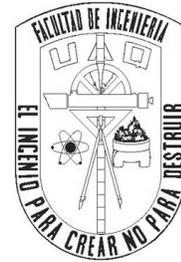




UNIVERSIDAD AUTONOMA DE QUERÉTARO

FACULTAD DE INGENIERIA

LICENCIATURA EN DISEÑO INDUSTRIAL



**“APLICACIONES DE BIOMÍMESIS A OBJETOS DE COCINA DESDE UN
PUNTO DE VISTA SOSTENIBLE”**

TESIS

Que como parte de los requisitos para obtener el título de
LICENCIADO EN DISEÑO INDUSTRIAL

Presenta:

Elizabeth Ayala Rosalino

Expediente: 183453

Dirigido por:

Dr. Rodrigo Velásquez Castillo

Aplicaciones de biomimesis a objetos
de cocina desde un punto de vista
sostenible.

octubre 2014

RESUMEN

Partiendo del enunciado emitido por el Dr. Ibrahim Serroukh: “Conocer más integrar es igual a diseñar”, se ha desarrollado este trabajo de tesis que integra 4 diferentes factores que son: diseño de producto, biomímesis, sostenibilidad y cocina mexicana.

El proyecto consiste en el desarrollo de objetos de cocina para un usuario contemporáneo, específicamente en establecimientos de cocina mexicana que aspiran a obtener el Distintivo H otorgado por la Secretaría de Turismo, es decir busca satisfacer la necesidad de higiene en superficies de contacto con alimentos, tal como requiere la norma NMX-F605 NORMEX 2004: “Superficies de contacto con los alimentos como: licuadoras, rebanadoras, procesadoras, mezcladoras, peladoras, molinos, se lavan y desinfectan después de su uso. Se desarmen, lavan y desinfectan por lo menos cada 24 horas (cuando aplique) o al final de cada jornada”. Se incluyó en la lista de requerimientos la ergonomía así como la forma de dichos objetos de cocina; la forma debía rescatar los elementos prehispánicos que están presentes en los objetos tradicionales mexicanos tales como los 3 soportes en el molcajete y las bases que necesitan los platos hechos de huajes.

La parte de biomímesis y sostenibilidad se funden en el biomaterial utilizado; Hidroxiapatita. Es un material cerámico presente en la naturaleza, pero se ha sintetizado generalmente para ser utilizado en prótesis médicas sin embargo se descubrió que debido a sus propiedades físicas y químicas como el aislamiento térmico y dureza, puede tener aplicaciones en la cocina. Para este proyecto se sintetizó hidroxiapatita a partir de cascarón de huevo reutilizado.

La familia que se desarrolló consta de 6 objetos de cocina, de los cuales 4 están fabricados en Hidroxiapatita y 2 en cerámica, todos tienen una base de madera de salam.

SUMMARY

From the statement issued by Dr. Ibrahim Serroukh: “The result of learn and integrate is to design”, it was developed this investigation that integrate 4 different factors which are: product design, Biomimicry, sustainability and mexican cuisine.

The Project consist in the develop of kitchen objects for a contemporary user, specifically in local mexican cuisine with aspirations to obtain the Dsitinctive H awarded by the Secretary of Tourism, therefore seeks to satisfy the need of hygiene on surfaces in contact with food, as such the norm NMX-F605 NORMEX 2004 requires: “Surfaces in contact with food like: blenders, slicers, processing, mixers, peelers, mills, must be washed and disinfected after use. It must be disassembled, washed and disinfected at least 24 hours (when applicable) or at the end of the journey”. Ergonomy is included in the requirement list just as the shape of those kitchen objects; the shape should bail prehispanic elements which are presents in the traditional mexican objects as such the three supports en the molcajete and the basis needed in the huajes dishes.

The part of boomimicry and sustainability bind in the biomaterial used; Hydroxyapatite, wich is a ceramic material in the nature, it has been synthesized and is generally used in medical prothesis, however it was discovered that due to their physical and chemical properties as such thermal insulation and hardness, may have applications in the kitchen. In this preject hydroxyapatite was synthesized from eggshell reused.

The family that was designed consisting of 6 kitchen objects, of which 4 were made of hydroxyapatite and 2 were made in pottery, they all have a basis made of salam wood.

Aplicaciones de biomimesis a objetos de cocina desde un punto de vista sostenible

Elizabeth Ayala

A mis padres Daniel y Lucy ☺

AGRADECIMIENTOS

A lo largo de 2 años se ha trabajado en este proyecto con la asesoría y colaboración del Dr. Velázquez y el Maestro Rafael Alanis de nanotecnología respectivamente, a quienes les agradezco mucho, al Dr. Velázquez por la inspiración y guía de trabajar con hidroxiapatita y a Rafa por ayudarme a realizarlo.

Así como también agradezco al Maestro Antonio Arvizu por el apoyo brindado en la investigación de campo en la Sierra Queretana con la brigada de gastronomía, más precisamente el municipio de San Pedro Escanela, por la revisión de esta tesis y por sus comentarios y sugerencias para mejorarla.

Así mismo agradezco a la Maestra Bibiana Márquez Lago por haberme enseñado la técnica de producción de piezas en cerámica, por haberme contagiado su pasión por el diseño y producción de estas piezas, por haber revisado esta tesis, y por las sugerencias bien atinadas.

Finalmente al Coordinador Eduardo Blanco por animarme a seguir adelante con este proyecto hasta finalizarlo.

INDICE

INTRODUCCIÓN

Capítulo UNO

Conceptos Clave

- 1.1 Brigada de cocina
- 1.2 El problema del usuario:
 - 1.2.1 Higiene
 - 1.2.2 Distintivo H
 - 1.2.3 Ergonomía
- 1.3 Hipótesis
- 1.4 Objetivos

Capítulo DOS

Conceptos clave:

- 2.1 Biomímesis
- 2.2 Hidroxiapatita
 - 2.2.1 Proceso de sintetización de hidroxiapatita a partir de cascarón de huevo
- 2.3 Sostenibilidad | Principios de Permacultura
- 2.4 Objetos de cocina: el ritual
- 2.5 Cocina Fusión

Capítulo TRES

- 3.1 Proceso de diseño
- 3.2 Metodología
- 3.3 Premisa
- 3.4 Concepto
- 3.5 Definición de requerimientos
- 3.6 Renders
- 3.7 Planos
- 3.8 Fotos de producción

Capítulo CUATRO

- 4.1 Conclusiones
- 4.2 Bibliografía

Esta página fue dejada intencionalmente en blanco.

INTRODUCCIÓN

El movimiento sofisticado de sujetar palillos orientales y tomar un rollo de maki, el equilibrar un triángulo de pizza con tres dedos y deslizar el queso fundido desde nuestros labios, el verter humeante agua caliente de una tetera son más que sólo habilidad y variedad; quiere decir que vivimos en una cultura globalizada, donde elementos de cada cultura han formado parte de nuevas tradiciones y arribado en nuevos paladares.

El turismo ha impactado en la sociedad de tal manera que, ha creado una nueva cultura global; ahora se come sushi en Occidente, se bebe chai en Latinoamérica y el chocolate ya había llegado desde hace mucho tiempo a varios rincones del mundo.

Al igual que la gastronomía, los objetos de cocina han llegado a los mismos países donde diversos platillos han llegado a nuevos paladares, y han tenido tanto éxito como la misma cultura que se comparte. Las teteras se han abierto nuevos mercados, al igual que los palillos chinos y la hookah de Turquía.

Al observar la abundante y rica gastronomía de México, es notable el potencial que tiene para generar nuevos utensilios de cocina para satisfacer necesidades actuales, surgidas de requerimientos internacionales, a saber el distintivo H, M y S, que otorga la Secretaría de Turismo y la Secretaría de Salud. Utensilios desarrollados aplicando biomímesis inspirados en estructuras naturales, donde la función y la ergonomía, estén pensadas en las nuevas generaciones que habitan un mundo globalizado.

La sostenibilidad es una cualidad inherente a este proyecto, se ha cuidado que el ciclo de vida del objeto no afecte en ningún momento a la sociedad, el ambiente o economía del usuario.

Se ha desarrollado un proyecto basado en biomímesis porque es una disciplina de diseño, que hibrida la biología y la ingeniería, creada para resolver problemas de higiene y ergonomía. La naturaleza es tan exacta que al observarla podemos aprender de sus formas, materiales, la relación de algún ser vivo con su ecosistema y resolver así casi cualquier problema de diseño.

Capítulo UNO

Conceptos

Distintivo H: Con el propósito fundamental de disminuir la incidencia de enfermedades transmitidas por los alimentos en turistas nacionales y extranjeros y mejorar la imagen de México a nivel mundial con respecto a la seguridad alimentaria, desde 1990, se implementó en nuestro país, un programa Nacional de Manejo Higiénico de Alimentos, Distintivo "H", para todos los establecimientos fijos de alimentos y bebidas

El Distintivo "H", es un reconocimiento que otorgan la Secretaría de Turismo y la Secretaría de Salud, a aquellos establecimientos fijos de alimentos y bebidas: (restaurantes en general, restaurantes de hoteles, cafeterías, fondas etc.), por cumplir con los estándares de higiene que marca la Norma Mexicana NMX-F605 NORMEX 2004 (SECTUR,2012).

El programa "H" es 100% PREVENTIVO, lo que asegura la advertencia de una contaminación que pudiera causar alguna enfermedad transmitida por alimentos; este programa contempla un programa de capacitación al 80% del personal operativo y al 100% del personal de mandos medios y altos, esta capacitación es orientada por un consultor registrado con perfil en el área químico-médico-biológica, y los conocimientos que se imparten están estructurados bajo lineamientos dictados por un grupo de expertos en la material (GALICIA, 2012).

1.1 Brigada de cocina

La brigada de cocina es una organización jerárquica en la que se delegan responsabilidades a los diferentes miembros la cocina, generalmente de grandes restaurantes u hoteles a fin de llevar a cabo los requerimientos de sus clientes y satisfacer sus exigencias.

Esta organización empezó con el cocinero Georges Auguste Escoffier, en 1902, que fue el primer cocinero de la época moderna en darle categoría social y respeto a la profesión del cocinero en Francia. Trabajó en la dirección de restaurantes como el Hotel Ritz en Paris, Hotel Carlton, Le Restaurant Français, Grand Hotel, Hotel National, Hotel Savoy y estableció su propio restaurante: Le Faisan d'Or. Entre sus aportaciones a la cocina se encuentra la Brigada de cocina, cuya estructura se compone de los siguientes cargos y responsabilidades:



Fig.1 Ejemplo de brigada. La Brigada de F. Point, padre de la Nouvelle Cuisine. El chef Paul Bocuse al igual que Michel Guérard impulsaron la nueva cocina en los años 70's, que consintió en hacer del chef un personaje mediático que enseñaba a comer mejor y más saludable y no solamente en estar largas horas en la cocina (JAVI,2012).

El crítico y columnista Phillipe Régol, declaró que “La libertad creativa¹ era por consiguiente lo que movía a esa joven generación de cocineros. Si el cocinero artesano sabe lo que ya sabe hacer, el nuevo cocinero creativo [el del siglo XXI], en cambio, se arriesga con lo que aun no sabe hacer” (REGÓL,2012).

Chef de cuisine (Jefe de cocina).

Responsable de toda la gestión de la cocina, supervisa a los empleados, crea los menús, planifica la compra de ingredientes, entrena aprendices y mantiene la higiene de la áreas de preparación de alimentos.

Sous-Chef de cuisine (Subjefe de cocina).

Recibe órdenes directamente del chef de cocina y representa al chef.

Chef de partie (Jefe de partida). Responsable de gestionar una estación dada en la cocina para cuando se prepara un plato especial.

Cuisiner (Cocinero).

Prepara y vigila la cocción de los platos en una estación.

Commis (Ayudante de cocina).

Realiza trabajos específicos, realiza las labores de mantenimiento de la estación.

Apprenti (e) (Aprendiz).

Realiza labores de limpieza o de preparación de espacios.

Plongeur (Lavaplatos).

Limpia los platos y la cubertería

Marmiton (Lava ollas y marmitas).

En grandes restaurantes se tiene cuidado de la limpieza de las sartenes y diversos recipientes para que no queden restos que modifiquen sabores.

Saucier (salsero).

Prepara las salsas, calienta los hors d'oeuvres, completa los platos, suele ser una de las posiciones más respetadas en la brigada de cocina.

Rotisseur (Asador).

Gestiona un grupo de cocineros que se dedican a asar carnes o pescados así como freír diversos alimentos.**Grillardin.** Cocinero de parrilla.

Entremetier (preparador de entradas).

Prepara las sopas y otros platos que no llevan como ingrediente carne o pescado, incluyendo los huevos y platos de verduras.

Pottager. Cocinero de potajes.

Legumier. Cocinero de verduras.

Gardemanager (supervisor de aperitivos).

Responsables de la preparación de los platos fríos tales como los hors d'oeuvres, prepara además las ensaladas y organiza los grandes bufetes.

Tournant (rondador/pool). Se mueve a lo largo de toda la cocina para asistir en las labores de urgencia a otras posiciones.

Pâtissier (pasteles, pastelero). Prepara los postres y otras comidas dulces, así como los panes del horno; puede en ocasiones preparar pasta para el restaurante.

Confiseur. Prepara helados y postres helados.

Décorateur. Decora y coloca los postres.

Boulangier. Panadero

Boucher (carnicero). Se encarga de cortar la carne de las aves, de la caza y en algunas ocasiones del pescado.

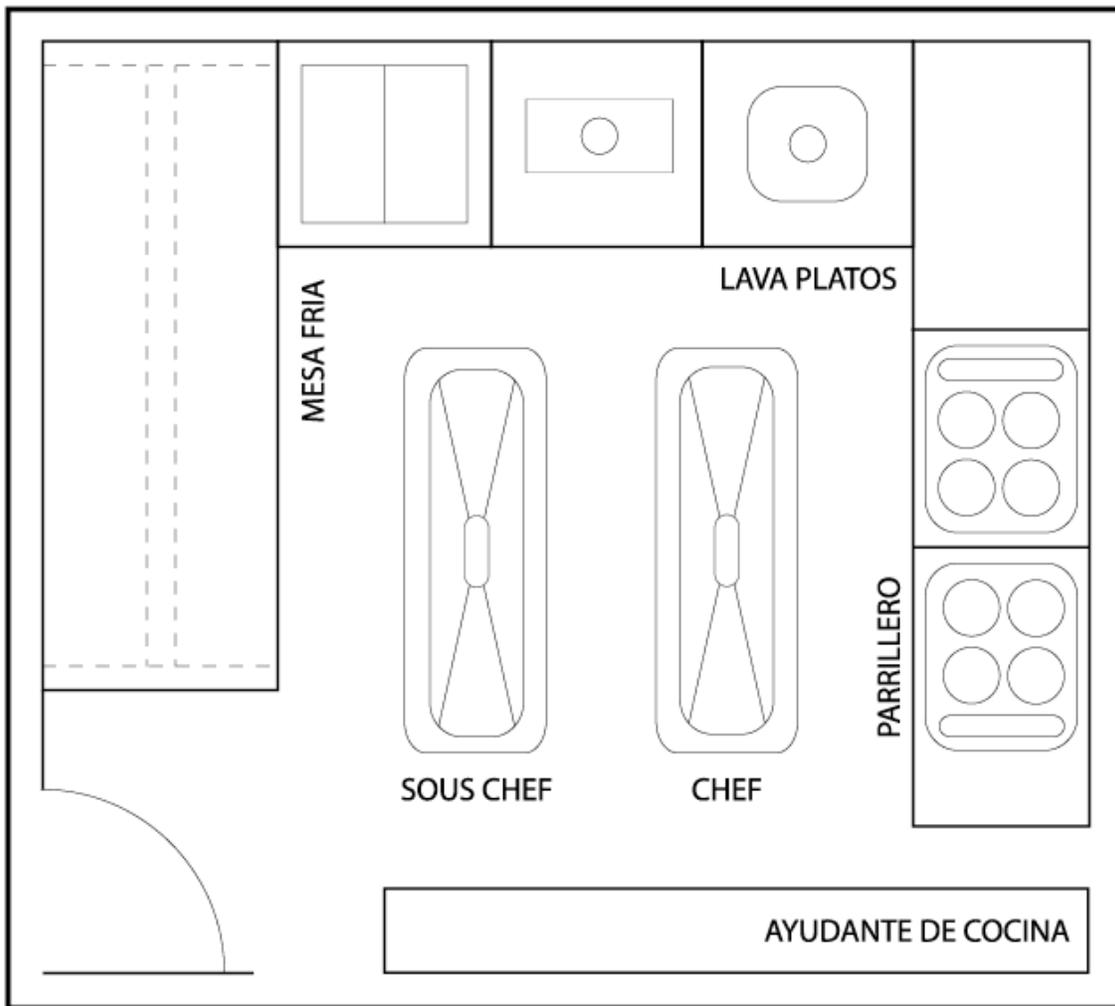
Aboyeur (camarero). Toma las ordenes y las distribuye a lo largo de la cocina.

Communard. Prepara y sirve comida a los empleados

Garçon de cuisine. Realiza trabajos muy simples ayudando a los demás.

Esta estructura² ha sido modificada dependiendo del tamaño del restaurante u hotel, así como del país y el tipo de comida que se prepara en cada lugar. Esta organización se originó Francia en 1902, sin embargo en México la estructura es muy similar, con algunas variaciones (GASTROPEDIA,2012).

Las brigadas de cocina en México varían dependiendo el tipo de comida que prepara cada restaurante, el nivel socioeconómico, el lugar donde se ubican, etc. Habiendo realizado previas encuestas en Restaurantes de cocina mexicana en la ciudad de Querétaro, tales como San Miguelito, María y su Bici, El mesón de Chucho el roto y Pampas, se concretó la organización de una brigada promedio en la estructura que se muestra en la siguiente página.



Cuadro.1 En el cuadro de arriba se muestran los integrantes de una brigada de cocina en México, que funciona en restaurantes de un nivel socioeconómico B y C+ (AYALA, 2012).

1.2 El problema del usuario

Al ser la alimentación una de las necesidades básicas de la humanidad, los utensilios que con el tiempo se fueron desarrollando para su consumo; vienen aunadas con la propia actividad de comer y forman parte inherente de la misma.

Se ha logrado desarrollar una familia de objetos de cocina, adaptando este nuevo producto a los requerimientos generales de usuarios contemporáneos.

El usuario³ es un cocinero del siglo XXI para un nivel socioeconómico⁴ B y C+ (RAE,2012), (AMAI,2008).

