Apoyado en un marco teórico y metodológico sólido, y respaldado por una

revisión bibliográfica exhaustiva, el proyecto se centra en la validación de los MEB como una alternativa viable y sostenible para la construcción de un futuro más respetuoso con el medioambiente.

2. De biomateriales a materiales biobasados: un cambio de paradigma

El término *biomaterial* nació en el campo de la medicina para describir materiales diseñados para interactuar con sistemas biológicos con fines terapéuticos o diagnósticos (Williams, 2004, 2008). Con el tiempo, el concepto viajó más allá del quirófano y comenzó a emplearse en el diseño, la arquitectura y la moda (Karana *et al.*, 2015). En paralelo, se consolidó el término *material biobasado* para referirse a aquellos cuya materia prima principal procede de recursos renovables –plantas, microorganismos, algas o residuos orgánicos– transformados mediante procesos biotecnológicos, químicos o físicos (Auras *et al.*, 2010).

Esta distinción es importante: no todos los biomateriales son biobasados, ni todos los materiales biobasados tienen fines médicos. En el contexto del diseño sostenible, los materiales emergentes biobasados (MEB) son aquellos desarrollados específicamente como respuesta a la actual crisis ambiental global, y constituyen un universo propio, vinculado con la bioeconomía, la innovación creativa y la ética ambiental.

2.1. Un material: del petróleo a la bioeconomía

Durante milenios, la humanidad trabajó con materiales de origen biológico: madera, fibras vegetales, cuero, hueso. Sin embargo, la Revolución Industrial y, sobre todo, la irrupción del plástico en el siglo XX, cambiaron nuestros vínculos con el entorno. Los polímeros derivados del petróleo se convirtieron en sinónimo de modernidad y posibilitaron la producción y consumo masivos a escala global (Manzini, 1993). Hoy, esa hegemonía se tambalea. La contaminación por plásticos, la presión sobre los recursos fósiles y el avance de la economía circular han impulsado el regreso de los materiales biobasados, ahora enriquecidos con innovaciones tecnológicas y una fuerte carga política y simbólica. Estos nuevos materiales no solo sustituyen a los petroquímicos, también proponen nuevas estéticas y narrativas.

2.2. Materiales emergentes biobasados: propiedades y potencial

Los MEB son materiales desarrollados a partir de biomoléculas como carbohidratos, proteínas, lípidos o lignocelulosa. Se elaboran mediante técnicas que van desde la fermentación bacteriana hasta la impresión 3D, incluyendo procesos artesanales DIY (*Do It Yourself*) en laboratorios de fabricación abierta (Ayala, 2019). Su potencial radica en varias propiedades clave:

- Renovabilidad: provienen de recursos naturales que pueden regenerarse (Azapagic *et al.*, 2003).
- Biodegradabilidad: pueden descomponerse en compuestos inocuos (Tokiwa *et al.*, 2009).
- Compatibilidad industrial: se adaptan a procesos como la extrusión, el moldeo o la impresión 3D (Niaounakis, 2015).
- Impacto ambiental reducido: al basarse en carbono capturado de la atmósfera, su huella suele ser menor que la de sus equivalentes petroquímicos (Shen *et al.*, 2010).

Interactuar con un material no es solo una cuestión física. Por esta razón, más allá de estas cualidades técnicas, los MEB tienen un valor cultural: redefinen la experiencia del diseño y generan nuevas formas de relación con los objetos. Tal como señalan Karana y colaboradores (2008, 2014, 2015), la experiencia material se manifiesta en tres niveles:

1. Sensorial: cómo se siente el material al interactuar directamente con él (suavidad, calidez, peso).
2. Interpretativo: los valores y narrativas culturales que evoca. ¿Es un material “natural”? ¿Nos remite a lo artesanal, lo tecnológico o lo futurista?
3. Afectivo: las emociones que despierta en nosotros, desde confianza hasta rechazo.

Así, un bioplástico elaborado con cáscara de naranja no solo actúa como sustituto del PET, sino que también cuenta una historia sobre el aprovechamiento de residuos, la economía circular y la creatividad. Este carácter narrativo es clave para su adopción y para generar una conexión más consciente entre el usuario y el material.

2.3. Taxonomía creativa: seis familias de materiales biobasados

La diversidad de estos materiales exige una taxonomía que facilite su comprensión. En el proyecto *EcoMat* hemos identificado y experimentado las siguientes categorías (Pizarro *et al.*, 2025) (Ver Figura 1):

- Bioláminas: películas a base de gelatina, agar-agar o féculas, usadas en múltiples aplicaciones por su carácter laminar y su versatilidad, que permite modificar características como flexibilidad y elasticidad.
- Bioespumas: materiales de baja densidad con aplicaciones en diversos campos debido a su ligereza y alta texturación.
- Biocueros: alternativas al cuero animal producidas a partir de residuos vegetales.
- Biohilos: fibras biodegradables obtenidas de alginato de sodio u otros polímeros naturales.
- Biorresinas: polímeros de origen vegetal utilizados en adhesivos, recubrimientos y composites.
- Biocomposites: materiales híbridos que combinan matrices biopoliméricas con refuerzos naturales, caracterizados por su rigidez y grosor.

