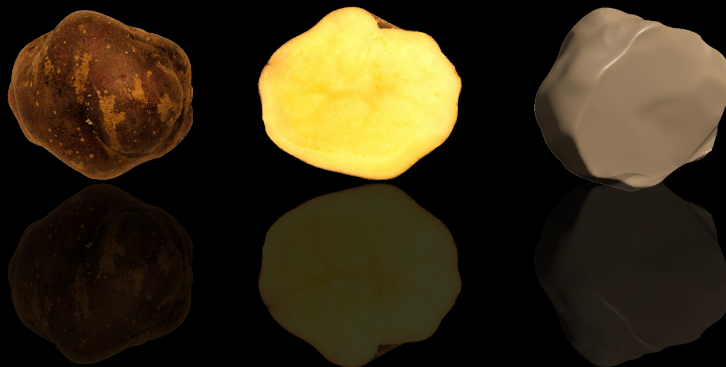


TRABAJO DE FIN DE MÁSTER  
IMPLEMENTACIÓN DE LAS ENSEÑANZAS  
ARTÍSTICAS MEDIANTE EL USO DEL MODELADO 3D

# TOP

(MÁS\_QUE\_PAPAS)



AARÓN HERNÁNDEZ BORGES

**MÁS QUE PAPAS**  
**Universidad de La Laguna**

MÁSTER EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO DE EDUCACIÓN SECUNDARIA  
Y BACHILLERATO, FORMACIÓN PROFESIONAL Y ENSEÑANZA DE IDIOMAS.  
Especialidad de Dibujo, Diseño y Artes Plásticas.

Implementación de las enseñanzas artísticas mediante el uso del modelado 3D.  
Modalidad de Investigación.

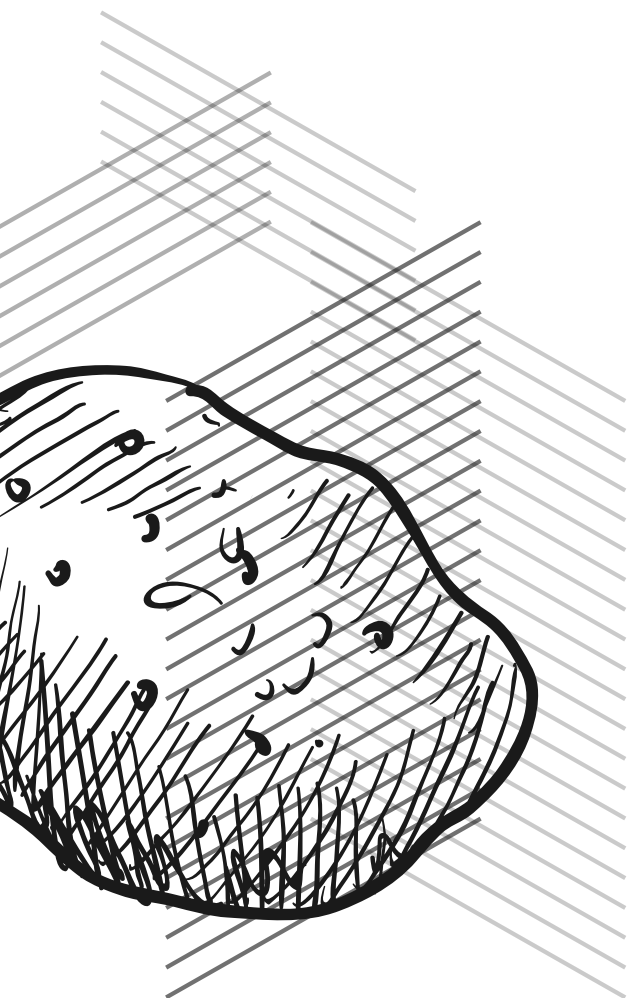
Autor: Aarón Hernández Borges.  
Director: Manuel Drago Díaz Alemán.  
La Laguna, Junio 2020.

© Editado y producido por Aarón Hernández Borges,  
todos los derechos reservados.



# SUMARIO

<b>1. Introducción.</b>	<b>4</b>
<b>2. Planteamiento del problema.</b>	<b>5</b>
2.1 Propuesta inspiradora: el food design.	6
2.2 Punto de partida.	8
2.3 Objetivos del proyecto.	9
<b>3. Antecedentes.</b>	<b>11</b>
3.1 Introducción de la papa en Tenerife.	11
3.2 Detalles botánicos.	12
3.3 Distribución de la papa en Tenerife.	12
3.4 Las variedades de papa en Tenerife.	13
3.5 Breve descripción de las principales variedades.	15
<b>4. Herramientas de fabricación 3D.</b>	<b>18</b>
4.1 Estudio de aplicaciones.	18
4.1.1 Aplicaciones móviles para fotogrametría.	18
4.1.2 Programas aptos para el modelado 3D del proyecto.	19
4.2 Aplicaciones seleccionadas y justificación.	20
4.3 Impresión 3D.	24
4.4 Material para impresión.	26
4.5 Colecciones online de objetos 3D.	27
<b>5. Introducción de Manual Thinking en el aula.</b>	<b>29</b>
<b>6. Relación con el currículum de 1º E.S.O.</b>	<b>31</b>
6.1. Competencias.	31
6.2. Contenidos.	33
6.3. Evaluación.	34
6.3.1. Criterios de evaluación del alumnado.	34
6.3.2. Criterios de evaluación docente.	35
6.4. Atención a la diversidad.	36
6.4.1. Objetivos.	36
6.4.2. Metodología.	37
6.4.3. Actividades.	37
<b>7. Metodología y procedimiento.</b>	<b>39</b>
7.1 Metodología.	39
7.2 Desarrollo de la actividad.	42
7.3 Resumen gráfico del desarrollo del proyecto.	47
7.4 Propuesta editorial.	48
<b>8. Propuesta de producto definitivo.</b>	<b>49</b>
<b>9. Conclusiones.</b>	<b>51</b>
<b>10. Bibliografía.</b>	<b>53</b>
<b>11. Anexo.</b>	<b>55</b>



# 1 Introducción

El presente trabajo pone en vigor la implementación de la tecnología mediante el uso de técnicas básicas de modelado 3D. Una herramienta cada vez más desarrollada y que permite múltiples aplicaciones. Como sus aplicaciones son muy amplias, se ha pretendido trabajar con un elemento poco usual en el aula, y que sin embargo constituye una de las señas de identidad de la agricultura en Canarias. Es por ello que como objeto de trabajo, se tomará la propia papa canaria.

Este proyecto se ha centrado principalmente en las variedades de papa pertenecientes a la isla de Tenerife. La idea surge a partir de la unificación de este producto local con la innovación. Se consideró posible aplicar el modelado 3D a un producto cuyo valor forma parte de la cultura de nuestro archipiélago. Si se ha trabajado sobre otros objetos naturales como la arqueología, ¿por qué no con un producto agrícola? La papa en Tenerife, se distribuye en diversas familias. Cada una de sus tipologías poseen unas características particulares y que las diferencian del resto de especies; nos referimos a las propiedades del color, textura y forma, sin dejar atrás su gama de sabores. La gastronomía canaria posee la ventaja de producir productos autóctonos de gran valor. Es una oportunidad para poder trasladar la tecnología del modelado tridimensional a productos que pueden ser fácilmente integrados en un aula. La gastronomía forma parte de la propia educación, y se debería introducir en los centros una mayor información respecto a los hábitos saludables alimenticios.

Es un proyecto que va a poder ser trabajado por alumnos de secundaria gracias a la introducción de las TIC en el aula. Concretamente, la actividad a desarrollar estará centrada para el alumnado de 1º de E.S.O en la asignatura de Educación Plástica Visual y Audiovisual, obligatoria en primer curso. Dada esta circunstancia, encontramos una oportunidad perfecta para introducir nuevas tecnologías en la rama artística. El alumnado trabajará con aplicaciones móviles y posteriormente con programas CAD. La actividad se dividirá en varias sesiones y estará perfectamente escalonada; con esto nos referimos a que será progresivo, pues se trabajará desde una teoría y sistema de mapa mental inicial para progredir con la parte práctica: el escaneado y modelado tridimensional, que culminará con la impresión del producto final y que tendrá como conclusión el desarrollo de una publicación que promocionará las diversas variedades de papas de tenerife, unificando el trabajo desarrollado por los propios alumnos. Se considera no una mera actividad, sino una propuesta más que intuitiva para hacer partícipes a los alumnos e involucrarlos con el desarrollo de un proyecto de dimensión real para la promoción de un producto agrícola de tal relevancia.

## 2 Planteamiento del problema

La papa de Canarias es uno de los alimentos más emblemáticos de nuestra cultura. No sólo forma parte de multitud de platos sino que además se considera casi un acompañante diario de las diferentes comidas de los isleños, ya sea cocinada por varios métodos. Es un elemento que consumimos en gran medida y que pasa desapercibido por completo, excepto para los propios agricultores. Hay desconocimiento acerca de muchas variedades de papa. Sin embargo, la mayoría de los centros carece de una formación sobre la agricultura autóctona de canarias y por lo tanto, el análisis y estudio de sus productos. Podríamos considerar que una de las prácticas que debería llevarse a cabo tanto en centros de primaria como de secundaria, es promover la gastronomía canaria y sus hábitos saludables. Tenemos muchos productos y conocemos muy poco a cerca de ambos.

Los hábitos de vida saludable del adolescente es un problema al que muchas familias se enfrentan a diario. En lo que se refiere, no es necesariamente el consumo de drogas o alcohol, pero gran parte de esa dejadez se encuentra en la mala alimentación. La Dra. Bull señala: "La OMS alienta a los países a esforzarse por modificar los factores del entorno que aumentan el riesgo de obesidad en nuestros hijos. Más concretamente, es preciso reducir el consumo de alimentos muy elaborados baratos, con alto contenido calórico y bajo valor nutricional".<sup>1</sup>

En el presente estudio se comprueba que los adolescentes de Canarias muestran un elevado incumplimiento de las recomendaciones de práctica de Actividad Física alejadas de las normas de consenso internacional, mostrando un incremento progresivo entre los 12 y los 16 años, junto a un elevado abandono de la misma conforme se avanza en la edad de la adolescencia. Además se observa que casi el 70 % de la población adolescente destina 3 o más horas al día a este tipo de conductas en las que el consumo de energía es escaso o nulo (ver t.v., uso de videojuegos e internet). (Luis López López, 2013, p. 140)<sup>2</sup>

Según lo citado se demuestra la falta de actividad saludable conforme avanzan sus años. Se justifica la necesidad de implantar información sobre hábitos saludables, y no sólo en relación a la práctica deportiva sino también en base a la buena alimentación. Este proyecto no justifica la necesidad de promover la buena alimentación pero sí el propósito de conocer nuestros productos y señas de identidad. A continuación se detallará más información acerca del producto en sí, pero la cuestión es, ¿qué tiene que ver esta propuesta investigadora con el arte en la educación? ¿existe algún modo de intervenir mediante las tecnologías de modelado para educar bajo los valores alimenticios autóctonos? ¿o es posible educar a través de la profundización de un producto de hábitos saludables llevándolo al terreno artístico?

---

1 Organización Mundial de la salud (2017) *La obesidad entre los niños y los adolescentes se ha multiplicado por 10 en los cuatro últimos decenios*. <https://www.who.int/es/news-room/detail/11-10-2017-tenfold-increase-in-childhood-and-adolescent-obesity-in-four-decades-new-study-by-imperial-college-london-and-who>

2 Luis López López, E. (2013) *Compromiso de los adolescentes de Canarias con un estilo de vida físicamente activo y saludable*. <http://reefd.es/index.php/reefd/article/viewFile/135/129>

Actualmente nos encontramos en un contexto donde el pretexto tecnológico se integra cada vez más en la educación. Las tendencias tecnológicas actuales también se abren paso a la gastronomía. Canarias ha tenido pocos intentos, de introducir la innovación en la gastronomía. En ferias y congresos gastronómicos del archipiélago podremos encontrar alguno de estos elementos. Podríamos mencionar el caso de Foodini, una impresora 3D de alimentos expuesta en GastroCanarias 2017. Este y otros muchos más referentes tecnológicos introducen a la gastronomía en un campo completamente nuevo que en otras regiones ya es materia oficial de formación y que se conoce por Food Design. Y este proyecto plantea llevar al alumnado recién ingresado en secundaria, con la introducción del modelado tridimensional como herramienta de su educación plástica. Es posible poder acercar desde el primer ciclo herramientas que posteriormente podrán adquirir niveles superiores. Y empleando un producto tan cercano como la papa; un producto al que se le introduce tecnología educativa, la experiencia podrá resultar más que novedosa. Trabajar con la amplia gama de papas de Tenerife podrá hacer consciente al alumnado de la importancia de la supervivencia de la agricultura en el futuro. Podrá no sólo experimentar con arte, innovación y gastronomía saludable sino también ser responsables de una propuesta que podría repercutir en el futuro de la docencia en el archipiélago.

## 2.1 Propuesta inspiradora: el food design.

El Food design es un concepto transversal. Una tendencia cada vez más globalizada y que permite alcanzar el éxito en los mercados internacionales. Se define coloquialmente como la unión entre la gastronomía y la innovación; supone diseñar y convertir cualquier elemento relacionado con la gastronomía en el desarrollo de nuevos productos. Una serie de capacidades como la creatividad, son los fundamentos para poder aplicar con éxito la innovación la gastronomía. El proyecto presente engloba parte de esta disciplina. No se trata de inventar productos, pero sí supone trabajar mediante aplicaciones tecnológicas el estudio de un producto gastronómico de gran valor.

Independientemente de los orígenes de la idea de "Food Design" -que podemos encontrar en el proyecto SPAMT, llevado a cabo en Barcelona en 1997 por el diseñador Martí Guixé, o en los trabajos realizados por la investigadora italiana Francesca Zampolio a principios de la década pasada-, lo cierto es que esta disciplina apuesta por la fusión decidida entre dos mundos ya interconectados, el de la comida y el del diseño, para intentar abarcar las diferentes facetas de la gastronomía y, en general, de la alimentación. (García Cuesta, 2019)<sup>3</sup>

---

3 García Cuesta, J, Mayor, P. (2019) *Food Design. Transformación en el mundo de la alimentación*. <https://www.icex.es/icex/es/Navegacion-zona-contacto/revista-el-exportador/observatorio2/REP2019810784>

El food design es una disciplina que puede aplicarse a muchos ámbitos, entre los que se destacan los siguientes:

- **Food design:** innovación aplicada al propio producto en sí. Es la labor generada por el propio chef, el “food designer”, quién más que un cocinero, pasa a reconvertirse a implantar la innovación en los diversos platos gastronómicos: crear recetas, sabores, texturas, etc. Todo lo diseñado parte a través de los productos.
- **Space food design:** son los espacios gastronómicos. Es un concepto que va ligado al arquitecto o diseñador interior/exterior. Su labor va ligada a la creación de un restaurante o espacio gastronómico. El espacio es generador de experiencias gastronómicas y comunica a las personas unos valores determinados. Todo debe encajar perfectamente: mobiliario, iluminación, color, etc. Cualquier propósito de diseñar un espacio donde haya gastronomía debe partir de este concepto.
- **Design for food:** también se denomina “diseño para los alimentos”. Es el soporte donde se presenta el producto. Incluye la ingeniería del packaging y todo el sistema de envasado o etiquetado de producto; todo lo que consumimos en un supermercado está perfectamente diseñado para ser comunicado. También incluye todo el sistema de vajillas, desde cualquier plato o recipiente. Cada vez se establece mayor innovación en este ámbito, y el modelado tridimensional es una herramienta fundamental para el mismo.
- **Augmented gastronomy:** la gastronomía aumentada puede permitirse el lujo de ser utilizada en grandes restaurantes o centros de innovación que cuentan con ello. Es una experiencia gastronómica vivida a través de gafas de realidad aumentada u hologramas. Su sofisticado sistema le permite interactuar al comensal con el producto gastronómico que está degustando. Véase como ejemplo “Sublimotion”: <https://www.youtube.com/watch?v=rVKHeDrLJrg>

A modo de conclusión, el food design parte de la premisa de reinventar la experiencia gastronómica. No está solamente para alcanzar productos de alto estándar, sino para rediseñar un concepto que aprovecha los recursos gastronómicos para elaborar una mejor convivencia con la gastronomía, y los hábitos de una mejor alimentación. De este modo, se estudia la relación que existe entre la comida y las personas. ¿Y de qué modo podría convivir el producto a trabajar una vez aplicado al ámbito educativo? Es lo que se plantea este proyecto.

## 2.2 Punto de partida

El diseño y la fabricación 3D es una herramienta actual que los educadores deberían emplear con mayor frecuencia en las aulas. Se trata de una gran experiencia de aprendizaje y herramienta educativa. Nos encontramos en una era dominada por la tecnología pero que debe ser compaginada de forma moderada. El sistema 3D permite además realizar muchas investigaciones que no son posibles mediante el uso de herramientas tradicionales.. Este cambio tecnológico puede resultar complicado para muchos docentes pero facilita el proceso de aprendizaje del alumnado. Los ejercicios deben compaginarse mediante la teoría y estudio previo con el material escolar y bibliográfico, para dar paso a la práctica del modelado o impresión tridimensional.

Este procedimiento podría mejorar muchos procesos de aprendizaje y diseño en los centros educativos. Mediante la metodología de este proyecto se puede llegar eficazmente a alcanzar resultados positivos, desarrollando creatividad, pensamiento crítico, pensamiento de diseño y mejorando la habilidad digital del alumnado. Todo partiendo de un proceso que resulte educativo, como la puesta en valor del producto autóctono. Este aprendizaje bien estructurado, pedagógicamente fundamentado, le permitirá adquirir al alumno/a una mayor comprensión de la fabricación digital de productos. Todas estas habilidades técnicas encajan perfectamente con la actual enseñanza de un sistema educativo más avanzado a pesar de muchas restricciones. A pesar de ello, los resultados preliminares en la introducción de esta tecnología en las aulas de primaria y secundaria, han sido prometedores. Es importante seguir impartiendo esta metodología porque las mejoras en las competencias académicas serán más que evidentes.

Hay centros educativos donde se ha comenzado con el implante de la tecnología 3D. Algunos ya cuentan con impresoras 3D como la "Da Vinci miniMaker" es la apuesta de la empresa asiática XYZprinting por la impresión 3D y la educación, pensada para los colegios que quieran situar a sus alumnos en la fabricación digital. Para que sea utilizada por los más pequeños, esta impresora utiliza un filamento PLA completamente biodegradable y no tóxico. Da Vinci miniMaker tiene auto-calibración y un volumen de impresión de 150 x150 x 150 mm, es ligera y fácil de manipular. Para el caso de secundaria, hay muchos tipos de impresora. Otro de los grandes ejemplos y de mayor avance es la empresa "Ultimaker". La marca posee modelos perfectamente cómodos para ser introducidos en las aulas como la S3 o S5, ofreciendo un rendimiento de alta calidad, incluso con materiales compuestos, con un práctico tamaño compacto. Equipada con la última tecnología, ofrece la forma más rentable para adoptar una impresión 3D interna. Sobre el material a emplear, la mayoría de las impresoras 3D utilizan un filamento de material termoplástico, el cual durante la impresión sale derretido del extrusor y luego se endurece a medida que se enfría. Los más comunes son los ABS y los PLA. En cuanto al material que garantice la mayor calidad se encuentra el acrilonitrilo butadieno estireno o ABS, el segundo filamento 3D más popular después del PLA.



## 2.3 Objetivos del proyecto

La elección de una temática en auge como el diseño 3D pone en valor la adquisición de unas competencias tecnológicas para el desarrollo educativo futuro del alumnado. Se trata de un proyecto de carácter innovador y la investigación del mismo parte de la premisa de mejorar el conocimiento de los productos con los que convivimos a diario la mayoría de personas. Por esta razón, la elección de la papa como producto a estudiar y trabajar con el alumnado unifica la tecnología artística con otras disciplinas del conocimiento como las ciencias naturales.

De esta manera, el presente proyecto plantea los objetivos siguientes:

- 
- Poner en valor el patrimonio agrícola de Canarias a través de un producto local como lo son las diversas variedades de papa de Tenerife y el estudio de sus propiedades morfológicas, sabor y textura.
- 
- Promover el desarrollo sostenible que genera la agricultura en Canarias y las ventajas saludables generadas por la alimentación de sus propios productos.
- 
- Introducir al alumnado en el manejo de la fabricación y modelado digital en 3D, mediante sistema de escaneo con aplicación móvil y posterior modelado en sistema CAD para su impresión.
- 
- Conocer la utilidad generada por el sistema tridimensional y cómo puede llevarse a cabo en proyectos educativos y de carácter profesional.
- 
- Mejorar la relación existente entre el alumnado y la gastronomía isleña.
- 
- Realizar un acercamiento en profundidad al funcionamiento de las impresoras 3D y exponer sus aplicaciones y ejemplos.
- 
- Hacer al alumnado partícipe del aprendizaje de una metodología de proyectos, estructurada en diversas fases y con herramientas relacionadas entre sí, para poder comprender las diferentes fases del trabajo.

- Motivar mediante el trabajo en equipo y uso de nuevas tecnologías para hacer más intuitivo el proyecto.

---

- Trabajo educativo del concepto “brainstorming” o “lluvia de ideas” mediante la herramienta “Manual Thinking”, empleada profesionalmente.

---

- Generar un producto final que será realizado por el primer grupo escolar al que se le aplique este proyecto. Es decir, la propuesta se aplicará a un centro de la isla de Tenerife interesado en ello, y que pueda cubrir los recursos solicitados para su elaboración.

---

- El objetivo final es que el trabajo generado por el alumnado produzca una publicación sobre las Papas de Tenerife. Este proyecto editorial integrará todo el proceso de elaboración por parte del alumnado y expondrá la tecnología de fabricación digital junto al producto original. La propuesta editorial sería desarrollada externamente.

---

- Si se da positivo a la propuesta de realizar dicha publicación, se facilitará para todos los centros educativos de la isla, privados, concertados y públicos. La actividad pasaría a ser nuevamente desarrollada por los centros que dispongan de estos recursos (sin otro desarrollo de la publicación), siempre que den su visto bueno.

## 3 Antecedentes.

### 3.1 Introducción de la papa en Tenerife.

Desde hace siglos, los agricultores canarios han conservado un grupo de variedad de papas de un gran valor patrimonial, social y culinario, especialmente en la isla de Tenerife. La importancia de estas variedades en nuestra agricultura es enorme, pues se trata del cultivo de variedades antiguas con mayor superficie en toda Canarias. Según expone el especialista Domingo Ríos Mesa, “el Cabildo Insular de Tenerife, a través del Centro de Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife, ha realizado en los últimos años y en la mayor parte de las zonas productoras, la recolección de más de 120 tipos de papas”.

La palabra “papa” proviene del quechua y del yunga, es decir, de las lenguas que se hablaban y aún hoy se hablan en la zona andina, Sudamérica. En Canarias e incluso en algunas zonas del sur de la península se utiliza mayoritariamente “papa”, ya que en las primeras introducciones en la España peninsular fue conocida con el nombre de “papa del Perú”, “papa americana” o simplemente “papa”. Según Doyle (1797), en la España peninsular se usó el nombre de papa para la solanácea y batata o patata para la convolvulácea hasta la primera mitad siglo XVIII, para posteriormente comenzar a simultanear los términos de papa y patata para designar a las papas. Esto podría originar cierta confusión al estudiar la historia de este cultivo en Europa, sobre todo, en las primeras citas posteriores a la entrada de este tubérculo en el viejo continente. (Ríos Mesa, 2012, p. 9)<sup>4</sup>

La papa llegó a Europa en el siglo XVI a través de Canarias, según diversas citas encontradas en estas islas y que hacen referencia a la salida de estos tubérculos de América del Sur. Pero sobre su introducción y cultivo en Canarias, Bandini (1816) recoge lo que exponía Viera y Clavijo en el Diccionario de Historia Natural de las Islas Canarias. Indica que fue D. Juan Bautista de Castro quien las sembró en sus posesiones de Icod el Alto, habiéndolas traído de Perú en 1622, demostrando por lo tanto el inicio de su cultivo. Se trata de una de las zonas con mayor arraigo en el cultivo de papas debido a su clima y altitud. Durante siglos fueron llegando del continente americano numerosas variedades de papas aunque no se cultivan en la isla, pero en cuanto a las papas blancas o de semilla comercial pueden ser de diversos colores y formas: de piel blanca con manchas moradas como la Cara, King Edward, Red Cara y Merlin; de piel roja como la Rosada o Kerr’s Pink, Druid y Rooster; o de piel totalmente blanca como la Up to Date, Valor, Slaney y Avondale.

