

Cocinas, residuos e impresión 3D. Biomateriales basados en cáscaras de huevo y conchas de mejillón

Ana Otero

BAU, Centro Universitario de Artes y Diseño
de Barcelona



Recibido: 09.05.2022

Revisado: 30.05.2022

Publicado: 30.06.2022

Como citar este artículo

Otero,A., 2022. Cocinas, residuos e impresión 3D. Biomateriales basados en cáscaras de huevo y conchas de mejillón. *Inmaterial. Diseño, Arte y Sociedad*, 7 (13), pp.55-74

DOI 10.46516/inmaterial.v7.145



Resumen

Situada en la cocina -espacio generador de cuidados y alquimias convertido en laboratorio/taller-, mi práctica se basa en la experimentación material a partir de residuos de alimentos. El proyecto que a continuación comparto se centra en biomateriales procedentes de desechos que contienen grandes cantidades de carbonato cálcico: cáscaras de huevo y conchas de mejillones u otros moluscos. A través de un enfoque circular, investigo y experimento maneras de revalorizar estos desechos alimentarios para convertirlos en materia prima de biocompuestos para aplicaciones como la impresión 3D.

Además de generar conocimiento abierto alrededor de lo que el actual sistema nos hace entender como basura, este proyecto de experimentación con biomateriales también tiene una dimensión política que busca activar reflexiones y conectar procesos políticos, sociales y de diseño con la epistemología feminista como marco de referencia.

Palabras clave

biomateriales, residuos, micropolíticas, carbonato cálcico, impresión 3D

Abstract

My practice is based on experimentation with biomaterials from food waste that originate in the kitchen, a space that generates care and alchemy, converted into a laboratory/workshop. The research that I share below focuses on waste rich in calcium carbonate : eggshells and mussel shells. Using a circular approach, I investigate and experiment with ways to revalue food waste to turn it into a biocomposite material for applications, such as 3D printing.

My work with biomaterials, aside from having an open-source approach to what the current system leads us to think of as garbage, also features a political facet that seeks to activate reflections and connect political, social and design processes through a feminist epistemology as a frame of reference.

Keywords

biomaterials, waste, micropolitics, calcium carbonate, 3D printing

Antecedentes de mi experimentación material

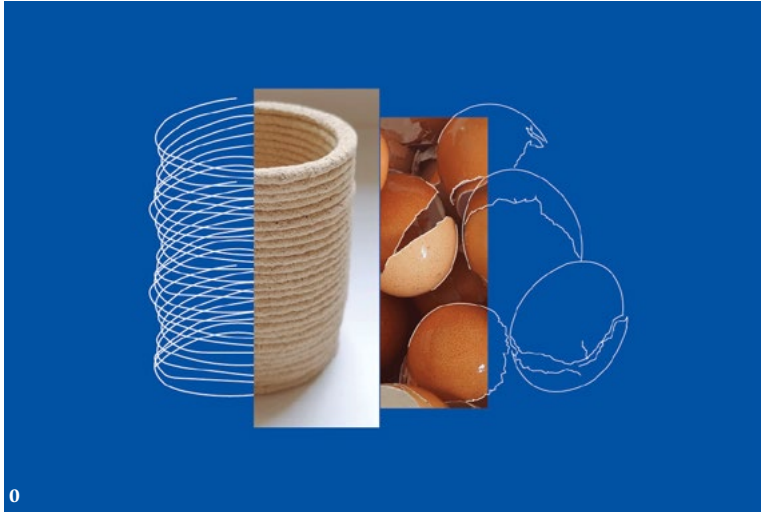
Hasta hace unos años, mi trayectoria profesional nada tenía que ver con la materia. De hecho, todo lo contrario: trabajaba en el diseño de proyectos digitales. Como consecuencia del estilo de vida acelerado condicionado por el sector donde desarrollaba mi actividad como diseñadora, mi cuerpo empezó a manifestar síntomas de enfermedad y me exigí decelerar. Y de la mano de la deceleración vino la necesidad de volver a conectar con mi corporeidad. Por casualidad -o no-, me adentré en la cerámica, una práctica que no solo me ayudó a reconectar y a jugar con la performatividad, sino también a descubrir y celebrar otras temporalidades: las que marcaba la materia.