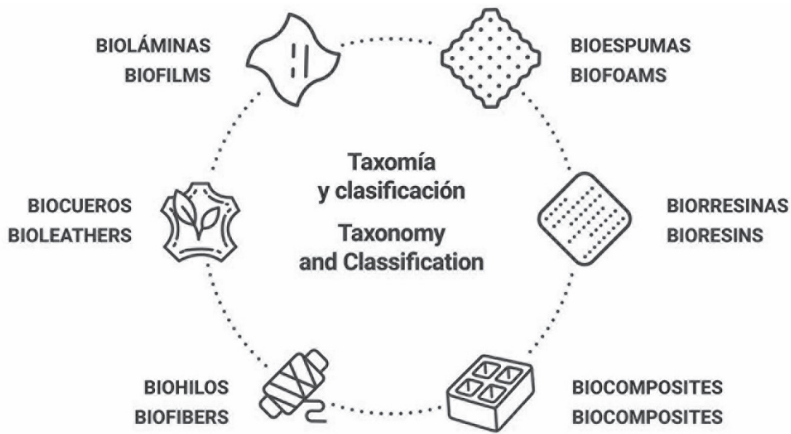


Figura 1. Esquema de taxonomía y clasificación de MEB. (s. f.). (Fuente: EcoMat).

Esta taxonomía no es solo técnica: es también cultural. Nos invita a imaginar un futuro biobasado en el que nuestras casas, prendas y objetos cotidianos estén hechos de materiales que no extraen, sino que regeneran.

2.4. Entre sostenibilidad y creatividad

Los MEB no se limitan a la eficiencia ecológica, ya que su alcance se inscribe en marcos conceptuales más amplios, como:

- Economía circular: McDonough y Braungart (2002) propusieron “cerrar los ciclos” de los materiales. Los biobasados, al ser reciclables y/o compostables, encajan de manera natural en este paradigma.
- Biomímesis: Janine Benyus (1997) defendió que debemos inspirarnos en la naturaleza. Muchos MEB replican procesos como la fotosíntesis o la polimerización enzimática.
- Diseño regenerativo: no se trata solo de minimizar impactos, sino de restaurar ecosistemas (Lyle, 1994). Un biocomposite que fomenta la biodiversidad de su materia prima no solo es sostenible: es regenerador.
- Autoproducción y cultura DIY: los laboratorios de fabricación abierta permiten a diseñadores y ciudadanos experimentar con biomateriales, democratizando la innovación (Rognoli *et al.*, 2015; Parisi, Rognoli y Sonneveld, 2018).

Este enfoque múltiple convierte a los MEB en catalizadores de cambios no solo productivos, sino también sociales y culturales.

3. Metodología *EcoMat*: innovación, Sostenibilidad y experimentación material

3.1. Del material como recurso al material como experiencia

El proyecto *EcoMat* surge con una doble intención: contribuir al cuidado del medioambiente y, al mismo tiempo, replantear la manera en que concebimos, utilizamos y desechamos los materiales. Su eje de trabajo trasciende la eficiencia técnica o la funcionalidad, adentrándose en una dimensión estética, sensorial y experiencial. La propuesta se alinea con las líneas de pensamiento y acción desarrolladas en el *Material Driven Design* (MDD) y el *Material Tinkering* (MT), dos metodologías que, aunque con enfoques distintos, comparten un objetivo común: situar el material en el centro del proceso creativo (Karana *et al.*, 2015; Parisi, Rognoli y Sonneveld, 2017). En *EcoMat*, estos métodos se han aplicado en el desarrollo de materiales emergentes biobasados (MEB), procedentes tanto de residuos orgánicos como de recursos descartados por la propia naturaleza (Ver Figura 2).

En 2008, Elvin Karana introdujo el concepto de *experiencia con los materiales*, estableciendo un marco teórico que considera no solo las propiedades técnicas de un material, sino también su capacidad para generar vivencias perceptivas y afectivas (Karana *et al.*, 2008). Este enfoque plantea que nuestra relación con un material no se limita al momento de su uso: comienza desde la percepción inicial –cómo se ve, se siente, se huele– y continúa en la interacción física, cultural y emocional que desarrollamos con él. Así, un bioplástico no es simplemente una alternativa sostenible al plástico convencional, sino un elemento que puede evocar recuerdos, situarnos en un lugar concreto, provocar sensaciones o inspirar narrativas de uso.

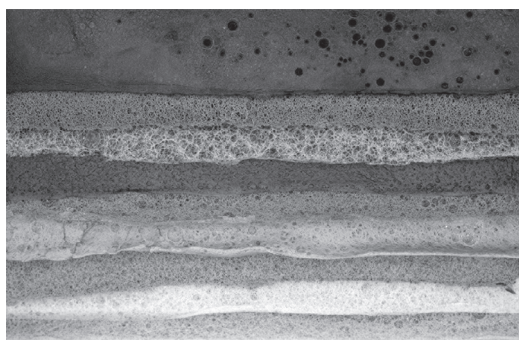


Figura 2. Trigo, M. (s. f.). Selección de bioespumas realizadas con tintes y cargas naturales [fotografía] (Fuente: *EcoMat*).

Hassenzahl (2010) lo sintetiza al describir la experiencia como un episodio o narrativa que emerge del diálogo entre el ser humano y su entorno material. Bajo esta perspectiva, el material deja de ser un soporte pasivo para convertirse en un agente activo en la construcción de significado.

3.2. Material Driven Design (MDD): estructurar la innovación material

El *Material Driven Design* (MDD) es un método estructurado que integra la exploración de las propiedades intrínsecas de un material con los objetivos creativos del diseñador (Karana *et al.*, 2015). Su especial valor radica en que no parte de un producto final predefinido, sino que el propio material es el origen del proceso. El método se desarrolla en cuatro etapas (*Ver Figura 3*):

1. Comprensión del material: análisis técnico y sensorial.
2. Visión de experiencia material: definición de la experiencia que se quiere generar.
3. Patrones de experiencia material: traducción de esa visión en atributos concretos.
4. Diseño de conceptos de material/producto: creación de prototipos o aplicaciones que validen esa visión y patrones.