---

4 Ríos Mesa, D. (2012) *Las papas antiguas de Tenerife. Centro Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife*. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife.

### 3.2 Detalles botánicos.

La papa pertenece a la familia de las Solanáceas y al género *Solanum* del que se conocen alrededor de 1.000 especies, de las cuales más de 200 son "tuberosas". Las especies existentes en Canarias son según Zubeldia et al. (1957), Gil (1997) y Ríos (2002) las siguientes:

- *Solanum tuberosum* ssp. *andigena*, que se encuentra representada por las variedades de origen andino.
- *Solanum chaucha*, la papa Negra o Negra Yema de Huevo.
- *Solanum tuberosum* ssp. *tuberosum*, donde estarían el resto de las variedades cultivadas en la Isla.

Se trata de una especie herbácea, perenne por sus tubérculos, pero de cultivo anual. Contiene numerosos tallos más o menos erguidos, de color verde o parduzco, sobre los que se disponen de forma alterna las hojas compuestas de 7-15 folíolos primarios. Las flores son pentámeras: 5 pétalos, 5 sépalos, 5 estambres y 1 ovario. Ambas se agrupan en inflorescencias terminales. Suelen ser autógamas y la diversidad del color es muy grande, entre el azul pálido y el violeta, con algunos matices rosados.

### 3.3 Distribución de la papa en la isla de Tenerife.

La distribución de la papa en Tenerife depende de los diferentes agrosistemas y del tipo de papa. Por ejemplo, las papas blancas son prácticamente cultivadas en mayor medida en cualquier zona de la isla, mientras que las papas de color o bonitas se limitan a zonas más específicas debido a sus particulares características agroecológicas.

#### **Sur de la isla.**

En el sur de Tenerife, las papas se cultivan fundamentalmente en las siguientes zonas:

**Cotas medias y altas de Granadilla, San Miguel, Arico, Fasnia y zonas más aisladas del resto de municipios del sur:** el cultivo se realiza en jable, arena de origen volcánico, que es transportada desde otras zonas a parcelas como si se tratara de grandes macetas.

**Vilaflor:** es por excelencia la zona de cultivo más alta de la isla, y probablemente de España, ya que los cultivos llegan a los 1600 m.

## Norte de la isla.

En el norte, la multitud de agrosistemas que existen, dificulta la realización de una síntesis, pero a grandes rasgos se podrían dividir de la siguiente forma:

**Anaga:** Se trata de una de las zonas de la Isla con mayor biodiversidad Agrícola. Aquí las papas se plantan en marzo o incluso más tardías, dependiendo de la variedad.

Área norte periurbana de Santa Cruz-La Laguna: Se trata de una zona muy amplia, con multitud de variedades y agrosistemas.

Desde el norte del Sauzal a Santa Úrsula: El cultivo en esta comarca, se realiza asociado al cultivo del castaño en seco. Aquí se plantan papas de características similares a las de La Esperanza y Tacoronte.

El Valle de la Orotava: El valle de la Orotava podría dividirse en cuatro subzonas donde se cultiva la papa: la ladera este del Valle, la zona central, la parte media baja del Valle, y la ladera oeste.

Desde Icod el Alto a la Guancha: una de las zonas por excelencia de las papas antiguas, tanto por antigüedad en el cultivo, como por la calidad de especies cultivadas.

Desde Icod de los Vinos hasta El Tanque: se trata de núcleos bien delimitados en los que se plantan papas en pequeñas parcelas según sistemas de cultivo casi artesanales.

Teno: abunda el cultivo de las Pelucas de todos los colores y por supuesto la Melonera. En El Palmar, (Buenavista del Norte) son famosas sus Azucenas Negras.

### 3.4 Las variedades de papas en Tenerife.

Según Ríos Mesa, (2012)<sup>5</sup> son consideradas un manjar, y encontramos nada más y nada menos que 29 variedades genéticamente singulares bajo el manto de la "Denominación de Origen Protegida Papas Antiguas de Canarias". Nombres variados, y algunos de ellos bien bonitos, para designar a casi una treintena de variedades que se producen exclusivamente en Canarias. Las papas en Tenerife han sido inventariadas en varios trabajos, pero el más completo es el que presentan Álvarez y Gil (1996) y Gil (1997), y que en un resumen de elaboración propia al que se han agregado algunos comentarios, presenta los siguientes grupos.

---

5 Ríos Mesa, D. (2012) *Las papas antiguas de Tenerife. Centro Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife*. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife.

### **Clasificación A:**

Papas correspondientes a variedades locales cuya antigüedad se desconoce y tradicionalmente han sido cultivadas en Tenerife.

1. Papa Tormenta, Terrenta o Sietecueros.
2. Papas Azucenas.
3. Papas Bonitas.
4. Papas Coloradas, Coloradas de Baga, de Baga o Londreras.
5. Papas Negras, Negras Yema de Huevo o Negras Herreñas.
6. Papas Borrallas, Meloneras o Montañeras.
7. Papas Moras o Brasileñas o Grasiñeras.
8. Papas Palmeras.
9. Papas Del Riñón, Riñoneras o De María.
10. Papas Pelucas.

### **Clasificación B:**

Papas introducidas a lo largo del siglo XX procedentes probablemente del Reino Unido, cuya semilla se ha dejado de importar hace muchos años y se conserva únicamente por la labor de los propios agricultores.

8. Liria o Lila.
9. Rafaela o Marcela.
10. Matancera.
- 11 Rosita.

### **Clasificación C:**

12. Papas traídas por los emigrantes retornados.
13. Venezolanas.
14. Andinas.
15. Colombianas o Caraqueñas.

### **Clasificación D:**

Papas de importación reciente (continuada hasta la actualidad).

16. Variedades tradicionales de importación.
17. Variedades de reciente introducción y de altas producciones.

### 3.5 Breve descripción de las principales variedades.



#### **AZUCENA NEGRA.**

Las papas de esta variedad son generalmente de forma redonda, con la piel algo áspera. El color de la piel es morado-rojiza, salpicados de marrón claro como color secundario por todo el tubérculo. La carne es color crema, con los ojos superficiales y los brotes o "grellos" violetas con manchas blancas.



#### **AZUCENA BLANCA.**

Las papas son predominantemente de forma redonda, de color marrón claro, y salpicado de manchas de color morado rojizo. La piel no es tan áspera como en la Azucena Negra.



#### **BONITA BLANCA.**

Las papas de la Bonita Blanca o Marrueca son de color canelo claro con muy pocas manchas moradorojizo claras, principalmente en la parte de arriba del tubérculo, en cejas y ojos. La textura de la piel es intermedia, es decir, ni muy áspera ni muy suave. La carne es amarillo claro. Los ojos son ligeramente profundos, y la forma es predominantemente redonda.



#### **BONITA NEGRA.**

Las papas Bonitas Negras son las que presentan probablemente el colorido más atractivo de todas las papas tinerfeñas. La piel de los tubérculos es de color morado-rojizo muy oscuro y al lavarlos se vuelve brillante, no presentando generalmente colores secundarios. La carne es de color amarillo claro.



#### **BONITA COLORADA.**

Los papas son predominantemente redondas, algunas algo comprimidas o irregulares en su forma, con la carne de color crema pálido, ojos ligeramente a medio profundos y los grelos de color morado con ligeros toques blanquecinos. La piel del tubérculo es morado-rojizo, con ojos y cejas coloreados más intensamente, y un color secundario ligeramente salpicado de anaranjado o marrón.



### **BONITA OJO DE PERDIZ.**

La forma de las papas es redonda, algo comprimida, obteniendo a veces papas de forma oblonga, y en general los ojos ligeramente profundos. Los grelos son de color morado terminando en blanco. La piel del tubérculo es canelo claro, con manchas moradas rojizas en las cejas de los ojos.



### **BORRALLA O MELONERA.**

Los tubérculos de esta variedad son oblongos si se mira en una posición y aplanados si se mira por el otro, siendo redondos cuando las papas son pequeñas. Los ojos son ligeramente profundos, con la carne amarilla y los grelos de color rosado con pocas manchas a lo largo y en el ápice. El color de la piel es marrón claro con ligeros tonos anaranjados.



### **COLORADA DE BAGA.**

La piel de la papa es de color morado-rojizo pálido, con manchas salpicadas de color marrón, y tacto suave. La forma del tubérculo es predominantemente redonda, aunque muchas veces existen papas con formas oblongas, y sobre todo se originan ligeras protuberancias entre los ojos, lo que se conoce como forma ligeramente tuberosada. La carne es de color crema.



### **NEGRA YEMA DE HUEVO O NEGRA.**

Las papas de esta variedad presentan como característica más importante el color amarillo intenso de la carne, que las hace realmente muy atractivas. La piel es morada rojiza muy oscura, casi negra, con manchas color marrón anaranjado.



### **PELUCA BLANCA.**

Tubérculo de color rosado, salpicado de manchas naranjas y marrones. En algunas ocasiones aparecen variantes con colores azulados. El color de la carne es crema, y en algunos tubérculos podemos encontrar anillos de color rosado o violáceo.





### **PELUCA NEGRA.**

Similar a la anterior, pues pertenece al mismo grupo, varía fundamentalmente en el color de la piel del tubérculo que es morado rojizo muy oscuro con muy pocas manchas anaranjadas.



### **TORRENTA O TERRENTA.**

Se trata de papas que tardan bastante en grelarse. El color de la piel es morado algo rojizo con un color secundario morado oscuro, los ojos ligeramente profundos y la carne de color amarillo claro.



### **VENEZOLANA NEGRA.**

Tubérculos redondos de color morado rojizo en su totalidad con un ligero salpicado marrón, o como anteojos alrededor de los ojos de la papa. La piel es de tacto suave.

## 4 Herramientas de fabricación 3D.

### 4.1 Estudio de aplicaciones.

El planteamiento de la actividad se da a través de dos partes diferenciadas: una primera parte sujeta bajo una aplicación de fotogrametría, y una segunda por un programa CAD de modelado 3D que fuese asequible para el alumnado de 1º de E.S.O. La primera aplicación tiene la intención de poder realizar un escaneado mediante fotografías a todas las especies de papa presentes, y que preferiblemente estuviese disponible en Google Play. Esto ya nos adelanta del empleo de tablets con sistema Android, aunque no se descarta el sistema IOS en el caso de que las tablets fuesen iPads. De este modo, la aplicación seleccionada está disponible exclusivamente para Android, pero a continuación también se detalla una serie de aplicaciones buscadas tanto para el sistema Android como para sistema IOS. En cuanto al software de ordenador para la posterior actividad de modelado, se ha realizado una comparativa entre sistemas de modelado básicos y cuya plataforma es perfectamente empleada en el ámbito profesional. Veamos a continuación las aplicaciones investigadas y las seleccionadas para desarrollar este proyecto.

#### 4.1.1 Aplicaciones móviles para fotogrametría.

La variedad de aplicaciones para realizar escaneos y previsualizaciones 3D son variadas. Hay aplicaciones bastante intuitivas que están diseñadas para compaginarse con realidad aumentada (AR), pero su mayoría se enfocan hacia la actividad de ocio y entretenimiento. A pesar de ser un elemento esencial en la impresión 3D, con frecuencia el escaneo 3D se pasa por alto. De hecho, los escáners 3D son a menudo aparatos muy caros y complejos de hardware diseñados para uso exclusivamente industrial. Hay sólo unos pocos modelos de escáners 3D diseñados para usuarios nóveles. el usuario sólo tiene que escanear el objeto deseado en 3D utilizando un dispositivo. Pero la realidad es bien diferente y la mayoría de los escáneres 3D, incluso los destinados a los consumidores, son bastante difíciles de operar. Es por ello que la idea de una aplicación móvil sencilla para el escaneado 3D es atractiva. Convertir un teléfono inteligente, un dispositivo amigable y personal, en un escáner 3D podría ser la manera de hacer del escaneo 3D una experiencia más sencilla e intuitiva. Las aplicaciones planteadas para estudiadas son las siguientes:

- **ItSeez3D:** esta aplicación de escaneo 3D móvil fue creada en Rusia, como parte del grupo ItSeez. Sólo está disponible en iOS y requieren un Structure Sensor Occipital para capturar objetos en 3D. Esta aplicación de escaneo 3D es adecuada para aplicaciones profesionales, como el escaneo del cuerpo, por ejemplo. La textura y los detalles de las exploraciones realizadas usando itSeez3D con Structure Sensor son bastante prometedores. (<https://itseez3d.com/>)
- **Scandy:** es una nueva compañía centrada en el uso de la digitalización en 3D para conseguir facilitar la impresión 3D a todo color de objetos o paisajes. La aplicación permite a los usuarios escanear objetos o paisajes y luego obtener el modelo impreso en 3D por el servicio

de impresión 3D de Scandy . Los usuarios pueden capturar panorámicas esfera u objetos normales ("Scandy Objects"), utilizando el escáner 3D iSense como un complemento para tu teléfono móvil o tableta. (<https://www.scandy.co/>)

- **Qlone:** es una aplicación tanto para Android (en desarrollo) como para IOS la cual exporta el objeto 3D directamente desde tu móvil, y de una forma muy potente. El primer paso es imprimir una pequeña plantilla sobre un folio para que la aplicación sepa exactamente referenciar todos los puntos de tu objeto 3D. Primero se ha de posicionar la cámara, y a continuación colocar el objeto en el centro de tu patrón. A través de una serie de algoritmos irá rellenando una esfera de puntos replicando mediante triangulación el objeto y después permitiendo exportarlo en formatos .obj o .stl. (<https://www.qlone.pro/>)
- **Scann3D:** se trata de una aplicación exclusiva para Android y de uso gratuito salvo propiedades más avanzadas que son de pago, como por ejemplo exportar elementos STL y definir los modelos escaneados con mayor calidad y detalle. Es una app muy parecida a Qlone, pero no se limita a una cartulina para generar el objeto. Se puede escanear desde un pequeño muñeco hasta el tronco de un árbol. Una vez realizadas entre 20 - 40 fotos, éstas se guardarán en la memoria interna de tu teléfono esperando a ser procesadas. Finalmente se procesará el elemento escenado en una previsualización de muy buena calidad. A la hora de realizar las imágenes hay que tener especial precisión para seguir las guías de puntos que aparecen en la pantalla. (<https://play.google.com/store/apps/details?id=com.smartmobilevision.scann3d&hl=es>)

#### 4.1.2 Programas aptos para el modelado 3D del proyecto.

El modelado en 3D de las variedades de papa de Tenerife permite generar ilustraciones fotorrealistas y obtener sus maquetas en una visión de 360 grados. Muchos programas además de ser utilizados en la impresión 3D, se emplean en sectores como la animación, los juegos, la arquitectura y el diseño industrial, todos cruciales para la producción digital. Por ello elegir el programa de diseño 3D adecuado es importante, ya que en función de las propiedades y finalidad del programa se conveniente seleccionar uno u otro. Muchos pueden presentar complejidad, y se debe sobretodo a los programas de uso exclusivo para altos productos de la industria. Otros, de uso más intuitivo son perfectos para introducir en el ámbito educativo y de ocio; tampoco quiere decir que los programas CAD más simples no resulten aptos para el desarrollo profesional. Veamos las siguientes propuestas:

- **Blender:** se trata de una aplicación de modelado 3D totalmente gratis. Sus principales características incluyen la escultura, animación, renderizado fotorrealista y la edición de vídeo. Para aquellos/as que requieran el diseño de niveles superiores, el software también permite crear juegos completos en 3D, editar videos y simulaciones realistas. (<https://www.blender.org/>)
- **Morphi:** se trata de una aplicación de software 3D diseñada específicamente para su uso en tablets. La aplicación permite crear modelos 3D de una manera simple y contiene una biblioteca completa con una gran cantidad de modelos decorativos y funcionales. A pesar

de ser gratuita, se tendrá que pagar para abrir modelos 3D específicos y herramientas de la aplicación. Hay una versión exclusiva para las escuelas, la "Morphi Edu", con un precio de \$ 4.99 por 20 descargas. (<https://www.morphiapp.com/>)

- **Sculptris:** este programa utiliza la escultura digital como base para crear un modelo 3D. Permite crear modelos 3D al dar forma a cualquier malla con diferentes pinceladas. Crear el modelo será similar a dar forma a un objeto usando plastilina. Este software comienza como una esfera, luego el usuario puede modelar como lo desee estirando, cavando, alisando, etc. Esto lo convierte en una herramienta ideal al crear personajes animados o videojuegos. Sculptris pertenece a Pixologic, el creador de Zbrush. Si bien este es un buen software 3D para principiantes, ya no está en desarrollo. Es posible realizar aún su descarga pero puede que no sea compatible con los nuevos sistemas operativos. (<https://pixologic.com/sculptris/>)
- **Meshmixer:** es un software CAD gratuito que forma parte de la familia de softwares 3D de Autodesk. Meshmixer no es un software CAD típico, ya que no permite crear el modelo desde el principio. En cambio, este software facilita la animación, el modelado, el cierre, el llenado de agujeros, el vaciado, el estampado de superficies en 3D y la reparación automática de modelos preexistentes que podrás modificar para hacer los tuyos. Al igual que Sculptris, se puede partir de una forma elemental como una esfera o un cubo. Como si se tratara de plastilina, se puede ir dando la forma deseada al objeto a través de una variada gama de comandos. (<http://www.meshmixer.com/>)

#### 4.2 Aplicaciones seleccionadas y justificación.

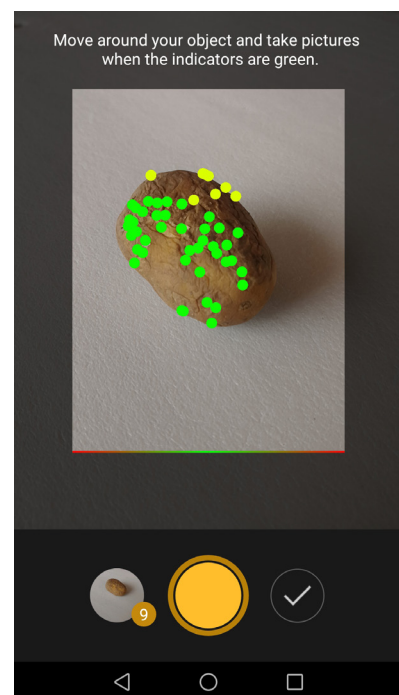
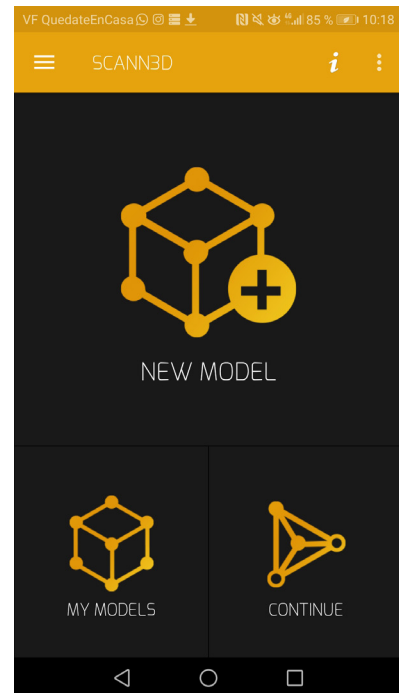
La actividad está dirigida a alumnado de 1º E.S.O, lo cual significa el especial cuidado de los programas a seleccionar. Hay redundantes opciones para realizar fotogrametría y posteriormente modelar en 3D. Muchos programas están diseñados exclusivamente para el diseño industrial, lo cual se aleja del ámbito de animación o como le podemos denominar coloquialmente "modelado de plastilina". La forma de las especies de papa son bastante irregulares. A pesar de que muchas se asemejan entre sí, cada una posee unas particularidades físicas diferentes. Las diferencias de cada especie serán evidentes gracias a la previsualización 3D una vez escaneado el producto. Estos rasgos son los que el alumnado debe interpretar y llevar al modelado en el programa a trabajar mediante ordenador.

Otro aspecto a tener en cuenta es el grupo de alumnos/as al que se dirige la actividad. Muchos/as alumnos/as desconocen el funcionamiento de programas de 3D o carecen de educación previa sobre ello, a pesar de que la impresión 3D se esté insertando ya en educación primaria. El nivel en cuanto al manejo de las aplicaciones debe ser básico, intuitivo y con un aprendizaje elemental. Una vez comparada la funcionalidad de cada uno, y dadas las características más adecuadas para el proyecto a realizar se han elegido las siguientes aplicaciones para plantear la práctica del proyecto:

### Aplicación para dispositivo tablet: Scann3D.

Se trata de una aplicación disponible para dispositivos móviles Android, tablet y smartphones. Su función es el escaneo de objetos 3D de diversos tamaños, siempre que el campo de visión de la cámara pueda coger su totalidad. Se trata de una aplicación gratuita, pero con un coste mensual si se obtienen mejoras de la misma, es decir, una mejor calidad de los objetos escaneados, y poder exportar los archivos en OBJ o STL. Igualmente se permite enviar el archivo a una impresora.

Se considera totalmente apta para un perfil de alumnado recién ingresado en Secundaria. La aplicación es bastante precisa a la hora de escanear el objeto. Consiste en realizar una serie de fotografías no inferior a 20, siguiendo unos nodos como guía. Los nodos mantienen los siguientes colores: rojo, naranja, amarillo y verde. Lo más complejo consiste en dejar todos los nodos en color verde a la hora de clicar sobre el botón de fotografiar. De este modo, el sistema registrará correctamente la superficie del objeto. Es imprescindible que los objetos siempre sean opacos, no transparentes. Es recomendable realizar 30 fotografías. Una vez hecho esto, se procederá a cargar la imagen clicando sobre un botón de "tic". Aparecerá seguidamente las opciones de calidad para cargar la imagen. Le damos a "normal", ya que las otras opciones son de pago y este ejercicio es un ejemplo de cómo poder trabajar la fotogrametría a partir de una aplicación móvil de bajo coste. Una vez cargada la imagen, se podrá previsualizar y trasladar a diversas vistas girando el objeto 3D con los dedos. Si el resultado ha sido malo, conviene repetir el ejercicio. Cada pareja deberá escanear su especie de papa asignada. Una vez escaneada, podrán aumentar los detalles de la superficie y utilizar los mismos para poder modelar posteriormente en el ejercicio en PC.