Asumida la necesidad de frenar y de cuidarme, empecé a adentrarme en la exploración de nuevos territorios materiales y conceptuales. Guiada por la necesidad de alinear acciones con valores, desde el 2020 investigo y experimento con biomateriales procedentes de residuos de alimentos como una manera de reposicionar los cuidados en el centro. La pregunta catalizadora de este proceso de investigación fue: ¿y si ejerzo mi práctica como diseñadora guiada por relaciones de interdependencia y de cuidados? Consciente de que la crisis ecosocial en la que estamos sumidos también es una crisis de percepción, a través de la investigación material experimento maneras de conectar procesos políticos y de diseño para reflexionar sobre las implicaciones de hacer y usar estos nuevos materiales a partir de elementos biológicos de desecho de nuestra alimentación.

¿Por qué importan los materiales?

Trabajar en un diseño circular que nos cuide y que cuide el planeta pasa por repensar los materiales. Todo está hecho de algo, pero muy pocas veces nos paramos a pensar y valorar el papel que desempeñan los materiales con los que están hechas las cosas en el sistema actual (Solanki, 2018). La materialidad de los objetos importa, no solo por las consecuencias de su fabricación y su desecho, sino porque tiene efecto sobre nosotros. La materia nos afecta, nos lleva a generar nuevos vínculos y a la acción (Rognoli & Ayala-García, 2018). Es aquí donde se abre un mundo de posibilidades políticas y éticas que lo material trae consigo, y con el que me interesa experimentar a través de objetos hechos con materiales procedentes de los residuos de nuestros alimentos.

0. Portada del TFM de Ana Otero *Pasta Fría. Residuos, cocinas e impresión 3D.* Jon Grintz



Los desafíos a los que nos enfrentamos en el contexto de la crisis ecosocial en la que estamos sumidos requieren considerar los materiales y sus procesos no solo en sus dimensiones tecnológicas y económicas y en su relación con lo biológico, sino también en su percepción y comprensión. Cuando diseñamos, estamos tomando decisiones sobre cómo construimos el presente, pero también nuestros futuros. Porque “diseñar es una forma singular de conocer y ordenar el mundo, de materializar y fabricar idearios, de generar futuros significativos y prácticas. Por lo mismo, su actividad ejerce un rol performativo indiscutible en el tipo de relaciones que se establecen entre humanos, materialidades y medioambiente” (Tironi, 2017, p. 38). Mi práctica está guiada por la intencionalidad de abrirme más allá de la materia para generar relaciones y efectos desde lo material. Busco repensar relaciones y vínculos aproximándome a la materia como algo vibrante (Bennett, 2010) para prestar atención a los efectos de los ensamblajes en los que participamos.

Cómo conocemos determina cómo nos relacionamos con el mundo. Donna Haraway (1995, 2020) enfatiza la necesidad de trazar vínculos y conexiones. Su ontología relacional plantea que las cosas no preexisten a sus relaciones y nos hace una invitación a “pensar con” y “pensar desde”, al pensar desde el principio en conexiones múltiples en vez de hacerlo como sujetos individuales racionales. Importan los pensamientos con que pensamos. Importan las historias con las que contamos nuestras historias (Haraway, 1995). Y el lugar desde el que parte mi experimentación son los residuos de mi cocina, generados por una alimentación consciente vinculada al cuidado y al vínculo al territorio a través de productos de una economía sostenible que busca cuidar sus ecosistemas y también su tradición.

María Puig de la Bellacasa (2017), a través de la relectura de Haraway, defiende la relevancia del cuidado en el pensar y en el conocer, interpretando como una forma de pensamiento con cuidado el carácter situado del conocimiento. El cuidado es de por sí relacional, por lo que las relaciones de pensamiento y conocimiento afectan a cómo cuidamos. Asumir el diseño como una manera de crear mundos, pero también de cuidarlos incorporando maneras de pensar/hacer y hacerse cargo/cuidar del mundo material a través de la creación de vínculos que potencian la interdependencia y los cuidados (Rowan, 2020), es la motivación de mi investigación y experimentación material. Pensar y diseñar con cuidado.

I. Mi cocina, el lugar generador de los residuos que se convierten en materia prima para la experimentación material.
Ana Otero



La cocina como laboratorio abierto

La cocina, lugar de cuidados y productor de residuos, juega un papel importante en mi práctica. Por un lado, porque la alimentación, y por ende cocinar, también son vías para la acción política y la conciencia social (Monsonís, 2021). Si la dimensión simbólica de la alimentación es clave, reflexionar y repensar el presente y el futuro a través del residuo que generan nuestros alimentos van de la mano. Son las micropolíticas de la vida cotidiana y una manera de pensar en lo local para conectar con un problema global: cómo integramos diseño y territorio en nuestra construcción del mundo material, de qué hablamos cuando abordamos la noción de diseño situado. En mi caso, el trabajo con conchas de mejillones y algas pardas del Atlántico es una manera de desarrollar un diálogo con el territorio de mis orígenes y sus alimentos; es generar vínculo con Galicia y su ecosistema natural.