Existen usuarios directos e indirectos, los usuarios directos son aquellos que manipulan el objeto para la función que fueron creados, mientras que los indirectos lo hacen para que estos objetos sigan cumpliendo con su función principal, ya sea al lavarlos, al transportarlos, al venderlos etc.

Por ejemplo: Un molcajete es producido para martajar, pero también necesita ser limpiado y transportado. La persona que lo usa para hacer salsas (martajar) es el usuario directo, mientras que el ser limpiado y transportado son tareas de un usuario indirecto

De acuerdo a la brigada de cocina que se menciona a continuación, los usuarios de la familia de objetos de cocina que se proponen son varios; en primer lugar está el **saucier** (salsero), ya que es quien prepara la salsa de molcajete, el **cocinero** que es quien sirve los platos, y para su mantenimiento está; el **plongeur** para limpiar los platos, el **marmiton** para limpiar el molcajete y el **camarero** que distribuye los platos. Y por supuesto el **comensal** será el usuario que tendrá toda la experiencia organoléptica del platillo.

1.2.1 Higiene

El molcajete tradicional de piedra presenta un problema principalmente de mantenimiento en cuanto a la higiene⁵ (GARCÍA,2008). Considerando la superficie porosa de la piedra de basalto es difícil limpiarlo porque es muy pesado, para manipularlo fácilmente y lavarlo, es necesario verterle agua caliente dentro, tallarlo con una escobetilla para quitarle los restos de salsa, tirar el agua y repetir el proceso las veces que sean necesarias. Aún con este proceso es difícil mantenerlo limpio, porque quedan restos de salsa en los poros, lugares donde la escobetilla no llega, el principal reto que presenta en los establecimientos de comida donde es preferible usar el molcajete, es imposible obtener el *Distintivo H*⁶ debido a que la norma NMX-F605 NORMEX 2004 requiere: “Superficies de contacto con los alimentos como: licuadoras, rebanadoras, procesadoras, mezcladoras, peladoras, molinos, se lavan y desinfectan después de su uso. Se desarman, lavan y desinfectan por lo menos cada 24 horas (cuando aplique) o al final de cada jornada” (MELÉNDEZ,2012). Esto, aunado a que se pueden guardar bacterias y microorganismos en el molcajete debido a la superficie porosa, presenta una oportunidad de mejorar en este utensilio para satisfacer plenamente las necesidades de un usuario del siglo XXI.

1.2.2 Distintivo H

El distintivo H⁷, es un programa establecido en 1990, enfocado en disminuir la incidencia de enfermedades en turistas nacionales y extranjeros, así como mejorar la imagen de México a nivel mundial con respecto a la seguridad alimentaria.

El Distintivo H, es un reconocimiento que otorga la Secretaria de Turismo y la Secretaría de Salud, a los establecimientos de alimentos y bebidas que cumplan con los requerimientos de la Norma Mexicana NMX-F605 NORMEX 2004.

Existe una capacitación que ayuda al personal de los establecimientos a obtener el Distintivo H, la asesoría del consultor consiste en ofrecer al personal que labora en los establecimientos fijos de alimentos y bebidas que así lo soliciten, una serie de recomendaciones y técnicas para el lavado, desinfección, limpieza, almacenamiento, congelación, refrigeración, descongelación, higiene personal, etc. Para ser implementadas como un proceso de mejora continua (SECTUR, 2012).

Esta información está regida por una lista de verificación que se deberá cumplir en un 90% de satisfacción y que contempla los siguientes puntos:

- Recepción de alimentos
- Almacenamiento
- Manejo de sustancias químicas
- Refrigeración y congelación
- Área de cocina
- Preparación de alimentos
- Área de servicio
- Agua y Hielo
- Servicios sanitarios para empelados
- Manejo de basura
- Control de plagas
- Personal
- Bar

Cuando el establecimiento de sujeta a estos estándares y los cumple, la Secretaría de Turismo entrega el reconocimiento Distintivo “H”, mismo que tiene vigencia de un año.

1.2.3 Ergonomía

Otro problema del molcajete tradicional es la ergonomía, ya que la piedra de basalto es muy pesada para manipularse fuera de estar fija en una superficie sólida. A continuación se muestra un diagrama para explicar más claramente este problema:

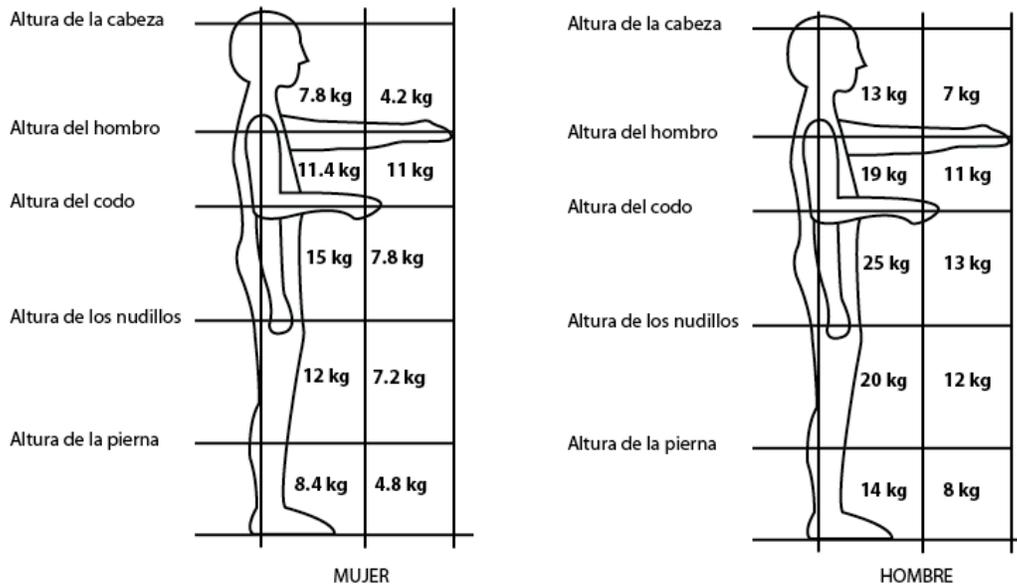


Fig.2 Como podemos ver en el diagrama, encontrado en el *Manual para la evaluación y prevención de riesgos ergonómicos y psicosociales en la PYME*, el peso de los objetos cerca del cuerpo es menor a los 11 kilos para un hombre adulto (FERNÁNDEZ, 2002).

Si la población expuesta es de mujeres, trabajadores jóvenes o mayores, o si se quiere proteger a la mayoría de la población, se deben multiplicar los valores de la figura por 0.6.

En promedio un molcajete pesa alrededor de 5 kg. Los utensilios que se desarrollaron en la cultura prehispánica están justo en el margen de la tolerancia en peso soportado por un usuario, sin lastimarse por cargar objetos pesados, pero para un usuario de hoy en día se pueden hacer más ligeros con la tecnología que ahora tenemos y de tal manera que puedan seguir cumpliendo su función. En cuanto a las dimensiones de los objetos de cocina, se tomaron como referencia los estudios realizados por el Arquitecto Neufert que se pueden apreciar en el diagrama de abajo.

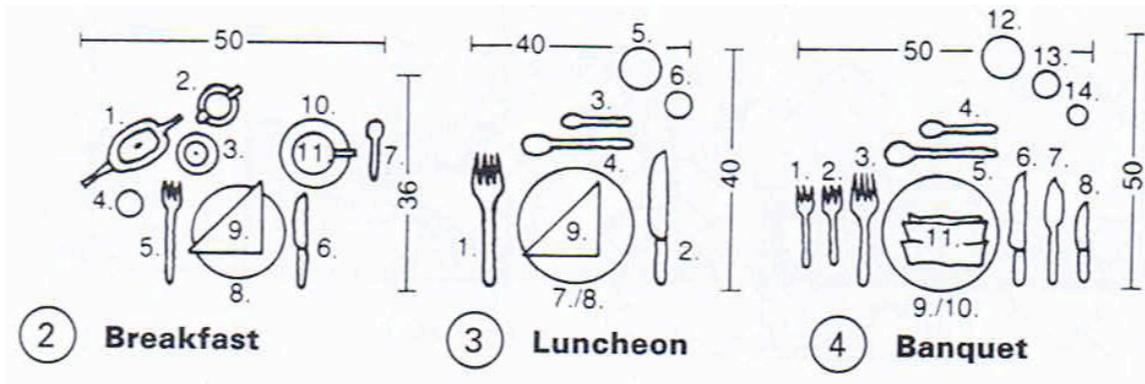


Fig. 3 Como se puede observar, el espacio promedio para comer, requiere aproximadamente 50 cm de largo por 50 de profundidad (NEUFERT, 2009).

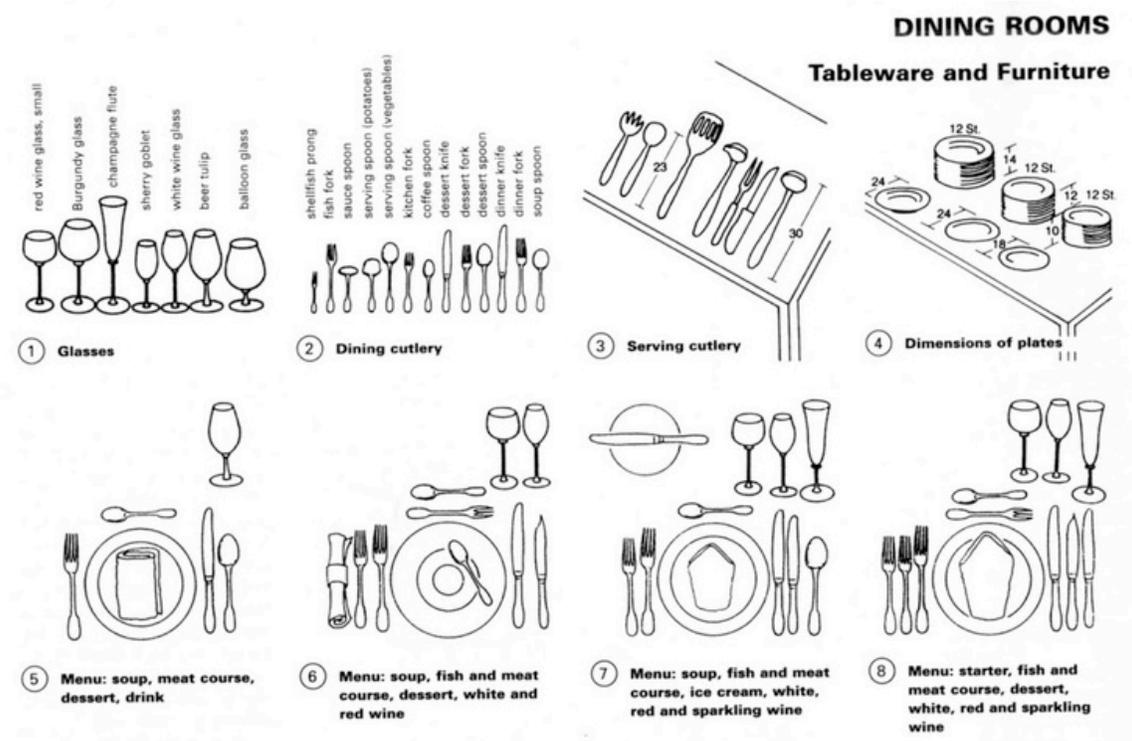


Fig. 4 En el diagrama superior encontramos medidas específicas de platos en 18 y 24 cm, mientras que los cubiertos para servir llegan a 23 y 30 cm de largo; así como los diferentes tipos de cubiertos que se montan dependiendo del menú. El grupo 5 es el más apegado al tipo de menú que se tomó en cuenta para realizar esta tesis (NEUFERT, 2009).

1.3 Hipótesis

A partir del diseño de una familia de objetos de cocina, a través de la biomimesis aplicada en los objetos y aprovechando las propiedades fisicoquímicas de la hidroxiapatita, se satisfarán los requerimientos de la norma NMX-F605 NORMEX 2004: “Superficies⁸ de contacto con los alimentos como: licuadoras, rebanadoras, procesadoras, mezcladoras, peladoras, molinos, se lavan y desinfectan después de su uso. Se desarmen, laven y desinfectan por lo menos cada 24 horas (cuando aplique) o al final de cada jornada” (SECTUR,2012).

1.4 Objetivos

- 1.- **Diseñar una familia de objetos de cocina**, para mejorar las condiciones de higiene, función y estética de los utensilios tradicionales, enfocados a el uso de la cocina mexicana contemporánea, a fin que de sean idóneos para preparar, contener y presentar los alimentos en los establecimientos de comida que aspiren a obtener el distintivo H.
- 2.- Desarrollar una familia de objetos de cocina, a fin de **cumplir con los requisitos de: higiene, función y ergonomía, para un cocinero de cocina mexicana contemporánea, pautados por la norma NMX-F605 NORMEX 2004 y el *Manual para la evaluación y prevención de riesgos ergonómicos y psicosociales en la PYME.***
- 3.- **Realizar un proyecto sostenible**, es decir: satisfacer las necesidades del mercado, sin dañar su economía ni ambiente. Al mismo tiempo que no se dispongan de los recursos destinados a las futuras generaciones, para atender sus propias necesidades⁹ (ONU,2012).
- 4.- **Aplicar biomímesis en el segundo nivel;** estructura molecular. Usando Hidroxiapatita sintetizada a partir del cascarón de huevo. (Este punto se explicará a detalle en el capítulo 2).
- 5.-En concreto se espera **integrar** elementos de la cocina tradicional mexicana (como el molcajete de 3 patas, las formas orgánicas y sintetizadas de las vasijas prehispánicas) con las nuevas corrientes culinarias como la comida contemporánea, la fusión de materiales en los objetos de cocina, la reutilización de materiales, biomateriales y aplicaciones de biomímesis.

Capítulo DOS

Conceptos

Nouvelle Cuisine¹⁰: Denomina a una nueva forma de cocinar los productos basada en la creatividad y la imaginación, también se caracteriza por importar y mezclar sabores de todo el mundo. La nueva cocina muestra un especial interés por las texturas de los alimentos, al respetarlos y potenciarlos. La presentación de los alimentos en esta corriente culinaria es la característica más notoria (GUEVARA, 2009).

Organoléptica¹¹: Adj. Díc. de las propiedades de las sustancias orgánicas e inorgánicas (esp. las de los minerales) que pueden apreciarse por los sentidos (ROBUCHON, 2009).

Club de Roma¹²: (ClubOfRome,2010) que se originó con el propósito de defender un crecimiento orgánico, es decir, un crecimiento que tiene un límite, enfocado a los países desarrollados, como respuesta al deterioro ambiental y escases de recursos del planeta, el cual le dio como objetivo al *desarrollo sostenible*¹³ “satisfacer las necesidades de la generación presente, sin comprometer la capacidad de las generaciones futuras para satisfacer sus propias necesidades” (ONU,2012).

2.1 Biomímesis

Aplicaciones de biomímesis en objetos

La Biomímesis¹⁴ es una disciplina que hibrida la biología y la ingeniería, a fin de resolver problemas donde las soluciones son inspiradas en la naturaleza, ya sea en forma, función u organización de la misma (SOROA, 2011). Las aplicaciones de biomímesis se dividen en 3 niveles¹⁵ para mimetizar; la forma natural, los procesos naturales (estructura molecular) y la interacción en los ecosistemas (PARIS TECH REVIEW, 2012). Además de una disciplina la biomímesis consiste en analizar y comprender los principios básicos y especializados del funcionamiento de la vida en sus diferentes niveles de manera que el espacio urbano, industrial y agrario, se parezca más al funcionamiento de los sistemas naturales¹⁶ (BENYUS, 2007).

El primer nivel consiste en imitar la forma natural; texturas, pigmentos, relieves, líneas, espesores, puntas, dimensiones, escalas, curvas, etc. por ejemplo: los contenedores diseñados por Nao Tamura: Seasons Leaf Containers¹⁷ inspirados evidentemente en hojas naturales, hechos de arena de silicio, como una hoja real, cada plato es flexible y multifuncional. Son enrollables y, aprovechando la bondad del silicón, pueden meterse al horno o al microondas. Apilables cuando están abiertos, durables, irrompibles y resistentes al despostillamiento, ligeros, pueden ser comprimidos para un envío económico todo contra los altos costos de producir objetos de vidrio.

Un producto con textura similar son los envases para jugo de plátano y fresa diseñados por Naoto Fukasawa, envase plástico que imita la textura y el color del plátano (TAMURA, 2010).



Fig. 5 Mimetización en forma (textura). Contenedores de silicón³⁵ inspirados en las hojas diseñados por Nao Tamura (TAMURA, 2010).

Otro ejemplo es la tetera Kettle – 9093 M de Michael Graves, en la que el grifo tiene un pájaro de plástico desde donde se escucha el sonido de la tetera cuando el agua llega a su punto de ebullición, imitando el silbido de un ave.



Hervidor con mango y

Fig. 6 Mimetización en interacción con el ambiente (sonido). Tetera Miniature Kettle – 9093 M (GRAVES,1985).

Otro ejemplo de aplicaciones de biomímesis en el primer nivel son los complejos arquitectónicos¹⁸ proyectados por el Instituto Politécnico de Catalunya, por el Departamento de Construcciones Arquitectónicas, en el que se inspiraron en las estructuras del cactus para desarrollar modelos arquitectónicos a base de papel, a partir del análisis realizado con el tejido del cactus se concluyó que “Tanto en el desarrollo de las maquetas como en las simulaciones digitales se observan dos modelos que permiten interpretar las variables propias de la estructura vascular del cactus y las geometrías que generan. Ambas soluciones ofrecen salidas en paralelo con posibles interpretaciones de uso: desde una cubierta a doble curvatura o protecciones solares de fachada, hasta la posibilidad de mallas tubulares complejas para edificios en altura” (ROSSI, 2009).