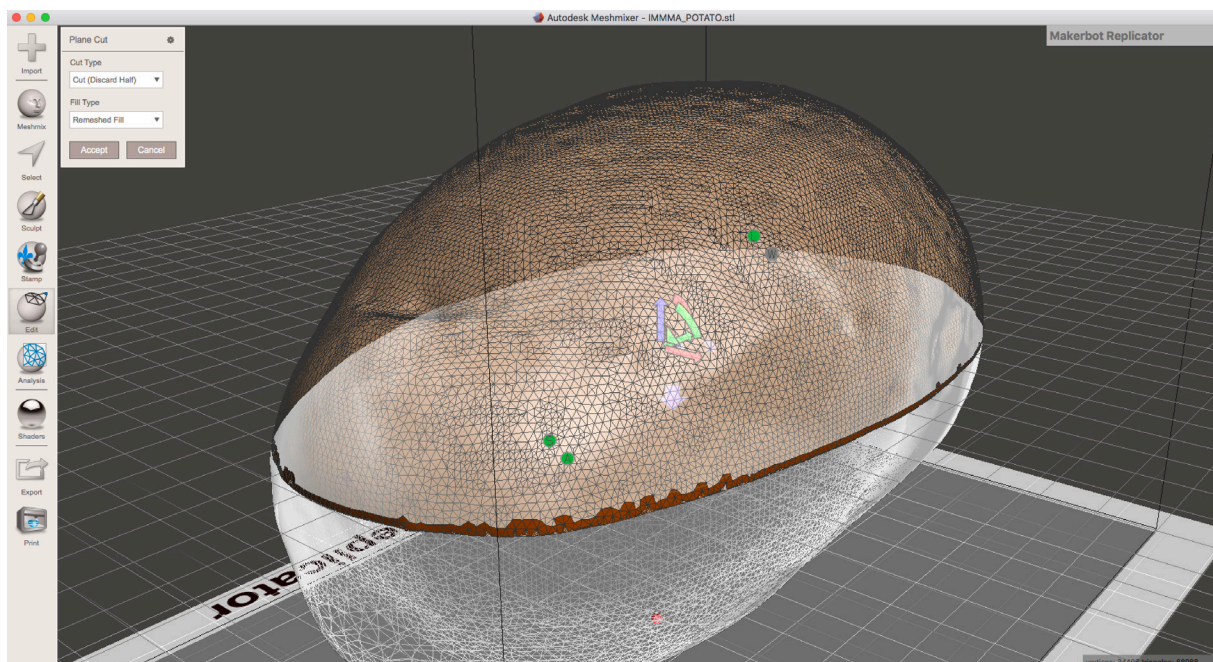


Interfaz de la aplicación Scann3D en dispositivo móvil smartphone.

### Programa para modelado tridimensional: Meshmixer.

El programa está diseñado para mejorar objetos, o partir de formas predefinidas para ir dando forma como si se tratara de plastilina: esferas, cubos, aros, etc. Posee herramientas elementales como sus pinceles (o "brushes"), que serán las encargadas de dar forma al objeto. También permite escalar objetos, cortar, rellenar, etc. La mesa de trabajo es bastante intuitiva ya que permite visualizar el modelo de impresora 3D seleccionado (por ejemplo una Makerbot Replicator), y esto ayuda a trabajar con las dimensiones del objeto. El programa también está pensado para crear personajes de animación, y permite exportar cualquier objeto en STL. Pero no es un programa apto para crear objetos industriales o herramientas. La elección del mismo viene dada a que el alumnado de primer ciclo interprete el modelado básico como si trabajara con plastilina o arcilla.

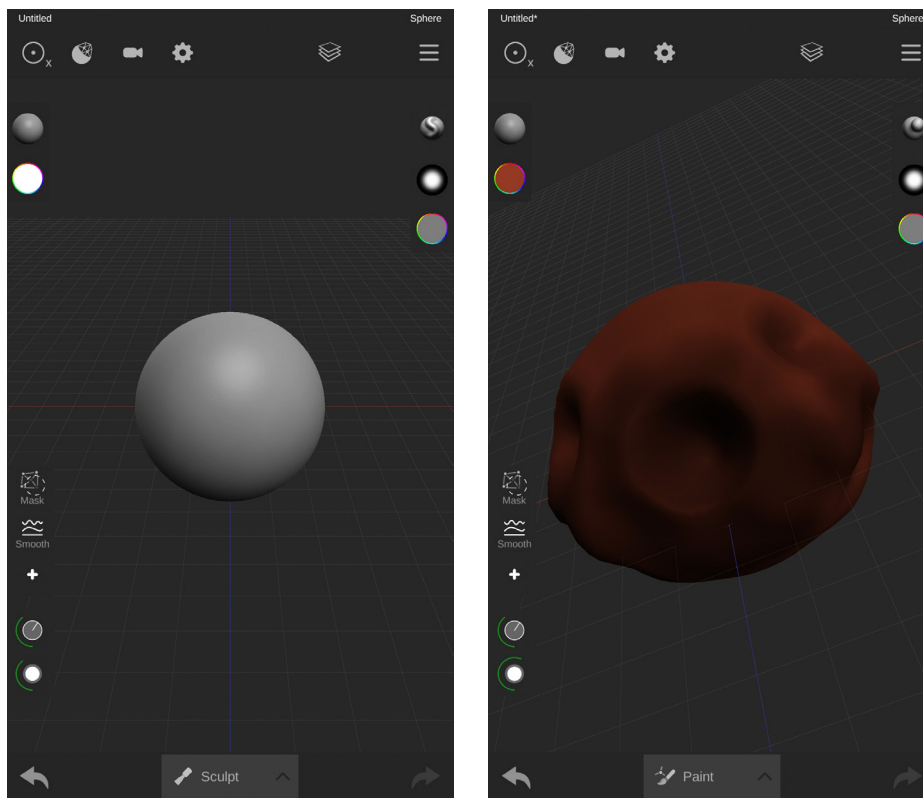
Una papa presenta formas irregulares. El alumnado partiría de una esfera como elemento y a partir de esta, deberá darle forma. Comprobando su modelo escaneado en la tablet, podrá comprobar los orificios, resaltos o cualquier sustracción que presente su modelo. Esto deberán interpretarlo en la propia esfera. Las variedad de herramientas de brocha permite realizar agujeros, aplanar zonas, crear burbujas, sustraer, etc. Son herramientas muy intuitivas para que como primer acercamiento al modelado tridimensional en ordenador, resulte óptimo. El programa también permite emplear muchos modos de previsualización, a raíz de mallas o polígonos. Finalmente, con la opción de seleccionar la impresora el espacio de trabajo se convertirá en la misma, delimitando sus bordes como límite.



Interfaz de la mesa de trabajo de Meshmixer trabajando con un modelo tridimensional de papa.

### Modelado en aplicación extra: Sculpt+.

La actividad a desarrollar mantiene el parámetro de atención a la diversidad. Con esto nos referimos a que puede darse el caso de la presencia de alumnado con NEAE o NEE, lo cual nos lleva a determinar la búsqueda de una aplicación con menos complejidad que el caso de Meshmixer. Un patrón que puede determinar falta de entendimiento por parte de este alumnado es su nomenclatura en lengua inglesa, y la variedad de herramientas de moldeo. Del mismo modo, trabajar con el ratón requiere de cierta precisión. Hay una solución "extra" y bastante intuitiva que consiste en el mismo modelado de "plastilina" como en Meshmixer, pero visto a través de una aplicación para dispositivos móviles. Se trata de la aplicación "Sculpt+"; una app disponible para smartphones y tablets de Android, donde a través de menos herramientas de moldeo, se da forma igualmente a una esfera u objeto exportado en STL. Es bastante intuitiva, ya que modelar en una tablet o teléfono móvil puede favorecer de manera más simple el aprendizaje para el alumnado de estas características. Igualmente existe una herramienta de coloreado, donde se puede ir rellenando la superficie visualizada. Esta aplicación, será empleada en tablets y de forma individual para el alumnado de estas características y que se sientan incapaces de poder aplicar el seguimiento del resto de la clase con Meshmixer.



Interfaz de la aplicación Sculpt+ en dispositivo móvil smartphone.

### 4.3 Impresión 3D.

La impresión 3D existe desde los años 70, sin embargo no se introdujo en el ámbito educativo hasta el año 2000 y fue a través de centros de educación superior. Una de las pioneras fue la Universidad de Illinois, en 2002, donde se utilizó la tecnología de prototipado rápido para realizar un estudio experimental sobre la mejora de las capacidades espaciales de los estudiantes (Czapka, 2002). (de la Torre Cantero, J; Saorín, José L.; Meier, C; Melián-Díaz, D; Drago Díaz Alemán, M, 2015, p. 435) <sup>6</sup>

Han habido muchos proyectos de introducción del modelado tridimensional en el aula. En entornos preuniversitarios, destaca el proyecto KIDE iniciado por Dejan Mitrovic en Londres en el año 2009. Se trata de un proyecto diseñado para los niños de las escuelas primarias, combinando juegos creativos y talleres para desarrollar habilidades constructivas y de ingeniería de diseño en los niños a través del juego, y les permite proyectar y fabricar sus propios juguetes 3D en las escuelas.

En España existen pocas referencias bibliográficas sobre la inclusión de estas tecnologías en ámbitos educativos. En Tenerife se han realizado algunas experiencias, como por ejemplo el Proyecto de Innovación Docente de la Universidad de la Laguna (Fig. 4) denominado "Transformación de diseños virtuales 3D en maquetas reales mediante el uso de impresoras 3D de bajo coste. (de la Torre Cantero, J; Saorín, José L.; Meier, C; Melián-Díaz, D; Drago Díaz Alemán, M, 2015, p. 436) <sup>7</sup>

La introducción de esta tecnología en un centro de Educación Secundaria, permite a los docentes de cualquier departamento mostrar una enseñanza intuitiva al alumnado. El poder interactuar con un objeto de forma tangible mejora los conocimientos y el proceso de aprendizaje. No obstante, la impresión constituye el tramo final. El objeto ya modelado y aprobado pasa a ser exportado a la propia impresora. El proceso de impresión suele tardar en función de las características del objeto y su llenado. Las impresoras aptas para ser insertadas en el ámbito educativo deben ser de tipo FDM, (Fused Deposition Modeling). El "modelado por deposición fundida" permite crear prácticamente cualquier geometría. Gracias a esta técnica se pueden encontrar piezas fabricadas en componentes de uso final de aviones, herramientas de producción o líneas de montaje en fábricas de automóviles y prototipos en cualquier lugar del mundo. El FDM es una tecnología basada en filamentos en la que un cabezal controlado mediante temperatura extruye de forma precisa un material termoplástico capa a capa sobre una plataforma de construcción. Las estructuras de apoyo se generan cuando son necesarias y se suelen construir con un material soluble en agua. Dadas estas características y para ser insertadas en el aula, son adecuadas las impresoras cerradas o semicerradas, garantizando una mayor seguridad.

---

6 - 7 de la Torre Cantero, J; Saorín, José L.; Meier, C; Melián-Díaz, D; Drago Díaz Alemán, M (2015) *Creación de réplicas de patrimonio escultórico mediante reconstrucción 3D e impresoras 3D de bajo coste para uso en entornos educativos*. Arte, Individuo y Sociedad, vol. 27, núm. 3, 2015, pp. 429-446. Universidad Complutense de Madrid.



Se plantean dos modelos de impresora que presentan comodidad y alta capacidad para ofrecer un muy buen resultado de impresión en el aula:

### **Ultimaker S2+**

Las impresoras 3D de Ultimaker ofrece una serie de resultados de calidad, ideales para una variedad de aplicaciones, desde prototipos y herramientas de producción hasta piezas de uso final. Este modelo de impresora, es robusta y de extrusión sencilla, muy asequible, fiable y fácil de usar, ofreciendo resultados uniformes y resultando ideales para crear rápidamente prototipos y modelos conceptuales. Tienen boquillas intercambiables, una placa de impresión de cristal calentado y un sistema de filamento abierto. Ofrece las siguientes características:

- Volumen de impresión: hasta 223 x 223 x 305 mm (8,8 x 8,8 x 12 pulgadas).
- Resolución de capa de hasta 20 micras.
- Velocidad de desplazamiento del cabezal de impresión: 300 mm/s.
- Sistema de filamento abierto: imprima con cualquier material de 2,85 mm.
- Conocido y querido en todo el mundo por su galardonado rendimiento.

*Su coste oscila alrededor de 2.349,90 €.*

### **BCN3D SIGMA R19**

- Se trata de una impresora de escritorio fácil de usar y con Doble Extrusor Independiente (IDEX), que le permite imprimir piezas multimaterial de alta resolución de un modo simple y eficaz. Ofrece las siguientes características:
- Imprime el mismo modelo con ambos cabezales de manera simultánea, doblando así la capacidad productiva.
- Capacidad de convertir cualquier diseño CAD en un elemento real en cuestión de horas sin problemas gracias a la tecnología IDEX.
- Extrusores compuestos por dos engranajes de alta tecnología de Bondtech™, ofreciendo control, detalles más nítidos y un rendimiento superior con cualquier tipo de filamento.

*Su coste oscila alrededor de 2.475€.*

#### 4.4 Material para impresión.

Dada la variedad de materiales actuales para la impresión 3D, se procede a seleccionar para este proyecto un elemento común: el PLA (poliácido láctico).

El filamento PLA, ácido poliláctico, es un termoplástico fabricado a base de recursos renovables como el almidón de maíz, raíces de tapioca o caña de azúcar. A diferencia de otros materiales de la industria hechos principalmente a base de petróleo. Debido a sus orígenes más ecológicos este material ha comenzado a popularizarse dentro de la industria, y puede verse en elementos como aplicaciones médicas y productos alimentarios. Este polímero termoplástico es producido gracias a la fermentación de una fuente de carbohidratos como puede ser el almidón de maíz. En este caso, el producto natural se muele para separar el almidón del maíz, mezclándolo con el ácido o los monómeros láctidos. Con esta mezcla el almidón se rompe en dextrosa (D-glucosa) o azúcar de maíz. Finalmente, la fermentación de glucosa produce ácido L-láctico, el componente básico del PLA. Este material es considerado como un fluido pseudoplástico no newtoniano, esto significa que su viscosidad (resistencia al flujo) cambiará dependiendo de la tensión a la que esté sometido. Específicamente, el PLA es un material de corte fino, lo que significa que la viscosidad disminuye con la tensión aplicada.

El filamento PLA ha adquirido gran aceptación dentro de la fabricación aditiva. Además de ser el preferido para las personas que dan sus primeros pasos dentro de la industria 3D ya que es muy fácil imprimir con él. Este material tiene un temperatura de fusión de 180 °C, algo relativamente bajo si se compara con el filamento de ABS que puede ascender hasta los 260 °C, lo que permite que al imprimir con PLA no sea necesaria la utilización de una bandeja de impresión calefactada. El PLA no tiene las mismas propiedades mecánicas que el filamento ABS; el segundo es mucho más resistente y flexible. El PLA tiene mayor resistencia a factores externos como el calor. Aún así, siempre se recomienda utilizar el PLA si el proyecto no tiene grandes complejidades mecánicas, ya que trabajar con él es mucho más sencillo.

#### **Ventajas.**

Facilidad de impresión.

No necesita cama caliente.

Muy estable.

Velocidad de impresión "más rápida" que otros materiales.

Procede de materia orgánica (maíz, trigo,...), por lo que ofrece capacidad de biodegradación bajo condiciones adecuadas "material ecológico".

Se obtiene de recursos renovables.

Material reciclable.

### **Desventajas.**

Poca resistencia térmica (se vuelve endeble a partir de los 60 °C).

Material más frágil que otros materiales (poca resistencia mecánica).

Sensible a la humedad (conservarlo al vacío o lejos de zonas húmedas).

### **Aplicaciones.**

Especialmente para elementos decorativos, figuras, maquetas, prototipos...

De este modo, y según la justificación presente, el PLA se considera un material apto y de sencilla manejabilidad para ser trabajado en la propia aula (impresoras3d.com, 2018).<sup>8</sup>

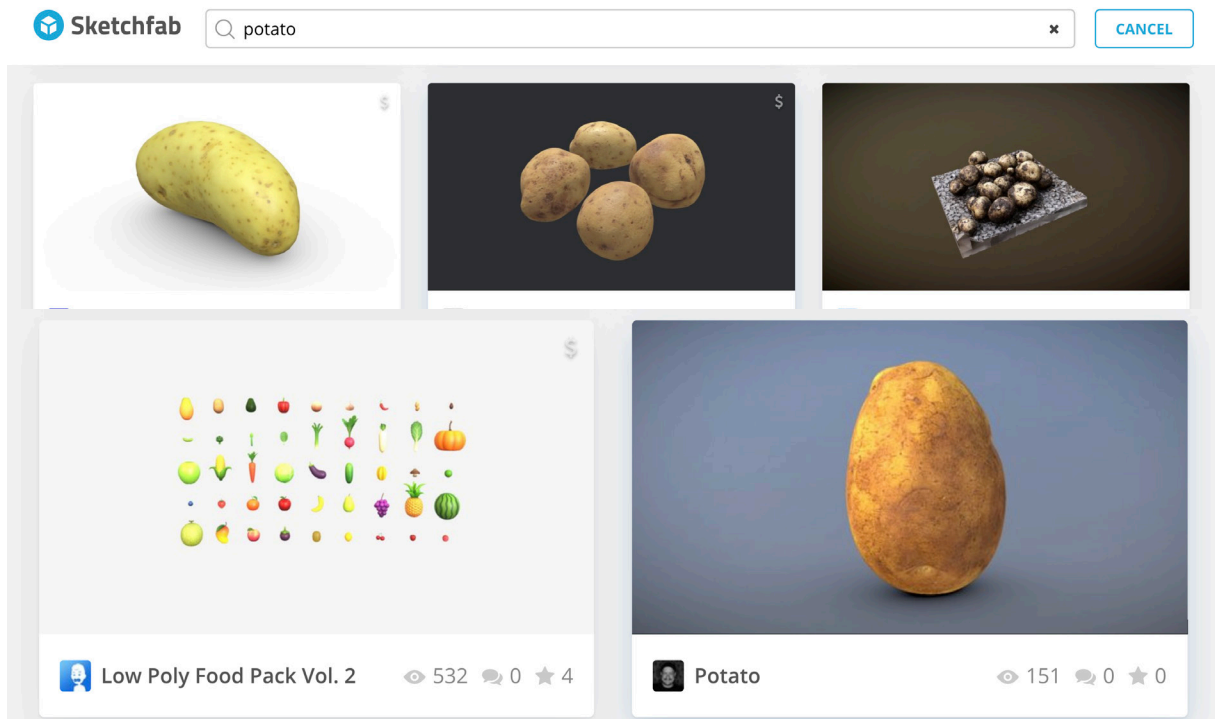
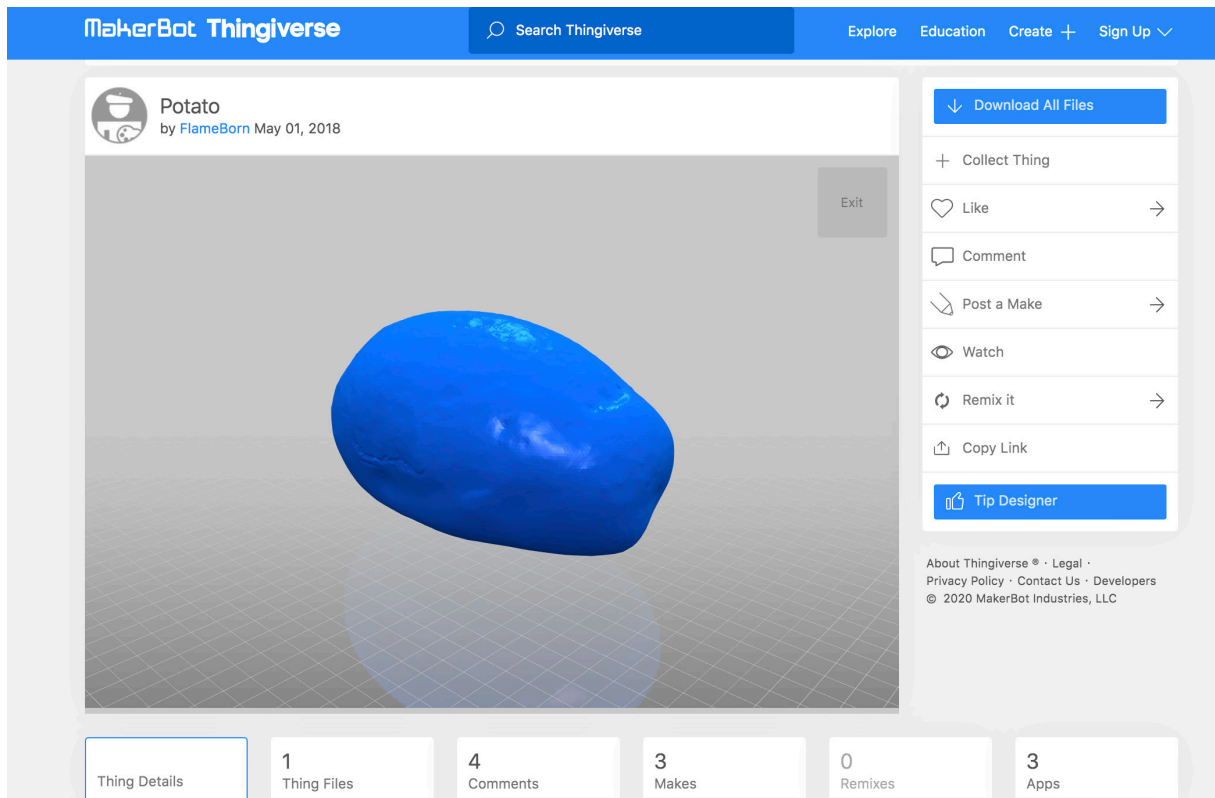
## **4.5. Colecciones online de objetos 3D.**

Una forma de divulgar contenido 3D o información educativa es crear un repositorio en un entorno virtual. La idea de disponer de acceso online a elementos multimedia como pueden ser fotos, videos u objetos 3D, ha ido evolucionando a lo largo de los últimos años. En el caso del 3D, podemos citar dos buenos repositorios de objetos en línea: por un lado, "Sketchfab" (<https://sketchfab.com/>), y por otro, "Thingiverse" (<https://www.thingiverse.com/>). Ambas galerías contienen objetos de libre descarga como el caso de Thingiverse, o con elementos de licencia como el caso de Sketchfab. En ambos, podemos encontrar buenos ejemplos de "papa", algunos incluso modelados con capas de textura bastante real.

El docente puede mostrar este material al alumnado previamente al comienzo del ejercicio de modelado en Meshmixer, dado que hay diversos ejemplos en los que se puede visualizar el modelado tridimensional de una papa. A partir de la búsqueda de "potato", pueden encontrarse varios ejemplos.

---

<sup>8</sup> impresoras3d.com (2018) *Guía definitiva sobre distintos filamentos para impresión 3D*. <https://www.impresoras3d.com/la-guia-definitiva-sobre-los-distintos-filamentos-para-impresoras-3d/>



Modelados orgánicos de papa buscados en "Thingiverse" y "Sketchfab".

## 5 Introducción de Manual Thinking en el aula.

**Manual Thinking** es una herramienta basada en mapas plegables y etiquetas removibles, que facilita compartir tareas como la planificación, creación de ideas y la toma de decisión. Los participantes, (sin limitaciones de número) anotan sus ideas y pensamientos en las etiquetas de diferentes tamaños y colores. Posteriormente se organizan sobre el propio mapa para crear un documento visual que genera una visión del pensamiento realizado por el grupo.

Manual Thinking es una herramienta universal que simplifica la aplicación de todo tipo de métodos de creatividad y organización, como pueden ser el Mapa Mental, Brainwriting o el Design Thinking, resultando siempre en un documento visual. Ver selección de usos.<sup>9</sup>

La herramienta de Manual Thinking resulta apropiada para ser insertada en la propia educación. No sólo promueve la creatividad, sino que además es perfectamente aplicable a cualquier ámbito. Para cualquier proyecto, - no importan las características-, es posible aplicar el desarrollo de ideas, crear caminos propios, o concluir propuestas. La herramienta es fruto del “design thinking”; ¿cómo resolver o solventar un problema de diseño?. Manual Thinking es un producto que responde a estas características. Es el brainstorming perfecto. Una buena metodología para ser incluida en el aula. Al alumnado se le puede plantear cualquier ejercicio mediante el uso de esta herramienta: desde llevar a cabo un examen práctico, resolver ejercicios de cualquier materia, generar propuestas, explicar temario, etc. Considerando el proyecto presente en varias fases, se añade la propuesta de incluir Manual Thinking como parte de la actividad vinculado al posterior ejercicio práctico de modelado. Es bastante preciso para poder trabajar con conceptos teóricos mientras desarrollamos lo práctico. Posterior a la fase teórica, el alumnado trabajará con una serie de conceptos relacionados con la papa. La metodología empleada para desarrollar este ejercicio de “design thinking” es el siguiente.