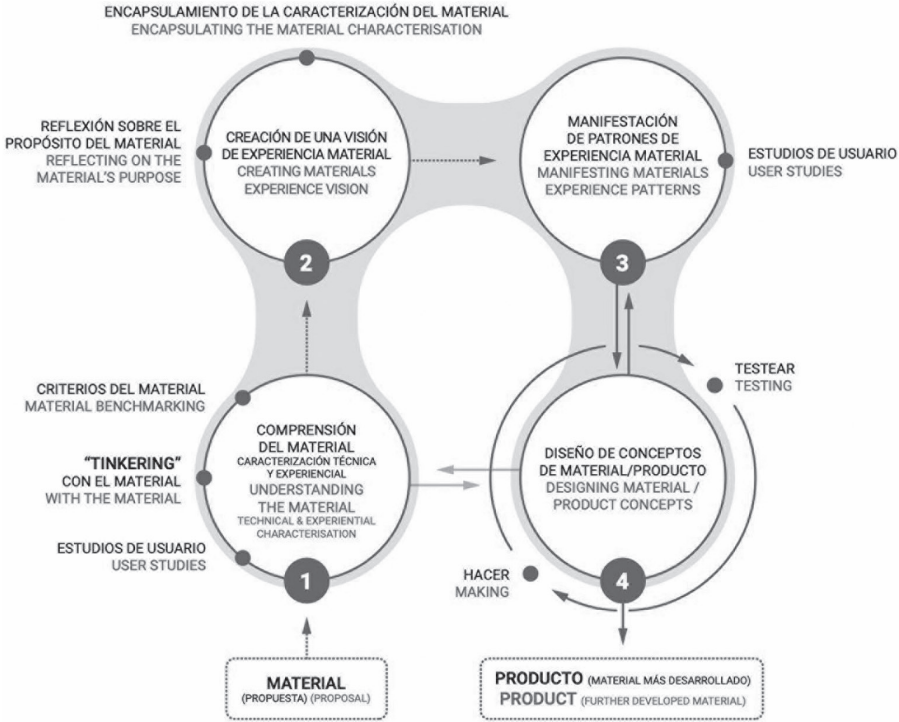


Figura 3. Etapas metodológicas Material Driven Design (MDD) (Fuente: *EcoMat*, a partir del diagrama de Karana *et al.* (2015: 40).

En el contexto de la sostenibilidad, el MDD permite desarrollar materiales biobasados alineados con la economía circular, incorporando criterios como biodegradabilidad, reciclabilidad y bajo impacto ambiental (Teixeira y Santos, 2024).

3.3. Material Tinkering (MT): el juego como motor de descubrimiento

En contraposición al MDD, el *Material Tinkering* (MT) se caracteriza por un enfoque más libre y exploratorio. Aquí, la experimentación manual y el juego son las herramientas principales para conocer un material (Parisi, Rognoli y Sonneveld, 2017). Las claves de este método son:

- Experimentación creativa: manipulación sin un fin predeterminado.
- Aprendizaje sensorial: cultivo de la sensibilidad hacia texturas, olores, colores y comportamientos.
- Prototipado continuo: generación rápida de muestras para aprender de la iteración (Gamman y Thorpe, 2017).

En el trabajo con materiales biobasados, el MT permite descubrir posibilidades inesperadas: por ejemplo, que una lámina de gelatina pueda adquirir cualidades similares al cuero con el proceso de secado adecuado, o que una espuma de agar-agar presente una estructura óptima para aplicaciones de embalaje sostenible.

3.4. El material como eje del pensamiento creativo

El desarrollo de materiales emergentes biobasados, al situar el material en el centro del proceso creativo, presenta características que los diferencian de los materiales tradicionales y que los orientan hacia criterios regenerativos con el medioambiente. Entre los principios que los definen, cabe destacar:

- Economía circular y sostenibilidad: Ambas metodologías, MDD y MT, se alinean con los principios de la economía circular, promoviendo el uso de materiales biodegradables y reciclables. Casos como los biocomposites a partir de micelio muestran cómo un recurso renovable puede sustituir a plásticos de un solo uso, reduciendo significativamente el impacto ambiental (Rognoli, 2020).
- Materiales dinámicos: Los materiales biobasados pueden degradarse, cambiar de color o textura con el tiempo. Este dinamismo amplía su potencial expresivo y redefine el concepto de producto, acercándolo a una entidad “viva” que reacciona ante factores externos y evoluciona junto al usuario.
- Recursos locales y técnicas DIY: El uso de recursos locales y la filosofía DIY potencian la identidad geográfica de un material, fomentando la materialidad situada. Un biocompuesto desarrollado con fibras vegetales autóctonas no solo es sostenible, sino que incorpora la memoria y el carácter del lugar de origen (Sörensen y Rosén, 2021).
- Experiencia material y contexto: Diseñar con materiales implica comprender su historia y su comportamiento. El micelio, por ejemplo, no se limita a ser un material estructural: su proceso de crecimiento, textura y color forman parte de su propuesta de valor (Karana *et al.*, 2018).

3.5. La metodología EcoMat: una propuesta aplicada

EcoMat ha integrado lo mejor del MDD y del MT en una metodología propia orientada a la exploración de materiales emergentes biobasados (MEB). Su enfoque se apoya en tres pilares:

1. Clasificación óptico-sensorial: registrando cualidades como transparencia, elasticidad, flexibilidad, resistencia, contracción, textura y olor.
2. Exploración creativa: usando el juego y la experimentación como motores de descubrimiento.
3. Documentación rigurosa: registrando fórmulas, procesos y resultados para garantizar la replicabilidad, junto a una documentación gráfica del proceso y de las muestras seleccionadas.

El resultado ha sido la creación de una materioteca que incluye bioláminas, bioespumas, biocueros, biocompuestos y biohilos, junto a una selección de procesados aplicables. Cada muestra está acompañada de su ficha técnica y sensorial, y su documentación gráfica, facilitando su replicabilidad y su aplicación en futuras investigaciones y desarrollos creativos. *EcoMat* se ha desarrollado en tres etapas (Ver Figura 4):

1. Experimentación inicial: pruebas con diferentes bases, tintes, cargas y procesos por parte del equipo de trabajo para familiarizarse con los ingredientes base y los distintos procesados.
2. Documentación: registro gráfico y textual detallado de cada muestra.
3. Selección y catalogación: fabricación de un dispositivo modular para preservar, archivar y exponer cien muestras representativas.