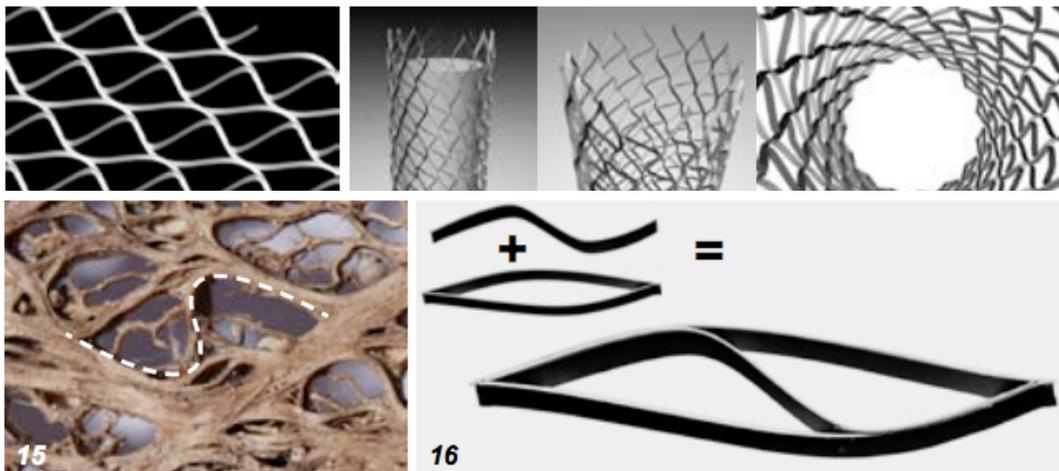


Fig. 7 Arriba se muestran las estructuras imitadas del tejido del cactus para construir modelos arquitectónicos (ROSSI, 2009).

Ross Lovegrove es un diseñador industrial Gales que ha realizado varios proyectos inspirados en la naturaleza, aplicando formas, movimientos y texturas. A continuación se muestran algunos ejemplos.

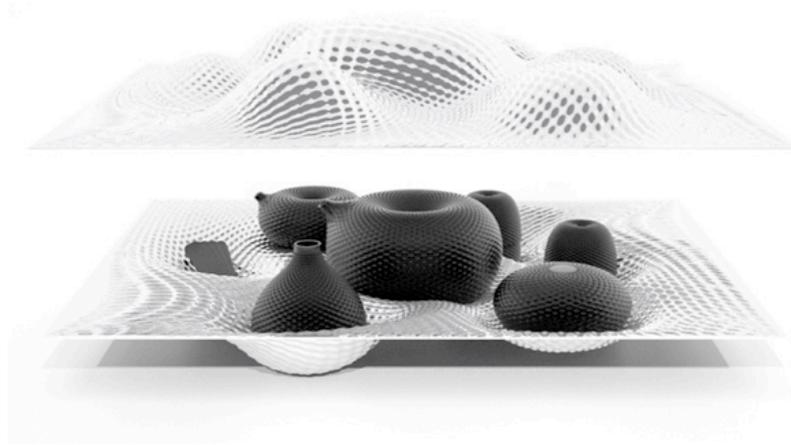


Fig. 8 Mimetización en forma (fractales). *Tea Set*, diseñado por Rosse Lovegrove en Italia (LOVEGROVE, 2009).

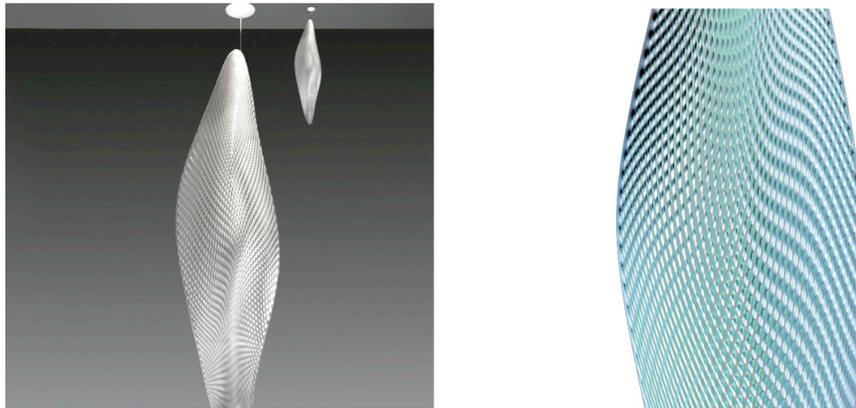


Fig. 9 Mimetización en forma. Lámpara *Cosmic Leaf*, de piso y techo diseñado por Rosse Lovegrove en Italia (LOVEGROVE, 2010). Se imita la forma de una hoja y se proyecta en 3D.

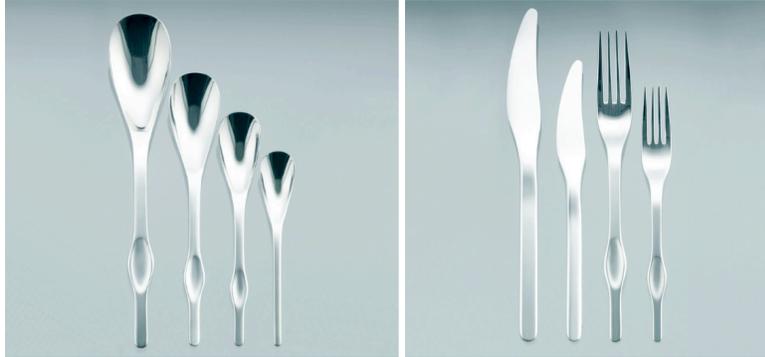


Fig. 10 Mimetización en forma. *Solo* Cubiertos diseñados por Rosse Lovegrove en Italia, inspirados en formas orgánicas (LOVEGROVE, 2011).

El segundo nivel consiste en mimetizar los procesos naturales; desde las características de los materiales como nano estructuras, hasta los procesos químicos por los que tienen que pasar los organismos para transformarse o transformar la materia. Aquí un ejemplo de Rosse Lovegrove en el que diseña una lámpara inspirándose en las ondas del agua.



Fig. 11 Mimetización en forma (movimiento). Lámpara *Aqua Series*, diseñada por Rosse Lovegrove en Italia, simulando las ondas en el agua que provoca un objeto al sumergirse en ella (LOVEGROVE, 2007).

Otro ejemplo es la pluma de la lechuza que se ensambla por sí misma, a temperatura corporal y sin necesidad de tóxicos o altas presiones, gracias a la química de la naturaleza.

Un producto reciente es una cinta adhesiva ideada para bebés inspirada en telarañas¹⁹.

“Las cintas adhesivas de uso médico que conocemos fueron diseñadas para los adultos, pero usándola en recién nacidos pueden traer consecuencias graves y sin embargo esta cinta se usa en recién nacidos y se cambia frecuentemente en la unidad de cuidados intensivos neonatales. Si la cinta se encuentra en una articulación, el desprender la frágil piel puede ocasionar problemas de movilidad. Jeffrey Karp y Robert Larnger del Instituto Tecnológico de Massachusetts diseñaron una cinta que no dañara la piel sensible al ser retirada y publicaron un estudio en la revista *Proceedings of the National Academy of Science*, en el que describen la cinta que resolverá el problema; estos investigadores se inspiraron en la naturaleza específicamente en las telarañas, ya que tienen secciones adhesivas y otras no tanto. Basados en esto y en las patas de las salamandras, desarrollaron una cinta con tres capas. La primera es un recubrimiento no adhesivo, la intermedia es una capa antiadherente y la última, la que queda en contacto con la piel es una capa pegajosa. Los investigadores trazaron un patrón en la capa intermedia para poder controlar la interacción entre el adhesivo y el recubrimiento”, de esta manera puede ser desprendida fácilmente sin dañar la piel de los recién nacidos (LANDAU, 2012).

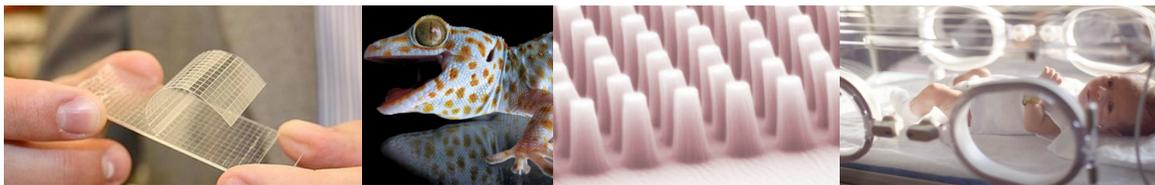


Fig. 12 Cinta adhesiva inspirada en las patas de las salamandras. (LANDAU,2012).

Otra aplicación de biomímesis es el traje de baño más rápido del mundo²⁰ inspirado en la piel del tiburón, que reduce notablemente la resistencia al rozamiento con el agua.

Un equipo de ingenieros de la Universidad de Nottingham en Reino Unido, diseñó el traje de baño más rápido del mundo hasta el momento, confeccionado con distintos tejidos en función de las áreas de menor o mayor rozamiento, y se han batido ya tres récords del mundo de velocidad, entre los que se encuentra Michael Phelps. La compañía *Speedo*, que ha participado en la investigación, ha aplicado técnicas de la NASA y otros institutos como ANSYS.

“El profesor Herve Morgan y su equipo de la School of Mechanical, Materials and Manufacturing Engineering de la Universidad de Nottingham, se han encargado de modelar informáticamente el flujo del fluido, en este caso del agua alrededor del cuerpo de los nadadores. Morgan está especializado en dinámica de fluidos computacional CFD, que es una de las ramas de la mecánica de fluidos que aplica métodos numéricos y algoritmos para resolver y analizar problemas relacionados con los flujos de los fluidos. Los ordenadores se utilizan para realizar los millones de cálculos que se requieren para simular la interacción de fluidos de gases y con las complejas superficies utilizadas en el diseño. La tecnología CFD se utiliza comúnmente en la industrial de aeronáutica y en otras aplicaciones relacionadas a los sectores biomédicos o deportivos. En el caso del diseño de este traje de baño, en el AQUALAB de *Speedo* los ingenieros examinaron a 400 aletas y exploraron una serie de atletas destacados.

Utilizando el análisis CFD, Morgan y su equipo pudieron señalar las áreas del cuerpo de los deportistas en que se producía una mayor fricción con el agua durante la natación.

Con estos datos, los diseñadores pudieron ubicar en el bañador un tejido de baja fricción, desarrollado por *Speedo*, en los lugares más convenientes. Según Morgan, gracias a la dinámica de fluidos computacional, se ha podido crear un bañador que produce un 5% menos de resistencia al contacto con el agua que el anterior bañador creado por *Speedo* en 2007, el FS Pro, con el que los nadadores superaron 21 récords mundiales.

Según *Natación Online*, cuando un nadador se desplaza en el agua aparecen tres tipos de resistencias: la resistencia de forma o presión, la resistencia por oleaje (cuando el cuerpo se mueve entre el agua y el aire) y la resistencia por fricción.

La resistencia por presión es la más importante de las tres, y se debe a que durante la natación se genera un gradiente de presiones que frena el avance del cuerpo. Esto es debido principalmente a que el agua deja de fluir laminarmente, apareciendo flujos turbulentos. La resistencia por fricción, aunque es la menos importante, es la que más ha revolucionado la estética de los nadadores con el desarrollo de bañadores de cuerpo entero.

Los trajes de baño que imitan la piel de tiburón²⁰ actuales permiten disminuir esta resistencia en casi un 8% gracias al denominado *efecto Riblet*, que es el efecto que producen los dentículos microscópicos de la piel del tiburón al contacto con el agua, originando vórtices verticales o espirales de agua, que permiten mantener estar cerca de la superficie, evitando así la aparición de zonas de baja presión y flujos turbulentos” (MARTÍNEZ, 2008).



Fig. 13 Arriba el traje de baño LZR Racer, desarrollado a partir de tecnología CFD e inspirado en aletas de varios peces (MARTÍNEZ, 2008).

La flor del loto²¹ es un símbolo de pureza para las religiones asiáticas: las hojas salen absolutamente limpias del barro de las aguas. Este fenómeno de auto limpieza ha sido estudiado a fondo y ofrece informaciones impresionantes sobre las posibilidades de la naturaleza para protegerse tanto de la suciedad como de los microorganismos. Mediante el traspaso de esta característica a superficies técnicas, se pueden limpiar mediante la lluvia casi todos los materiales que se encuentran al aire libre. Se están creando pinturas que repelen el agua y las manchas a partir de la estructura de la hoja del loto, que posee unas micro y nano estructuras que por su ángulo de contacto con el agua hacen que ésta forme gotas que limpian la superficie de la hoja a su paso Actualmente existen materiales que permiten este tipo de recubrimiento. Están disponibles pinturas de fachadas, lacas para metales, superficies cerámicas y acristaladas. Un sistema de auto limpieza que permite ahorrar millones en detergentes - nocivos para nuestros sistemas fluviales (ALEMANY, 2009).



Fig. 14 Arriba flor de loto (ALEMANY, 2009).

Las celdas solares²² fueron desarrolladas por Michael mediante dos electrodos Grätzel en 1991, con aplicaciones de biomecánica, funciona que captan las luz solar, y la transforman en energía eléctrica, tal como las hojas en el proceso de fotosíntesis absorben la luz solar y la transforman para llevar a cabo sus procesos naturales.

Como se ha visto en estos ejemplos, el satisfacer necesidades y resolver problemas puede resolverse al imitar la naturaleza en estos casos a nivel de la forma y procesos químicos estructurales de la materia, es decir en el segundo nivel de biomimesis (GARCÍA Y CERVANTES, 2007).



Fig. 15 Celda solar desarrollada con aplicaciones de *biónica* (GARCÍA Y CERVANTES, 2007).

La bióloga Janine Benyus nos explica en su libro *Biomimicry : Innovation Inspired by Nature*²³ (BENYUS,1997) el tercer nivel de biomimesis que consiste en imitar los ecosistemas naturales; tal como la lechuga encaja de manera natural en su entorno, “*forma parte de un animal, que a su vez forma parte de un bosque, que forma parte de un bioma, que forma parte de la biosfera que sostiene la vida*²⁴” (HUMANA,2011). Un ejemplo de la imitación de la naturaleza en este nivel, es una organización española fundada en 1987, que se dedica a implementar obras de cooperación en África, América Latina y Asia, a través de los recursos que obtiene de el reciclaje de textiles procedentes de ropa usada. Esta organización se llama Humana Fundación pueblo para pueblo, cuenta con 4.400 contenedores, con más de 800 ayuntamientos y cerca de 500 entidades y empresas privadas, y en 2011 se recogieron 18.800 toneladas de ropa. A continuación se muestra el proceso de gestión dentro de la organización de Humana:

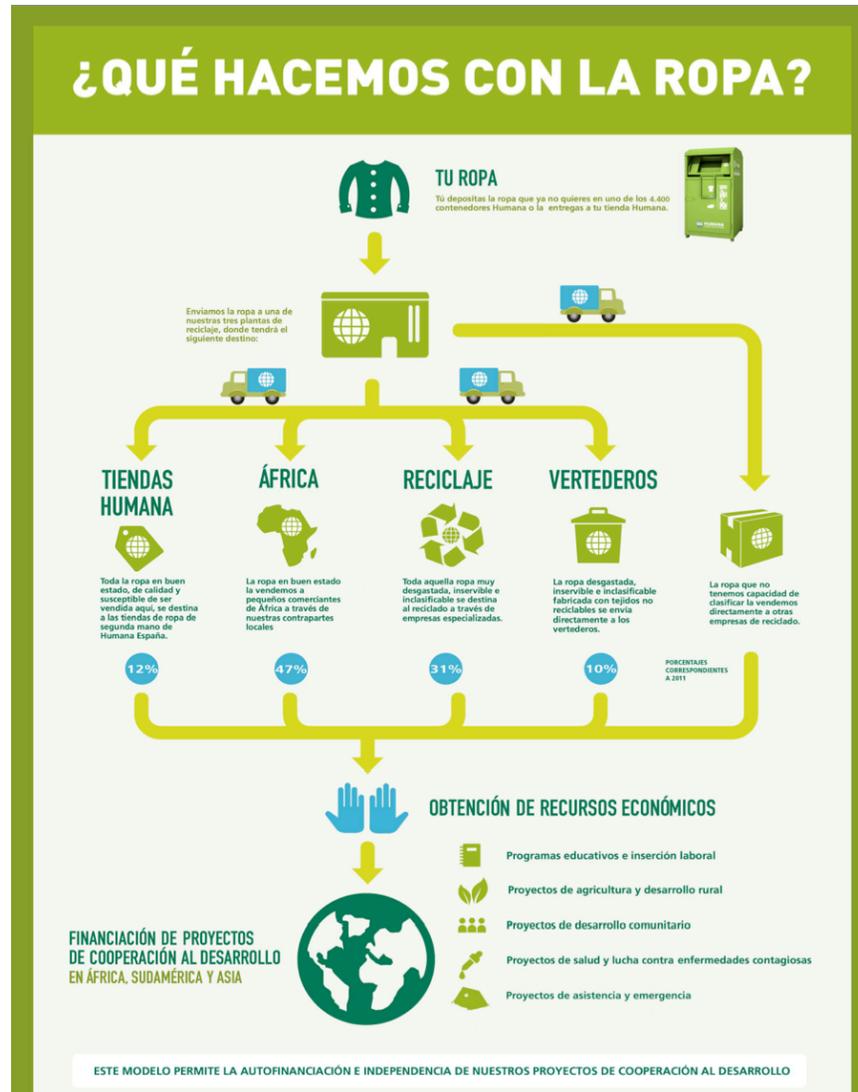


Fig. 16 En la figura de arriba se muestra la distribución de los recursos de la organización Humana.

De esta manera se aprovechan todos los recursos empezando por reutilizar los desechos textiles y posteriormente se utilizan los fondos para los proyectos de cooperación.

2.2 Hidroxiapatita

La hidroxiapatita²⁵ es un material mineral presente en la naturaleza en huesos, rocas metamórficas, en el caparazón de algunos moluscos como el nautilo, etc. El origen de sus aplicaciones está en Odontología, Ortopedia, Cirugía Maxilofacial, prótesis y básicamente en el campo de la medicina. Se compone de Calcio, Fosfato e Hidrógeno. Este mineral posee una estructura cristalina hexagonal y tiene una dureza 5 en la escala de Mohs. (GARCÍA GARDUÑO, M.V. & REYES GASGA J, 2006)

Dureza	Mineral	Composición química
1	Talco, (se puede rayar fácilmente con la uña)	$Mg_3Si_4O_{10}(OH)_2$
2	Yeso, (se puede rayar con la uña con más dificultad)	$CaSO_4 \cdot 2H_2O$
3	Calcita, (se puede rayar con una moneda de cobre)	$CaCO_3$
4	Fluorita, (se puede rayar con un cuchillo)	CaF_2
5	Apatita, (se puede rayar difícilmente con un cuchillo)	$Ca_5(PO_4)_3(OH, Cl, F)$
6	Feldespato, (se puede rayar con una cuchilla de acero)	$KAlSi_3O_8$
7	Cuarzo, (raya el vidrio)	SiO_2
8	Topacio,	$Al_2SiO_5(OH, F)_2$
9	Corindón, (sólo se raya mediante diamante)	Al_2O_3
10	Diamante, (el mineral natural más duro)	C

Fig. 17 Tabla de Mohs, en donde se clasifica la dureza de 10 materiales de menor a mayor. El geólogo Frederick Mohs clasificó 10 materiales conforme a su dureza en su trabajo *Tratado de Mineralogía* que publicó en 1825 (GEMS SELECT, 2006).