Una vez explicado su funcionamiento se creará un mapa central con el concepto general: “papa”. A partir de ahí, el docente guiará al alumnado para poder ir sacando las ideas e ir dibujando un mapa central. Se pretenden alcanzar conceptos como: tipo de alimento, platos de acompañamiento, sabor, textura, forma, cultivo, peso, variedades, etc. Cualquier relación con el concepto central es prácticamente válida, o no; porque no limita el conocimiento, y las ideas secundarias pueden llevarnos por otros caminos a indagar. Posteriormente al mapa inicial, se crearán 13 mapas en los que las parejas de cada especie de papa deberán sacar aspectos relacionados con: textura, forma, zona de cultivo, color, tamaño y peso. Con la ayuda de una pesa y reglas, podrán determinar los aspectos de los dos últimos conceptos. Una vez rellenados los mini-mapas y con el eje central del mapa inicial, se obtiene una herramienta que relata todo el proceso trabajo. Esta documentación servirá para poner en relieve conocimientos acerca del producto con el que trabajarán y no obstante, quedará reflejado en la futura publicación a realizar con el presente proyecto.

---

<sup>9</sup> manual thinking (2020) *¿Qué es Manual Thinking?* <https://manualthinking.com/es/acerca/que-es-manual-thinking/>



Sesiones de trabajo realizadas con Manual Thinking para el desarrollo de proyectos y design thinking.

## 6 Relación con el currículum de 1ºESO.

Este proyecto está planteado para ser introducido como unidad didáctica perteneciente al bloque II “comunicación audiovisual”, de la asignatura Educación Plástica, Visual y Audiovisual. En el mismo se desarrollan competencias de secundaria, por lo que se encuentra una serie contenidos propios de la asignatura. Para poder integrar este proyecto es necesario realizar adaptaciones en función de la programación anual de la asignatura, incidiendo sobre todo en la evaluación del alumnado, pudiendo valorar conceptos y procedimientos en el proceso de modelado si ha habido un trabajo previo en cuanto a ello.

### 6.1. Competencias.

#### Comunicación lingüística (CCL).

Es el resultado de la acción comunicativa dentro de prácticas sociales determinadas, en las cuales el individuo actúa con otros interlocutores y a través de textos en múltiples modalidades, formatos y soportes.

Esta competencia precisa de la interacción de distintas destrezas, ya que se produce en múltiples modalidades de comunicación y en diferentes soportes. En este caso, la propia teoría impartida sobre las papas de Tenerife y a través de la oralidad y la escritura pasando además por las formas más sofisticadas de comunicación audiovisual, el individuo participa en un complejo entramado de posibilidades comunicativas gracias a las cuales expande su competencia y su capacidad de interacción con el resto de la clase.

#### Competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología (CMCT).

Implica la capacidad de aplicar el razonamiento matemático y sus herramientas para describir, interpretar y predecir distintos fenómenos en su contexto.

En las aplicaciones mencionadas se efectuarán una serie de comandos como establecer escalas con el objeto. Es por ello que la competencia matemática requiere de conocimientos sobre los números, las medidas y las estructuras, así como de las operaciones. El alumnado además deberá interpretar datos como la medición de objetos o el peso. Las propias aplicaciones también trabajan con coordenadas: dimensión del objeto, espacio, desplazamientos, variables, etc. La competencia matemática incluye una serie de actitudes y valores que se basan en el rigor, el respeto a los datos y la veracidad.

También entra en juego las competencias básicas en ciencia y tecnología, es decir, aquellas que proporcionan un acercamiento al mundo físico y a la interacción responsable con él desde acciones, tanto individuales como colectivas, orientadas a la conservación y mejora del medio natural, decisivas para la protección y mantenimiento de la calidad de vida y el pro-

greso de los pueblos. Se promueve aquí la conservación de un producto autóctono y al que se le aplica un estudio sobre sus propiedades y valor agrícola. Se contribuye al desarrollo del pensamiento científico, incluyendo la aplicación de los métodos propios de la racionalidad científica y las destrezas tecnológicas, que conducen a la adquisición de conocimientos, el contraste de ideas y la aplicación de los descubrimientos al bienestar social.

### **Competencia digital (CD).**

---

Es de las más importantes y presentes en todo momento del proyecto. Esta competencia implica el uso creativo, crítico y seguro de las tecnologías de la información y la comunicación para alcanzar los objetivos relacionados con la fabricación de modelado en 3D. Requiere de conocimientos relacionados con el lenguaje específico de este ámbito; a nivel textual, numérico, icónico, visual, gráfico y sonoro, así como sus pautas de decodificación y transferencia. Las aplicaciones con las que el alumnado trabaja en este proyecto conlleva al aprendizaje de su uso. El acceso a estas aplicaciones desarrolla en el individuo una serie de destrezas relacionadas con el acceso a la información, el procesamiento y uso para la comunicación, la creación de contenidos, la seguridad y la resolución de problemas, tanto en contextos formales como no formales e informales.

Los/as alumnos/as han de ser capaces de hacer uso de los recursos solicitados para elaborar dicha actividad, con la finalidad de resolver un proyecto real de diseño de un modo eficiente. Deberán llevar a la práctica la teoría previa para poder manejar correctamente las aplicaciones con las que se elaborará la actividad de modelado tridimensional y posteriormente aplicar el conocimiento con la tecnología de impresión 3D.

La potencialidad de su visión será fundamental para resolver con éxito el reto planteado, pues el análisis previo del producto para poder digitalizarlo resultará esencial para poder obtener una interpretación adecuada de su configuración. Saber manejar las aplicaciones, utilizar los comandos correctamente, solucionar problemas y aplicar los recursos impartidos conllevan al desarrollo de una competencia digital en este proceso de trabajo.

### **Competencia para aprender a aprender (CPAA).**

---

Consiste en controlar los propios procesos de aprendizaje para ajustarlos a los tiempos y las demandas de las tareas y actividades que conducen al aprendizaje. Esta desemboca en un aprendizaje cada vez más eficaz y autónomo. Aquí se incluyen una serie de destrezas que requieren la reflexión y la toma de conciencia de los propios procesos de aprendizaje. De este modo, los procesos de conocimiento se convierten en realidad en objeto del conocimiento y, además, hay que aprender a ejecutarlos adecuadamente.

### **Competencia social y cívica (CSC).**

---

La competencia social se relaciona con el bienestar personal y colectivo. Implica conocimientos que permiten comprender y analizar de manera crítica los códigos de conducta y



los usos generalmente aceptados en las distintas sociedades y entornos, así como sus tensiones y procesos de cambio. El alumnado debe conocer los conceptos básicos relativos al individuo, al grupo, a la organización del trabajo, la igualdad y la no discriminación entre hombres y mujeres y entre diferentes grupos étnicos o culturales, la sociedad y la cultura. La competencia cívica se basa en el conocimiento crítico de los conceptos de democracia, justicia, igualdad, ciudadanía y derechos humanos y civiles. Se obtiene la habilidad para interactuar eficazmente en el ámbito público y para manifestar solidaridad e interés por resolver los problemas que afecten al entorno escolar y a la comunidad, ya sea local o más amplia.

### **Sentido de la iniciativa y espíritu emprendedor (SIE).**

Es una competencia que entre los conocimientos que requiere esta competencia se incluye la capacidad de reconocer las oportunidades existentes para las actividades personales, profesionales y comerciales. Esta competencia requiere de las siguientes destrezas o habilidades esenciales: capacidad de análisis; capacidades de planificación, organización, gestión y toma de decisiones; capacidad de adaptación al cambio y resolución de problemas entre las más destacadas. Este proyecto pone en evidencia que está compuesto por las diversas fases de un proyecto propiamente real. Esto garantiza el interés del alumnado por un futuro emprendimiento y aplicar de una forma más evolucionada las directrices para sus proyectos ya sean como estudiantes o profesionales.

### **La competencia en conciencia y expresiones culturales (CEC).**

Esta competencia implica conocer, comprender, apreciar y valorar con espíritu crítico y con una actitud abierta y respetuosa, las diferentes manifestaciones culturales y artísticas, utilizándolas como fuente de enriquecimiento y disfrute personal y considerarlas como parte de la riqueza y patrimonio de los pueblos. Se pone en valor el patrimonio natural de la isla de Tenerife y su actividad agrícola como fruto enriquecedor del proyecto. El alumnado adquiere con esto una visión mejorada del entorno natural que le rodea, cuya actividad en la actualidad es considerada un privilegio natural y sostenible. Las papas de Tenerife forman parte de una cultura extendida al resto del planeta dado su valor histórico, alimenticio y agrícola.

## **6.2. Contenidos.**

Educación Plástica Visual y Audiovisual. 1º E.S.O.

Bloque II: comunicación audiovisual.

1. Identificación y análisis de los elementos que intervienen en los actos de comunicación visual y audiovisual: emisor, receptor, mensaje, código, medio o canal.
2. Distinción de las funciones en diferentes mensajes visuales y audiovisuales.
3. Reconocimiento de los grados de iconicidad en imágenes del entorno comunicativo.
4. Identificación de los diferentes lenguajes visuales y audiovisuales.

5. Reconocimiento de distintos estilos y tendencias en los lenguajes.
6. Valoración del patrimonio histórico y cultural.

### 6.3. Evaluación.

Se evaluará el aprendizaje adquirido por el alumno, el proceso de enseñanza y el desempeño del profesorado. Se observará la mejora en las competencias (CL, CMCT, AA, CSC, SIEE, CEC, CD), el grado en el que se han conseguido los objetivos propuestos para la unidad didáctica y los contenidos adquiridos, integrados y aplicados por parte del alumnado. La evaluación estará planteada de una forma amplia, teniendo en cuenta la atención a la diversidad. El objetivo de la evaluación es proporcionar tanto al alumnado como al profesorado un diagnóstico sobre su desempeño. La evaluación será mixta, evaluando tanto de forma formativa como sumativa.

#### **Evaluación formativa.**

Se utilizarán diversos instrumentos de evaluación a lo largo de las distintas sesiones y modificando el modelo de enseñanza a lo largo de la unidad didáctica si fuera necesario.

#### **Evaluación sumativa.**

Durante la actividad, al comienzo de cada sesión se evaluarán los conocimientos previos del alumnado. Al finalizar la actividad y mediante la presentación al profesor de los trabajos realizados, se valorará el grado de aprendizaje alcanzado a lo largo de toda la unidad didáctica.

#### **6.3.1. Criterios de evaluación del alumnado.**

Se evaluará al alumnado a través de las diversas actividades distribuidas por toda la unidad didáctica. Se gestionará el porcentaje una vez finalizada cada una junto con el resto de actividades de la unidad didáctica.

- Para evaluar los procedimientos se utilizará una escala de valoración para añadir la nota correspondiente a las diversas partes de cada actividad.
- Para evaluar las actitudes se utilizará un registro anecdótico y nuevamente otra escala de valoración, donde se detallarán aspectos del alumno.
- Además, para completar la evaluación, se empleará el método de proyectos (PBL) para añadir mejoras y los objetivos alcanzados.

Los criterios de evaluación para el alumnado son los siguientes:

- **CA01:** el alumnado muestra interés por la necesidad del modelado tridimensional para abordar proyectos educativos más sofisticados con carácter profesional.
- **CA02:** construir una visión global sobre los distintos lenguajes audiovisuales y multimedia, y su importancia en la sociedad actual, mediante el análisis de sus características generales y particulares.
- **CA03:** promover la creatividad y la capacidad de visión gracias a herramientas de brainstorming o lluvia de ideas, poniendo en práctica conceptos previamente estudiados.
- **CA04:** el alumnado muestra interés por las aplicaciones dadas para poder trabajar en el aula y aplica correctamente los parámetros impartidos para alcanzar con éxito el objetivo propuesto.
- **CA05:** se demuestra capacidad y espíritu de iniciativa para poder trabajar en futuros proyectos relacionados con el modelado 3D.
- **CA06:** el alumnado analiza y evalúa su propio trabajo previamente al acto de proceder a la impresión de su objeto.

### 6.3.2. Criterios de evaluación docente.

En función de las conclusiones resultantes respecto a la evaluación del alumnado se pretende evaluar la función del docente, para poder ejecutar una visión de cómo ha elaborado la actividad y poner sobre la mesa los aspectos positivos y de mejora.

Para evaluar al profesorado se empleará:

**1. Escalas de valoración:** se utilizará una escala para evaluar el grado de motivación e implicación del alumnado que será rellenado por ambos.

**2. Lista de control:** para evaluar el proceso de enseñanza, los espacios utilizados, el tiempo previsto y el material asignado.

Los criterios de evaluación para el profesorado lo conforman:

- **CP01:** el profesorado explica con claridad la actividad desempeñada, en función de las diferentes fases a llevar a cabo por el alumnado.
- **CP02:** capacidad para contextualizar las actividades dentro del marco teórico del proyecto.

- **CP03:** motivación por la disciplina del modelado tridimensional, y generar un clima afectivo en el aula.
- **CP04:** la actitud del profesorado es correcta respecto a equilibrar el comportamiento negativo y/o positivo del alumnado garantizando que todos/as sus alumnos/as lleguen a concluir el trabajo correctamente.
- **CP05:** el profesorado demuestra un sentido crítico y creativo en relación a todas y cada una de las fases de la actividad.

#### **6.4. Atención a la diversidad.**

El proyecto atiende a la diversidad del alumnado. En cuanto a las adaptaciones curriculares, la actividad estará perfectamente preparada para integrar alumnos que presenten alguna discapacidad introduciendo objetivos y contenidos específicos para el alumnado con NEAE o eliminando objetivos y contenidos que se considere que no van a ser alcanzados con alumnado que presente NEE. Se llevarán a cabo adaptaciones en la metodología mediante el uso de diferentes estrategias como pueden ser la adecuación del lenguaje usado a la comprensión del alumnado, la facilitación de la atención en grupo, dando prioridad a las experiencias previas de este, etc. Se ayudará al alumnado a llevar a cabo este proyecto en todo momento. El profesorado deberá estar pendiente de este y prestarle prioritariamente su atención. Además, a la hora de realizar la evaluación, se llevarán a cabo también adaptaciones, utilizando instrumentos y procedimientos de evaluación exclusivamente para quienes presenten NEAE y NEE.

##### **6.4.1. Objetivos.**

Los objetivos se orientan en la adquisición de una serie de capacidades basadas en la propia experiencia del alumnado, adecuando el lenguaje en todo momento sin importar el grado de su conocimiento, ya que depende de su percepción y capacidad de comunicación.

La persona con NEE o NEAE participará en todas las fases del proyecto. El profesorado le ayudará mediante un lenguaje cercano. Aplicará sus ideas en la primera parte de brainstorming, y se le ayudará con el manejo de las aplicaciones.

El alumnado con esta atención especial estará incluido dentro de los grupos de trabajo. Podrán formarse parejas con un integrante más, es decir, que habrán especies de papa que tendrán que ser trabajadas por 3 miembros. No se incluirán dos personas con NEE o NEAE dentro del mismo grupo, dado que se debe garantizar su atención y aprendizaje con otras personas de la clase.

El alumnado que presente alguna discapacidad manual o motora será ayudado por el propio profesorado y los compañeros de su grupo para poder intervenir mediante una tablet.

Respecto al alumnado con discapacidad visual y que no pueda realizar un modelado 3D, los objetivos se modificarán a través de modelar mediante un material, aunque posteriormente, a través de programas informáticos se plantearán alternativas en la metodología para que pueda convertirlo en un objeto 3D.

### **6.4.2. Metodología.**

El alumnado con características NEAE o NEE empleará un aprendizaje por descubrimiento donde el alumnado compaginará las ideas previas de su propia experiencia para entrelazarlas con los nuevos conceptos explicados por el docente. Esta metodología de aprendizaje garantiza aumentar el conocimiento y aptitud del alumnado respecto a la finalidad del modelado 3D. Pero en caso de la presencia de alumnos/as con discapacidades visuales o motoras, el profesorado deberá garantizar la realización de la actividad de modelado con alguna herramienta física como el caso de la plastilina y que posteriormente pueda digitalizar esta para crear un modelo 3D. Esta alternativa deberá estar compaginada con el seguimiento del resto de los alumnos, siempre bajo la supervisión del docente.

### **6.4.3. Actividades.**

#### **Fase 1: Teoría.**

El alumnado recibirá la misma teoría que el resto de los alumnos, tratando de llamar su atención en diversos momentos de la explicación y realizándole preguntas cercanas en relación con el tema. Deberá emplearse un lenguaje adaptado para estas circunstancias, sin especificar terminologías técnicas.

#### **Fase 2: Manual Thinking.**

En esta actividad, se motivará al alumnado mediante su participación; que de ideas de su propia experiencia, que trate de asimilar sus conceptos con los impartidos, y que encadene palabras con los diversos conceptos de mapas. El profesorado le ayudará a intervenir realizando preguntas y palabras cercanas a los conceptos.

#### **Fase 3: Escaneado en fotogrametría.**

El profesorado ayudará al alumnado con el manejo de la aplicación, ayudándole a sujetar la propia tableta para que pueda realizar las fotografías con un simple clic. Se deberá tener especial cuidado a que el alumnado pueda realizar sin presión ni incomodidad las fotografías. De no ser así, acompañará a uno de sus compañeros para que pueda ver el proceso e intentar enseñarle cómo funciona.

#### **Fase 4: Modelado en software 3D.**

El alumnado de estas características moldeará la papa mediante tablet en la aplicación "Sculpt+". Es bastante intuitiva y sencilla. El profesorado guiará y supervisará en todo momento el desarrollo de esta actividad, ayudando a que utilice los parámetros correctamente e interprete el modelo real para tratar de asimilarlo lo más posible a nivel digital.

#### **Fase 5: Impresión.**

Si el alumnado es capaz de asimilar lo más posible el modelo al de sus compañeros de grupo, con o sin ayuda, éste deberá imprimir la especie que se le ha asignado a modelar. El docente le explicará las pautas a realizar para este ejercicio.

## 7 Metodología y procedimiento.

Asociar un producto autóctono propio de la agricultura canaria con una actividad de plástica resulta a simple vista una propuesta arriesgada. Pero ahí se encuentra el carácter innovador. Promover alternativas que no se hayan empleado en el aula y que pueda ser aplicable con relativa facilidad. El proyecto tiene el propósito de educar al alumno en valores del patrimonio de Canarias, y también su inserción en la tecnología 3D. Lo que hace diez años creíamos inimaginable, ahora es posible. La actividad, programada para alumnos/as de 1º E.S.O, tiene como principal objetivo enseñar y motivar mediante esa tecnología a través de los contenidos propios de la educación plástica. La oportunidad de introducirles en el universo tridimensional sería tan solo el principio. Es por ello que la actividad planteada y dividida en varias fases, haría partícipe al alumnado en un proceso real de diseño de producto. A continuación se muestran los detalles con los que cuenta la actividad propuesta, mencionando las herramientas con las que intervendrá. El proyecto se plantea como trabajo de investigación para el alumnado; trabajar en este caso a través de un producto autóctono, la papa, partiendo de una fase teórica para proseguir con las fases prácticas y analizando la experiencia de su conocimiento previo sobre el objeto a trabajar.

### 7.1 Metodología.

La actividad se plantea para 4 - 5 sesiones, dependiendo del seguimiento en el aula y el tiempo de realización. En primer lugar se hace necesaria la ponencia teórica del producto a trabajar. Resultaría interesante (y necesario) la realización de una exposición sobre el valor de la agricultura en Canarias. Esta exposición estaría enfocada a los dos ciclos de secundaria, y trataría desde los valores nutricionales hasta las características de una serie de productos autóctonos, entre ellos, la propia papa. Sin embargo, si se carece de recursos para poner en marcha esta exposición colectiva, se introduciría a un experto en el taller o aula de plástica que impartiese una ponencia introductoria sobre las papas de Tenerife. Mediante la breve charla junto al docente de la materia, se procederá a explicar la actividad a desarrollar. El ponente invitado ya estaría previamente informado acerca de dicha actividad y juega un papel fundamental en la motivación del alumnado. Por lo tanto, se le informará al alumnado del propósito final de la actividad, que consistirá en la elaboración de una publicación sobre las papas de Tenerife y en la que se reflejará su proceso de trabajo.

Teniendo en cuenta estas dos opciones, en caso de no poder realizar ninguna de las dos exposiciones, se procederá únicamente a realizar una breve muestra de las variedades de papas de Tenerife con las que van a trabajar. Se prepararía una muy breve exposición, con imágenes, muy visual en cuanto a contenido. Realmente lo más lógico es la realización de una exposición contando con un profesional del sector agrícola, que estaría decidido o no, en función de la decisión del centro. Es conveniente vincular esta actividad expositiva con la actividad a desarrollar por los alumnos de 1º de E.S.O en la asignatura de Educación Plástica Visual y Audiovisual. Otra propuesta es que la exposición colectiva esté preparada por el departamento de ciencias naturales o biología, para ser expuesta por dicho profesorado.

La actividad por lo tanto estaría metodológicamente distribuida en tres elementos:

**01****Teoría**

Engloba la exposición expuesta preliminarmente por parte del docente y/o expertos en la materia agrícola. Esta teoría contará con la muestra de la papa en Tenerife como producto de estudio y sus principales características: historia, cultivo, propiedades, botánica, etc. Una vez finalizada esta exposición, se procederá a la explicación de la actividad. Mediante una proyección, se mostrará el proyecto en sus diversas fases de trabajo y las aplicaciones con las que se trabajará. Previamente al inicio de comenzar a trabajar con las aplicaciones, se expondrá un tutorial mostrando las funciones elementales con las que el alumnado va a trabajar, de modo que los comandos de cada programa queden lo más fresco posible.

**02****Práctica**

Se trata del trabajo manual por parte del alumnado. Comenzaría por el estudio individual de las especies de papas a trabajar. Lo ideal es trabajar con las 13 especies anteriormente mencionadas, cuyas muestras estarían disponibles en el aula, perfectamente clasificadas. Se trabajará con la herramienta Manual Thinking, una herramienta que facilita compartir tareas como la planificación, creación de ideas o toma de decisiones. Se trata de un mapa mental formado por numerosas pegatinas jerarquizadas que deben ser colocadas sobre la superficie de un mapa, (ver: <https://manual-thinking.com/es/acerca>). El aula debe contar con un Manual Thinking Kit, (<https://manualthinking.com/es/producto/manual-thinking-kit/>) el cual situará a las trece especies de papas previamente expuestas. Sobre ambas, se irán dibujando una serie de mapas mentales acerca de ideas generadas por los/as alumnos/as: colores, texturas, inspiraciones, recuerdos de la exposición previa, etc. La herramienta está planteada para exponer ideas, dibujarlas, relacionarlas, o cualquier aportación sobre el objeto que se estudie. Mediante este brainstorming, se procederá a la elección de grupos de trabajo. La actividad de escaneado, modelado e impresión será realiza por parejas. El profesorado creará las mismas, y asignará a cada grupo una variedad de papa con la que trabajarán. Cada pareja deberá escanear mediante fotogrametría su producto, y posteriormente fabricar tridimensionalmente su modelo en 3D (ver apartado 5: "aplicaciones"). Mediante tablets (preferiblemente sistema android) realizarán un escaneado de cada especie de papa



en la que obtendrán un visualizador 3D de la misma. Se propone realizar una breve introducción a la fotogrametría, y posteriormente se procederá a trabajar con el programa de modelado tridimensional "Meshmixer", en el que tendrán que fabricar su modelo previamente escaneado. Gracias al escaneado previo podrán obtener más detalles de la forma y textura, y deberán realizar entre dos y tres bocetos a lápiz antes de trabajar con el ordenador. Se trabajará con el programa mencionado e igualmente por parejas. Una vez modelada cada papa con sus características (gracias al escaneado previo que tendrán como guía), se dará paso a la impresión 3D de cada producto. La propuesta complementaria final sería la elaboración de una publicación que englobaría el proceso de trabajo desarrollado y que expondría los detalles acerca de las diversas especies de papas de Tenerife. Este proyecto digital se trata de un complemento educativo que presenta dos propuestas: la primera, ser editado por el Cabildo de Tenerife en el que se expondrá el resultado y proceso de trabajo del alumnado que ha participado por primera vez en este proyecto; la segunda, se trataría de un proyecto editorial gestionado por el FABLAB de la Universidad de La Laguna. La maquetación correría a cargo del alumnado del Grado en Diseño de la Facultad de Bellas Artes.