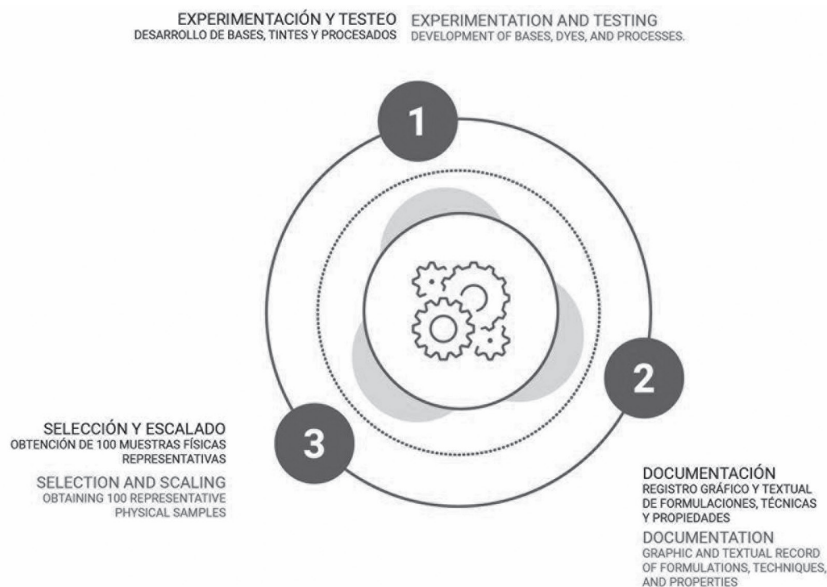


Figura 4. Etapas metodológicas EcoMat. (s. f.) (Fuente: EcoMat).

La metodología *EcoMat* demuestra que es posible abordar el diseño desde una perspectiva integral, donde el material es tanto el origen como el hilo conductor del proceso creativo. Al combinar la estructura del MDD con la libertad exploratoria del MT, se abre un espacio fértil para innovar en sostenibilidad, estética y funcionalidad.

Más allá de la creación de nuevos materiales, *EcoMat* impulsa una cultura material consciente, que reconoce el papel de los materiales en nuestra experiencia diaria y en el impacto que generamos sobre el planeta. En este sentido, el futuro del diseño sostenible no reside únicamente en cuestionar “qué” producimos, sino en “cómo” nos relacionamos con la materia que nos rodea.

4. Del laboratorio al diseño sostenible: exploración y aplicación de materiales emergentes biobasados

4.1. Aprender haciendo: exploración y experimentación con MEB

La transición hacia una economía circular y hacia una nueva cultura material está transformando el papel del diseñador. Ya no basta con dominar herramientas creativas: hoy resulta imprescindible una alfabetización material que abarque propiedades técnicas, criterios de sostenibilidad y potenciales expresivos (Ferraro y Pasold, 2020). Los materiales emergentes biobasados (MEB), obtenidos a partir de recursos renovables, abren posibilidades inéditas para el diseño, pero también plantean retos formativos. Comprender su comportamiento, procesado y aplicaciones exige un conocimiento transversal que conecte ciencia, ingeniería, arte y diseño (Hasling y Bang, 2015).

En este escenario, es fundamental combinar la experimentación abierta y la documentación rigurosa, ya que no se trata solo de aprender a “usar” un material, sino de co-crearlo desde sus ingredientes básicos hasta sus procesos de transformación. Trabajar con materiales emergentes difiere de los procesos convencionales de desarrollo de producto (*Ver Figura 5*). Desde las fases iniciales, diseñadores e ingenieros exploran formulaciones y técnicas, evaluando cómo responden a factores ambientales y a procesos de manipulación (Härkäsalmi, 2017). Este enfoque experimental fomenta:

- Asociaciones multidimensionales: conectar las propiedades físicas con ideas creativas y aplicaciones potenciales (Kosonen y Mäkelä, 2012).
- Percepción sensorial activa: observar, tocar, oler y manipular para obtener señales informativas sobre la naturaleza del material (Jacucci y Wagner, 2007).
- Iteración constante: probar, fallar y ajustar, descubriendo oportunidades en resultados inesperados.



Figura 5. Trigo, M. (s. f.). Muestras de biocomposites y biomateriales procesados [fotografía] (Fuente: *EcoMat*).

En el proyecto *EcoMat*, este enfoque ha permitido desarrollar un catálogo de cien muestras de MEB, cada una documentada con su composición, proceso de elaboración y características sensoriales. La metodología se fundamenta en la trazabilidad, garantizando que el conocimiento generado pueda replicarse y escalarse tanto a contextos industriales como artesanales.

4.2. Ingredientes principales en la formulación de MEB

La investigación de *EcoMat* ha sistematizado un conjunto de componentes recurrentes en la elaboración de materiales biobasados, describiendo su origen, propiedades y aplicaciones. Destacamos:

- Gelatina: biopolímero natural derivado del colágeno animal. Interesa su capacidad gelificante termorreversible, formando redes tridimensionales que atrapan agua. La fuerza del gel, medida en grados Bloom, determina su calidad y consistencia.
- Agar-agar: polisacárido extraído de algas rojas (géneros *Gelidium* y *Gracilaria*). Forma geles firmes y estables a temperatura ambiente, con alta resistencia térmica. Su punto de fusión elevado lo diferencia de la gelatina, permitiendo usos donde la estabilidad térmica es crítica.
- Féculas y almidones: polisacáridos vegetales con cadenas de glucosa. La fécula, rica en amilopectina (patata, yuca), aporta flexibilidad; el almidón, con más amilosa (maíz, arroz), produce rigidez. Son muy utilizados en la elaboración de bioplásticos y films biodegradables.
- Alginato de sodio: extraído de algas pardas, gelifica por interacción iónica con calcio. Permite encapsulación y creación de estructuras tridimensionales estables.