2, 3. Piezas realizadas con un biomaterial a partir de los elementos que las rodean: conchas de mejillón y alginato de sodio procedente de algas pardas.
Ana Otero



Por otro lado, me aproximo a la cocina como un laboratorio doméstico abierto¹, generador de conocimiento y catalizador de experimentación. La cocina es el mejor ejemplo de exploración abierta, con una innovación más distribuida y libre (Lafuente, 2014). Es un laboratorio que está al alcance de todos y es flexible para adaptarse a distintos recursos y necesidades.

La mía no es necesariamente una aproximación original, ya que es parte de la filosofía de la comunidad *biomaterialista*. Aprender en colectivo para cogenerar saberes más abiertos, cruzar miradas y saberes para crear espacios de conocimiento híbridos donde la cocina es el laboratorio experimental y el taller se convierte en cocina. Como investigadores de biomateriales, la búsqueda de sostenibilidad nos lleva a cruzar fronteras en busca de un enfoque donde “*makers became alchemists, designers become scientists, and artisans become social entrepreneurs*” (Franklin & Till, 2019, p.10). Guiadas y guiados por un espíritu de colaboración que fomenta el intercambio de conocimientos a través de redes de colaboración, existe un gran potencial desde lo local para crear comunidades colaborativas de trabajo y fomentar la autosuficiencia desde el territorio a través del conocimiento abierto y del diseño distribuido, que va de la mano del movimiento *maker* y de las posibilidades de la industria 4.0.

¹ El concepto de *laboratorio doméstico abierto* es mi evolución del nombre de la iniciativa Circular Home Lab de la diseñadora de materiales y actual doctoranda Paula Nerlich junto con la diseñadora Vanessa Rosenthal. Se trató de una serie de talleres online desarrollados durante el confinamiento por la COVID-19 para explorar la materialidad circular a partir de desechos de alimentos.

Revalorizar el desperdicio, repensar los materiales

Según la RAE, desperdicio es el residuo de lo que no se puede o no es fácil de aprovechar o se deja de utilizar por descuido. Eso es lo que nos ha enseñado el actual sistema lineal que empieza en el extractivismo y acaba, si hay suerte, en un vertedero. Sin embargo, en el paradigma circular el residuo es “alimento” de nuevos ciclos biológicos. Originaria del campo de la costa gallega, en mi infancia comíamos alimentos locales de temporada y la circularidad era parte del día a día: los residuos orgánicos de la cocina eran el alimento de los animales que criábamos y, lo que no servía, se convertía en compost para el huerto. En mi vida urbana, aunque es más complicado, he seguido intentando consumir productos de proximidad y de temporada, reducir el residuo y contribuir a la circularidad. Pero no fue hasta la pandemia de la COVID-19 que volví a poner en valor el residuo orgánico de mi cocina, aunque desde una perspectiva diferente: como materia prima.

4, 5. Conchas de mejillón y cáscaras de huevo antes de ser procesadas.
Ana Otero



El confinamiento (re)situó la cocina como un eje central de mi vida. Más que nunca, esos días se convirtió en un espacio de cuidados, pero también empezó a ser generadora de materia prima y se transformó en un laboratorio de experimentación material. Gracias a ingredientes de cocina, utensilios y residuos empecé a experimentar con biomateriales, materiales hechos a partir de sustancias de origen biológico. Desde ese momento, todo lo que antes era desecho como la borra de café, los restos de té, pieles de patata o de naranja, cáscaras de huevo, corcho de botellas o conchas de mejillones, se convirtió en potencial materia prima. A partir de las publicaciones de recetas de bioplásticos de Miriam Ribul (2014), Clara Davis (2017) y Margaret Dunne (2018), empecé a usar los residuos de alimentos con polímeros derivados de productos vegetales (carbohidratos como el azúcar, el almidón de maíz, la fécula de patata o algas como el agar-agar) o de animales (gelatina) combinados con plastificantes naturales como el aceite o la glicerina vegetal. Fue ahí cuando se me abrió todo un abanico de posibilidades de experimentación a través de la autoproducción de materiales de origen biológico.