**03****Autónomo**

El alumnado deberá poner en práctica su habilidad con el manejo de una tecnologías 3D elemental, y representar los aspectos físicos de un producto. La actividad estará desarrollada total y parcialmente en el aula, donde le será facilitado las herramientas digitales: tablet y ordenador con el software del que dispondrán. De este modo, la parte autónoma de la actividad hace referencia a la actitud del alumnado frente al manejo de estas tecnologías una vez explicada su teoría y funciones. Las parejas deberán cooperar como trabajo en equipo, pero cada alumno/a deberá intervenir en el proceso de trabajo aportando su práctica con estas herramientas. El trabajo deberá equilibrarse y cuidar especialmente el manejo de los tiempos, de modo que se podrá consultar cualquier duda al docente responsable de la actividad. No está permitido el desarrollo de la actividad fuera del aula debido a que debe ser única y exclusivamente trabajada bajo la supervisión del profesor/a. Se trata de una actividad que debe respetar ciertos cánones y debido a su aspecto técnico, debe estar perfectamente supervisada por el profesor para que antes de su impresión, el modelado sea aprobado. El alumnado desarrollará una especial competencia tecnológica debido a la introducción de muchos/as por primera vez en el universo 3D.

## 7.2 Desarrollo de la actividad.

La actividad planteada se desarrolla en un mínimo de cuatro sesiones y un máximo de cinco (55 minutos). En función de realizar o no la charla previa sobre la agricultura canaria, se contabiliza como primera sesión la teoría expuesta sobre las papas de Tenerife. Las actividades prácticas procederán a realizarse a partir de la primera sesión, en la que se incluye el brainstorming mediante la herramienta de Manual Thinking. Posteriormente, en la segunda y tercera sesión se trabajará con las herramientas de fabricación digital: "Scann3D", "Mesh-mixer" y "Sculpt+". Las clases partirán de una teoría para el manejo de cada aplicación y el software de trabajo estará previamente instalado en los sistemas. Veamos con más detalle cada sesión a continuación.

### Sesión 1

La actividad sobre el modelado tridimensional de las papas de Tenerife es apta para ser complementada con una charla o ponencia previa. Se trata de una charla escolar promovida para los/as alumnos/as de toda secundaria, pero que servirá de especial relevancia para el alumnado de 1º E.S.O, debido a la puesta en marcha de su actividad. En caso de no contar con este complemento, la primera sesión de trabajo debe contar con una charla preliminar sobre las papas de Tenerife, en la que sería deseable contar con la presencia de un experto.<sup>10</sup>

De no contar con la presencia de un experto, el departamento de artes plásticas deberá gestionar la exposición previa al desarrollo de la actividad. Deberá tratarse de una exposición muy visual y apoyándose en los recursos teóricos de la obra de Domingo Ríos.<sup>11</sup> La exposición, proyectada en el aula/taller de plástica, especificará los siguientes recursos: breve historia de la papa, las zonas de cultivo y las trece especies que se trabajarán en la actividad. Una vez analizadas sus características, se proyectará el enunciado del proyecto a realizar, junto a sus aplicaciones, informando de la importancia del modelado 3D en la educación y a nivel profesional.

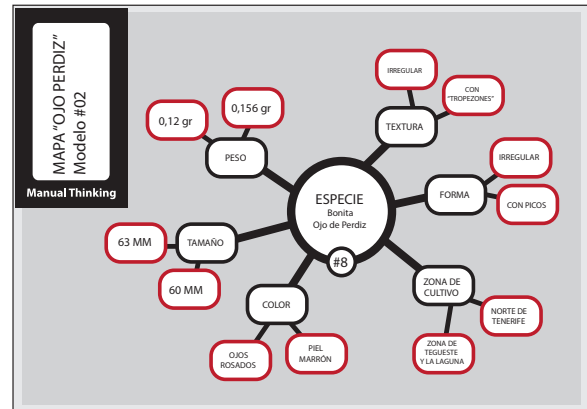
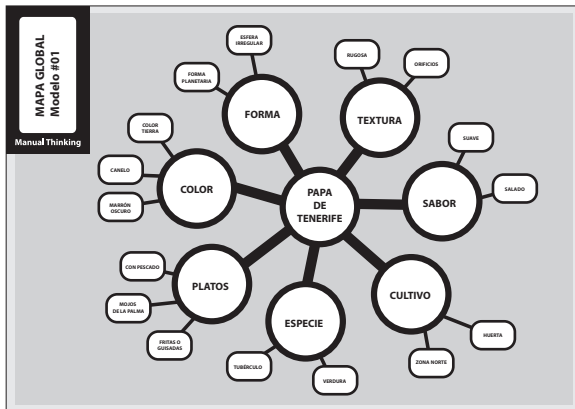
Seguidamente, se entraría en la parte práctica. El docente creará las parejas para el trabajo; en función del número de alumnos/as, algún grupo pasaría a contar con tres miembros, para encajar perfectamente las trece especies de papa. Las parejas serían mixtas, y serán elegidas por el profesorado en función de las características de cada miembro. Una vez hecho esto, se expondrá la herramienta "Manual Thinking", un mapa plegable con adhesivos utilizado para el desarrollo de todo proyecto. La idea es poner en práctica el conocimiento previo del alumnado con lo debatido en clase y elaborar un mapa mental sobre las papas de Tenerife. El kit de Manual Thinking incluye diversos adhesivos para adherir al propio mapa y diferenciar

---

10 Europapress (2012) *Un libro difunde la variedad de papas de Tenerife*. <https://www.europapress.es/islas-canarias/noticia-libro-difunde-variedad-papas-tenerife-20120806185027.html>.

11 Ríos Mesa, D. (2012) *Las papas antiguas de Tenerife*. Centro Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife.

palabras por tamaños, colores y crear jerarquía. Cada especie de papa incluirá un sub-mapa, en el que cada grupo al que se le asigne esa especie en concreto, pasaría a comentar aspectos como: color, textura, forma, sabor, plato con el que la asociaría, experiencias, propiedades, cultivo, etc. Esta herramienta de mapa, no procede a limitarse, ya que el alumno puede incluso dibujar y añadir todos los elementos que desee, pero siempre supervisados por el/la profesor/a. Los contenidos deben guardar relación con la charla previa y pueden aportar su creatividad. Cada grupo asignará los diversos conceptos hacia su especie de papa asignada.



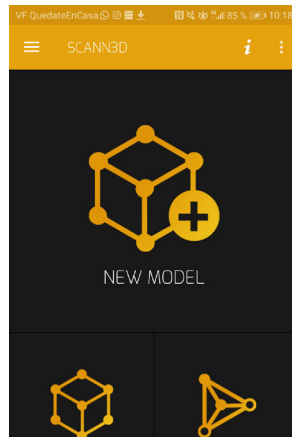
Modelos de mapas de Manual Thinking para trabajar en el aula con los conceptos impartidos.

### Sesión 2 y 3

En la segunda sesión se abrirá la clase exponiendo el modelado 3D y su utilidad. Se expondrán diversos ejemplos de fabricación digital básica, ejemplos culinarios como fruta o similares. Finalizando esta breve teoría, se expondrán las dos aplicaciones con las que se continuará trabajando. En primer lugar, se hará mención a la aplicación para dispositivos móviles "Scann3D". Con esta aplicación, cada grupo debe escanear su papa realizando una serie de fotografías alrededor de la misma y la aplicación unifica ambas para crear un modelo de previsualización tridimensional. Se trata de una aplicación que trabaja con fotogrametría, de libre descarga para Android pero con licencia de pago mensual para emplear funciones más avanzadas de la misma. Cada papa se colocará sobre una mesa o caja de superficie blanca y se procederá a realizar dichas fotos. Aunque el resultado puede presentar fallos de previsualización, se trata de que el alumnado aprenda directrices básicas sobre la fotogrametría. El profesorado ayudará para la realización correcta de ambas fotos, puesto que cada grupo dispondrá de una tablet para trabajar con la misma. La idea es que el alumnado junto con su modelo de previsualización, interprete los rasgos físicos de su papa para poder plasmarlos posteriormente en el programa de modelado tridimensional.

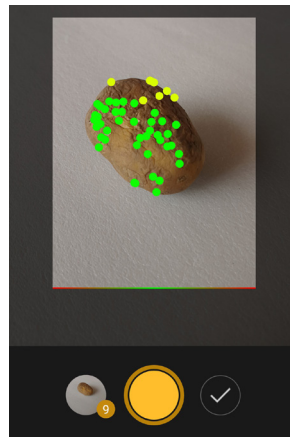
1

Selección de un nuevo modelo a escanear.



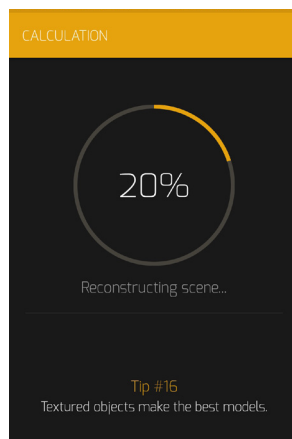
2

Escaneado mediante fotografías alrededor de la papa.



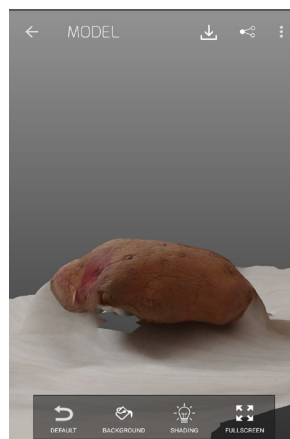
3

Procesado del modelo escaneado.



4

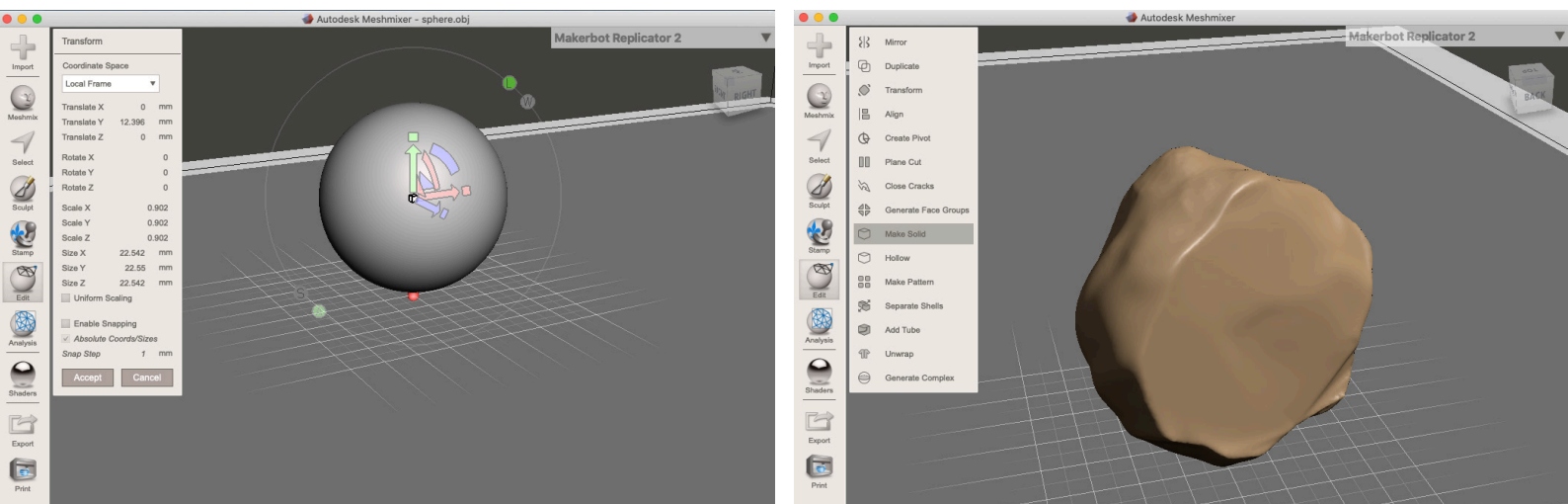
Visualización 3D. (Si presenta errores en la superficie, las fotografías no se han realizado correctamente)



Procedimiento de escaneado en fotogrametría con la aplicación "Scann3D".

Meshmixer es el programa con el que trabajarán en el ordenador, teniendo cada grupo como referencia su escaneado y su propia papa. Se trata de un programa básico para la fabricación digital, y que permite exportar archivos para su posterior impresión. El alumnado partirá su trabajo de modelado a partir de una esfera, a la que tendrán que darle la forma de su variedad de papa; para ello, deberán realizar bocetos a lápiz sobre una cartulina blanca que se les facilitará para que anoten todos los detalles que agilicen su modelado. Deberán realizar dos papas: la primera, debe estar entera y la segunda, cortada a la mitad. Para esto deberán generar por lo tanto dos archivos STL, guardándolos como modelo 1 (papa entera) y modelo 2 (papa mitad). Deberán realizar primero el modelo 1, guardarlo perfectamente, y en el modelo 2 únicamente se realizará el corte que permita visualizar la papa como si estuviese partida justo en el centro. Cada grupo procederá a imprimir dos modelos. Los archivos se deberán subir a una carpeta en la nube para que el profesor explique el siguiente paso: la impresión. Esta, estará disponible a partir de la tercera sesión si los grupos han podido finalizar con éxito el modelado y tienen la aprobación del docente. Cada grupo bajo la supervisión del profesorado realizaría la orden de imprimir su modelo a la impresora que se encuentre en el aula.

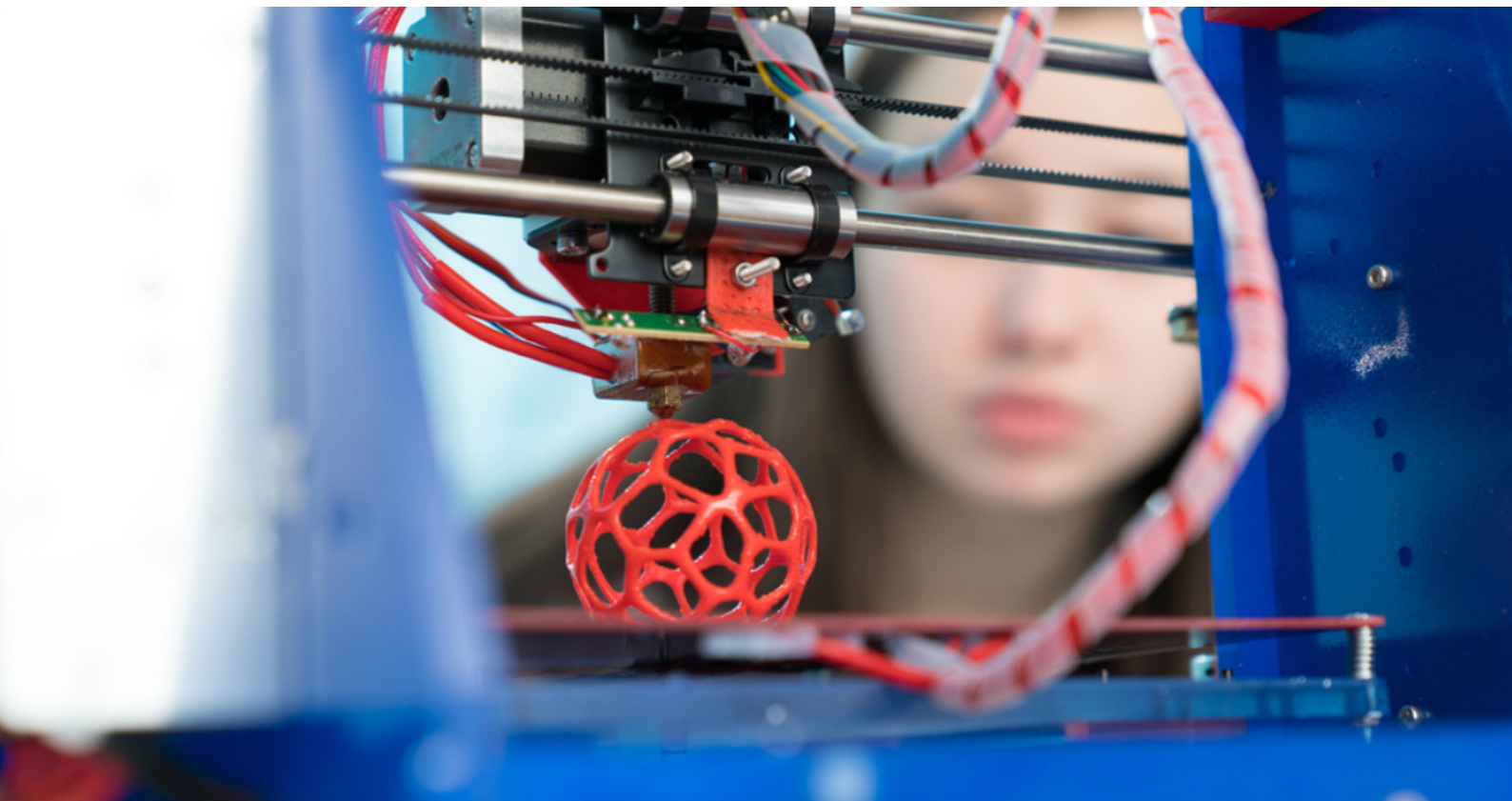
Entre la tercera y cuarta sesión de trabajo, los modelos deberán irse imprimiendo. El alumnado supervisará en todo momento el funcionamiento de la impresora bajo las explicaciones del docente. Cada papa impresa deberá poseer las dimensiones aproximadas de su modelo real, cuyas medidas se aplicarán finalmente tras la aprobación del modelado. Teniendo en cuenta el tamaño irregular de la papa, las dimensiones podrán ser flexibles, no sobrepasando los 60 mm de largo o alto, pero tampoco por debajo de los 40 mm. Cada especie tiene un tamaño particular, pero todos los modelos deberán situarse entre los 40 y 60 mm.



Fases del proceso de modelado en Meshmixer, obtenidas a través de una esfera.

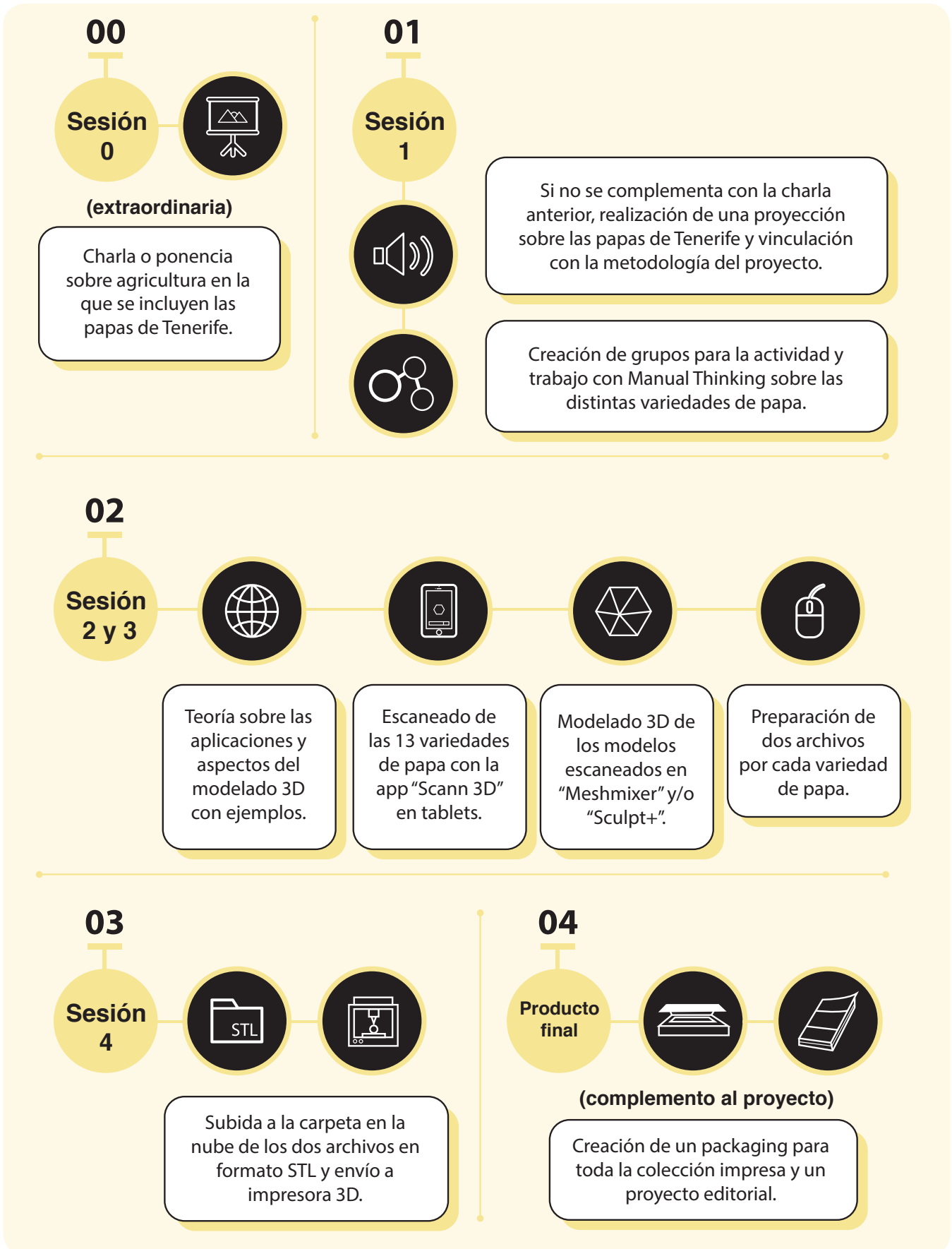
### Sesión 4 - 5

La prolongación a una quinta sesión varía en función de la velocidad de realización de cada modelo. Se tiene en cuenta el total de los 13 y que cada grupo debe contar con dos impresiones, es decir, el primer modelo de papa entera y el segundo modelo de papa a la mitad. Dado que cada una de las impresiones lleva su tiempo, el docente procederá a ir imprimiendo todos los modelos en las sesiones que impartirá posteriormente con dicha clase, mientras continúa con el resto del temario programado. Es decir, el profesorado continuará impartiendo el resto de su asignatura con sus actividades correspondientes, y en cuestión de dos a tres semanas, se pretende tener todos los resultados impresos. El docente irá mostrando al alumnado las piezas una vez impresas. En resumen, cuando todos los alumnos procedan a tener listos sus archivos y preparados para impresión, la actividad dará por finalizada. Cuando todos los modelos estén impresos, se reunirá al alumnado para comprobar el resultado final y compararlos con el modelo real. Esto se realizaría estimadamente después de 5 - 6 sesiones de clase. El profesorado no se hará cargo de la impresión fuera del horario de clase.