Debido a su similitud con la fase mineral del hueso, la hidroxiapatita sintética HAp con fórmula química $[Ca_{10}(PO_4)_6(OH)_2]$, ha sido ampliamente estudiada y utilizada en el campo de la medicina como biomaterial; pues sus excelentes características de biocompatibilidad promueven su aceptación y adecuada osteointegración en el medio biológico. En lo que representa a su preparación, la hidroxiapatita puede ser obtenida a partir de esqueletos de animales o bien de manera sintética por medio de sus diferentes rutas de síntesis química; en este último caso pueden obtenerse materiales con diferentes características fisicoquímicas y morfológicas controladas y con diversas ventajas, entre las que se pueden mencionar la alta pureza y composición homogénea, distribución mono modal y tamaños de partícula nanométricos, entre otras. De esta manera, se tiene la posibilidad del diseño y procesamiento de materiales de HAp con características que mejoren su desempeño y promuevan su aplicación no sólo en el campo de medicina como sustituto de tejido óseo, sino también presenta algunas otras aplicaciones potenciales como son su uso en el diseño de absorbentes, sensores, materiales de cromatografía y en el campo de la catálisis heterogénea.

Algunas de las ventajas previstas en la aplicación de hidroxiapatita en objetos de cocina, son el aislamiento térmico, la resistencia, el peso y la capacidad de producirse a partir de desechos orgánicos (cascarón de huevo).

Por otro lado las desventajas serían, la complejidad que presenta el proceso de obtención de HAp a través de cascarón de huevo.

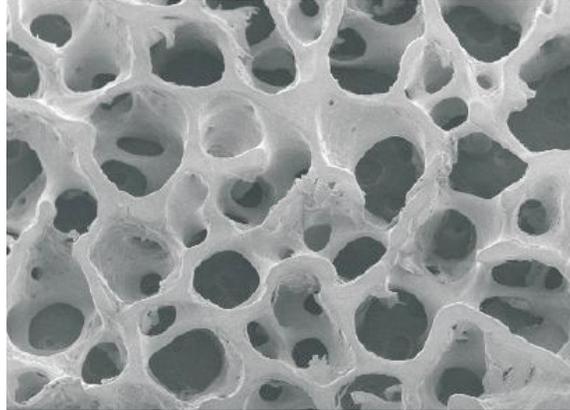


Fig. 18 Vista de la estructura molecular de la hidroxiapatita sintética (DIAZ, PRADO, FRANSENS Y CERVANTES, 2010).



Fig. 19 El nautilo es un molusco que posee un caparazón de 3 mm de grosor, resiste los ataques de sus depredadores, y los golpes que sufre contra las rocas, su dureza se debe a que la hidroxiapatita forma parte de su estructura molecular (FLEDERMAUS, 2007).

2.2.1 Proceso de sintetización de hidroxiapatita a partir de cascarón de huevo.

Un cascarón de huevo se compone de una estructura de 3 capas¹⁹:

- 1) Cutícula (proteínas)
- 2) La capa esponjosa (carbonato de calcio)
- 3) La capa laminar (carbonato de calcio)

El cascarón de huevo representa el 11% del peso total del huevo.

94% es carbonato de calcio

1% fosfato de calcio

4% materia orgánica

1% carbonato de magnesio

La producción anual estimada en México de unidades de huevo es 7×10^{10}

Cada docena de cascarones de huevo tiene un peso promedio de 746 kg, tomando el 11% de ese peso serían aproximadamente 480 000 toneladas de cascarón de huevo al año; 1300 toneladas al día. Este material es básicamente un deshecho después de la producción de huevo y derivaciones del huevo. Normalmente el cascarón de huevo es un residuo industrial que puede contribuir a la contaminación ambiental. Sin embargo algunos cascarones de huevo son usados como fertilizante.

La hidroxiapatita²⁶ (HAp) es un biomaterial con la fórmula $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$, forma parte de la isomórfica familia de las apatitas. En los sistemas biológicos, representa el principal componente inorgánico de la estructura de huesos y dientes. (R.VELÁZQUEZ,2007)

Procedimiento:

Para sintetizar hidroxiapatita a partir de cascarón de huevo en un laboratorio de nanotecnología se necesita, como equipo de seguridad una bata de laboratorio, unos guantes de látex ajustados, una mascarilla o cubre bocas y unos lentes de seguridad. Primero se colectan varios cascarones de huevo y se limpian perfectamente, se sumergen en una solución de 1l. de agua con aproximadamente 40 ml de detergente líquido y 10 ml de cloro, se dejan sumergidos aproximadamente 3 minutos y se lavan individualmente desprendiendo la membrana interna del cascarón.

Se van dejando secar sobre una toalla de papel o se meten en la estufa de acero inoxidable para que se sequen completamente. (Se repite este proceso hasta que se tenga la cantidad de cascarones deseados).



Fig.20 Limpieza de cascarones de huevo, con el propósito de quitarles la membrana (AYALA,2012).

Posteriormente se toman los cascarones secos y limpios y se pulverizan en un mortero lavado con agua des ionizada o preferentemente se usa un molino para hacer harina, éste también se limpia con agua des ionizada, para que no quede ninguna impureza en el cascarón pulverizado, logrando un grano muy fino, semejante a la harina de trigo.



Fig. 21 Pulverización de cascarones limpios y secos, a través de un molino para harinas (AYALA,2012).

La primera etapa consiste en colocar los cascarones de huevo ya limpios, en el horno a 450°C durante 2 horas con una velocidad de calentamiento a $5^{\circ}\text{C}/\text{min}$. A fin de que cualquier residuo orgánico pueda ser destruido.



Fig. 22 Primera etapa para la sintetización de HAp (Hidroxiapatita), (AYALA,2013).

La segunda etapa consiste en calentar las muestras a 900°C también durante 2 horas pero con una velocidad de calentamiento a $0.5^{\circ}\text{C}/\text{min}$. A esta temperatura, el cascarón de huevo se transforma de óxido de calcio a dióxido de carbono. Entonces el óxido de calcio que es obtenido del cascarón de huevo es transformado en Hidroxiapatita, en una solución de fosfato, seguida de un proceso elaborado por R. Roy.



Fig. 23 Segunda etapa para la sintetización de HAp (AYALA,2013).

Caracterización del producto

Posteriormente el material obtenido se analiza en rayos x, para comparar la similitud de la HAp sintetizada con HAp existente en la naturaleza.

La difracción de rayos x en polvo, se llevó a cabo en un Difractómetro Siemens D-5000 y las observaciones fueron mejoradas en JEOL 5200, un aparato de recubrimiento de carbono.

La fase del mineral del cascarón de huevo colectado, se identifica como calcita; el material obtenido después del proceso térmico a 900°C con apariencia porosa, color blanco y de frágil consistencia.

El patrón correspondiente de rayos x de difracción muestra reflexiones correspondientes a JCPD 37-1497 archivos de CaO , nuevamente no fueron encontradas otras especies. El cambio observado en el peso correspondiente fue debido a la pérdida de gas de CO_2 .

El proceso térmico de CaO en la solución de fosfato a 1050°C produce un material sólido con textura porosa, color blanco, alta fuerza mecánica y poros con diámetros irregulares.

En esta muestra, el difractor de rayos x muestra varias especies. Las fases cristalinas son definidas como Hidroxiapatita, óxido de calcio e hidróxido de calcio. Este resultado puede ser explicado como una transformación incompleta de calcita, debido a una temperatura no lo suficientemente alta.

Anterior a la mezcla de los reactivos, el análisis de $\text{Ca}_3(\text{PO}_4)_2$ mostró en el difractor de rayos x, huellas de $\text{Ca}_{10}(\text{PO}_4)_6(\text{OH})_2$ y monotite (CaHPO_4). La existencia de estas especies como impurezas en el reactivo inicial aparecen sin embargo, el tener un poco de estas especies no influye en el material final. La hidroxiapatita es por mucho el principal material cristalino en la fase presente.

A continuación se muestran difractogramas en los que se compara la síntesis realizada de hidroxiapatita con hidroxiapatita en su estado natural, y se puede observar la similitud entre ambas, la línea roja representa el material sintetizado, mientras que la línea negra representa el material natural.

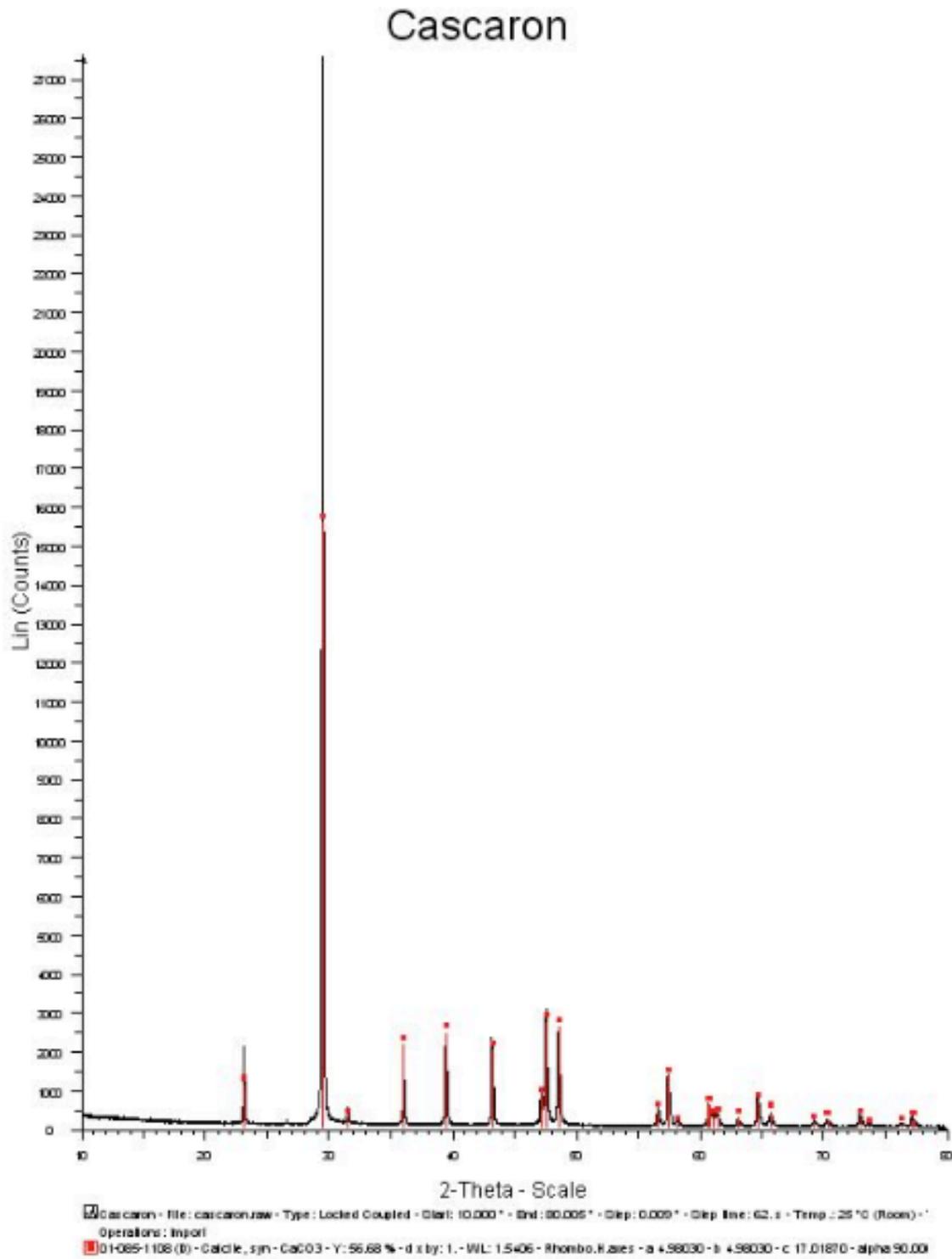


Fig. 24 Difractograma donde se compara hidroxapatita en su estado natural con hidroxapatita sintetizada a partir de cascarón de huevo.

HApegg

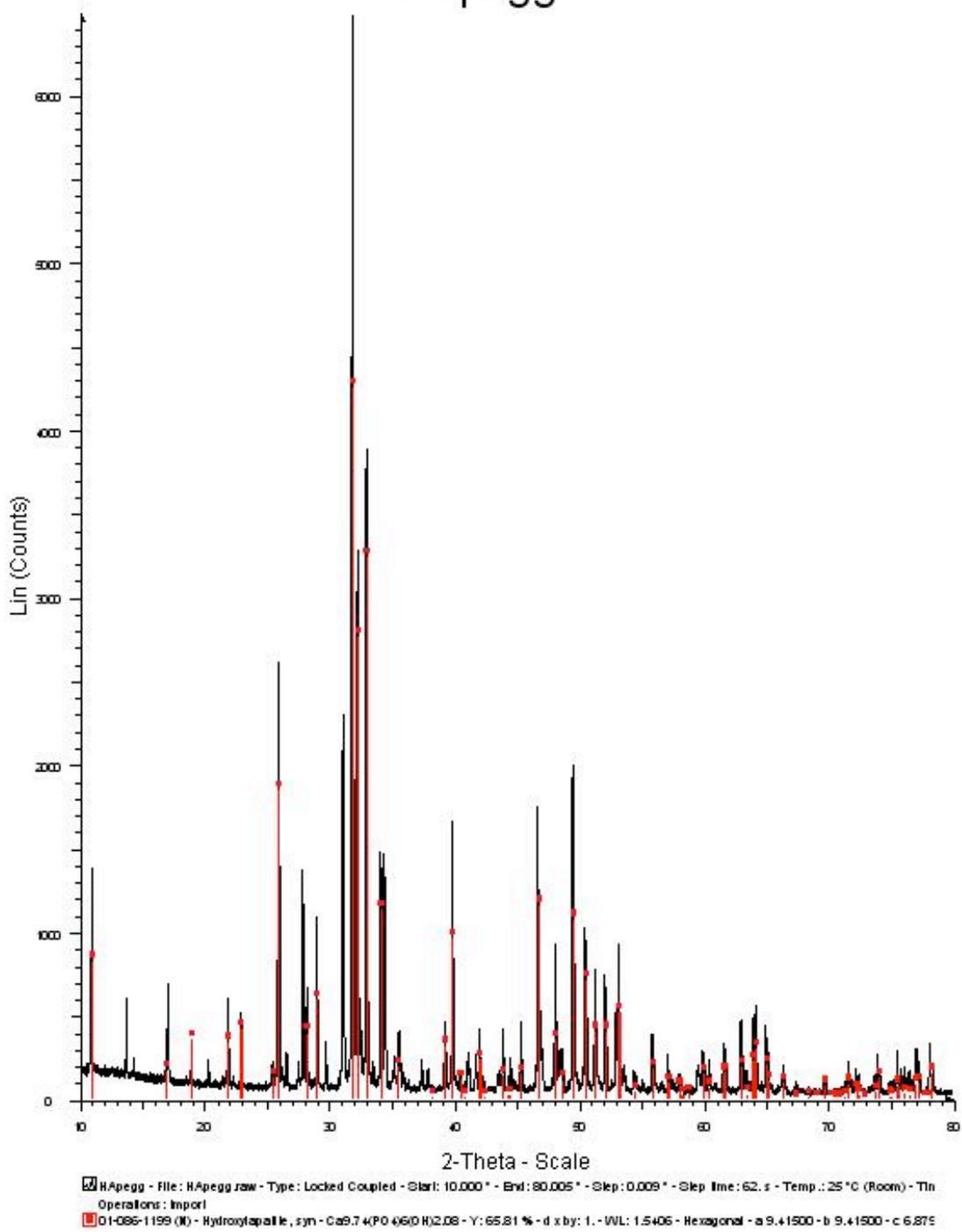


Fig. 25 Difractograma donde se compara hidroxiapatita en su estado natural con hidroxiapatita sintetizada a partir de cascarón de huevo.

Por otra parte la hidroxiapatita es la única fase de apatita detectada como un producto del proceso. Fourier transformó espectros infrarrojos (FTIR) al material final mostrando la presencia de bandas a 605 cm^{-1} y 1050 cm^{-1} la cual corresponde a $(\text{PO})_4$ grupos funcionales en Hidroxiapatita y fosfato de tricalcio.

El proceso térmico usado para eliminar el componente orgánico del cascarón de huevo a 900° C produce la conversión de calcita en óxido de calcio.

El proceso de síntesis de Hidroxiapatita empieza del cascarón de huevo en una solución de fosfato a una temperatura elevada y representa una nueva forma de producir un útil material biomédico. La concentración de Hidroxiapatita obtenida por este método puede ser mejorada al optimizar la composición de la solución de fosfato, el tiempo y la temperatura recocidos.

Una vez obtenida la hidroxiapatita, se mezcla con polímeros tales como: polivinilbutiral y polietinolglicol, en el siguiente proceso que es el gel casting, el cual consiste en mezclar 3 soluciones, la primera: de 15 g de HAp y 0.6 g de ácido oxiálico, la segunda de 1.325 g de polivinilbutiral y 30 ml de etanol y la tercera de polietinolglicol y ácido poliacrílico. Cuando las soluciones son homogéneas se mezclan las 3 y se vacía la mezcla final en moldes de silicón de caucho. Se deja secar 1 día para posteriormente sinterizarse en la mufla a fin de que tenga más dureza.

2.3 Sostenibilidad

En la clase de sostenibilidad y medio ambiente, con el profesor Amadeo Puente Novel, en la Lic. De Diseño Industrial en 2012, se concluyó que *sostenible* se refiere a la parte estructural de un sistema, y *sustentable* se refiere la capacidad de ser alimentable a fin de permanecer.

En esta tesis se plantea la idea de utilizar la biomímesis de manera sostenible, es decir estructurada a través de un procedimiento que imite la naturaleza; en este caso, sintetizando hidroxiapatita. A su vez es un proyecto *sustentable* debido a que una parte del material requerido, proviene de desechos orgánicos; el cascarón de huevo, es decir es alimentable.