- Gomas (xantana y tara): aditivos que aumentan la viscosidad y retardan la gelificación, útiles en procesos de extrusión o modelado vertical. La goma xantana se produce por fermentación bacteriana, mientras que la goma tara se extrae de las semillas de *Caesalpinia spinosa*.
- Glicerina: alcohol polihidroxilado, incoloro y viscoso. Funciona como plastificante, mejorando flexibilidad y estabilidad térmica en bioplásticos e hidrogeles.
- Cargas o aditivos: elementos sólidos que modifican propiedades mecánicas, térmicas o estéticas. Desde fibras vegetales hasta pigmentos naturales, estos componentes aportan textura, color, volumen o resistencia (*Ver Figura 6*). La diversidad que encontramos en la naturaleza ofrece un abanico casi infinito de combinaciones posibles.



Figura 6. Trigo, M. (s. f.). Muestras con carga, tinte y pigmento de remolacha [fotografía] (Fuente: *EcoMat*).

4.3. Métodos y procesos: del laboratorio al material final

La formulación de MEB no sigue una única receta: cada material resulta de la combinación y variación de ingredientes, pasos, técnicas y tiempos de elaboración. Entre las operaciones más comunes se incluyen:

- Secado controlado para minimizar deformaciones.
- Tratamientos térmicos que modifican rigidez o elasticidad.
- Pruebas de variación de concentración para ajustar viscosidad o transparencia.

Cuando se conoce la aplicación final, se seleccionan los métodos desde el inicio. En fases exploratorias, la variedad de procesados actúa como un laboratorio experimental, donde incluso los “fallos” pueden convertirse en descubrimientos valiosos para futuras innovaciones.

El trabajo experimental con MEB abre la puerta a un diseño más responsable, en el que el material deja de ser un recurso pasivo para convertirse en el conductor del proceso creativo. La combinación de investigación en laboratorio, documentación rigurosa y difusión a través de materiotecas ofrece un modelo replicable para contribuir eficazmente en la reconfiguración de nuestra relación con la materia.

5. La materioteca como motor de innovación en el diseño sostenible: el Caso Ecomat

5.1. Las materiotecas: puentes entre la ciencia y el diseño

En un mundo cada vez más consciente de los desafíos medioambientales y del agotamiento de los recursos no renovables, los materiales emergentes biobasados (MEB) se han convertido en un campo fértil para la innovación en diseño sostenible. Sin embargo, el creciente uso de MEB sigue planteando retos importantes: *¿Cómo se gestionan? ¿Cómo comprender sus propiedades de manera integral? ¿Cómo integrarlos eficazmente en procesos creativos?* Aquí es donde entran en juego las materiotecas, auténticas bibliotecas de materiales que recopilan, catalogan y difunden información clave para la aplicación de estos materiales.

La gestión del conocimiento material es tan importante como su creación. Las materiotecas funcionan como repositorios organizados donde se catalogan muestras físicas junto a su ficha técnica y sensorial (Ferraro y Pasold, 2020). Por un lado, facilitan la transferencia de conocimiento entre investigadores, estudiantes y profesionales; por otro, fomentan la experiencia directa con el material, permitiendo evaluar textura, flexibilidad o sensorialidad antes de seleccionarlo. El valor de las materiotecas reside, por tanto, no solo en el acceso a la muestra física, sino en la información técnica y sensorial que la acompaña: composición, propiedades, procesos de fabricación y recomendaciones de uso.

En el caso de *EcoMat*, la materioteca se concibe como un dispositivo modular que reúne cien muestras físicas de MEB, cada una acompañada de su ficha técnica, fotografías, descripción del proceso de elaboración y observaciones. Esta herramienta cumple una doble función: en el ámbito académico, permite a estudiantes manipular materiales, comprender sus limitaciones y explorar sus posibilidades creativas; en el entorno profesional, actúa como catalizador de innovación, facilitando la toma de decisiones informadas en proyectos de diseño sostenible (Karana *et al.*, 2015).

5.1. Ecomat: una materioteca modular y sostenible

La materioteca *EcoMat* nace de una investigación académica centrada en el desarrollo de cien muestras de MEB. Su diseño parte de una premisa clara: ser versátil, accesible y sostenible. La solución encontrada fue un sistema modular basado en el cubo, que recuerda a la multifuncionalidad de una navaja suiza.

Se compone de tres módulos cúbicos, y cada uno de ellos puede almacenar hasta cuarenta carpetas con muestras físicas y fichas técnicas. Un sistema de doble almacenamiento optimiza el espacio, y la superficie superior se convierte en una mesa expositiva gracias a cuatro bandejas desplegables (Ver Figura 7). Estas bandejas no solo muestran las muestras, sino también elementos asociados al proceso de creación, como placas *Petri* con las cargas utilizadas o tubos con las cargas procesadas para su uso. El sistema de unión mediante machihembrado permite ensamblar los cubos en disposiciones verticales u horizontales, adaptándose a diferentes entornos. Además, las plataformas con ruedas, sobre las que se sustentan los cubos, facilitan el transporte y la reorganización en espacios académicos o expositivos.



Figura 7. Trigo, M. (s. f.). Dispositivo modular de la materioteca *EcoMat* [fotografía] (Fuente: *EcoMat*).