*Fase de impresión 3D de todas las especies de papa una vez modeladas y exportadas correctamente en STL.*

### 7.3 Resumen gráfico del desarrollo del proyecto.



### 7.4 Propuesta editorial.

La propuesta de realizar una publicación física y digital, relatando el desarrollo de este proyecto es un complemento extra. Se trata de una propuesta que podría encaminarse entre el área de agricultura del Cabildo de Tenerife y la Universidad de la Laguna. Uniendo dos territorios, el de la fabricación digital y el producto agrícola, el resultado es interesante. No sólo se obtiene una publicación que relata el proceso de trabajo o las diversas especies de papas de Tenerife, sino que logra un proyecto a la vez educativo y científico. Esta publicación aprovecha la oportunidad del proyecto desarrollado bajo las directrices de la fabricación digital en el ámbito educativo. Muestra cómo dos disciplinas, agricultura y arte, son capaces de convivir juntas y desarrollar un proyecto de estas características. De este modo, el proyecto editorial está pensado para ser publicado de forma digital y física. Se reflejarían las 13 especies de papa de Tenerife en fotografía real, junto a los modelos tridimensionales impresos en 3D, su previsualización de mallas, texturas, etc. Una publicación muy visual y técnica en la que se hará protagonista al primer alumnado encargado de realizar este proyecto. La publicación incluiría también la sesión de la herramienta Manual thinking impartida en la primera clase. Todo el proyecto se encontraría documentado mediante imágenes fotográficas y capturas de pantalla de las aplicaciones empleadas. Finalmente, mostrará el producto en su resultado final. Los apartados en referencia a las propiedades de las especies de papa estarían documentados gracias a intervención del área de agricultura del cabildo, tomando como referencia la obra del especialista Domingo Ríos. El FABLAB y especialistas de la Universidad de La Laguna serían los responsables de desarrollar toda la parte técnica de fabricación digital.

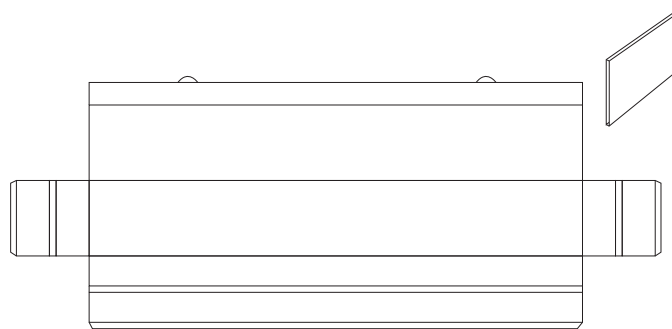


Representación en mockup de un modelo de publicación editorial con el contenido del proyecto.

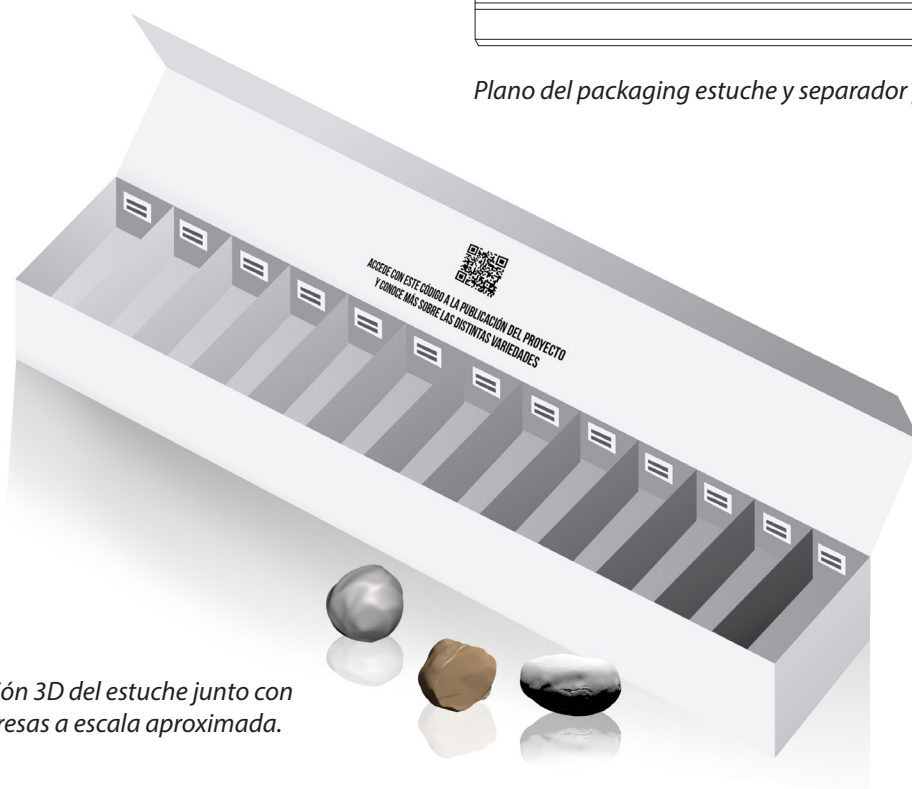


## 8 Propuesta de producto definitivo.

Una vez finalizadas las fases que conforman el proyecto, se pretende elaborar un producto que integre el conjunto de piezas impresas, junto con la publicación editorial que relata todo el desarrollo del proyecto. El producto a proponer, es un estuche, un packaging diseñado para transportar todas las piezas 3D correspondientes a las 13 variedades de papa de Tenerife. Cada pieza estará clasificada y diferenciada por su tipología, y una breve descripción. La propuesta de packaging está formada por una caja tipo estuche, con un largo superior al ancho, formada por cartoncillo blanco de 300 gramos. Este estuche se caracteriza por una apertura superior, cuya solapa se despliega hacia atrás. En su interior, un total de 12 separadores en cartón blanco ondulado, dividirán el interior de la caja en 13 secciones, cada una para contener los dos modelos impresos por variedad de papa (una entera, y otra media). El material es apto para sostener el peso de los productos impresos ya que no presenta riesgos, y pueden ser transportados sin problema. El interior también contiene pegatinas para cada variedad de papa, y un código QR para acceder a la publicación digital, para obtener información sobre el proyecto y todo lo que se desee saber acerca de las papas de Tenerife.



Plano del packaging estuche y separador para las piezas.



Representación 3D del estuche junto con 3 piezas impresas a escala aproximada.



Modelo exterior de la cubierta del estuche junto con la publicación editorial del proyecto "Más que Papas".

## 9 Conclusiones.

La posibilidad de trabajar con un producto real como la variedad de papas de Tenerife y acercarlo al ámbito educativo dentro de la materia artística invita a una nueva metodología de aprendizaje cooperativo. El alumnado no trabaja sólo de manera independiente; aprende a convivir con el resto de sus compañeros y a participar colectivamente en un proceso de trabajo de dimensión profesional. Este proyecto es reflejo de una metodología innovadora no sólo por introducir la enseñanza de modelado 3D en un aula, sino porque el alumnado además interviene en un proceso de diseño impulsado a través de los recursos aquí desarrollados. Aunque a primera vista resulte poco usual la unificación de agricultura y arte para trabajar en un aula, los objetivos del proyecto también tratan de formar al alumnado sobre el medio que les rodea. Se trata de hacerles comprender el valor de los productos agrícolas tradicionales y su función como seña identitaria, y llevar a cabo una investigación vinculada con la propia ciencia de la naturaleza. Las 13 especies aquí citadas forman parte de una producción agrícola histórica y con gran interés culinario. El alumnado con esta actividad se convierte en protagonista gracias a su intervención y apoyo a la cultura canaria.

Es un proyecto que no solo se identifica como innovador, sino con una gran responsabilidad para alumnos/as que comienzan su etapa de secundaria. Un proceso de diseño estructurado en varias partes y sesiones, promoviendo el conocimiento agrícola junto con el diseño de productos reales; y además estudiando al mismo tiempo las propiedades físicas de una colección de papas antiguas. Podría decirse que es un proyecto que no se dirige en un único sentido, más bien posee multidisciplinariedad: se aplica metodología brainstorming, se trabaja ciencias naturales, se trabaja diseño de producto, modelado 3D, técnicas de impresión, etc. De ahí a que se considere un proyecto enriquecedor y apropiado para trabajar con alumnos de 1º E.S.O.

Sobre las aplicaciones de modelado 3D es de especial consideración que la aplicación de escaneado mediante fotogrametría puede presentar algo de dificultad al principio, debido a la precisión de realizar correctamente las fotografías para cargar el modelo 3D. La intervención y correcta supervisión del docente en este procedimiento debe ser importante para que el alumnado pueda manejar correctamente la aplicación de escaneado. Sobre el programa "Meshmixer", su elección se considera conveniente para trabajar con alumnos/as que están siendo introducidos en la formación de fabricación digital mediante 3D. Es un programa con una interfaz clara y concisa, además de que empleará el manejo de herramientas básicas. El alumnado trabajará el volumen y elementos como la extrusión, corte o inflado. La sensación predominante es como si trabajasen modelando una plastilina, elemento que también está perfectamente adaptado para la atención a la diversidad donde este alumnado también podrá obtener su resultado de aprendizaje. La parte práctica del proyecto se considera intuitiva, puesto que desde el trabajo con Manual Thinking sobre la aportación de ideas, hasta el trabajo con las dos aplicaciones y la impresión final, resultan didácticas y progresivas.

Finalmente, sobre la impresión, el alumnado será testigo de ver impreso su trabajo. Un acercamiento a esta tecnología despierta interés y atención por su parte. Comprobar cómo se materializa su objeto digital manifiesta la necesidad de trabajar con tecnologías 3D para llevar a cabo cualquier proyecto profesional. Desde un proyecto científico hasta esculpir una mera propuesta creativa. La impresión 3D cada vez adquiere más razones para ser implantadas en un aula. Recopilar esta colección en un trabajo de packaging, más una publicación que relata todo el proceso de trabajo hace el proyecto más completo y enriquecedor. Es una colección que podrá ser gestionada por el FabLab de la Universidad de La Laguna ya que el resultado final del proyecto reunirá las piezas de la colección junto a la publicación editorial.



## 10 Bibliografía.

Afonso, Mayra (2008). *El tesoro de la biodiversidad agrícola en Tenerife con el pirata papa negra*. Cabildo de Tenerife.

Bcn3d (2020) *Sigmax R19*. <https://www.bcn3d.com/es/bcn3d-sigmax-r19/>

Bonnet de León, A; De La Torre Cantero, J; Meier, C; Melián Díaz, D; Saorín, Luis J (2016) *Esculturas de Santa Cruz de Tenerife. Objetos de aprendizaje tridimensional. Visualización, manipulación e impresión 3D*. Bubok Publishing.

De La Torre Cantero, J; Martín González, M; Meier, C; De Ruiz Castillo, C; Saorín, Luis J (2017) *Catálogo Multimedia de Fósiles marinos de Canarias. Neógeno y Cuaternario*. Bubok Publishing.

De la Torre Cantero, J; Saorín, José L.; Meier, C; Melián-Díaz, D; Drago Díaz Alemán, M (2015) *Creación de réplicas de patrimonio escultórico mediante reconstrucción 3D e impresoras 3D de bajo coste para uso en entornos educativos*. *Arte, Individuo y Sociedad*, vol. 27, núm. 3, 2015, pp. 429-446. Universidad Complutense de Madrid.

Europapress (2012) *Un libro difunde la variedad de papas de Tenerife*. <https://www.europapress.es/islas-canarias/noticia-libro-difunde-variedad-papas-tenerife-20120806185027.html>.

García Cuesta, J, Mayor, P. (2019) *Food Design. Transformación en el mundo de la alimentación*. <https://www.icex.es/icex/es/Navegacion-zona-contacto/revista-el-exportador/observatorio2/REP2019810784>.

Impresoras3d.com (2018) *Guía definitiva sobre distintos filamentos para impresión 3D*. <https://www.impresoras3d.com/la-guia-definitiva-sobre-los-distintos-filamentos-para-impresoras-3d/>.

Luis López López, E. (2013) *Compromiso de los adolescentes de Canarias con un estilo de vida físicamente activo y saludable*. <http://reefd.es/index.php/reefd/article/viewFile/135/129>.

Manual Thinking (2020) *¿Qué es Manual Thinking?* <https://manualthinking.com/es/acerca/que-es-manual-thinking/>.

Materialise (2020) *Modelado por deposición fundida (DFM)*. [https://www.materialise.com/es/manufacturing/tecnologia-de-impresion-3d/modelado-por-deposicion-fundida?gclid=Cj0KCQjw-r71BRDuARIsAB7i\\_QNcE12QuRePurltv6wSICqzjHsGmKInn976xo8f4Meit3UzB-Dx3AecaAt2AEALw\\_wcB](https://www.materialise.com/es/manufacturing/tecnologia-de-impresion-3d/modelado-por-deposicion-fundida?gclid=Cj0KCQjw-r71BRDuARIsAB7i_QNcE12QuRePurltv6wSICqzjHsGmKInn976xo8f4Meit3UzB-Dx3AecaAt2AEALw_wcB).

Organización Mundial de la salud (2017) *La obesidad entre los niños y los adolescentes se ha multiplicado por 10 en los cuatro últimos decenios*. <https://www.who.int/es/news-room/detail/11-10-2017-tenfold-increase-in-childhood-and-adolescent-obesity-in-four-decades-new-study-by-imperial-college-london-and-who>.

Ríos Mesa, D. (2012) *Las papas antiguas de Tenerife*. Centro Conservación de la Biodiversidad Agrícola de Tenerife. Servicio Técnico de Agricultura y Desarrollo Rural. Cabildo de Tenerife.  
Rodríguez Ortega, Nuria (2008) *Acceso, comprensión y apreciación del patrimonio histórico-artístico: reflexiones y estrategias*. Ayuntamiento de Málaga, Área de Cultura: Museo del Patrimonio Municipal.

Sketchfab (2020) <https://sketchfab.com/>.

Ultimaker (2020) <https://ultimaker.com/es/>.

3DNatives (2020) *Guía completa: el filamento PLA en la impresión 3D*. <https://www.3dnatives.com/es/guia-filamento-pla-en-la-impresion-3d-190820192/>.

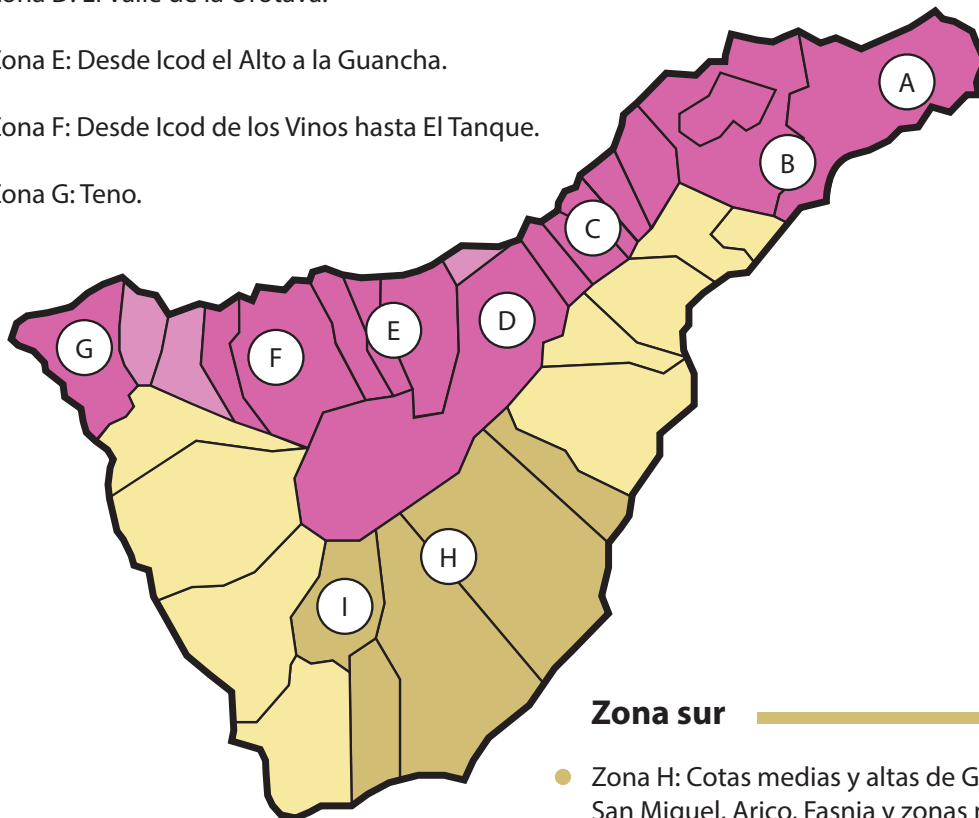
## 11 Anexo.

### Anexo 1.

Mapa de las principales zonas de cultivo de la isla de Tenerife.

#### Zona norte

- Zona A: Anaga.
- Zona B: Área norte periurbana de Santa Cruz-La Laguna.
- Zona C: Desde el norte del Sauzal a Santa Úrsula.
- Zona D: El Valle de la Orotava.
- Zona E: Desde Icod el Alto a la Guancha.
- Zona F: Desde Icod de los Vinos hasta El Tanque.
- Zona G: Teno.



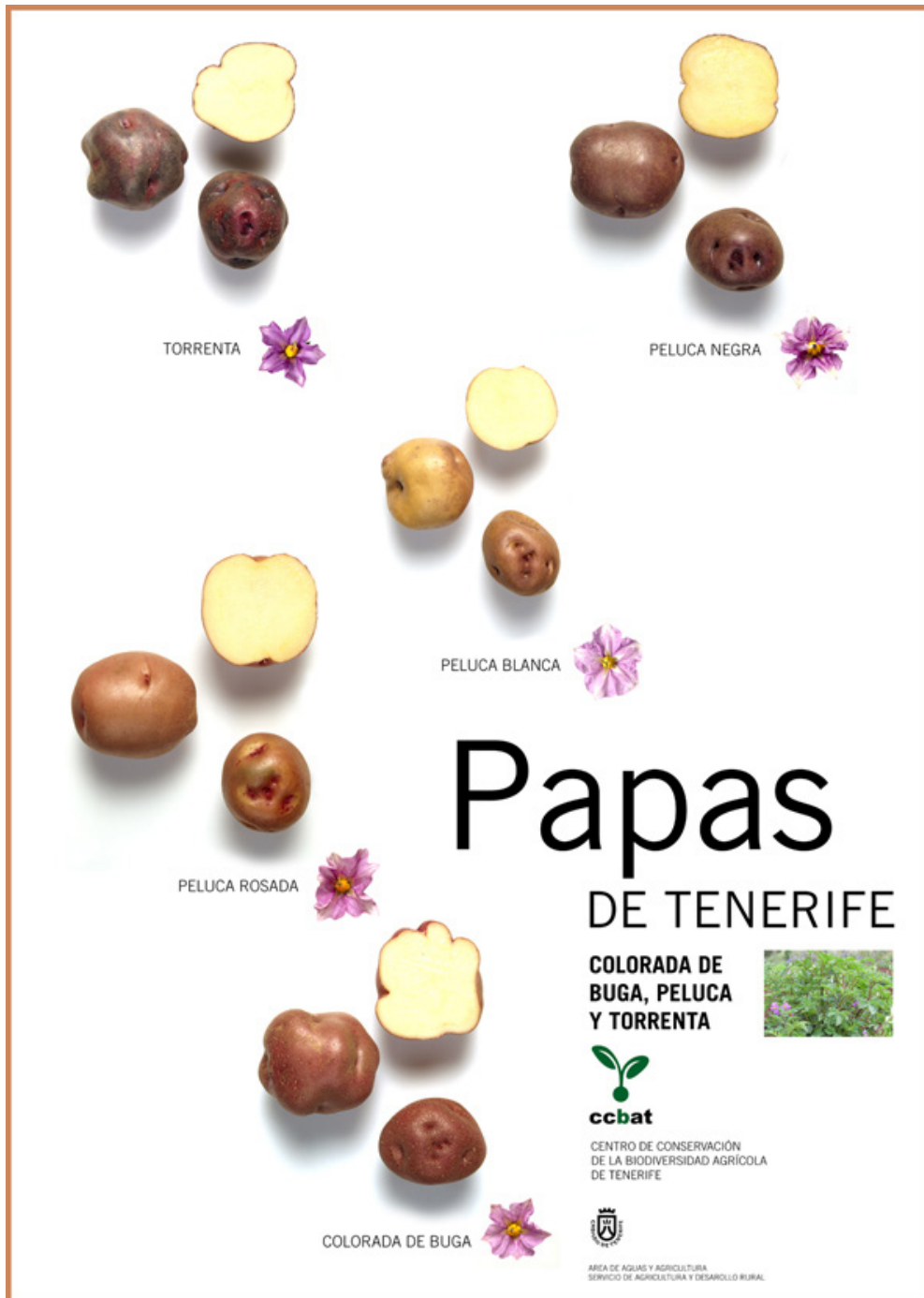
#### Zona sur

- Zona H: Cotas medias y altas de Granadilla, San Miguel, Arico, Fasnia y zonas más aisladas del resto de municipios del sur.
- Zona I: Vilaflor.

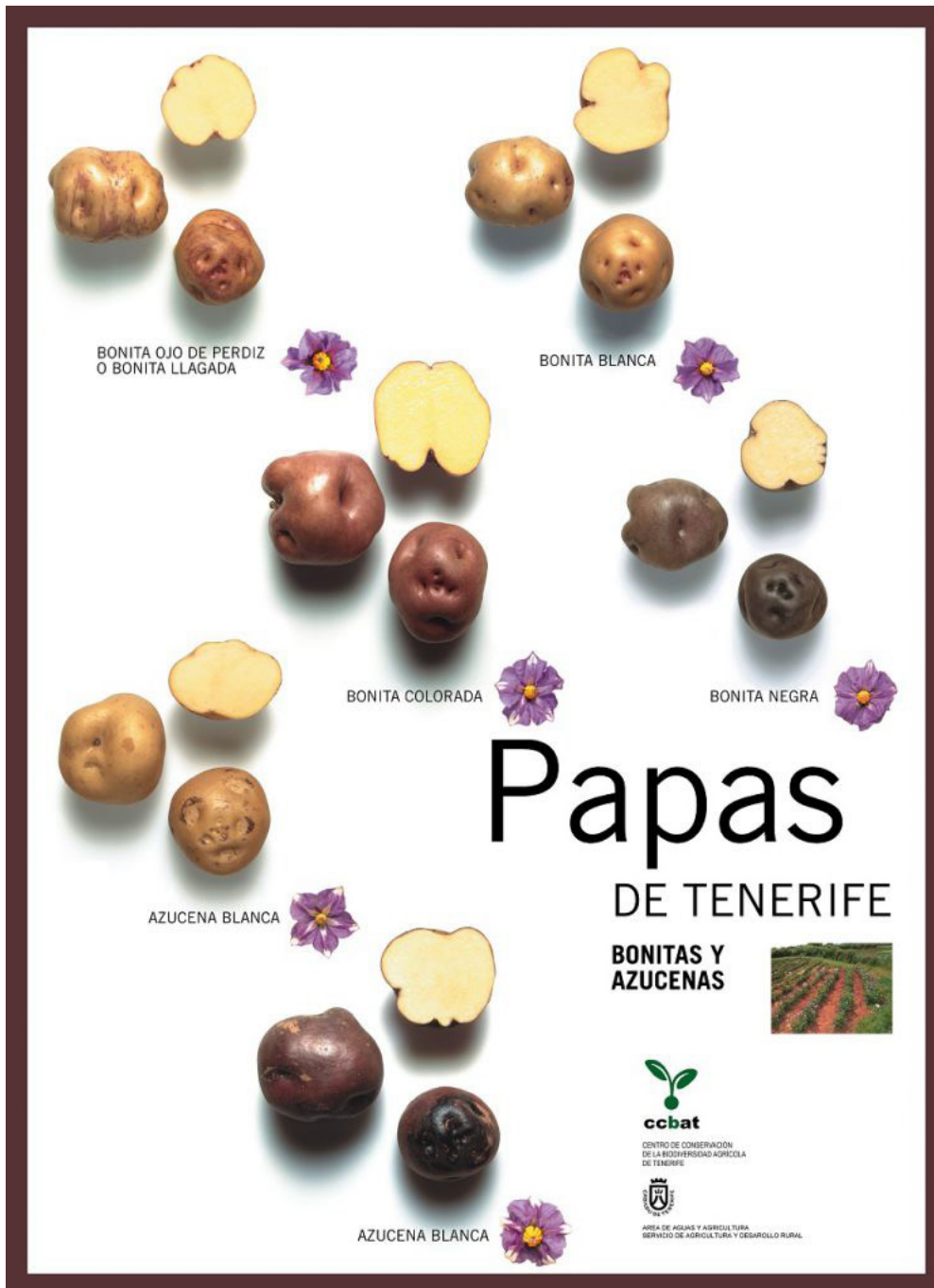
## Anexo 2.