6. Distintas fases del proceso de fabricación de bioplástico a partir de pieles de mandarina.
Ana Otero



7. Muestras de bioplásticos.
Ana Otero



En esos meses de confinamiento inicié mi propio recetario de bioplásticos con iteraciones de las recetas originales, ajustando las formulaciones para mejorar o variar los resultados (textura, color, flexibilidad). En busca de nuevas posibilidades, usé una de las formulaciones con una pistola pastelera a modo de extrusor. Esa materialización como pseudo-filamentos a partir de un biopolímero de fécula de patata teñida con agua de col lombarda me resonó a la impresión 3D con la que justo antes del confinamiento estaba experimentando sobre la agencia material y tecnológica.

8, 9. Primeras experimentaciones con biohilos a modo de pseudo-filamentos extruidos con una pistola pastelera a partir de una receta de bioplástico con fécula de patata y agua tintada con restos de col lombarda.
Ana Otero



Pero fueron las ganas de volver a trabajar con cerámica las que me llevaron a buscar otras opciones de desechos para experimentar con otros biomateriales. ¿Qué residuo mineral podía encontrar en la basura de mi cocina? La respuesta estaba en el carbonato de calcio (CaCO_3), un componente presente en más de un 95 % en dos de mis desechos habituales: la cáscara de huevo y las conchas de mejillón.

10. Cáscaras de huevo y conchas de mejillón procesados para convertirse en materia prima.

Lander Larrañaga



La cáscara de huevo es uno de los desperdicios que salen en mayor cantidad de las cocinas domésticas, pero también de la restauración y de la industria alimentaria. En España, las cáscaras derivadas de la industria ovoproductora alcanzan las 14.000 toneladas anuales, y las 150.000 toneladas en Europa². Hoy son múltiples las investigaciones sobre las posibilidades de los desechos de cáscara de huevo en todo el mundo (Baláz et. al, 2021), indicativo de que se ha convertido en un residuo de gran interés.

A diferencia del huevo, el mejillón quizás no sea un alimento habitual en todas las cocinas. Sin embargo, allí donde se produce, además de la profunda conexión con la identidad y economía local, su desecho supone un gran problema. Es el caso de Galicia, potencia mundial en cultivo y comercialización del mejillón de la especie

² Datos publicados en 2015 <https://www.interempresas.net/Alimentaria/Articulos/143601-Eco-SHELL-la-valorizacion-de-la-cascara-de-huevo.html>

Mytilus galloprovincialis. Al año en Galicia se producen un total de 270.000 toneladas³, que representan un 50 % de la producción mundial. Gran parte de esa producción se transforma en la industria conservera local, lo que conlleva que anualmente se generen unas 80.000 toneladas de residuo.

No todo es desperdicio

Los biomateriales son materiales circulares y regenerativos que al final de su ciclo de vida son biodegradables o compostables, por lo que todos sus componentes deben cumplir los principios de la *Green Chemistry*⁴ para garantizar que sean inocuos para el medio ambiente y las personas. Además, a la hora de elegir los componentes que aglutinan o dan determinadas características a los biomateriales que usan desechos orgánicos como materia prima, también es importante que procedan de recursos abundantes, accesibles y renovables. En mi caso, para empezar a experimentar con materiales biocompuestos⁵, el tipo de biomateriales más parecido a la cerámica, necesitaba un material matriz que ejerciese de conglomerante del carbonato cálcico que también fuese de tipo alimentario.

11. Distintas formulaciones de las gomas que empleo como aglutinante.
Ana Otero



Partí del estudio y experimentación de recetas e ingredientes publicadas en el repositorio online de biomateriales Materiom. De ahí salté a investigar aditivos usados como espesantes y gelificantes en la industria alimentaria y en la alta cocina, que son polisacáridos solubles en agua, también llamados gomas. Me centré en tres tipos de diferente origen que se usan en frío y que son de producción local. Siempre está también presente el hecho de que los ingredientes de los biomateriales no compitan con la producción de alimento.