Al ser benéfico para la sociedad, el ambiente y la economía, fomentando el *desarrollo sostenible* surgido de la organización del Club de Roma.

Es benéfico para la *sociedad* porque busca rescatar elementos prehispánicos e integrarlos a través de procesos de diseño industrial y nanotecnología para crear una familia de objetos de cocina que satisfaga los requerimientos de un usuario del S.XXI.

Es benéfico para el ambiente porque la sintetización de la hidroxiapatita utilizada para los objetos de cocina, se producirá a partir de desechos de materia orgánica; cascarones de huevo. Tomando en cuenta el ciclo de vida de las prótesis médicas²⁷ que al igual que estos objetos de cocina, están hechas de hidroxiapatita, se puede deducir que el ciclo de vida de los objetos de cocina será de 10 años aproximadamente (DÍAZ,2011).

Es benéfico para la economía porque debido a que está enfocado a satisfacer con los requerimientos del Distintivo H en México, en cierta medida fomenta el turismo en México.

Existe una metodología que surge en los años 70's como una vía para alcanzar la sostenibilidad, un método en el cual se buscaba aplicar el diseño en sistemas agrícolas, con el tiempo se fueron integrando los principios en los que ahora se basa. Este proyecto pretende equilibrar algunos principios de permacultura, específicamente:

1. Observar e interactuar con la naturaleza.
5. Usar y valorar los recursos renovables.
7. Diseñar de los patrones a los detalles.
8. Integrar antes que segregar.
9. Soluciones más sencillas.
10. Permitir la diversidad.
11. Comprender el valor de los bordes.

2.4 Principios de permacultura

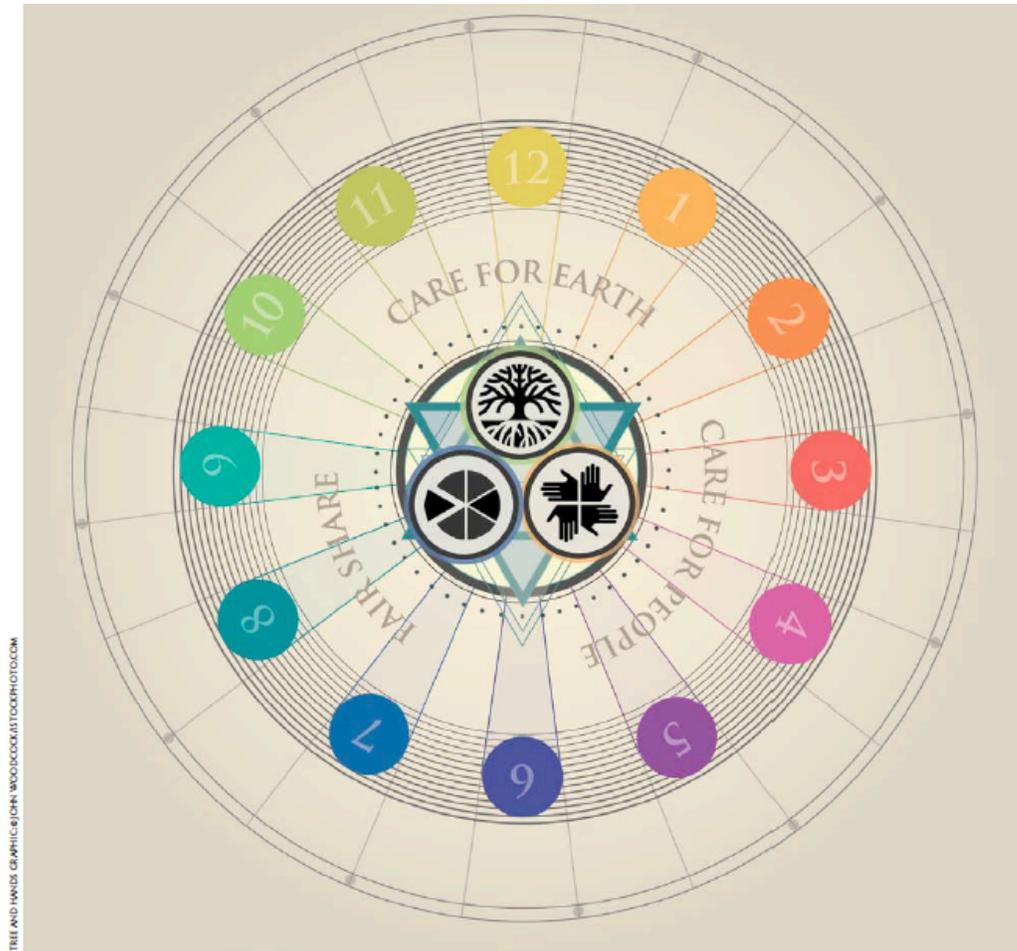
La metodología de esta Tesis, se basa en los principios de permacultura y otra metodología desarrollada en taller de diseño VIII, por el LDI Héctor Marín, la cual será mencionada en el capítulo 3.

“La Permacultura²⁸ es un sistema de diseño de medio ambientes humanos sostenibles” (PERMACULTURA MX,2013).

La permacultura es también, un sistema proyectado sostenible que integra armónicamente la vivienda y el paisaje, ahorrando materiales y produciendo menos desechos, a la vez que conservan los desechos naturales.

Está asociada con la biomímesis en el 3º nivel, el cual establece imitar los ecosistemas naturales, para integrar los factores de la biósfera que sostienen la vida, es decir imita la relación de los sistemas naturales, con el fin de mantener el mismo equilibrio al diseñar y producir objetos o sistemas, para resolver problemas y satisfacer necesidades de un usuario específico. Se basa en la observación e integración de estos sistemas naturales, con otros factores como la sabiduría contenida en los sistemas tradicionales de las granjas, el conocimiento científico y la tecnología moderna adecuada.

Surge en los años 70's a través de sus autores Bill Mollison y David Holmgren, cuando buscaban aplicar el diseño en sistemas agrícolas, debido a que no eran eficientes. En la actualidad se propone como una solución creativa de diseño que pretende sustentar familias, comunidades e incluso regiones. Su enfoque es el rediseño y la integración de nuestros estilos vida, nuestra subsistencia y uso del suelo, en sintonía con las realidades ecoenergéticas de hoy en día.



3.2 Permaculture's 12 principles of design as a universal design-thinking principles. Illustration: Fernando Gaverd and Maggie Macnab.

Fig. 26 En el diagrama de arriba se explican los principios de permacultura, que giran en torno al cuidado del ambiente, el cuidado de la sociedad y una economía justa (Macnab, 2012).

Los 12 principios de permacultura como diseño universal a los que hace referencia el diagrama son:

1. Observar e interactuar con la naturaleza.

Al observar e interactuar con la naturaleza de manera pasiva y activa, podemos aprender de primera mano de sus procesos. Esto ayuda a identificar las formas y patrones, para hacer un diseño mas efectivo.

2. Capturar y almacenar energía.

Reconocer que el capital puede ser maximizado de otras maneras, no solamente de manera monetaria.

Si se entiende que el capital ha comenzado a ser otra manera de energía, esto podría ser también interpretado como una oportunidad para el futuro. Controle el ritmo en el transcurso de un proyecto para distribuir su energía a fin de mejorar su eficiencia.

3. Obtener un rendimiento.

Su tiempo y su resultado final son valiosos, genere una ganancia realista (no excesiva) para mantenerse a usted mismo, a su familia, su comunidad y el futuro de su trabajo.

4. Autorregularización y aceptar retroalimentación.

Determinar estructuras para evitar los excesos, aceptar la opinión de los que trabajan con usted y a quienes sirve. Incluso si usted no actúa conforme a las sugerencias, ser receptivo a lo que otros contribuyen aumenta la confianza entre usted y ellos y facilita el entorno del trabajo.

5. Usar y valorar los recursos renovables.

Tenga en cuenta el trabajar con recursos renovables, reúse y recicle lo que te sea posible en tu espacio de trabajo y usa productos y servicios amigables con el ambiente cuando te sea posible.

6. No crear desperdicios en la comunicación.

Diseñe sus publicaciones de comunicación para proporcionar información útil que no contribuya a la enorme cantidad de ruido visual.

7. Diseñar de los patrones a los detalles.

Al comenzar a diseñar, mire el panorama general, ¿Qué es lo que quiere lograr con él? ¿Cómo podría apoyar ese mensaje? ¿Cómo podría ser interpretado desde otra perspectiva? ¿En qué tipo de ambiente va a ser recibido? Comience de lo general terminando en lo particular.

8. Integrar antes que segregar.

Relacionar las partes con el todo, proporcionar señales visuales, transiciones con las ideas de enlace a través de gráficos, interacción de palabras, familias; colores, fuentes, estilos, gráficos. Distinguir las relaciones clave entre las partes. Conservar la integridad de las partes, para proporcionar distintas piezas en la comunicación. Pero integrarlas todas para homogeneizar la familia.

9. Soluciones más sencillas.

La idea de que más es mejor, es un concepto que tiene que pensarse dos veces. Hay muchas ventajas en lo más pequeño y sencillo.

10. Permitir la diversidad.

La naturaleza nunca tiene sólo una solución, la complejidad y la diversidad son esenciales para la flexibilidad. La diversidad se construye dentro de la naturaleza para proveer opciones y la complejidad ofrece muchas maneras para llegar ahí.

11. Comprender el valor de los bordes.

En la naturaleza los bordes distinguen los cambios, entre diferentes procesos, por ejemplo, pastizales de una área boscosa. Leemos los espacios en blanco así como leemos los llenos, “edge-thinking” es innovador, peligroso y emocionante. Las nuevas ideas no vienen del centro sino de los bordes que lo rodean.

12. Seguir el ejemplo de la naturaleza de la resiliencia.

La naturaleza está siempre en constante cambio, el equilibrio y la restauración en sí continuamente a medida que las nuevas circunstancias ambientales surgen. Del mismo modo, cuando los valores fundamentales son reconocidos y representados en una pieza integral de comunicación destinadas, acomodan los cambios externos o superficiales y los principios fundamentales siguen intactos. La resiliencia se soporta por un centro de sonido de la que se puede expandir.

2.5 Objetos de cocina: el ritual

Los utensilios de cocina son objetos antiquísimos que han sido creados para hacer posible la preparación de los alimentos, contenerlos y presentarlos.

Una de las primeras mesas²⁹ encontradas data del año 3000 a.C. en Egipto, utilizada por los faraones (ADMIN,2012). Según los expertos, a partir del siglo III a.C. las clases más altas del imperio romano, dispusieron de complejas vajillas, que incluían distintos tipos de cucharas. En la Grecia Clásica, se fabricaron utensilios de oro, plata, bronce y hueso, sin embargo no eran usadas en la mesa cotidiana, ya que su alimentación era a base de harinas amasadas en forma de torta, así que empleaban los dedos o escudillas para llevárselas a la boca. Fueron las buenas costumbres del siglo XVIII que aconsejaron servirse las sopas y purés con cucharas, y no beberlos directamente de la escudilla, hablando de la alta nobleza cortesana. Sin embargo estas costumbres de seguir bebiendo directamente de la escudilla y salsera, seguían presentes en otras clases sociales. Pero gracias a las exigencias de los buenos modales en la mesa, es que se fueron desarrollando nuevos utensilios de cocina. A comienzos del S. XVI fue que empezó a difundirse la costumbre de que cada comensal tuviera su propio juego de cubiertos, ya que posterior a esto, se servían del mismo vaso, cuchillo y cuchara. Los objetos de cocina³⁰ que hoy usamos, no son otra cosa que variaciones de los ya existentes en el siglo XVIII (JUAN CARLOS,2010).

La innovación está en los detalles, que muchas veces el público en general no alcanza a percibir. Más allá de la forma, con este proyecto se desarrolló la aplicación de nuevas tecnologías; biomateriales en objetos de cocina para satisfacer las ya mencionadas necesidades actuales de un usuario del siglo XXI.

Al diseñar los objetos de cocina de una mesa es importante considerar el ambiente en que se van a utilizar desde un enfoque externo, existen requerimientos específicos para usuarios determinados que se deben cubrir, desde la función de los objetos, la forma, los materiales locales y el contexto del usuario. Cada uno de estos factores se verán integrados en una familia de objetos de cocina, que se harán presentes en el ritual de la mesa.

Como bien dijo Alberto Alessi en su catálogo *La Tavola*³¹ al citar a Sottsass (un pionero diseñador de la marca italiana Alessi); cuando tenemos un invitado o cocinamos para alguien especial, algún amigo, una novia o la familia y todo está limpio, ordenado y cada utensilio está perfectamente colocado en un determinado espacio sobre la mesa, nos sentimos más como si estuviéramos formando parte de algún ritual. Probablemente nos enfoquemos mejor y enfatizamos ese momento en nuestra memoria, si notamos que animales indefensos murieron, miles de peces fueron capturados, hierbas y vegetales fueron cortados, el agua y la sal fueron tomadas de la tierra, y el planeta sin decir nada en un cielo oscuro, fue consumido lentamente (ALESSI,2012).

Cristina Barros menciona en su compilación; *Los libros de la cocina mexicana*, la notable expansión de interés por las diversas manifestaciones de la cultura popular “pareciera que en la medida en que se pretende borrar las fronteras y uniformar el consumo, hay una tendencia a enfatizar aquello que nos diferencia o nos identifica”.

Así mismo expone que actualmente la cocina mexicana es un importante factor económico y un elemento de interés para el turismo nacional e internacional.

En un artículo de mayo de 2014 “México, el centro del lujo”, en la revista FORBES encontramos que en ese mes se llevó a cabo una conferencia en la ciudad de México, sobre el sector del lujo que organiza desde hace 10 años *Financial Times* “FT Business of Luxury Summit”. Uno de los puntos que se concluyeron fue:

“El destino número uno de los ingresos de los individuos de alta renta (HNWI) es el gasto en viajes. El lujo experiencial que incluye las categorías de hoteles, gastronomía, vinos y licores tiene previsto en el mundo un crecimiento del 23% anual. La facturación acumulada de estas categorías en el sector lujo suma unos 200,000 millones de euros en el mundo. Nos lo contó Stuart Foster, VP Marketing Hilton Worldwide Luxury Brands, que tiene previsto abrir en 2014 otros 12 hoteles Waldorf y 16 hoteles Conran para incorporarse a los 29 y 23 existentes de ambas marcas, respectivamente.

México es, a partir de hoy, un país inevitable cuando hablamos de lujo y premium. Es el mercado de mayor crecimiento para este sector en Latinoamérica.”

Fue otro de los puntos con que se concluyó la conferencia.

En cuanto a la cocina prehispánica y novohispana, que llegaron a fusionarse, para posteriormente solidificarse en la cocina mexicana, se tienen algunos registros hechos por frailes y estudiosos de la Nueva España, entre ellos figura el Fraile capuchino Francisco Ajofrín³² que escribió en su libro diario del viaje a Nueva España refiriéndose a los nativos: “ Las comidas propias del país las cargan todas de Chile, que es pimienta”. “Su comida son unas tortillas de maíz y chile o pimienta molido en agua con sal” (CARRICERA Y ALCOVER,1964).

Los alimentos de los mexicanos según Francisco Javier Clavijero³³

Maíz tortilla atole	Granos Cacao Frijoles Xochinacaztli Axochitl	Huevos Huevos de pavo Huevos de iguana
Frutas Mamey Zapote negro y blanco Chicozapote Ananá o piña Chirimoya Aguacate Pitahaya	Carnes teichi perillo ciervo conejo liebre coyamel o jabalí tuza pavo codorniz	Condimentos sal pimientos tomate pulque vainilla miel armadillo

(LÓPEZ,2000).

Cuadro 2. Los alimentos registrados por el fraile Francisco Javier Clavijero, sobre los alimentos de la Nueva España, cuadro organizado por José Luis Juárez López.

Por otro lado, el fraile Jean Pierre François de Pagés en 1767, escribió “La tortilla es el alimento primitivo de los habitantes de la Nueva España, estas crepas o pasteles que aquellos llaman tortillas son muy buenas cuando están bien hechas”.

Molcajete³⁴. Mulli caxitl

(Mulli, salsa y caxitl, cajete o escudilla) Mortero hecho de piedra volcánica de textura granulosa que facilita triturar y combinar diferentes ingredientes, con ayuda de otro artefacto llamando tejolote, temolchín o temachín, también de piedra de forma cónica. Un nuevo molcajete debe curarse moliendo sal y después Maíz quebrado. Lave y frote sal de grano con una escobeta y agua (INAH,2013).

La mesa mexicana

En el libro el nuevo cocinero mexicano, se leen varias crónicas de México al finalizar el siglo XVIII y algunas otras de Frailes espectadores de las costumbres y tradiciones mexicanas de la época, en una de ellas se menciona la mesa que se montaba para Moctezuma II, hace referencia a asientos bajos en torno a un tablón labrado con motivos dorados de sus ídolos, sobre este tablón una tela de manta y alrededor de 30 guisos sobre braceros de barro, que mantenían la comida caliente.

Gonzalo Obregón menciona en un artículo que escribió titulado “la mesa mexicana”, que antes se comía donde se podía; la cocina, los corredores en la zona templada, o algún salón que se aderezaba especialmente para este efecto cuando había invitados de categoría, pero no fue sino hasta 1823 aproximadamente que el servicio francés influyó en la manera de presentar y contener los alimentos en México, y entre este año y 1923, fue cuando en Puebla se perfeccionó de una manera sin igual “con sus motivos azules, azul fuerte entre blanco brillante³⁵...” (BARROS, 2008). Aun cuando en esta fecha se consolidó un poco más la mesa mexicana, ya se han encontrado vestigios de vasijas de cerámica hechas en Cholula que debió usar Moctezuma, así como toscos platos de barro para la “sopa boba” que se ofrecía a los pobres y que han aparecido en excavaciones cercanas a los conventos.

Nouvelle cuisine

“Hay pocos actos decisivos en cocina: Es una serie de aportaciones que se juntan”. - Claude Peyrot

La Nouvelle Cuisine es la Nueva Cocina, la nueva manera de cocinar que surge en Francia entre 1960 y 1970, consiste en preparar platos más saludables, ligeros y mejor presentados. La nueva cocina, es la transformación de la cocina tradicional de Francia en la que se empezaron a usar ingredientes como vegetales, condimentos y en general sabores más naturales y menos artificiales, menos excesos de grasa, pocas harinas y no mezclas indigeribles.