Cartelería con diversas variedades de papas de Tenerife.

Fuente: centro de conservación de la biodiversidad agrícola de Tenerife.



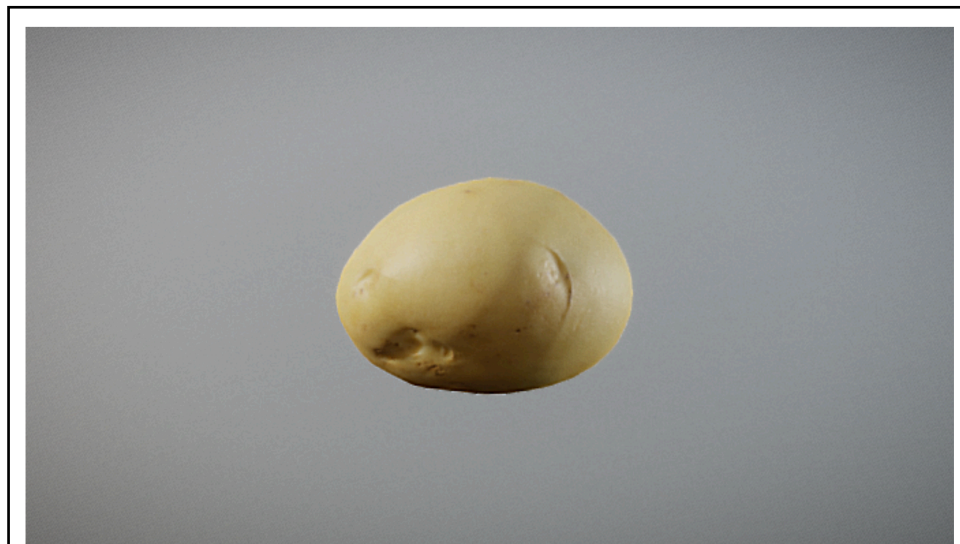




**Anexo 3.**

Modelados 3D de otras especies de papa.

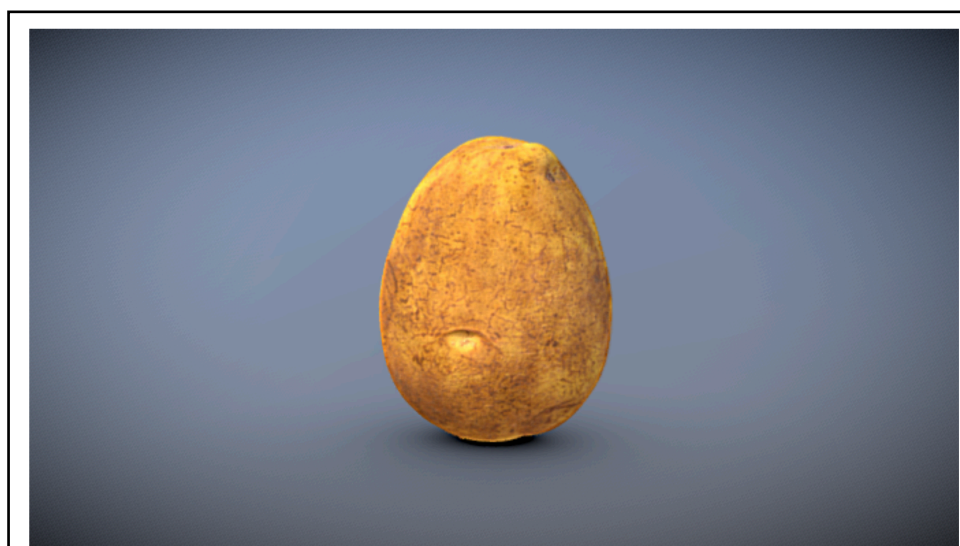
Fuente: Thingiverse y Sketchfab.



**White Potato**

3D Model

<https://sketchfab.com/3d-models/white-potato-b883eab7d2a54c9b974d55373429c24b>



**Potato**

3D Model

<https://sketchfab.com/3d-models/potato-f27d078c131a42faa87e37bcf0c0f78a>



## Russet Potato

3D Model

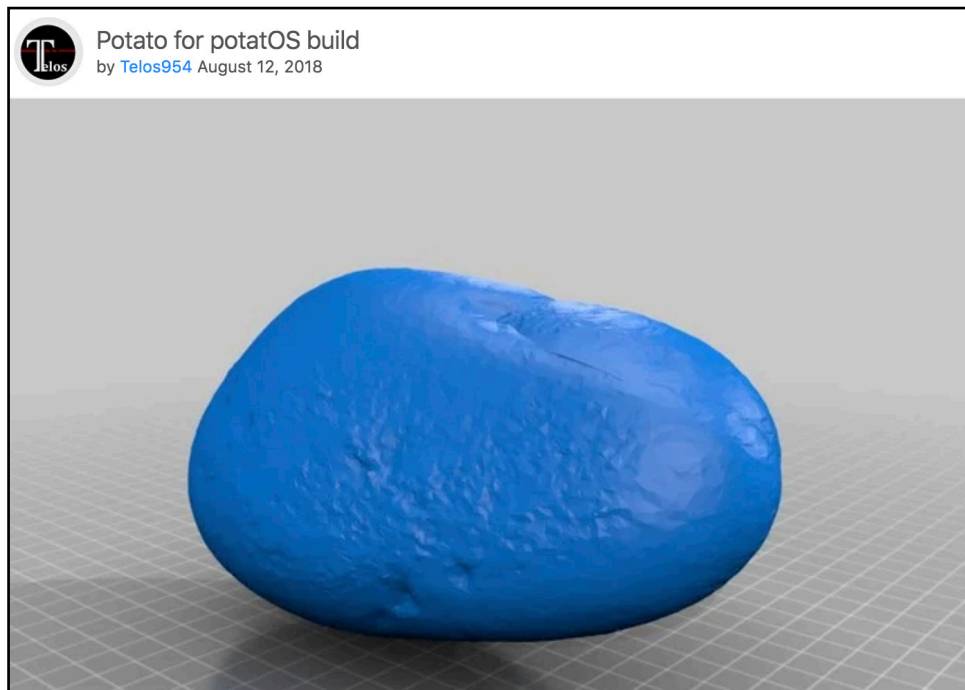
<https://sketchfab.com/3d-models/russet-potato-12fe913dec9746eab63c5ada11e9c456>



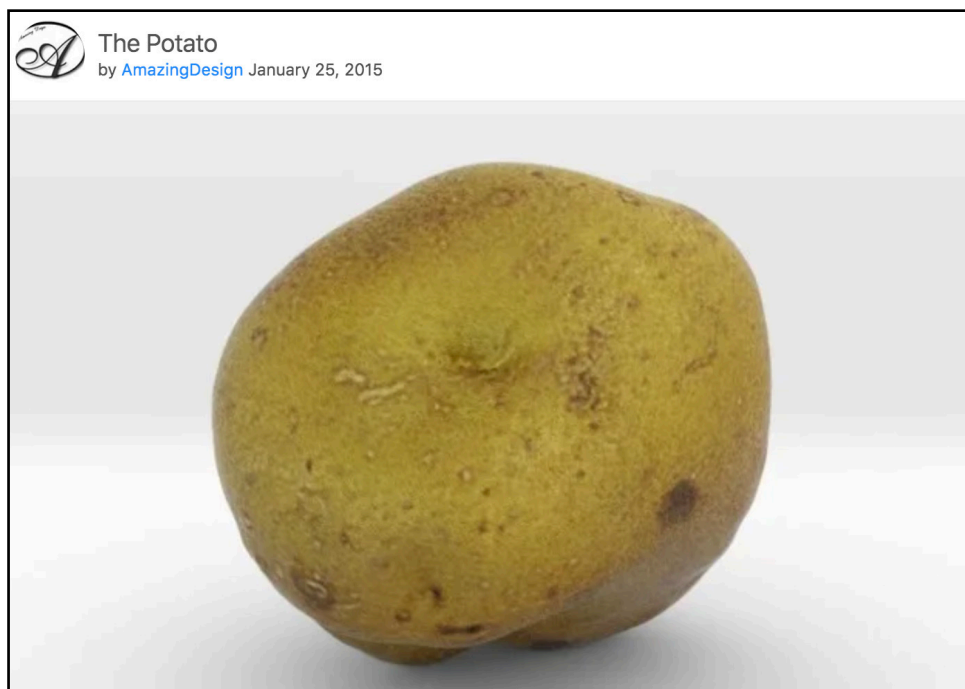
## Potato whole half and slices

3D Model

<https://sketchfab.com/3d-models/potato-whole-half-and-slices-b30f8b8b7af640199b36849b47bc5b6e>



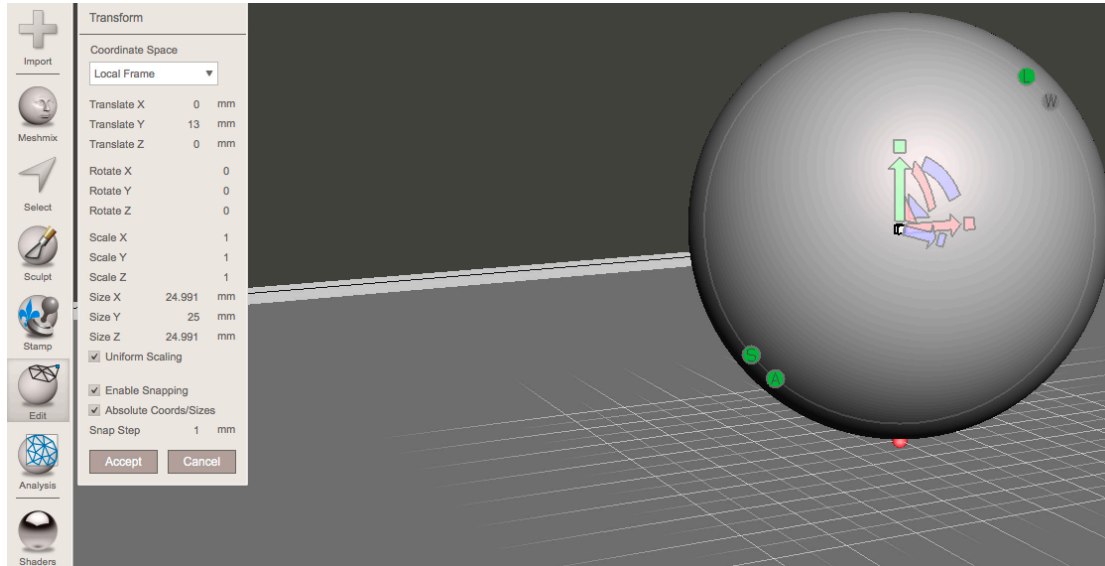
<https://www.thingiverse.com/thing:3045751>



<https://www.thingiverse.com/thing:526752>

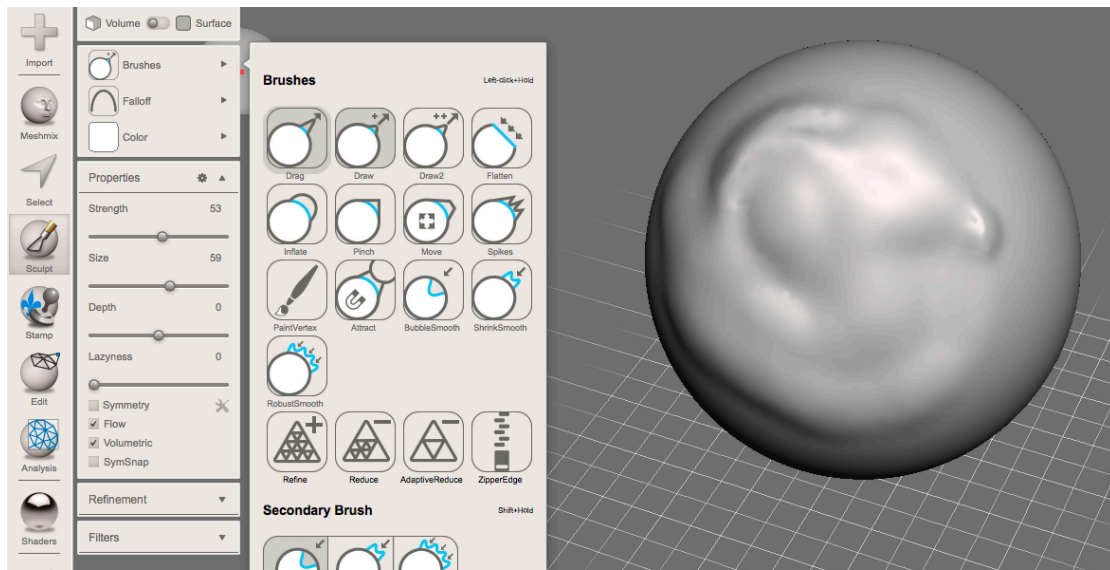
## Anexo 4.

Herramientas básicas para la actividad de modelado en Meshmixer.



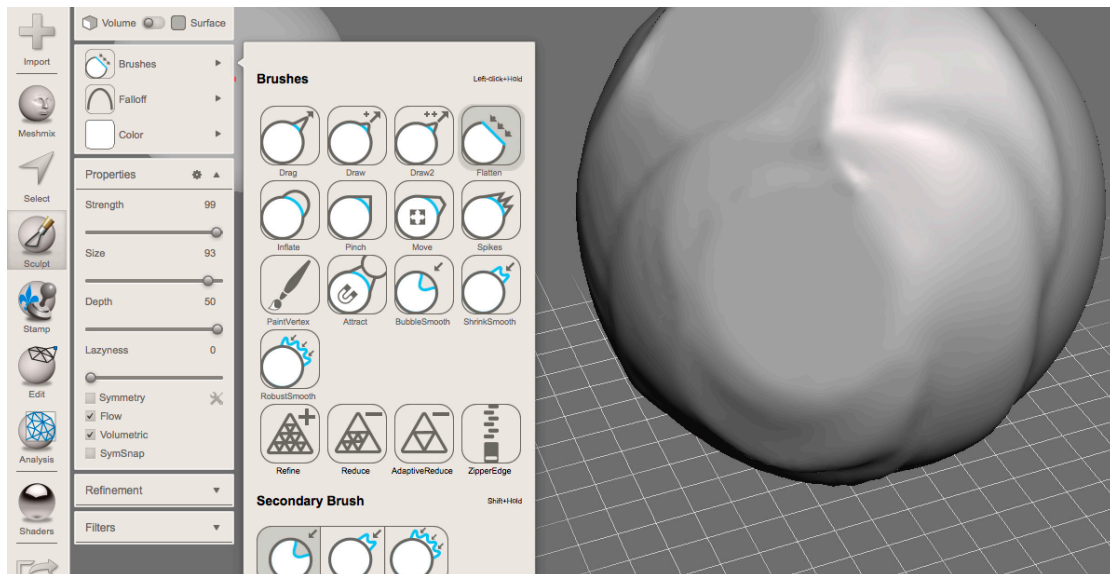
### Transformar (botón edit).

Herramienta para poder desplazar el objeto por la mesa de trabajo y también agrandarlo o disminuirlo.



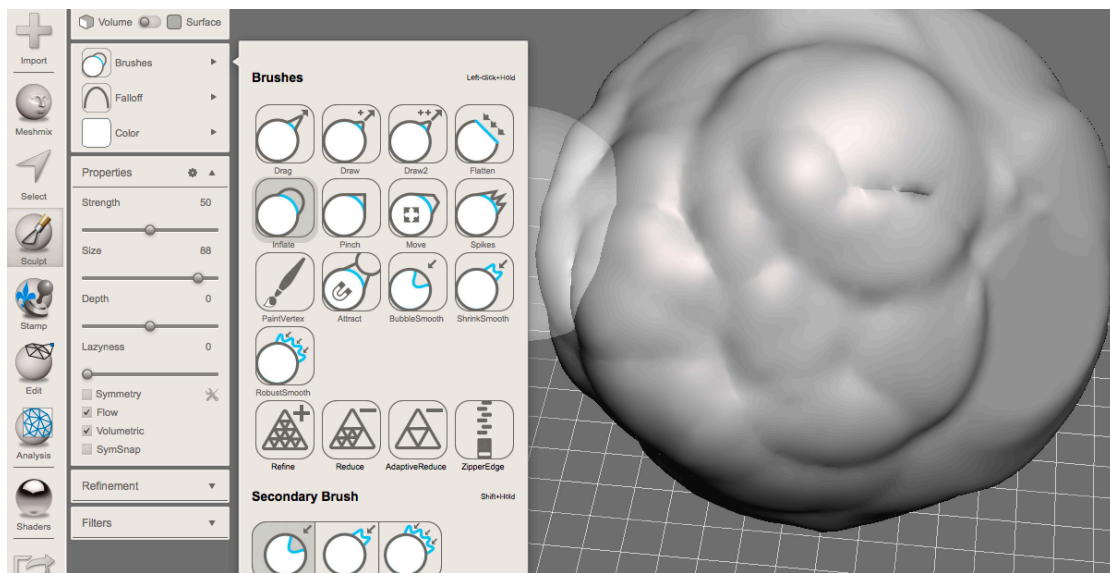
### Brochas para levantar superficie (brushes -> drag/draw/pinch/spikes).

Brochas elementales para poder extraer y crear relieve a la superficie.



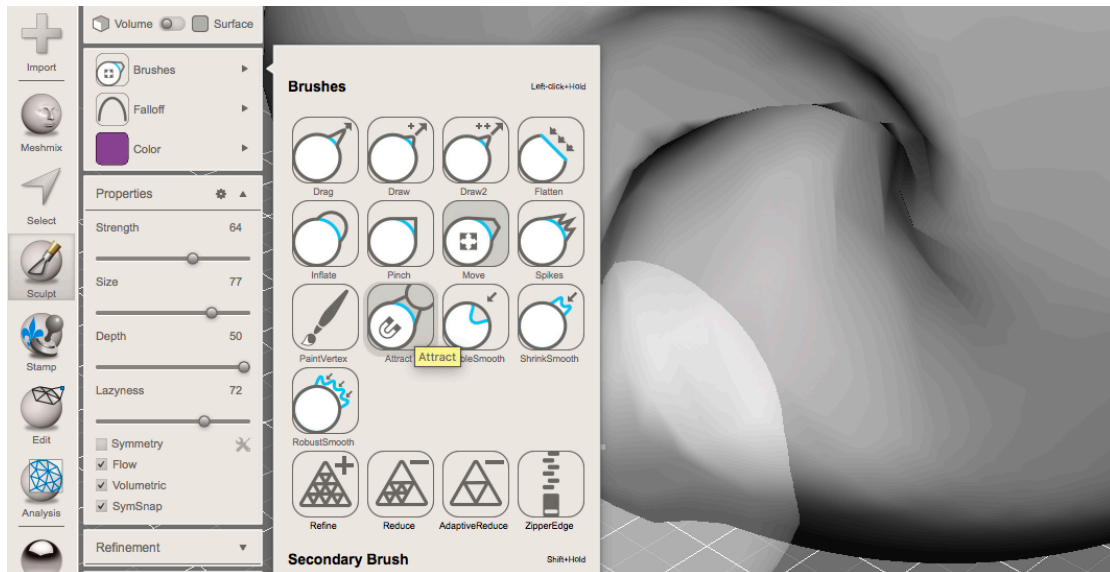
### Brocha flatten (brushes -> flatten).

Brocha que sirve para aplanar la zona seleccionada en función de las dimensiones o profundidad que se escoja.



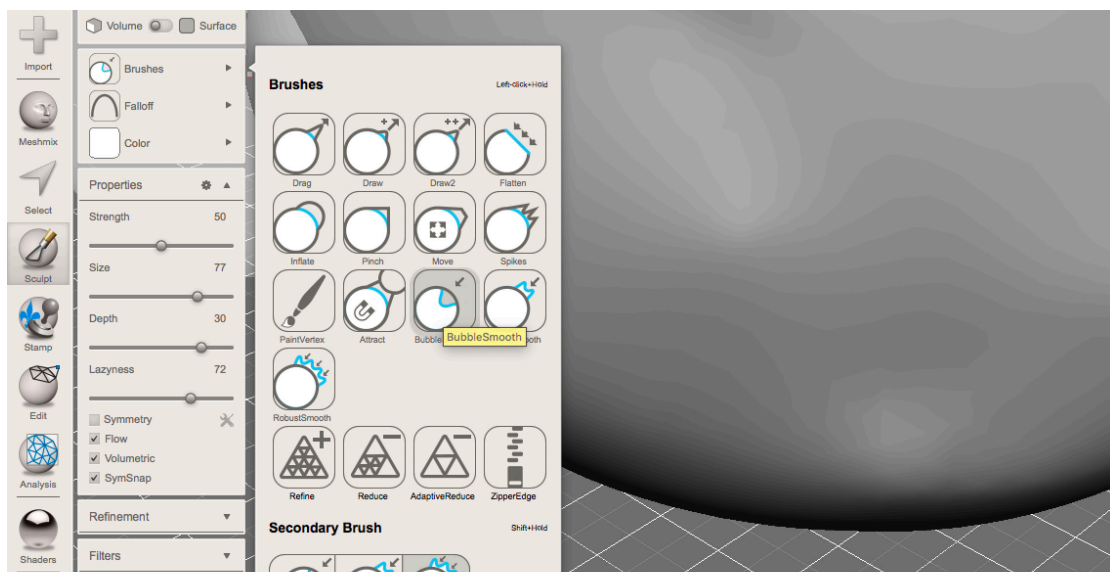
### Brocha de inflado (brushes -> inflate).

Se utiliza para crear "burbujas" y/o crear volúmenes partiendo con forma de esfera predeterminada. Se inflará la zona más o menos en función del rango de tiempo que se deje pulsado el ratón izquierdo.