³ Información de la Organización de Productores de Mejillón de Galicia (OPMEGA) <https://www.opmega.com/es/cultivo/>

⁴ Los 12 principios se pueden encontrar en <https://www.epa.gov/greenchemistry>

⁵ También llamados biocomposites, son materiales compuestos por dos o más materiales derivados de procesos naturales en los que uno ejerce de elemento de cohesión (un biopolímero) y otro de refuerzo (fibra natural o mineral)

De las gomas extraídas de algas, uso el alginato de sodio (E-401) que se extrae de las algas pardas (*Phaeophyceae*), muy abundantes en el Atlántico. Este aglutinante es el usado por Caro Pacheco (2019), diseñadora e investigadora con base en Chile que también trabaja con conchas de mejillón y que fue mi referente. De las gomas de vegetales elegí experimentar con la goma de garrofín (E-410), un tipo de polisacárido que se extrae de la semilla del algarrobo (*Ceratonia siliqua*), un árbol endémico del área mediterránea. La tercera goma con la que experimento es xantana o goma xanthan (E-415), un polisacárido de origen microbiano que se produce por la fermentación de carbohidratos del almidón de maíz con la bacteria *Xanthomonas campestris*. El nivel de viscosidad de estas gomas depende de sus propias características y de las proporciones empleadas a la hora de su hidratación.

Pasta para impresión 3D: aprender haciendo

Mi interés por la fabricación aditiva con cerámica, y el hecho de comprobar que en Materiom únicamente había una receta de biomateriales para este tipo de uso⁶, fueron determinantes para establecer como objetivo para mi proyecto final del Máster Universitario en Investigación y Experimentación en Diseño en BAU el desarrollar una pasta a partir de carbonato cálcico para impresoras 3D de cerámica.

12, 13. Utensilios y proceso de tamizado de cáscara de huevo con diferentes granulometrías.
Ana Otero



⁶ A principios de junio de 2020, la única receta de biomaterial para impresión 3D publicada en Materiom era desarrollada por un equipo de doctorandos de la Delft University of Technology con conchas de mejillón y alginato de sodio. En los meses siguientes el número de recetas creció gracias, entre otras, a las que yo aporté.

Antes de abordar los modos de hacer, no puedo dejar de señalar que una parte farragosa, pero imprescindible, del proceso de fabricación de biomateriales es convertir el residuo recolectado⁷ en materia prima. En mi caso, al tratarse de residuos que contienen restos de materia orgánica, antes de triturarlos es necesario hervirlos para eliminar cualquier potencial patógeno. Tras procesarlos con mortero o un procesador de cocina y un molinillo, utilizo distintos tamices para obtener una granulometría diferente en función del acabado que busco, o de si se va a utilizar para impresión 3D, lo que implica usar un polvo con un grano muy fino⁸.

Una vez lista la materia prima, partiendo de la única referencia de biomaterial para impresión 3D en Materiom, mi proceso de trabajo consistió en el aprender haciendo a través de la iteración: múltiples intentos y un sinfín de fracasos que obligan a abrir nuevos caminos probando nuevas gomas y nuevas proporciones, tanto de aglutinante como de materia prima. En la fase inicial de prototipado, el testeo de la pasta se realiza de forma manual con una jeringa a modo de extrusor.

14, 15.

Proceso de formulación de la pasta para impresión 3D y la primera fase de prototipado del biomaterial para impresión 3D mediante extrusión manual.

Jon Grintz



16. Colección de muestras del proceso de prototipado manual previo al testeo de formulaciones con conchas de mejillón y cáscara de huevo en la impresora 3D de cerámica.

Lander Larrañaga



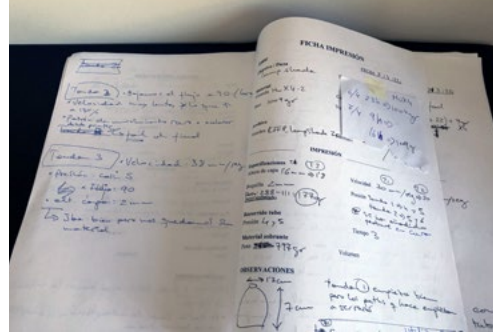
Desarrollar una pasta biomaterial para impresión 3D implica dar con una formulación que permita que el material tenga el grado de humedad, fluidez, viscosidad, flexibilidad, regularidad y consistencia óptimos para que sea posible la extrusión y para que se adhiera capa a capa, pero también para que la impresión resultante no se derrumbe a medida que se eleva la altura o se complejiza la forma. Por lo tanto, el registro exhaustivo de la formulación y de todos los parámetros de impresión es clave durante el proceso de trabajo de prototipado.

⁷ En el caso del mejillón, la concha representa aproximadamente el 33 % del peso, por lo que es fácil generar cierto volumen de materia prima. Sin embargo, de seis huevos se obtienen 40 g de cáscaras limpias pero, una vez triturado y tamizado, el volumen final es de unos 30gr.