Esta cocina revolucionó debido a los requerimientos de la nueva generación de ese momento, especialmente de los críticos culinarios H. Gault y C. Millau, que empezaron a transformar la cocina francesa que pronto daría lugar a que varios países en el mundo siguieran la misma técnica de revolucionar sus recetas tradicionales para dar lugar después a la cocina fusión; comida que integra elementos de cada cocina del mundo para una cultura global, pero siempre resaltando los elementos tradicionales del país en cada platillo. Un Chef pionero, clave en la *Nouvelle Cuisine* fue Michel Guérard.

2.5 Cocina fusión

Hablar de una familia de objetos de cocina para cocina mexicana contemporánea, implica hablar de cocina fisión, la cocina fusión, no es más que la unión de culturas en un plato.

Principalmente cuando se habla de comida fusión en cualquier parte del mundo, se refiere a la comida que se ha mezclado en diversas culturas. Debido a que las personas han emigrado a lo largo de la historia y han llevado consigo el conocimiento de cómo preparar sus recetas tradicionales a otros lugares, es que se han fusionado las cocinas de ciertas regiones; al preparar estos platillos con ingredientes extranjeros, se ha dado lugar a comida fusión. Como ejemplo tenemos a Marco Polo³⁶ en sus viajes a China de donde introdujo los tallarines, a lo que se conoce como pasta en Italia. (MARCO POLO Y RUSTICHELLO DE PISA,1298)

Un antecedente importante de la cocina fusión es el mercado de Melbourne; el Prahran Market³⁷ es el mercado más antiguo de Australia vigente desde 1864, famoso por su gran variedad de productos frescos, delicatessen y de alta calidad. En el se intercambiaban productos de varias partes del mundo, desde vegetales y carnes hasta obras de artistas locales (PRAHRAN MARKET,2014).

Aún cuando anteriormente se habían compartido recetas e ingredientes alrededor del mundo, el concepto de cocina fusión tiene sus orígenes en Estados Unidos en los años 70's, debido que este país fue un punto de intersección de varias culturas provenientes de Europa, al llegar aquí buscaron preparar los alimentos a los que estaban acostumbrados pero evidentemente con los ingredientes de la región, lo que llevó a crear las recetas actuales, otra manera de que se originara la cocina fusión fueron las prácticas culinarias y la creatividad de los cocineros.

La cocina mexicana en particular, es fruto de la cocina prehispánica donde imperaba el maíz, así como de la influencia de la comida española y la mezcla de la gastronomía de cada Estado de la República, ya que cada estado tiene sus propias recetas e ingredientes y han dado lugar a platillos propios de cada región; sin embargo con el fenómeno de migración se ha dado lugar a nuevos platillos de cocina mexicana.

Hoy en día vivimos en un mundo globalizado en donde las comunicaciones son cada vez más efectivas, es posible que el conocimiento que se tiene en Oriente, se comparta en Occidente y viceversa, sin desplazarse de un lugar a otro y así se puedan unir sabores propios de cada región integrando ingredientes y sabores en la cocina, conservando la sazón de cada Chef y las cualidades propias de los platillos tradicionales de cada cocina.

Y es precisamente este tipo de comida fusión para el que se han desarrollado estos objetos de cocina, para cocina fusión internacional sin dejar de lado la parte de comida mexicana contemporánea; es decir, es una interacción de ingredientes y sabores en la comida mexicana pero dándole un enfoque internacional al jugar con la presentación de los platillos.

Actualmente la cocina fusión en México se hace presente con uno de los Chefs nacionales Enrique Olvera, en el restaurante Pujol³⁸, dicho restaurante figura en la lista de los mejores restaurantes del mundo desde 2010, en el presente año 2014, figura en el lugar 20 de un total de 50 restaurantes, según la revista *Restaurant* (CNN,2014).

El grupo Enrique Olvera menciona que: “Colaboración, investigación y trabajo en equipo son ingredientes clave en Pujol”. “Además han creado Boomerang³⁹, un encuentro cómplice entre personajes y sensibilidades, en el que ofrecen cenas que reflejan el intercambio de algunos chefs a quienes admiran, satisfechos de poder compartir el resultado de una búsqueda que, por suerte nunca termina” (OLVERA,2014).

Además del sabor y calidad de los platillos en *Pujol* es muy importante la presentación en cada plato, esta es una cualidad que tiene antecedentes en la Nouvelle Cuisine y que fue parte aguas en la preparación y presentación de un grupo selecto de cocina del que hoy en día disfrutamos.



Fig. 24 Arriba se muestran algunos platillos presentados en el restaurante *Pujol* del grupo Enrique Olvera. (OLVERA,2014).

Aplicaciones de biomimesis a objetos de cocina desde un punto de vista sostenible
Elizabeth Ayala

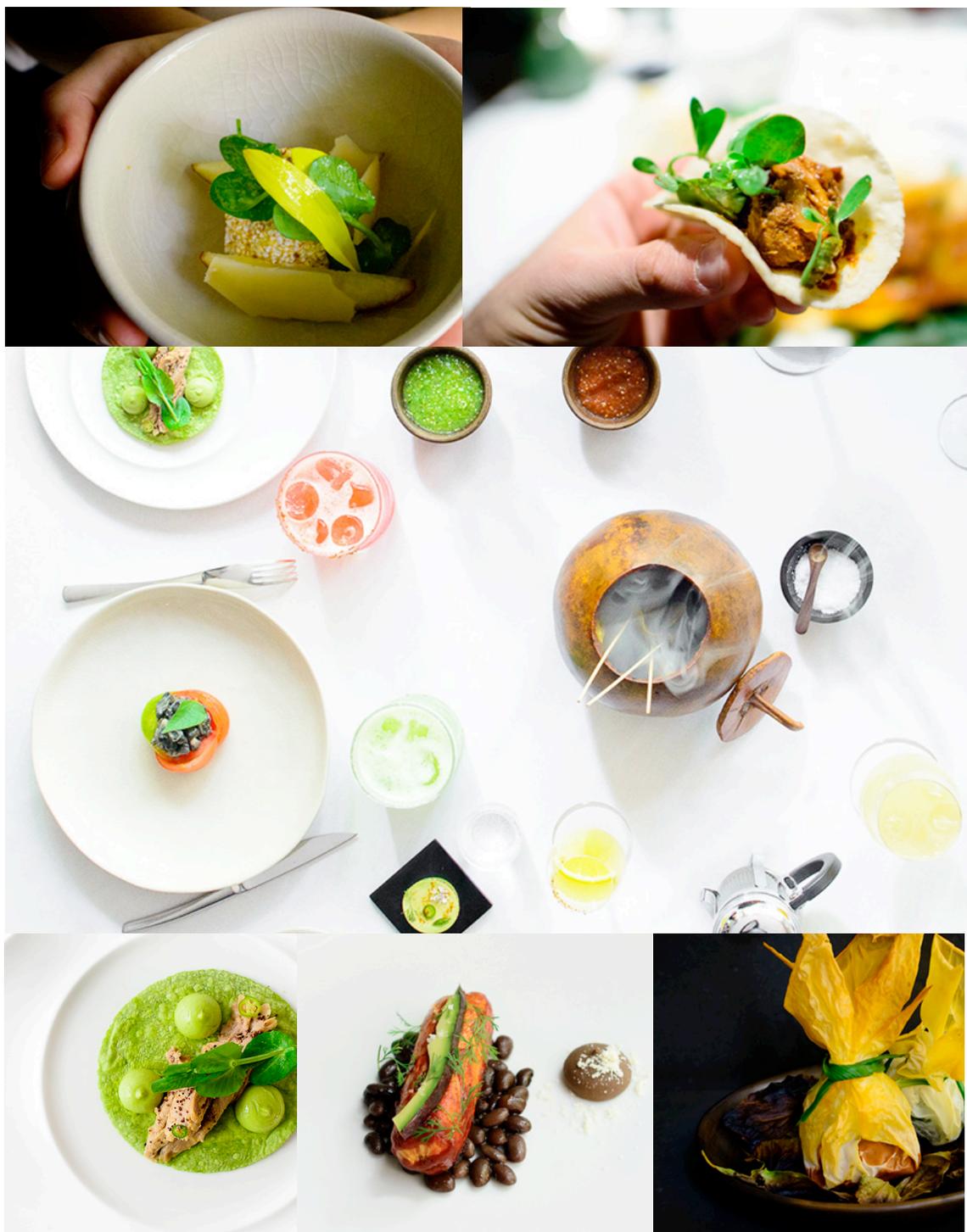


Fig. 25 Arriba se muestran algunos platillos presentados en el restaurante *Pujol* del grupo Enrique Olvera. (OLVERA,2014).

Capítulo TRES

3.1 Proceso de diseño

La metodología usada en este proyecto aunada a algunos principios de permacultura es la siguiente:

3.2 Metodología

“Para mimetizar⁴⁰ un sistema natural, debes preguntarte cómo cada producto encaja en él: ¿Es necesario? ¿Es hermoso? ¿Es parte de una nutritiva cadena trófica de industrias y puede transportarse, venderse y reabsorberse de un modo que fomente una economía que funcione como un bosque?” (BENYUS, 1998).

Esta metodología fue desarrollada en la clase de diseño VIII, por el Profesor LDI. Héctor Marín Martínez.

Recursos materiales y humanos: Taller de cerámica, laboratorio de nanotecnología, MacBook Pro.

1 Investigación

Parte de un usuario específico, se realizó la investigación de 5 conceptos clave para desarrollar este proyecto: biomímesis, objetos de cocina, gastronomía mexicana, hidroxiapatita, ergonomía en objetos de cocina, sustentabilidad y principios de permacultura.

1.1 Planteamiento del problema

Al estudiar nuestro usuario en torno a los conceptos manejados anteriormente, se detecta la necesidad o problema que tiene para posteriormente encontrar una solución.

1.2 Productos similares análogos

Se hace un estudio de los productos que pudieran ser la competencia de la propuesta, en este punto no podemos conocer todavía el resultado final del proyecto, pero la premisa nos dirá los productos semejantes al nuestro que se pueden analizar. (fuentes: internet, revistas, libros...)

1.3 Investigación de campo

En este punto hay que salir a las tiendas, plazas y centros comerciales a ver qué hay en la región.

1.4 Etnología

La etnología es la relación de uso que tiene el usuario con el objeto, en esta parte, se observa como interactúa el usuario y el objeto.

1.5 Definición de requerimientos

Posteriormente, basándose en la investigación teórica, así como la de campo y el acercamiento que tuvimos con la relación directa entre el usuario y el objeto al estudiar la etnología, se establecen los requerimientos necesarios para desarrollar este proyecto.

1.6 Brief

Es la necesidad que busca satisfacer el nuevo producto, segmento del mercado a que se dirige, especificaciones, aspectos relevantes de la competencia, principales problemas que se prevén, tiempo esperado para el desarrollo, responsables y contactos para las distintas fases, principales criterios para la evaluación del proyecto.

1.7 Conclusiones

Se establece el objetivo general en el cual se define claramente lo que se va a desarrollar, la función que va a cumplir, la o las necesidades que va a satisfacer y el mercado al que va dirigido.

2 Conceptualización

En esta etapa se determina la esencia del objeto o producto, desde el punto de vista de diseño, para qué usuario va dirigido, el impacto que se pretende alcanzar, incluso las estrategias para alcanzar dicho impacto, está relacionado con la forma y la función del objeto a desarrollar.

2.1 Desarrollo de ideas 20,5,2,1

Este es el proceso de bocetaje, donde siguiendo las pautas anteriores se buscará una idea que cumpla con los requerimientos establecidos, primero se desarrollarán 20 o más ideas, de estas 20 se seleccionarán las mejores, para crear 5 nuevas, fusionando la mejores o mejorando algunas en específico, de estas 5 ideas, se hace otro filtro para crear 2 nuevas o seleccionar las dos más sobresalientes y mejorarlas, para finalmente escoger una idea final y mejorarla o tomar lo mejor de cada idea para crear una nueva.

2.2 Alternativa seleccionada

Se hace una ilustración o boceto con la idea final preferentemente a mano, donde se explique con notas breves y flechas el concepto del objeto. Es preferible incluir un storyboard para explicar con detalle como se usará el objeto y las necesidades que satisfará. Así como vistas, isométrico y antropometría.

2.3 Modelos

Se materializa la idea final en un modelo para apreciar la idea final en físico y corroborar que es el resultado al que esperamos llegar; puede tener pequeñas variaciones, con el propósito de ver en físico cual funcionaría mejor, qué materiales serían los más adecuados, cuál sería más ergonómico y cuál cumplirá mejor con los requerimientos antes establecidos.

3 Implementación

En esta etapa se hace real nuestra idea desarrollada en el proceso de diseño, aquí podremos apreciar cada detalle de la propuesta final y nos da las herramientas necesarias para producirla en serie.

3.1 Planos generales

Se hace el modelo 3D de la propuesta final, en algún software, y se hacen los planos digitales, generales, de cada pieza, el explosivo y la lista de materiales.

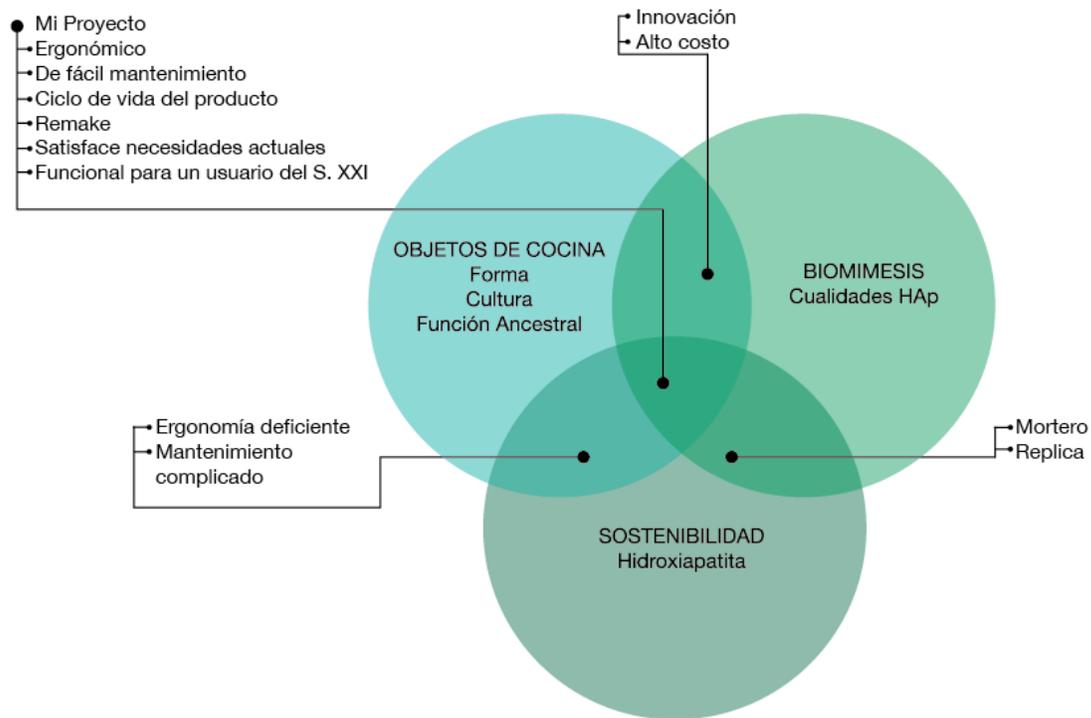
3.2 Prototipo

Basándose en los planos, y en el mejor resultado de materiales en la experimentación con modelos, se fabrica el prototipo con algún proceso de diseño industrial.

3.3 Documento escrito

Recopilación de la información y conceptualización.

3.4 Presentación del proyecto [Modelo 3D, renders, antropometría, ergonomía, vistas generales, isométrico, storyboard, materiales, medidas generales, proceso de producción].



Cuadro 3. En el diagrama de arriba, se muestran las cualidades del proyecto dependiendo del área en que se desarrollen. Como podemos observar, en la intersección de los 3 círculos, que integra la sostenibilidad, la biomímesis y los objetos de cocina; las cualidades resultantes califican el proyecto como: ergonómico, de fácil mantenimiento, con un ciclo de vida adecuado, con un rediseño del molcajete funcional para el usuario específico ya mencionado del S.XXI.

3.3 Premisa

Diseñar una familia de objetos de cocina a través de aplicaciones de biomímesis, para resolver el problema de higiene en establecimientos de cocina mexicana según la NORMA NMX-F605 NORMEX 2004, a fin de que el usuario pueda aspirar a obtener el distintivo H y de esta manera impulsar el turismo nacional e internacional.

3.4 Concepto

El ritual de cocina (poner la mesa), objetos de cocina prehispánicos, alimentos contemporáneos, la manera de presentar y contener los alimentos, cultura mexicana y globalización culinaria: comida fusión.

3.5 Definición de requerimientos

- Diseñar una familia de objetos de cocina para un usuario del siglo para cumplir con los requerimientos de la Norma Mexicana NMX-F605 NORMEX 2004.
- Usar un material fácil de limpiar.
- Ergonómicos.
- Integrando Hidroxiapatita sintetizada a partir de cascarón de huevo.

3.6 Renders



Fig. 27 La familia de objetos de cocina definitiva desarrollada en este proyecto, consta de 6 objetos, un tejolote, un molcajete, un plato para caldos y otro para platos fuertes, un plato para postres y una taza para bebidas calientes (AYALA,2014).



Fig. 28 El material ideal para esta propuesta de molcajete es Hidroxiapatita y madera (AYALA,2014).