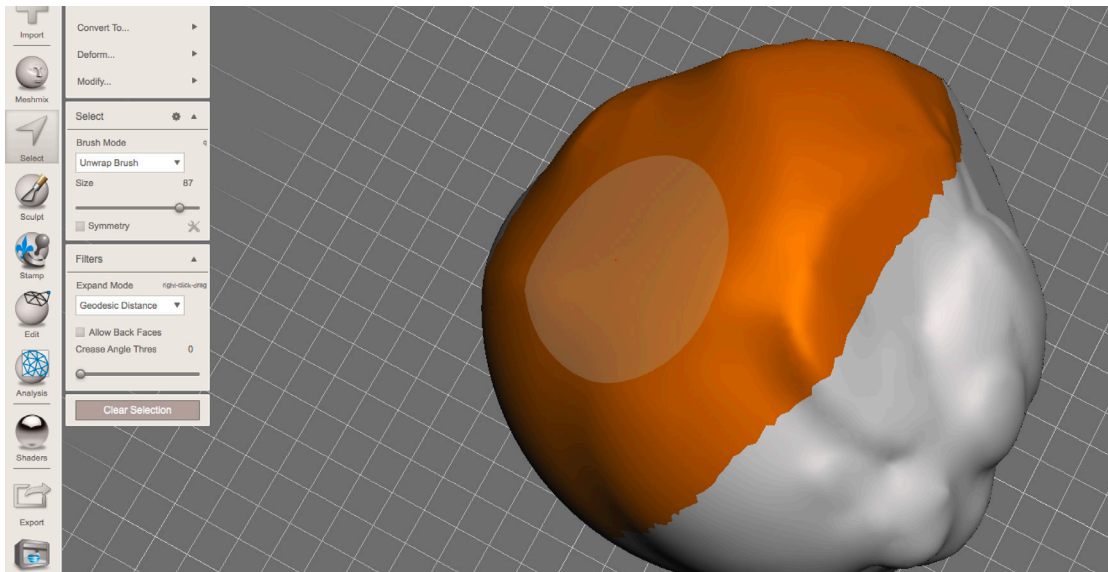
**Brocha attract (brushes -> attract).**

Permite perforar o extraer hacia el exterior el tamaño de la superficie que seleccionemos. Ideal para realizar huecos internos.



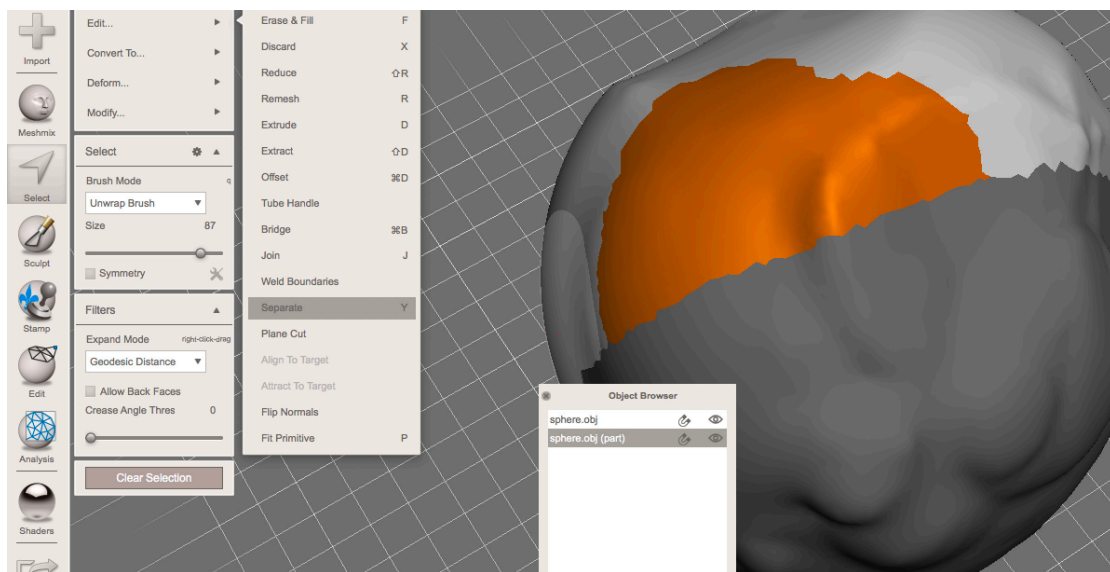
**Brocha bubble smooth (brushes -> bubble smooth).**

Brocha ideal para corregir superficies perforadas, de manera que se aplanará más o menos la zona en función del tamaño que se le de a la misma.



### Herramienta de selección (botón select).

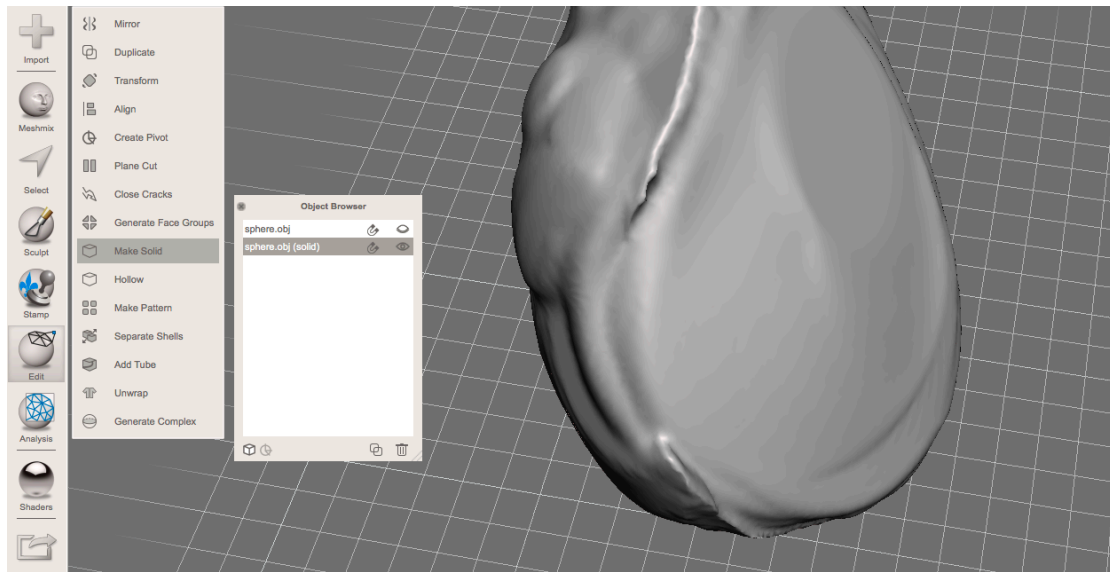
Nos permite poder seleccionar la zona que deseemos a mano alzada. En la actividad, esta herramienta será fundamental a la hora de dividir la papa por la mitad.



### Separar elementos (select -> edit -> separate).

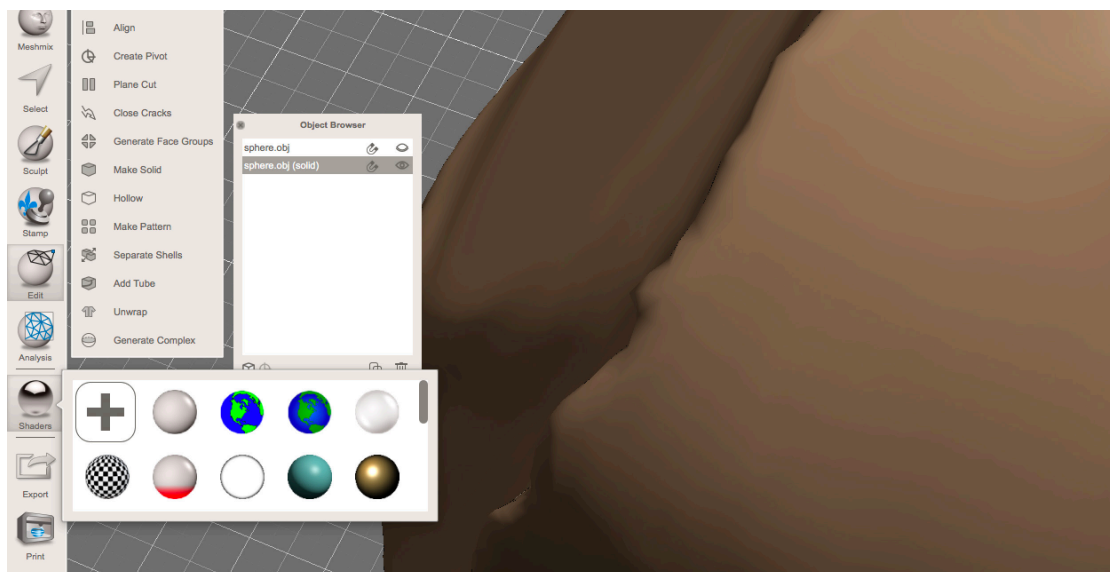
Con la herramienta de separar, podremos dividir un objeto en varias zonas. Directamente nos aparecerá una ventana con cada elemento para trabajar por separado y podremos igualmente eliminar el que deseemos.





**Crear objeto sólido (edit -> make solid).**

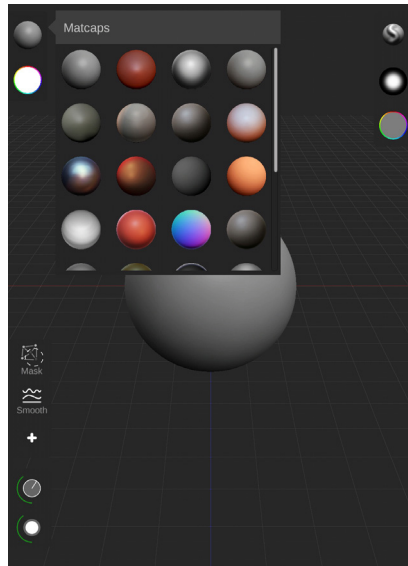
Herramienta que permite generar un elemento sólido a diferencia de un objeto hueco. Es fundamental a la hora de dividir o cortar elementos huecos.



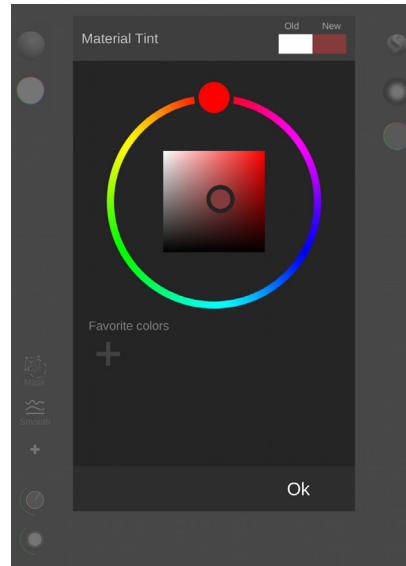
**Dar color / textura (shaders).**

Herramienta para colorear una superficie asignada y/o dar tonalidad de una textura.

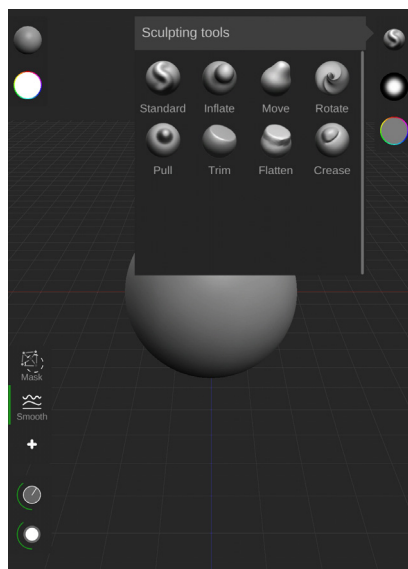
## Anexo 5. Herramientas básicas para trabajar con Sculpt+.



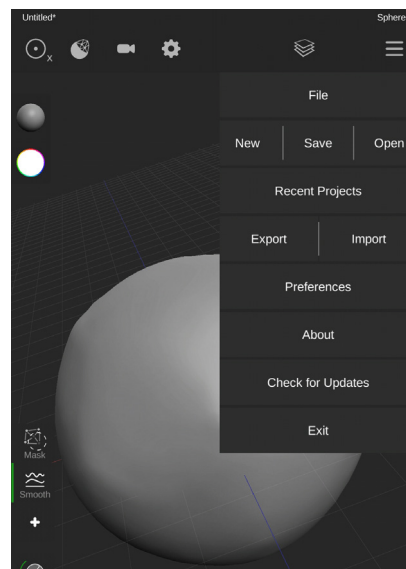
**Matcaps:** para colorear la superficie del elemento mediante texturas.



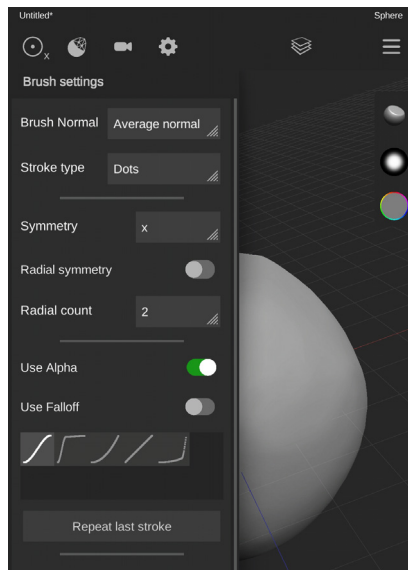
**Material tint:** elección de color para colorear libremente con la herramienta brocha.



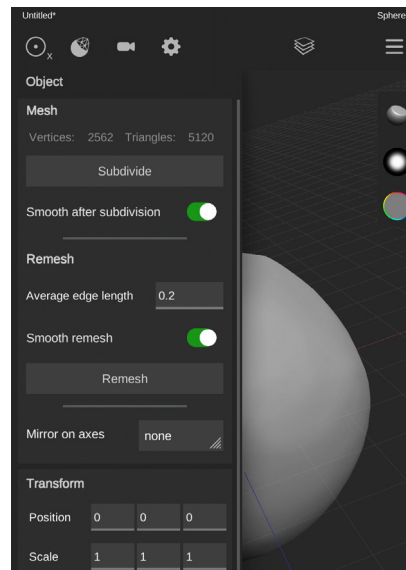
**Sculpt tools:** herramientas para modelar el objeto de diversas maneras.



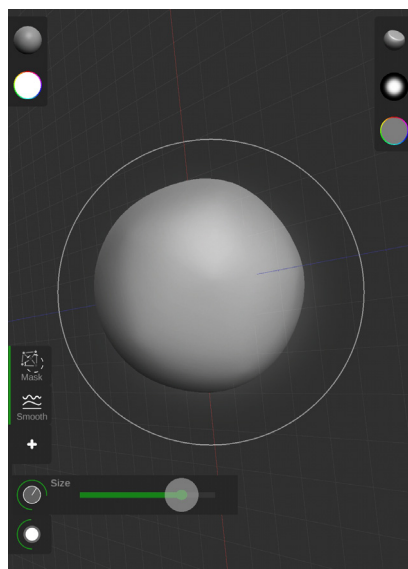
**File:** menú con acciones para guardar, cargar, exportar el objeto, salir, etc.



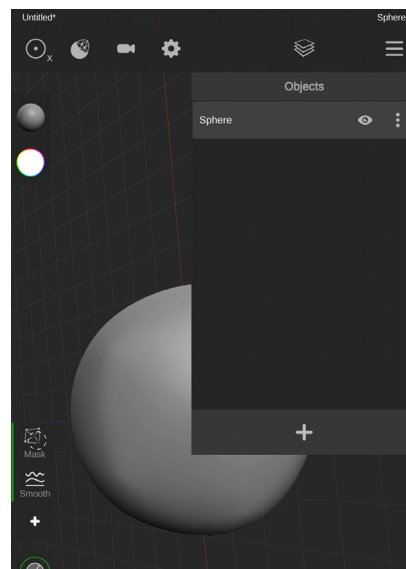
**Brush settings:** propiedades para el modelado mediante la brocha.



**Object:** propiedades informativas sobre los elementos del objeto.



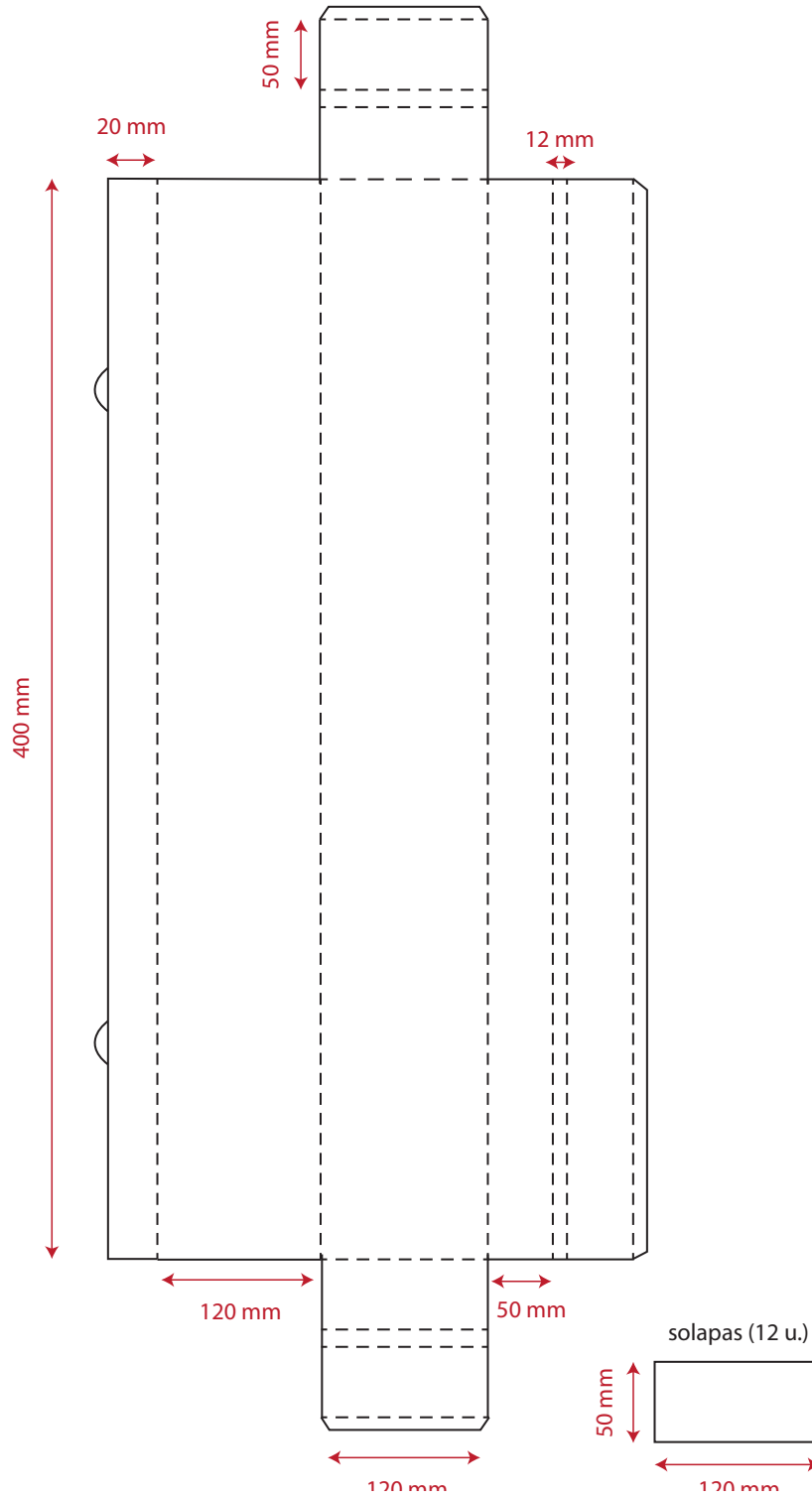
**Size:** selección del tamaño de la brocha. Debajo también se encuentra el radio de fuerza o intensidad de la misma.



**Objects:** capas para poder supervisar los objetos presentes en la mesa de trabajo.

**Anexo 6.**

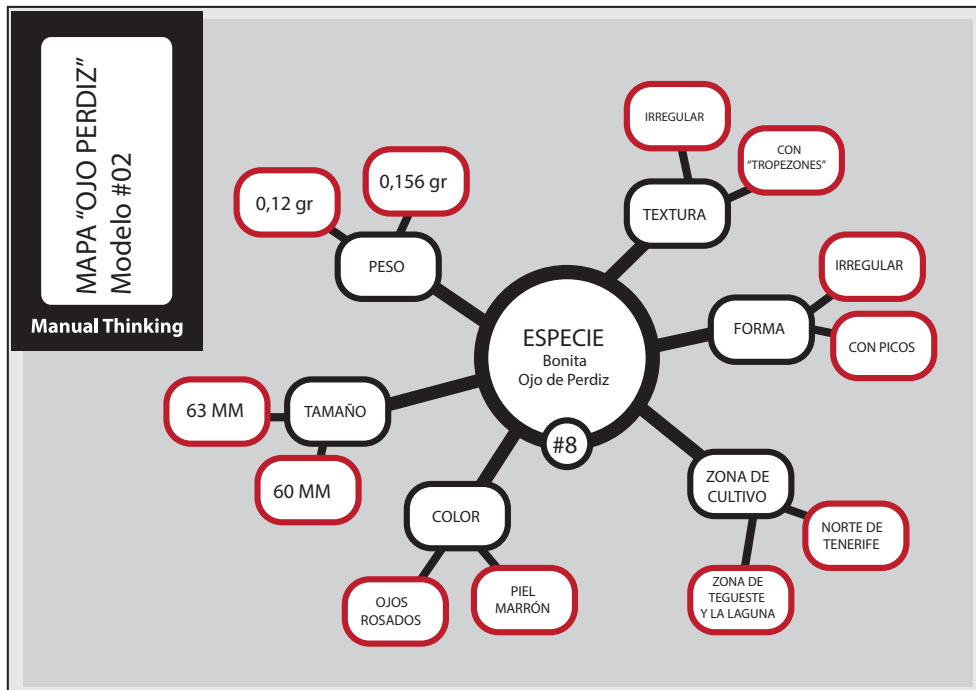
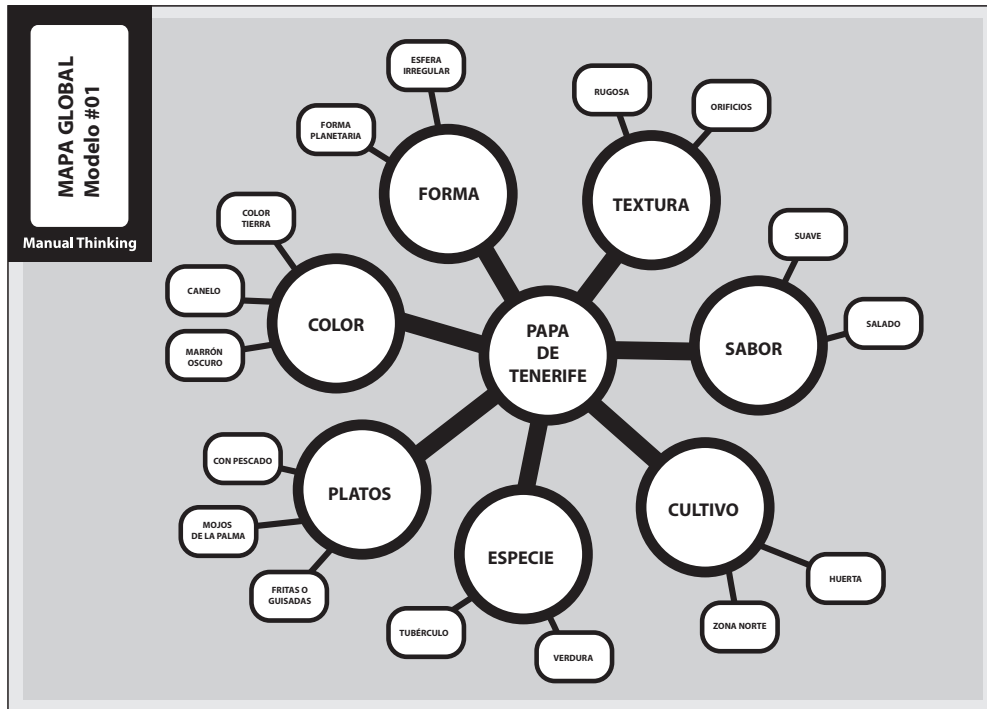
Plantilla propuesta packaging de tipo estuche para la colección impresa.



**Anexo 7.**

Mapas guía de Manual Thinking para ser trabajados con la actividad.

Mapa general (modelo #01) y mapa de variedad concreta (modelo #02).





## **Agradecimientos.**

Al FabLab de la Universidad de La Laguna por su dedicación online con este proyecto atravesando la crisis generada por el Covid-19.

+QP  
(MÁS\_QUE\_PAPAS)