⁸ Más detalles sobre cómo procesar el material en mi TFM, 'Pasta Fría: residuos, cocinas e impresión 3D' <https://bit.ly/397Ibca>

17. Evolución de los resultados de impresión durante el proceso de formulación del biomaterial a partir de cáscaras de huevo y goma xantana.

Lander Larrañaga



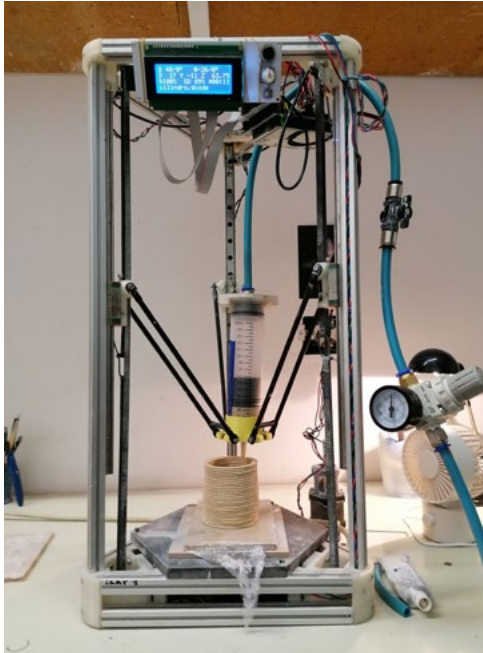
18. Fichas de registro del proceso de prototipado en la impresora 3D.

Ana Otero

Trabajo con impresoras 3D de cerámica⁹ tipo delta (de tres brazos). Este tipo de impresoras sigue las bases de la técnica de deposición fundida (FDM), pero con la diferencia de que usa extrusores adaptados al material cerámico, que es expulsado desde un tanque contenedor mediante presión gracias a un compresor de aire.

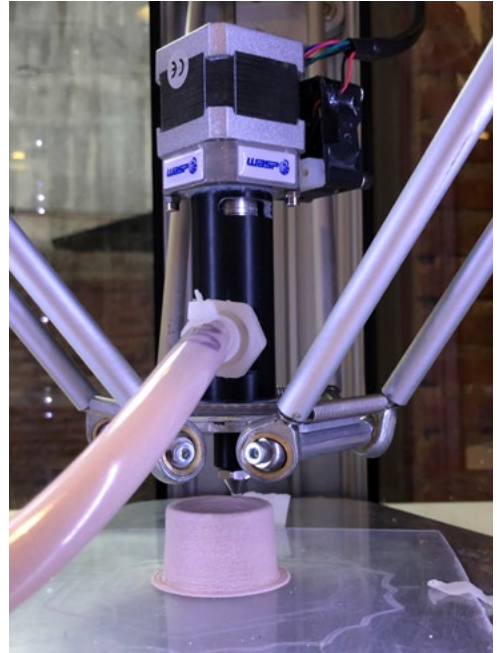
19. Impresora 3D tipo delta autoproducida por el estudio Coudre donde realicé la primera fase de prototipado.

Ana Otero



20. Proceso de impresión con la impresora Wasp Delta 2040 en el Ateneu de Fabricació Digital de Gràcia.

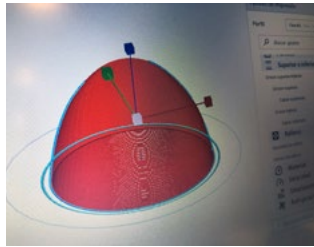
Ana Otero



⁹ Las primeras experimentaciones del biomaterial con impresora 3D de cerámica las realicé gracias a la colaboración del estudio de artesanía postdigital Coudre que me permitieron usar una de sus impresoras autofabricadas. Actualmente realizo mi investigación en la impresora Wasp Delta 2040 del Ateneu de Fabricació Digital de Gràcia.

El factor humano también representa un papel importante en el resultado. Durante el proceso de experimentación se desarrolla una sensibilidad táctil sobre el material que ayuda a anticipar su comportamiento durante la impresión y, por tanto, a hacer variaciones en la formulación. También durante el trabajo con la impresora 3D la mediación humana es importante. La carga del material en el tanque puede afectar los resultados si se generan burbujas de aire. Durante la impresión, a partir de la observación de cómo fluye la pasta, es necesario ir haciendo variaciones en la presión hasta encontrar la adecuada. Lo mismo sucede con la velocidad de impresión: es necesario observar cómo reacciona el material y hacer ajustes en caso necesario.