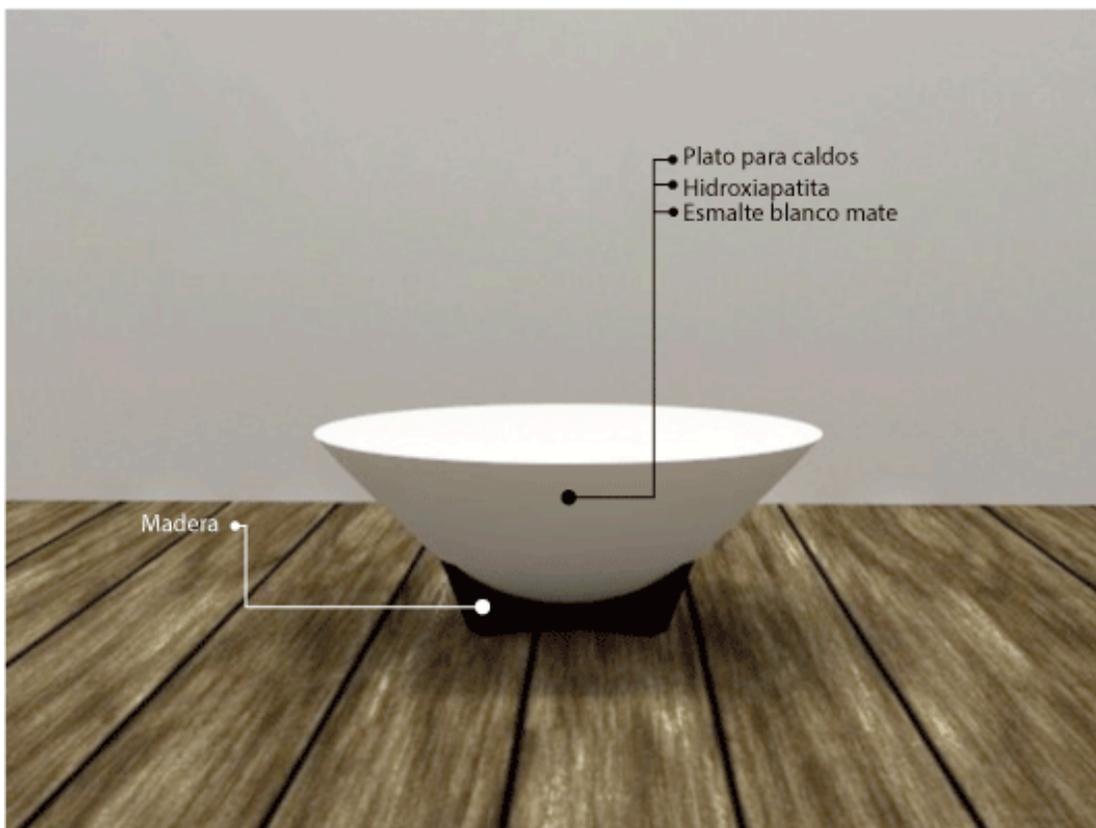


Fig. 29 Plato para caldos, producido en HAp y base de madera de 3 soportes (AYALA,2014).

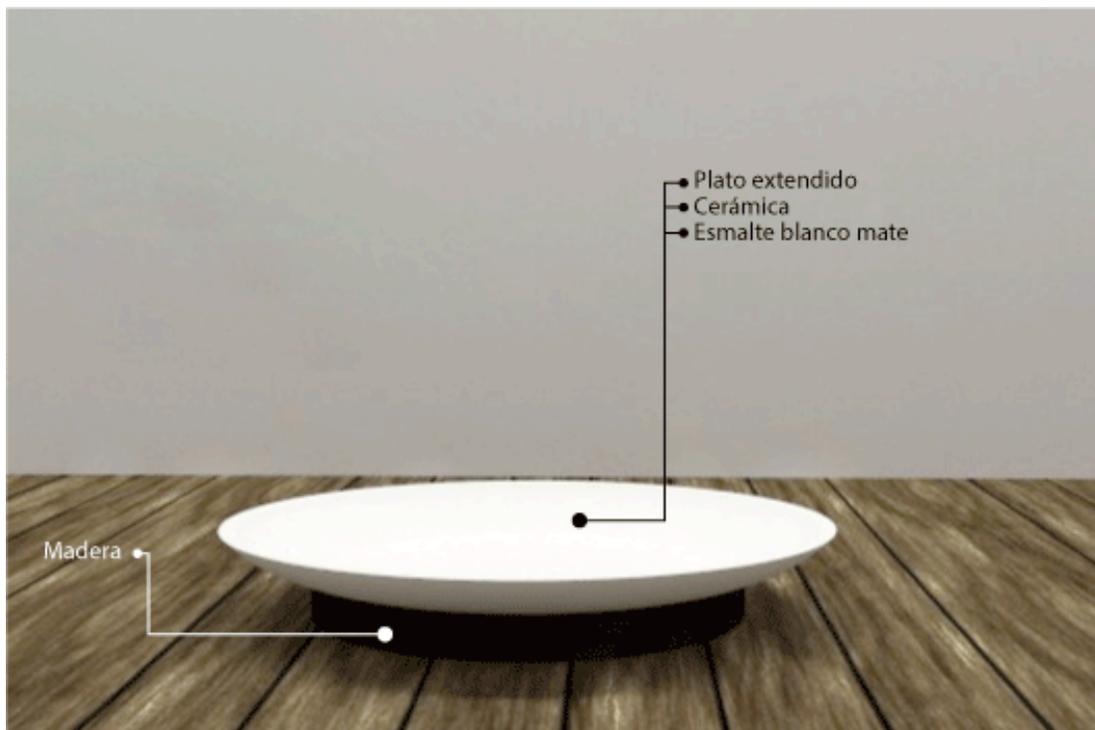


Fig. 30 Plato extendido, producido en cerámica, esmaltado blanco mate y base de madera (AYALA,2014).

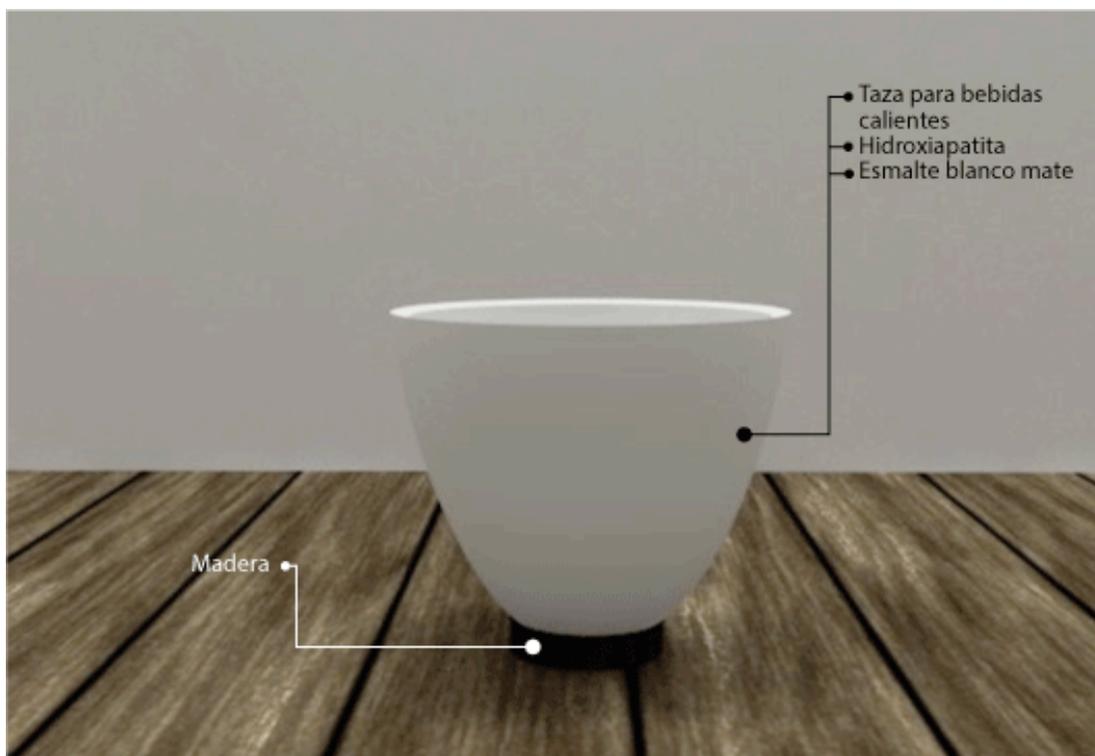


Fig. 31 Taza producida en HAp, esmaltada en blanco mate con base de madera (AYALA,2014).



Fig. 32 Molcajete producido en HAp, esmaltado en blanco mate y base de madera con 3 soportes (AYALA,2014).

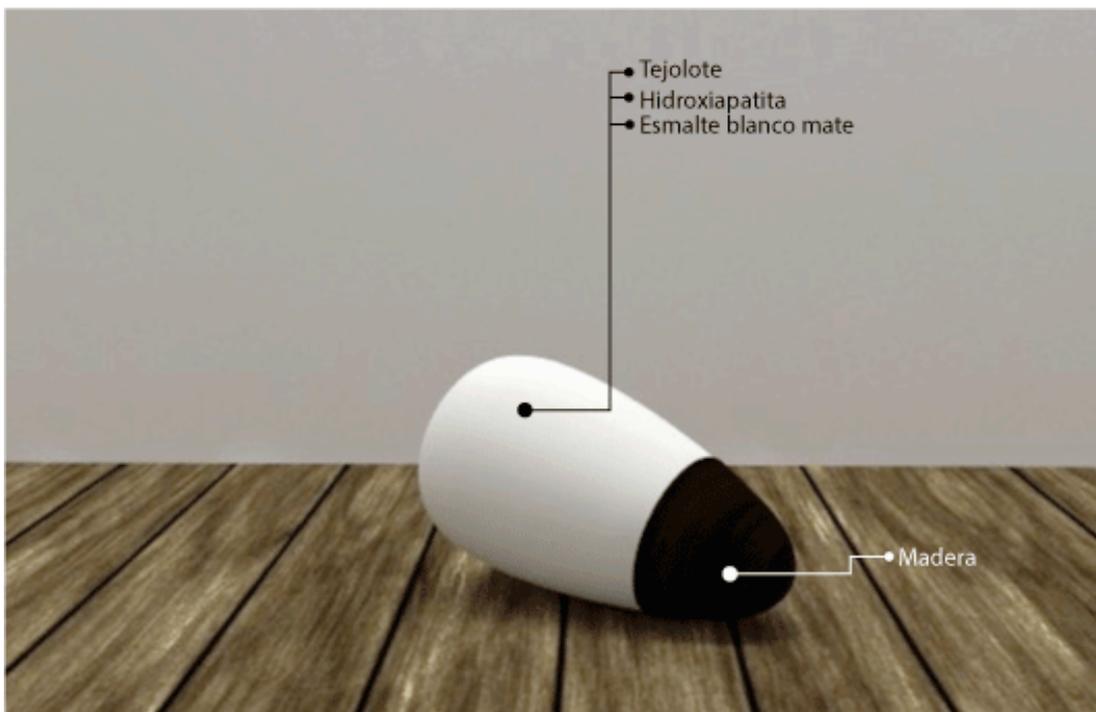
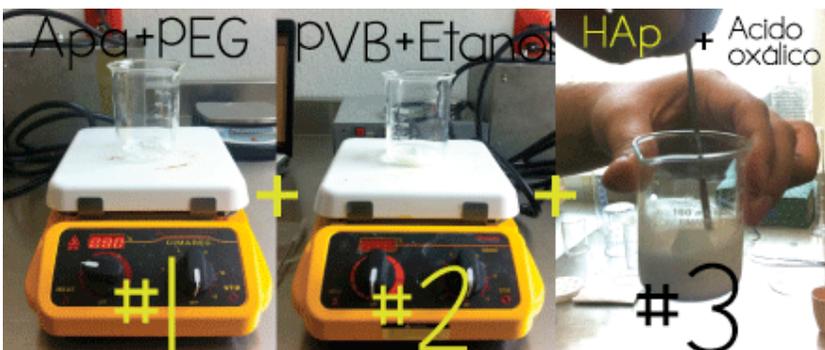
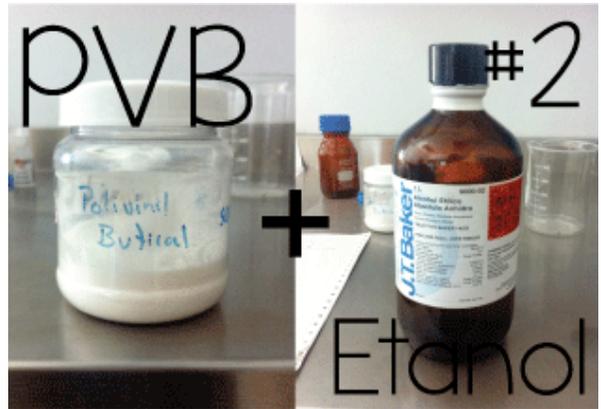
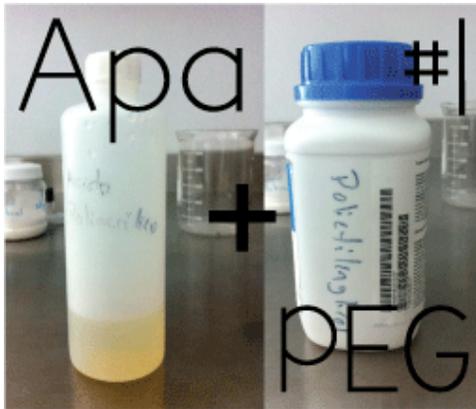


Fig. 33 Tejolote fabricado de Hidroxiapatita y madera (AYALA,2014).

3.7 Planos

3.8 Fotos de producción



Proceso de producción de piezas de Hidroxiapatita, (gel casting):

1. las piezas en alguna pasta o arcilla para modelar. Se modelan
2. moldes de Silicón para las piezas modeladas. Se elaboran
3. hidroxiapatita. Se vacía la
4. secar durante 24 horas. Se deja
5. desmolda la pieza y se sinteriza, es decir se hornea a fin de que tenga más dureza. Se
6. y se hornea a 1220° C durante 7.5 horas Se esmalta



Proceso de producción de piezas de cerámica:

El molde de una pieza

Se hace el modelo del la pieza que se quiere obtener en cerámica con el 13 % más del tamaño requerido, (ya que en el proceso la pieza encoje aproximadamente el 13% de su tamaño). Si la pieza es redonda y simétrica, se hace en el torno, se puede torneear con la ayuda de un escantillón de madera para obtener un modelo más exacto.

Una vez listo el modelo, se rodea un marco de madera que rebase la altura del modelo por lo menos 5 cm.

Se aplica desmoldante en la base, en el interior de las paredes del marco y sobre el modelo.

Se prepara yeso cerámico en un recipiente que tenga el volumen necesario para cubrir el volumen del molde. Se vierte agua y se va a agregando yeso cerámico de apoco, en círculo contrario a las manecillas del reloj hasta que se empiecen a formar Islas. Se mezcla con las manos hasta deshacer los grumos.

Se vacía el yeso sobre el modelo y se deja reposar hasta que esté sólido y frío.

Se retira el marco de madera y queda listo el molde.

Obtención de las piezas por el proceso de vaciado:

Se vierte la pasta C4 previamente preparada (o alguna otra pasta para hacer cerámica) dentro del molde, y se deja reposar de 30 a 40 min (dependiendo de la temperatura del ambiente) o hasta que la pasta se empiece a secar adhiriéndose a las paredes del molde aproximadamente 5 mm.

Se vacía el resto de la pasta en otro recipiente.

Se retira la pieza del molde.

Se deja secar la pieza.

Cuando esté totalmente seca se hornea de 0 a 730° C durante 3 horas, este proceso de horneado se llama sancocho.

Esmaltado

12. En una superficie limpia se colocan las piezas previamente sancochadas, y se esmaltan dejando la base de la pieza sin esmalte, ya que si el esmalte toca la superficie dentro del horno, la pieza se quedaría pegada.

13. Se hornean a 1220° C durante 7.5 horas



Capítulo CUATRO

4.1 Conclusiones

Vivimos en un mundo que de manera natural es sostenible que ha perdurado durante millones de años, sin agotar sus recursos, está constantemente renovándose, nada se desperdicia. El aprender a imitar los procesos naturales que existen no sólo preservará los recursos para las futuras generaciones sino que aumentaría las posibilidades de permanencia de nuestra especie.

Las conclusiones no pueden estar completas hasta que el prototipo se haya terminado y se haya probado, pero sobre la investigación y el proyecto desarrollado hasta este punto, se concluye que: el diseño industrial es definitivamente multidisciplinario, la innovación en productos y servicios está en los detalles, como bien dijo Charles Eames. En el proceso de diseño necesario conocer para posteriormente integrar.

El conocimiento científico, empieza siendo una hipótesis en busca de ser comprobada, no siempre se comprueba la hipótesis planteada, sin embargo en el proceso de investigación se llegan a concluir varios puntos en un principio desconocidos, desde los cuales pueden surgir nuevas teorías y a su vez nuevas líneas de conocimiento.

En la compilación de los libros de la cocina mexicana, de Cristina Barros, puede apreciarse una idea interesante que es; la personalización en el diseño o la puntuación en definirnos como únicos y diferentes, (hablando como de la nación de México) esto es muy importante porque a pesar de que vivimos en una cultura globalizada, en ocasiones lo que se pretende es emular algunas otras culturas extranjeras por parte de los civiles mexicanos. También es una realidad que en las 2 últimas décadas se ha buscado una exaltación por la cultura y tradiciones propias, y no sólo en México, sino en otros países alrededor del mundo, por ejemplo en arquitectura el premio Pritzker de 2012 fue otorgado a Wang Shu, arquitecto que logró integrar la arquitectura contemporánea con sus raíces chinas, logrando obras que expresan modernización de una cultura que tiene raíces sólidas que no ha dejado atrás (EL MUNDO,2012).

Es complicado diseñar una familia de objetos para un usuario del S.XXI que busca enfatizar sus raíces en estos objetos, porque tenemos hoy en día una fusión de culturas en la cocina y utensilios mexicanos, puesto que la Nueva España unió a dos mundos dando lugar a los novohispanos, mestizos y varias castas.

Sin embargo se tomaron algunos elementos importantes de estas dos culturas, como son el molcajete con una base de tres partes según la leyenda de la creación de los nahuas (BARROS, 2008). El *plato para caldos* muy tradicionales de México que tienen su origen en las 7 recetas para alimentar a los pobres, publicadas por el novohispano José Antonio Alzate en 1772, donde la mayoría de ellos eran caldos que posteriormente dieron lugar en la lenta emergencia de la cocina mexicana (JUAREZ,2005). Y finalmente *el plato fuerte*, un concepto que llegó en 1823 con el servicio francés y su influencia en nuestra cultura, según escribió Gonzálo Obregón en un artículo que publicó titulado *la mesa mexicana* (BARROS, 2008).

Esta familia de objetos de cocina, resalta puntos importantes de la cultura mexicana y se ofertarán más que arte-objeto, como una solución a los problemas de higiene, ergonomía y presentación de los alimentos en las cocinas de comida mexicana, para incentivar la mejora de las condiciones en la cocina con distintivos como el “H” para promover el turismo en México; nacional e internacional ya que es una buena fuente económica.