Las muestras se guardan en carpetas fabricadas en cartón gris reciclado, reforzando el compromiso con la economía circular. Cada carpeta lleva un sello identificativo con el logotipo del proyecto y del grupo de investigación EcoBD Lab, facilitando su localización. En su interior, la muestra física se fija con imanes de neodimio, que permiten manipularla fácilmente y promover la interacción táctil (Ver Figura 8). Las fichas técnicas, en formato bilingüe (español-inglés), recogen la siguiente información:

- Nombre del material y formulación.
- Propiedades óptico-sensoriales (transparencia, elasticidad, flexibilidad, textura, olor, etc.).
- Proceso de fabricación y recomendaciones de uso.
- Fotografía de referencia.



Figura 8. Trigo, M. (s. f.). Interior de la materioteca *EcoMat*: carpetas con fichas técnicas y muestras físicas [fotografía] (Fuente: *EcoMat*).

Los tres módulos que conforman *EcoMat* organizan sus cien muestras en los siguientes grupos:

- *EcoMat 01*: bioláminas y bioespumas a base de gelatina (origen animal), pensadas para aplicaciones que requieran flexibilidad y ligereza.
- *EcoMat 02*: bioláminas, bioespumas y biocueros elaborados con agar-agar y otros polisacáridos de algas o residuos vegetales.
- *EcoMat 03*: biocomposites, biohilos, fórmulas mixtas y materiales procesados, que muestran la versatilidad de las combinaciones y tratamientos.

Esta clasificación facilita la exploración temática y técnica, permitiendo que usuarios de diferentes disciplinas encuentren rápidamente materiales relevantes para sus proyectos. *EcoMat* integra principios de sostenibilidad en todos sus ámbitos: materiales reciclados para las carpetas, diseño modular que prolonga su vida útil y documentación que favorece la replicabilidad de las muestras. En un contexto global donde la economía circular gana protagonismo, este tipo de herramientas se alinean con los Objetivos de Desarrollo Sostenible (ODS), especialmente el ODS 12, relativo a producción y consumo responsables (Naciones Unidas, 2015).

5.3. Un recurso pedagógico y de investigación

La materioteca *EcoMat* es un ejemplo tangible de cómo la investigación académica puede dar lugar a soluciones prácticas y escalables en el campo del diseño sostenible. Al ofrecer un acceso organizado y documentado a materiales emergentes biobasados, fomenta la creatividad, la innovación y la toma de decisiones responsables. En un futuro donde los recursos serán cada vez más limitados, contar con herramientas que conecten el conocimiento científico, el diseño y la sostenibilidad será esencial. Las materiotecas, y en particular modelos como *EcoMat*, no solo responden a esta necesidad, sino que anticipan un cambio profundo en la manera de diseñar y producir (Ver Figura 9).



Figura 9. Trigo, M. (s. f.). Interior de la materioteca *EcoMat*: cargas y aditivos [fotografía] (Fuente: *EcoMat*).

Como recurso pedagógico, *EcoMat* ofrece a estudiantes e investigadores la oportunidad de experimentar con materiales reales, observar sus propiedades, compararlos y evaluar su viabilidad en prototipos o proyectos piloto. La interacción sensorial es clave: tocar, oler, observar la transparencia o flexibilidad de un material permite comprenderlo de una forma que los recursos digitales no pueden ofrecer. Este enfoque fomenta un aprendizaje más profundo y creativo, alineado con metodologías de diseño centradas en la experiencia material (Camere y Karana, 2018).

Comprometidos con la difusión y transferencia de conocimiento, *EcoMat* completa su materioteca con dos publicaciones académicas y divulgativas que recogen los resultados de la investigación:

*EcoMat: Ecología material. Manual práctico de materiales emergentes biobasados*¹ reúne fundamentos teóricos, metodologías, formulaciones, técnicas de procesamiento y recomen-

daciones experimentales sobre materiales emergentes biobasados. El volumen incluye, además, un glosario especializado y bibliografía seleccionada, convirtiéndose en una guía accesible para quienes deseen explorar nuevas materialidades sostenibles en los ámbitos del arte, el diseño y la arquitectura (Ver Figura 10).



Figura 10. Trigo, M. (s. f.). *EcoMat: Ecología material. Manual práctico de materiales emergentes biobasados* [fotografía] (Fuente: EcoMat).

*EcoMat: Ecología material. Archivo de materiales emergentes biobasados*² presenta un compendio visual y técnico de cien materiales biobasados, documentando sus propiedades, formulaciones y procesos. Dirigido a investigadores y profesionales creativos, ofrece herramientas replicables para impulsar prácticas sostenibles en arte, diseño y arquitectura, fomentando una relación más consciente y armónica con los materiales y el entorno (Ver Figura 11).



Figura 11. Trigo, M. (s. f.). *EcoMat: Ecología material. Archivo de materiales emergentes biobasados* [fotografía] (Fuente: *EcoMat*).

Conclusiones

Los materiales emergentes biobasados (MEB) no solo ofrecen nuevas soluciones técnicas, sino que proponen un cambio profundo en la forma en que concebimos, producimos y nos relacionamos con la materia. El proyecto *EcoMat* demuestra que la sostenibilidad y la innovación no son objetivos excluyentes, sino fuerzas complementarias que pueden retroalimentarse para abrir nuevos territorios creativos y de innovación.

En el contexto actual de crisis medioambiental, la adopción de MEB representa una respuesta concreta y estratégica. Al provenir de fuentes renovables, ser biodegradables y, en muchos casos, compostables, estos materiales se alinean con los principios de la economía circular, la biomímesis y el diseño regenerativo. Más allá de su menor impacto ambiental, los MEB impulsan la transición hacia una nueva cultura material, en la que el diseño se convierte en una herramienta narrativa capaz de contar historias sobre regeneración, circularidad y cuidado del entorno.

EcoMat no es únicamente un archivo físico y visual con cien muestras cuidadosamente documentadas; es también un espacio pedagógico y experimental que democratiza el conocimiento material. Su diseño modular, su sistema de clasificación y su enfoque interdisciplinario lo convierte en recurso valioso para la formación académica, la investigación aplicada y la industria creativa.