21. Testeo manual de la textura de la pasta a partir de cáscara de huevo durante la carga en el tanque de la impresora.
Ana Otero

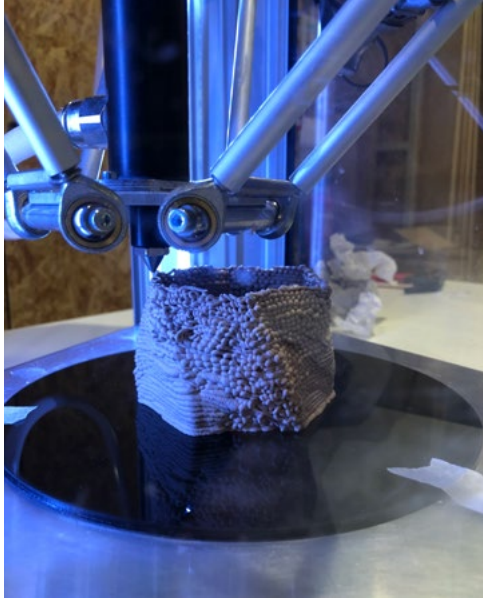


22, 23. Pantalla de lámpara siendo preparada para la impresión en el programa Cura y el resultado de la impresión usando la pasta de cáscara de huevo y goma xantana cuya formulación está publicada en Materiom.
Ana Otero

La experimentación con diferentes formulaciones me ha permitido llegar a una receta funcional de pasta para impresión 3D a partir de cáscaras de huevo y goma de xantana, que está compartida en open source desde agosto de 2020 en Materiom¹⁰. A partir de esta primera fórmula funcional, la toma de conciencia de las propiedades químicas, mecánicas y físicas del material que sigo realizando son fundamentales para hacer ajustes, tanto en la formulación como en la configuración del archivo digital para la impresión, así como en el conocimiento y optimización de la propia impresora para llegar a nuevas texturas y formas cada vez más complejas. Realizar fichas con variables definidas y registrar los procesos y resultados es un proceso imprescindible para mejorar los resultados.

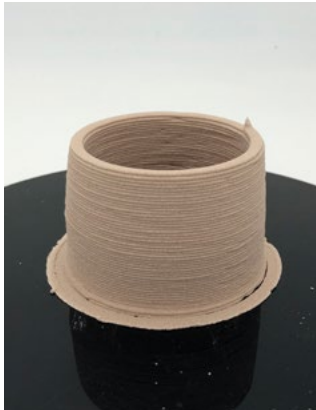
¹⁰ Eggshell paste for 3D printing: <https://materiom.org/recipe/601>

24 y 25.
Impresión
experimental
a partir de la
pasta con mi
firmulación.
Ana Otero



El resultado es un material¹¹ de tipo cerámico que no necesita ser horneado (de secado al aire), hidrosoluble, compostable, con dureza media, ligero, con diferentes texturas en función del grano, boquilla y la configuración de capas utilizadas, y que se también se puede grabar con láser.

26, 27, 28.
Piezas
impresas con
el biomaterial
a partir de
cáscaras de
huevo de mi
formulación
y grabado en
láser.
Ana Otero



¹¹ En las fechas de escritura de esta contribución, el material ha sido aceptado para entrar a formar parte de la biblioteca de materiales de MaterFAD <http://es.materfad.com/materiales>

29. Base de lámpara impresa con el biomaterial formulado.

Lander Larrañaga



Biomateriales como herramienta de mediación ecosocial

Desde nuestra práctica como diseñadores, necesitamos trabajar desde enfoques holísticos y cíclicos que pongan énfasis en la materialidad para que nos permita reconsiderar el proceso de diseño desde el principio hasta al final. No obstante, poner en valor los materiales para entender desde la materia afectos y capacidades de afectar, también puede entenderse como una herramienta de mediación ecosocial.

A través de la experimentación material que nos hace pensar a través del hacer, que nos vincula al territorio a través del alimento y sus residuos, que se sitúa en la cocina generadora de cuidados y alquimias, y que es una alternativa a los materiales que la industria nos ofrece, busco estimular un activismo material que fomente la conciencia crítica y ecológica como una manera de *hackear* el sistema para, si no ponerlo en crisis, al menos pensar alternativas que nos ayuden a reconectar y a cuidar. En definitiva, materiales que conectan, que generan vínculos porque, como señala la artista e investigadora especializada en materiales y diseño biológico Edith Medina, “para cambiar nuestra relación con el mundo, sus procesos y sistemas, tendríamos que tener presente que un material no es sólo un material, sino una serie de relaciones con la tierra, el aire, el contexto natural y lo que se involucra en su transformación” (Medina, 2021).