Conclusiones puntuales:

- La hidroxiapatita es un material mecánicamente resistente para la producción de prótesis, sin embargo, en el campo de utensilios de cocina, no resulta lo suficientemente resistente en su forma física para la elaboración de un molcajete, que se estará golpeando constantemente.
- Sin embargo se encontró funcional en la producción de platos para caldos, ya que sus propiedades térmicas, sí logran mantener un líquido caliente durante más tiempo que la cerámica comercial.
- Las aplicaciones de biomímesis en objetos de cocina, principalmente la utilización de hidroxiapatita en platos para sopa, resultó una prueba exitosa.
- El proceso de producción de HAp es detallado y metódico, sin embargo al producirse en masa, el costo disminuye y la inversión es redituable.

- El planteamiento de diseño de esta familia de objetos de cocina, no cumple con la premisa establecida en un principio, pero la puerta que se ha abierto para explorar nuevos materiales –biomateriales- para su producción, es una aportación importante, ya que retoma principios de permacultura y biomímesis que no sólo se aplican en la agricultura, también pueden aplicarse a objetos de diseño industrial.
- Como último punto se obtiene una nueva hipótesis: el preparar una pasta con hidroxiapatita (es decir cascarón de huevo, fosfato de calcio y agua destilada) añadiendo arena de sílice y caolín, puede crear una pasta lo suficientemente resistente para soportar los golpes habituales que recibe un molcajete, así como puede lograr cubrir los requerimientos de resistencia y aislamiento térmico ideales para objetos de cocina diseñados para un usuario del siglo XX.

4.2 Bibliografía

- 1** (REGÓL,2012). Phillippe Regól. (2013). Madridfusión (II): LOS EMBUTIDOS DEL MAR. 16/05/2012, de Observación Gastronómica Sitio web: <https://observacióngastronomica2.wordpress.com/category/uncategorized/page/19/>
- 2** (GASTROPEDIA,2012). Brigadas de Cocina. 8 de Julio 2014, de Gastropedia La enciclopedia de la gastronomía Sitio web: <http://www.gastropedia.com.mx/articulo.php?art=391>
- 3** (RAE,2012). Usuario. 03/04/2012, de Real Academia Española Sitio web: <http://lema.rae.es/desen/?key=Usuario>
- 4** (AMAI,2008). NIVEL SOCIOECONÓMICO AMÀI. 8 de julio de 2014, de INEGI Sitio web: <http://www.inegi.gob.mx/rne/docs/Pdfs/Mesa4/20/HeribertoLopez.pdf>
- 5** (GARCÍA,2008). Prohíben uso de molcajetes en California. 20/05/2012, de Una Fuente Sitio web: <http://www.unafuente.sinembargo.mx/16-07-2008/prohiben-uso-de-molcajetes-en-california/>
- 6** (MELÉNDEZ,2012). Distintivo H.07/08/2012, de SECTUR Sitio Web: http://www.sectur.gob.mx/es/sectur/sect_Mensaje_del_Director_General_de_De_sarrollo_de
- 7** (SECTUR,2012). Distintivo H. 5 de julio de 2014, de SECTUR Sitio web: http://www.sectur.gob.mx/es/sectur/sect_9231_distintivo_h
- 8** (SECTUR,2012). Distintivo H. 5 de julio de 2014, de SECTUR Sitio web: http://www.sectur.gob.mx/es/sectur/sect_9231_distintivo_h
- 9** (ONU,2012). Desarrollo Sostenible. 10/10/2012, de Asamblea General de las Naciones Unidas Sitio web: <http://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>
- 10** (GUEVARA,2009). David Guevara. (2009). La Nouvelle Cuisine. 19/08/2012, de Slide Share Sitio web: <http://www.slideshare.net/zkorpiio/la-nouvelle-cuisine>
- 11** (ROBUCHON,2009). Joël Robuchon. (2009). Larousse Gastronomique: The World's Greatest Culinary Encyclopedia. EUA: Hamlyn, 2009.

- 12** (ClubOfRome,2010). Historia del Club de Roma. 8 de julio de 2014, de The Club Of Rome Sitio web: <http://www.clubofrome.org/?p=4781>
- 13** (ONU,2012). Desarrollo Sostenible. 10/10/2012, de Asamblea General de las Naciones Unidas Sitio web: <http://www.un.org/es/ga/president/65/issues/sustdev.shtml>
- 14** (SOROA,2011) Soroa. (2009). El referente natural. 11/11/2012, de Cuantics Lab Sitio web: <http://cuantics.blogspot.mx/2009/09/el-referente-natural.html>
- 15** (PARIS TECH REVIEW,2012) Paris Tech Review. (2012). Biomimicry: the art of sustainable innovation. 04/06/2012, de ParisTech Review Sitio web: <http://www.paristechreview.com/2012/04/23/biomimicry/>
- 16** (BENYUS,2007) Janine Benyus . (2007). What Do You Mean by the Term Biomimicry?. 10/07/2012, de Biomimicry Institute Sitio web: <http://www.biomimicryinstitute.org/about-us/what-do-you-mean-by-the-term-biomimicry.html>
- 17** (TAMURA,2010) Nao Tamura. (2012). Seasons . 10/04/2012, de Nao Tamura Sitio web: <http://naotamura.com/projects/seasons-milano-salone-covo/>
- 18** (ROSSI,2009) Ludovica Rossi. (2009). Arquitectura y Biomímesis. Barcelona : UPC.
- 19** (LANDAU,2012) Elizabeth Landau. (2012). Investigadores crean una cinta adhesiva para bebés inspirada en telarañas. 02/11/2012, de CNN México Sitio web: <http://mexico.cnn.com/salud/2012/11/02/investigadores-crean-una-cinta-adhesiva-para-bebes-inspirada-en-telaranas>
- 20** (MARTÍNEZ,2008) Yaiza Martínez. (2008). Diseñan el traje de baño más rápido del mundo. 20/05/2012, de Tendencias de la Ingeniería Sitio web: http://www.tendencias21.net/Disenan-el-traje-de-bano-mas-rapido-del-mundo_a2113.html
- 21** (ALEMANY,2009) Jordi Alemany. (2014). Biomímesis: Tecnología inspirada en la naturaleza. 07/01/2014, de NAMASTE Sitio web: <http://www.revistanamaste.com/biomimesis-tecnologia-inspirada-en-la-naturaleza/>

- 22** (GARCÍA Y CERVANTES, 2007). Rosa E. Ramírez García / Eduardo M. Sánchez Cervantes. (2007). Desarrollo de nuevos electrolitos con potencial uso en celdas solares nanocristalinas . 27/06/2012, de Redalyc Sitio web: <http://www.redalyc.org/pdf/402/40210408.pdf>
- 23** (BENYUS,1997) Janine M. Benyus. (1997). Biomimicry Inoovation Inspired By Nature. United States Of América: Harper Collins.
- 24** (HUMANA,2011). Humana. (2011). Medio Ambiente. 13/02/2013, de HUMANA Fundación Pueblo Para Pueblo Sitio web: <http://humana-spain.org/que-hacemos/medio-ambiente/?lang=es>
- 25** (GARCÍA GARDUÑO, M.V. & REYES GASGA J, 2006) Margarita Victoria García-Garduño y José Reyes-Gasga. (2006). LA HIDROXIAPATITA, SU IMPORTANCIA EN LOS TEJIDOS MINERALIZADOS Y SU APLICACIÓN BIOMÉDICA. 10/08/2012, de Revista Especializada en Ciencias Químico-Biológicas Sitio web: <http://www.medigraphic.com/pdfs/revespciequibio/cqb-2006/cqb062e.pdf>
- 26** (R. VELÁZQUEZ, 2007) E.M.Rivera Muñoz, R.Velázquez y P.Muñoz Álvarez . (2007). MECHANICAL CHARACTERIZATION OF HYDROXYAPATITE-BASED, ORGANIC-INORGANIC COMPOSITES. 07/05/2012, de SCIENTIFIC Sitio web: <http://www.scientific.net/MSF.539-543.583>
- 27** (DÍAZ, 2011). Prótesis de cadera que duren toda la vida. 2 de Julio 2014, de El Mundo Sitio web: <http://www.elmundo.es/elmundosalud/2011/12/22/noticias/1324572633.html>
- 28** (PERMACULTURA MX,2013) Permacultura MX. (2013). ¿Qué es permacultura?. 15/10/2013, de Permacultura México Sitio web: <http://www.permacultura.org.mx/es/home/>
- 29** (ADMIN,2012) ADMIN. (2012). La historia de a mesa. 4 de julio 2014, de Centromuebles Sitio web: <http://www.centromuebles.net/2012/04/21/la-historia-de-la-mesa/>
- 30** (JUAN CARLOS, 2010)Juan Carlos . (2010). Historia de la Cuchara. 4 de julio 2014, de protocolo.org Sitio web: http://www.protocolo.org/miscelaneo/reportajes/historia_de_la_cuchara_su_origen_su_origen_historia_curiosidades_usos_evolucion.html
- 31** (ALESI,2012) (Alberto Alessi,10 de abril de 2012). La Tavola . ALESSI, 16.33, 52. 7 de abril de 2012, De www.alessi.com Base de datos.

- 32** (CARRICERA Y ALCOVER,1964) Buenaventura de Carrocera y Vicente Castañeda y Alcover. (1964). Diario del viaje que hizo a la América en el siglo XVIII el p. Fray Francisco de Ajofrín. México : Real Academia de la Historia.
- 33** (LÓPEZ,2000). La lenta emergencia de la comida mexicana. México : Porrúa.
- 34** (INAH,2013) CHILES, SALSAS Y MOLCAJETES, EN CULHUACÁN. 26 de Septiembre 2014, de INAH Sitio web: <http://www.inah.gob.mx/boletin/5-actividades-culturales/6579-chiles-salsas-y-molcajetes-qdan-saborq-en-culhuacan>
- 35** (BARROS,2008) Cristina Barros. (2008). Los libros de la cocina mexicana. México: Consejo Nacional para la Cultura y las Artes.
- 36** (MARCO POLO Y RUSTICHELO DE PISA,1298) Libro de Marco Polo y Rustichello de Pisa. (1298). Los Viajes de Marco Polo. Italia: Claridad.
- 37** (PRAHRAN MARKET,2014) Prahran Market. (2014). History of Prahran Market. 4 de julio 2014, de Prahran Market Sitio web: <http://www.prahranmarket.com.au/about/history>
- 38** CNN. (2014). El Pujol, el lugar 20 de los mejores restaurantes; Biko sale de la lista. 4 de julio 2014, de CNN Sitio web: <http://mexico.cnn.com/salud/2014/04/28/el-pujol-el-lugar-20-de-los-mejores-restaurantes-biko-sale-de-la-lista>
- 39** (OLVERA,2014). Enrique Olvera. (2014). Restaurante Pujol . 10 de agosto de 2014, de Pujol Sitio web: <http://www.pujol.com.mx>
- 40** (BENYUS, 1998). Janine M. Benyus. (1998). Biomimicry Inoovation Inspired By Nature. United States of America: Harper Collins.
- 41** (EL MUNDO, 2012). EL MUNDO. (2012). Wang Shu, premio Pritzker. 6 de abril de 2013, de EL MUNDO Sitio web: <http://www.elmundo.es/elmundo/2012/02/27/cultura/1330358315.html>
- 42** (BARROS, 2008). Cristina Barros. (2008). Los libros de la cocina mexicana. México : Consejo Nacional Para la Cultura y as Artes.
- 43** (JUAREZ, 2005). José Luis Juárez. (2005) La lenta emergencia de la comida mexicana. Escuela Nacional de Antropología e Historia.
- 44** (BARROS, 2008). Cristina Barros. (2008). Los libros de la cocina mexicana. México : Consejo Nacional Para la Cultura y as Artes.

Figuras

40 Fig.1 (JAVI,2012) Javi. (2012). Fernand Point. 09/07/2013, de Marchavele
Sitio Web: <http://www.marchavele.com/fernand-point/>

41 Fig.2 (FERNANDEZ, 2002) Leodegario Fernández Sánchez . (2002). Manual para la evaluación y prevención de riesgos ergonómicos y psicosociales en la PYME. 02/03/2013, de Instituto Nacional de Seguridad e Higiene en el Trabajo
Sitio Web:
<http://www.feteugt.es/data/images/2012/salud%20laboral/pyme.pdf>

42 Fig.3 (NEUFERT,2009) Ernest Neufert. (2009). Neufert Architec's Data. Wiesbaden : Wiley – Blackwell.

43Fig.4 (NEUFERT,2009) Ernest Neufert. (2009). Neufert Architec's Data. Wiesbaden : Wiley – Blackwell.

44 Fig.5 (TAMURA,2010) Nao Tamura. (2012). Seasons . 10/04/2012, de Nao Tamura Sitio web: <http://naotamura.com/projects/seasons-milano-salone-covo/>

45 Fig.6 (GRAVES,1985) Michael Graves. (2012). ALESSI. 20/04/2013, de Michael Graves Design Group Sitio Web:
<http://www.michaelgraves.com/design/project/alessi.html#>

46 Fig.7 (ROSSI,2009) Ludovica Rossi. (2009). Arquitectura y Biomímesis. Barcelona : UPC

47 Fig.8 (LOVEGROVE,2009) Ross Lovegrove. (2009). Tea Set. 23/05/2013, de ROSSLOVEGROVE Sitio web:
http://www.rosslovegrove.com/index.php/custom_type/teaset/?category=limitad%20edition

48 Fig.9 (LOVEGROVE,2010) Ross Lovegrove. (2010). Cosmic Leaf. 20/05/2013, de ROSSLOVEGROVE Sitio web:
http://www.rosslovegrove.com/index.php/custom_type/cosmic-leaf/?category=lighting

49 Fig.10 (LOVEGROVE,2011) Ross Lovegrove. (1991). Solo. 17/05/2013, de Ross Lovegrove Sitio web:
http://www.rosslovegrove.com/index.php/custom_type/solo?category=product

- 50** Fig.11 (LOVEGROVE,2007) Ross Lovegrove . (2009). Acqua Series. 30/05/2012, de ROSSLOVEGROVE Sitio web: http://www.rosslovegrove.com/index.php/custom_type/acqua-series/?category=lighting
- 51** Fig.12 (LANDAU,2012) Elizabeth Landau. (2012). Investigadores crean una cinta adhesiva para bebés inspirada en telarañas. 02/11/2012, de CNN México Sitio web: <http://mexico.cnn.com/salud/2012/11/02/investigadores-crean-una-cinta-adhesiva-para-bebes-inspirada-en-telaranas>
- 52** Fig.13 (MARTÍNEZ,2008) Yaiza Martínez. (2008). Diseñan el traje de baño más rápido del mundo. 20/05/2012, de Tendencias de la Ingeniería Sitio Web: http://www.tendencias21.net/Disenan-el-traje-de-bano-mas-rapido-del-mundo_a2113.html
- 53** Fig.14 (ALEMANY,2009) Jordi Alemany. (2014). Biomímesis: Tecnología inspirada en la naturaleza. 07/01/2014, de NAMASTE Sitio web: <http://www.revistanamaste.com/biomimesis-tecnologia-inspirada-en-la-naturaleza/>
- 54** Fig. 15 (GARCÍA Y CERVANTES, 2007). Rosa E. Ramírez García / Eduardo M Sánchez Cervantes. (2007). Desarrollo de nuevos electrolitos con potencial uso en celdas solares nano cristalinas. 27/06/2012, de Redalyc Sitio web: <http://www.redalyc.org/pdf/402/40210408.pdf>
- 55** Fig. 16 (HUMANA,2011). Humana. (2011). Medio Ambiente. 13/02/2013, de HUMANA Fundación Pueblo Para Pueblo Sitio web: <http://humana-spain.org/como-lo-hacemos/?lang=es>
- 56** Fig. 17 (GEMS SELECT, 2006) Gems Select. (2006). Escala de Mohos. 07/08/2012, de GEMSELECT Sitio web: <http://www.gemselect.com/spanish/gem-info/gem-hardness-info.php>
- 57** Fig. 18 (DIAZ,PRADO,FRANSSENS Y CERVANTES, 2010) Ramírez-Díaz E.I.1, Ortíz-Prado A.2 Schouwenaars-Franssens R.3 y Ruiz-Cervantes O.4.(2010). Metodología para el modelado del comportamiento mecánico de hueso esponjoso a partir de sus microestructuras. 15/03/2013, de SCIELO 77432010000200007&script=sci_arttext
- 58** Fig. 19 (FLEDERMAUS,2007) Fledermaus. (2007). Animales reales e imaginarios. 17/09/2012, de Blogspot Sitio web: <http://postdam.blogspot.mx/2007/10/animales-reales-e-imaginarios-33.html>

59 Fig. 20 (AYALA,2012) Elizabeth Ayala Rosalino, Limpieza de cascarones de huevo, con el propósito de quitarles la membrana.

60 Fig. 21 (AYALA,2012) Elizabeth Ayala Rosalino, Pulverización de cascarones limpios y secos, a través de un molino para harinas.

61 Fig. 22 (AYALA,2013) Elizabeth Ayala Rosalino, Primera etapa para la sintetización de HAp (Hidroxiapatita).

62 Fig. 23 (AYALA,2013) Segunda etapa para la sintetización de HAp (Hidroxiapatita).

63 Fig. 24 (AYALA, 2013) Elizabeth Ayala Rosalino, Difractograma donde se compara hidroxiapatita en su estado natural con hidroxiapatita sintetizada a partir de cascarón de huevo.

64 Fig. 25 (AYALA, 2013) Elizabeth Ayala Rosalino, Difractograma donde se compara hidroxiapatita en su estado natural con hidroxiapatita sintetizada a partir de cascarón de huevo.

65 Fig. 26 (MACNAB,2012) Maggie Macnab. (2012). Design by Nature. United States of America: New Riders.

66 Fig. 27 (AYALA,2014) Render 1 de familia de objetos de cocina.

67 Fig. 28 (AYALA,2014) Render 2 de familia de objetos de cocina.

68 Fig. 29 (AYALA,2014) Render 3, plato para caldos.

69 Fig. 30 (AYALA,2014) Render 4, plato extendido.

70 Fig. 31 (AYALA,2014) Render 5, Taza producida en cerámica.

71 Fig. 32 (AYALA,2014) Render 6, Molcajete producido en HAp.

72 Fig. 33 (AYALA,2014) Render 7, Tejolote producido en madera y HAp.

Cuadros

Cuadro 1 (AYALA,2012)

Cuadro 2 (JUAREZ, 2005)

Cuadro 3 (AYALA,2014)

Aplicaciones de biomimesis a objetos de cocina desde un punto de vista sostenible

Elizabeth Ayala