En definitiva, el desarrollo y la difusión de MEB a través de iniciativas como *EcoMat* permiten repensar el vínculo entre naturaleza, tecnología y cultura. La verdadera innovación no reside únicamente en descubrir nuevos materiales, sino en integrarlos en sistemas pro-

ductivos y sociales que favorezcan una relación más equilibrada y simbiótica con el planeta. Este horizonte exige seguir investigando, prototipando y compartiendo conocimiento, para que los futuros biobasados dejen de ser una promesa y se conviertan en una realidad tangible y cotidiana.

Agradecimientos

El proyecto EcoMat ha sido financiado a través de la Convocatoria de Financiación Interna de Proyectos de Investigación en la Universidad Europea de Canarias, Madrid y Valencia 2024. Proyecto competitivo interno I+D+I. “Ecología Material: Biomaterialidades Interespecies en el Marco de Ciencia, Arte y Tecnología (EcoMat)”. Investigador principal (IP): Esther Pizarro Juanas. Lugar de trabajo: Universidad Europea de Madrid. Código Proyecto: 2024/UEM12. Duración: (1/6/2024 a 31/5/2025). Financiado por la Universidad Europea. Carácter interdepartamental, universitario, competitivo. Equipo de trabajo: Miguel Trigo Morán, Isabel Marcos Solórzano, Marta de la Rocha Fernández-Jardón, Sally Gutiérrez Dewar, Kenneth Gómez, Ángela Monje Pascual, Paloma Rodería Martínez (investigadores UE); Miguel Ángel Rego Robles (investigador externo URJC). Becaria investigación: Julia González Pérez. Estudiante: Uxue Moyano Martí.

Notas

1. Para más información véase: Pizarro, E., Trigo, M. y Marcos, I. (Eds.). (2025). *EcoMat: Ecología material. Manual de materiales emergentes biobasados*. Asociación EcoHabitat para una Cultura Regenerativa.
2. Para más información véase: Pizarro, E., Trigo, M. y Marcos, I. (Eds.). (2025). *EcoMat: Ecología material. Archivo de materiales emergentes biobasados*. Asociación EcoHabitat para una Cultura Regenerativa.

Referencias bibliográficas

- Ashby, M., & Johnson, K. (2014). *Materials and design: the art and science of material selection in product design* (3rd ed.). Butterworth-Heinemann.
- Auras, R., Harte, B., & Selke, S. (2010). An overview of polylactides as packaging materials. *Macromolecular Bioscience*, 4(9), 835–864. <https://doi.org/10.1002/mabi.200400043>
- Ayala, J. (2019). *Biomateriales DIY: innovación abierta y diseño*. Editorial Design Matters.
- Azapagic, A., Emsley, A., & Hamerton, I. (2003). *Polymers: the environment and sustainable development*. John Wiley & Sons.

- Barati, B., Karana, E., Hekkert, P., & Jönsson, P. (2022). Prototyping materials experience: Toward a toolkit for designers. *Design Studies*, 79, 101079. <https://doi.org/10.1016/j.destud.2022.101079>
- Benyus, J. M. (1997). *Biomimicry: innovation inspired by nature*. HarperCollins.
- Biron, M. (2019). *Thermoplastics and thermoplastic composites: technical information for plastics users*. William Andrew Publishing.
- Camere, S., & Karana, E. (2018). Fabricating materials from living organisms: an emerging design practice. *Journal of Cleaner Production*, 186, 570–584. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.081>
- Ferraro, F., & Pasold, A. (2020). Material libraries as a support tool for sustainable design. *Design Journal*, 23(5), 675–688. <https://doi.org/10.1080/14606925.2020.1818034>
- Gamman, L., & Thorpe, A. (2017). *Designing with society: a socially responsible design handbook*. Routledge.
- Härkäsalmi, T. (2017). Early stage material exploration in design education. *Procedia Manufacturing*, 12, 81–88. <https://doi.org/10.1016/j.promfg.2017.08.011>
- Hasling, K. M., & Bang, A. L. (2015). The role of material-driven design in interdisciplinary projects. In *Proceedings of the 17th International Conference on Engineering and Product Design Education* (pp. 98–103).
- Hassenzahl, M. (2010). *Experience design: technology for all the right reasons*. Morgan & Claypool.
- Jacucci, G., & Wagner, I. (2007). Performative roles of materiality for collective creativity. In *Proceedings of the 6th ACM SIGCHI Conference on Creativity & Cognition* (pp. 73–82). <https://doi.org/10.1145/1254960.1254973>
- Karana, E., Barati, B., Rognoli, V., & Zeeuw van der Laan, A. (2015). Material driven design (MDD): a method to design for material experiences. *International Journal of Design*, 9(2), 35–54.
- Karana, E., Hekkert, P., & Kandachar, P. (2008). Material considerations in product design: a survey on crucial material aspects used by product designers. *Materials & Design*, 29(6), 1081–1089. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2007.06.002>
- Karana, E., Pedgley, O., & Rognoli, V. (2015). *Materials experience: fundamentals of materials and design*. Butterworth-Heinemann.
- Kosonen, K., & Mäkelä, M. (2012). Designing with materials: a designer's experience of developing new materials. *Design Journal*, 15(2), 161–182. <https://doi.org/10.2752/175630612X13286241627660>
- Lyle, J. T. (1994). *Regenerative design for sustainable development*. John Wiley & Sons.
- Manzini, E. (1993). *La materia de la invención*. Celeste Ediciones.
- McDonough, W., & Braungart, M. (2002). *Cradle to cradle: remaking the way we make things*. North Point Press.
- Naciones Unidas. (2015). *Transformar nuestro mundo: la Agenda 2030 para el Desarrollo Sostenible*. <https://www.un.org/sustainabledevelopment/es/>
- Niaounakis, M. (2015). *Biopolymers: applications and trends*. Elsevier.
- Parisi, S., Rognoli, V., & Sonneveld, M. (2017/2018). Material tinkering: an inspirational approach for experiential learning and envisioning in product design education. *International Journal of Technology and Design Education*, 27(4), 1163–1184; *The Design*