Bibliografía

Baláz, M., Boldyreva, E. V., Rybin, D., Pavlović, S., Rodríguez-Padrón, D., Mudrinić, T., and Luque, R. (2021). State-of-the-Art of Eggshell Waste in Materials Science: Recent Advances in Catalysis, Pharmaceutical Applications, and Mechanochemistry. *Frontiers in Bioengineering and Biotechnology*, Volumen 8. <https://doi.org/10.3389/fbioe.2020.612567>

Bennett, J. (2010). *Vibrant Matter. A Political Ecology of Things*.
Durham: Duke University Press

Davis, C. (2017). The Secrets of Bioplastics. FabTextiles - Fab Lab Barcelona. Disponible en <https://issuu.com/nat_arc/docs/the_secret > [Consultado el 27 de marzo 2020]

Dunne, M. (2018). Bioplastic Cook Book. Barcelona: FabTextiles - Fab Lab Barcelona. Disponible en <https://issuu.com/nat_arc/docs/bioplastic_cook_book_3> [Consultado el 27 de marzo 2020]

Franklin, K. y Till, C. (2019). *Radical Matter: Rethinking Materials for a Sustainable Future*. London: Thames & Hudson

Haraway, D. (1995). *Ciencia, cyborgs y mujeres. La invención de la naturaleza*. Madrid: Cátedra

Haraway, D. & Segarra, M. (2020). *El mundo que necesitamos*. Barcelona: Icaria Editorial

Materiom (2018). Materials Library [online] Disponible en: <<https://materiom.org/search> > [Consultado el 8 de junio de 2020]

Medina, E. (2021). Lo Intangible como material. [online] Blog Biology Studio, 18 de junio de 2021. Disponible en: <<https://biologystudio.com.mx/lo-intangible-como-material/>> [Consultado el 3 de marzo de 2022]

Monsonís, M. & Boserman, C. (2021). *La cocina situada. Un diccionario ilustrado para la soberanía alimentaria*. Barcelona : Gustavo Gili

Lafuente, A. (2014). La cocina frente al laboratorio. [online] Yorokobu.com, 19 junio de 2014. Disponible en: <<https://www.yorokobu.es/kitchen-vs-lab/>> [Consultado el 30 de junio 2020]

Otero, A. (2020) Pasta Fría. Cocinas, residuos e impresión 3D. Trabajo final del Máster Universitario en Investigación y Experimentación en Diseño en BAU. Disponible en <<https://www.baued.es/uploads/media/default/0001/09/caf09f13e67df2569709a16ec5a6273cf76c4f50.pdf>>

Pacheco, C. (2019). Calcáreo: Biomateria emergente. Tesis presentada a la Escuela de Diseño de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Disponible en: < https://diseno.uc.cl/memorias/pdf/memoria_dno_uc_2019_1_PACHECO_GLEN_C.pdf> [Consultado el 12 de noviembre de 2020]

Puig de la Bellacasa, M. (2017). *Matters of Care: Speculative Ethics in More Than Human Worlds*. Minneapolis : University of Minnesota

Rognoli, V. & Ayala-García, C. (2018). Materia Emocional. Los materiales en nuestra relación emocional con los objetos. RChD: *Creación y Pensamiento*, vol. 3 (4), pp. 1-12

Rowan, J. (2020). Erótica, vínculos y diseño: Epistemologías de cuidado. *Inmaterial. Diseño, Arte y Sociedad*, Vol. 5, Núm 9, pp. 41-60

Solanki, S. (2018). *Why Materials Matter: Responsible Design for a Better World*. Munich : Prestel

Tironi, M. (2017). Repensando la política desde el diseño (y el diseño desde la política). *Revista Diseña* (11), 37-45.

Ana Otero (Ana Isabel Fernández Otero)
BAU, Centro Universitario de Artes y Diseño
de Barcelona

Ana Otero (Vigo, 1975) es doctoranda en BAU con una investigación sobre la experimentación material a partir de residuos alimentarios como herramienta de mediación ecosocial. Licenciada en Comunicación Audiovisual por la Universidad Autónoma de Barcelona y Master of Arts in Museum and Curatorial Studies por la New York University gracias a una beca de la Fundació “LaCaixa”, su actual investigación sobre biomateriales arrancó durante el Máster en Investigación y Experimentación en Diseño de BAU. Colabora con el Instituto de Materialidades Políticas de BAU Research.