- Journal*, 21(4), 557–584. <https://doi.org/10.1007/s10798-016-9380-1>; <https://doi.org/10.1080/14606925.2018.1467685>
- Pizarro, E., Trigo, M., & Marcos, I. (Eds.). (2025). *EcoMat: ecología material. Manual práctico de materiales emergentes biobasados*. Asociación EcoHabitat para una Cultura Regenerativa.
- Pizarro, E., Trigo, M., & Marcos, I. (Eds.). (2025). *EcoMat: ecología material. Archivo de materiales emergentes biobasados*. Asociación EcoHabitat para una Cultura Regenerativa.
- Rognoli, V. (2020). Emerging materials experiences: designing with biomaterials. *Diseña*, (16), 1–29. <https://doi.org/10.7764/disen.16.1>
- Rognoli, V., Bianchini, M., Maffei, S., & Karana, E. (2015). DIY materials. *Materials & Design*, 86, 692–702. <https://doi.org/10.1016/j.matdes.2015.07.020>
- Shen, L., Haufe, J., & Patel, M. K. (2010). *Product overview and market projection of emerging bio-based plastics*. European Polysaccharide Network of Excellence.
- Sörensen, J., & Rosén, K. (2021). Local materials and design: building sustainable futures. *Sustainability*, 13(2), 575. <https://doi.org/10.3390/su13020575>
- Teixeira, M., & Santos, A. (2024). Circular economy in material design: from waste to value. *Journal of Sustainable Design*, 12(1), 45–59.
- Tokiwa, Y., Calabia, B. P., Uguw, C. U., & Aiba, S. (2009). Biodegradability of plastics. *International Journal of Molecular Sciences*, 10(9), 3722–3742. <https://doi.org/10.3390/ijms10093722>
- Williams, D. F. (2004). *Definitions in biomaterials*. Elsevier.
- Williams, D. F. (2008). On the nature of biomaterials. *Biomaterials*, 29(20), 2941–2953. <https://doi.org/10.1016/j.biomaterials.2008.04.003>

Abstract: The *EcoMat* project, developed by the Ecosistemas Creativos y BioDiseño [EcoBDLab] research group at Universidad Europea de Madrid, addresses the urgent need to rethink material use in response to the current environmental crisis. Focusing on emerging bio-based materials (EBMs), the project explores renewable, biodegradable, and, in many cases, compostable alternatives that reduce environmental impact while expanding aesthetic and cultural possibilities. The research traces the historical development of EBMs from their origins in medical biomaterials to their adoption in design, architecture, and fashion. It compares Material Driven Design (MDD) and Tinkering Material (TM) methodologies to formulate the *EcoMat* methodology. Key material properties—renewability, biodegradability, industrial compatibility, and reduced ecological footprint—are analyzed alongside their capacity to foster sensory, cultural, and emotional experiences, going beyond their technical contribution. A taxonomy is proposed, classifying EBMs into six categories: biofilms, biofoams, bioleathers, biotreads, bioresins, and biocomposites. This framework is embodied in a modular, educational materiotheque of one hundred documented samples, designed to support education, research, and transdisciplinary experimentation. *EcoMat* exemplifies how material innovation, when guided by the princi-

ples of sustainability and creativity, can act as a catalyst for cultural and environmental transformation toward regenerative, bio-based futures.

Keywords: Bio-based materials - Sustainability - Regenerative design - Circular economy - Bio-based futures - Materiotheque - EcoMat

Resumo: O projeto EcoMat, desenvolvido pelo grupo de pesquisa **Ecosistemas Criativos e BioDesign** [EcoBDLab] da Universidade Europeia de Madrid, surge como resposta à necessidade de repensar os materiais que utilizamos diante da atual crise ambiental. Com foco nos **materiais emergentes biobaseados** (MEB), o projeto propõe alternativas renováveis, biodegradáveis e, em muitos casos, compostáveis, capazes de reduzir o impacto ambiental e de abrir novos horizontes estéticos e culturais.

A pesquisa traça uma genealogia dos MEB, desde suas origens vinculadas aos biomateriais médicos até sua expansão para campos como o design, a arquitetura e a moda. Nesse percurso analítico, são comparadas as metodologias **Material Driven Design** (MDD) e **Tinkering Material** (TM), a partir das quais se propõe a metodologia EcoMat. Além disso, o estudo aprofunda-se nas propriedades-chave desses materiais — renovabilidade, biodegradabilidade, compatibilidade industrial e baixo impacto ambiental — destacando seu potencial para gerar experiências sensoriais, culturais e afetivas que transcendem o âmbito estritamente técnico.

O projeto apresenta, ainda, uma classificação dos MEB em seis categorias: biolâminas, bioespumas, biocouros, biofios, biorresinas e biocompósitos. Essa taxonomia se materializa em uma materioteca modular e didática, composta por cerca de uma centena de amostras físicas, cuidadosamente classificadas e documentadas, concebida como um recurso para a formação, a pesquisa e a experimentação transdisciplinar. Em conjunto, o EcoMat demonstra que a inovação em materiais, quando orientada por princípios de sustentabilidade e criatividade, pode tornar-se um motor de transformação cultural e ambiental em direção a futuros mais regenerativos e plenamente biobaseados.

Palavras-chave: Materiais Biobaseados - Sustentabilidade - Design Regenerativo - Economia Circular - Futuros Biobaseados - Materioteca - EcoMat
