

**PROYECTOS  
INNOVACIÓN  
DOCENTE**

**ESADA**

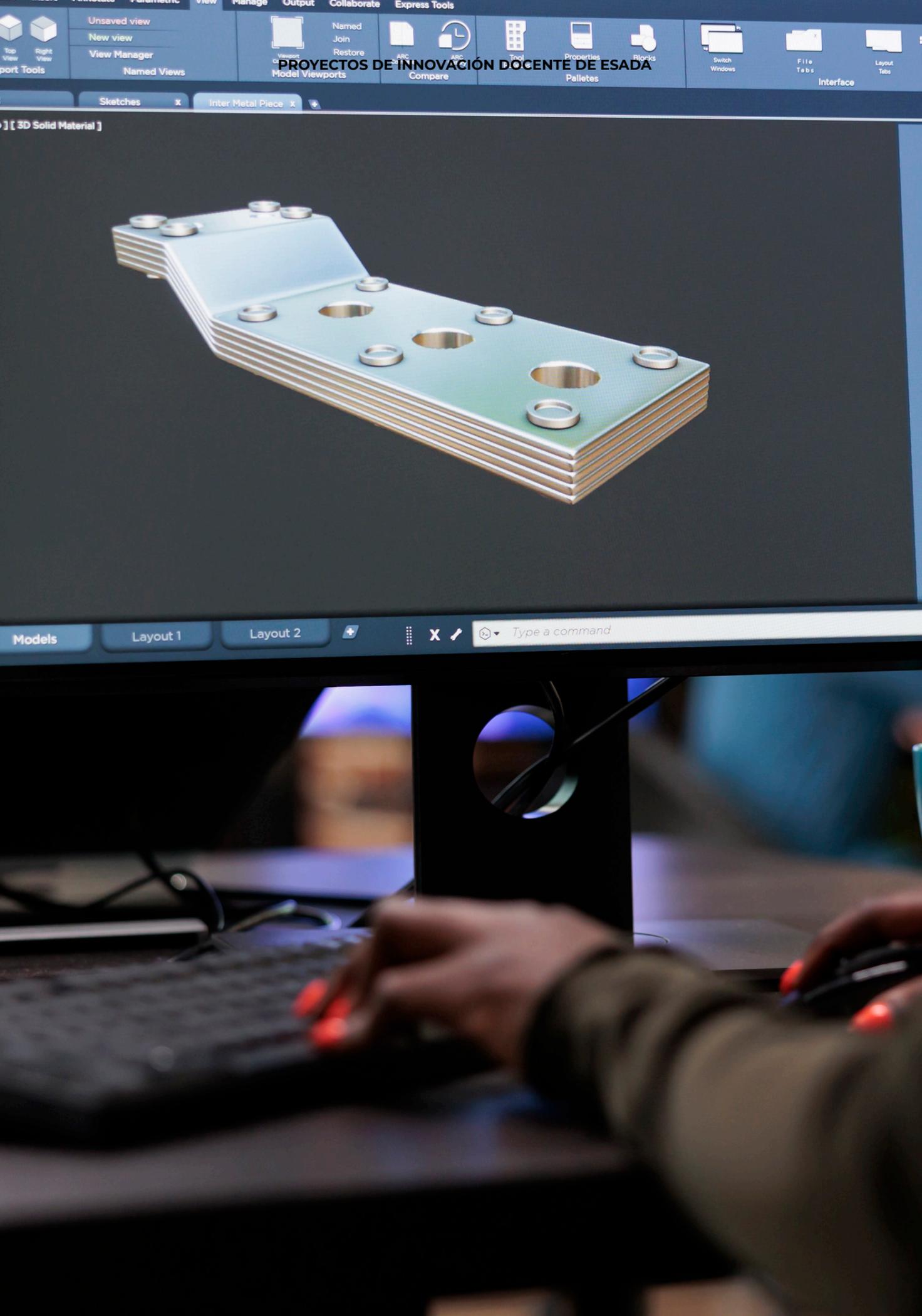
**PD**  
**21-22**

# **PID 21-22**

Proyecto de Innovación Docente de ESADA

ESADA Design Press

**esada**



Giovanni Viteri

## La ingeniería inversa como herramienta creativa en el proceso de diseño

**Resumen.** La innovación docente planteada consiste en la incorporación del proceso de escaneado 3d como recurso creativo en los estudiantes de diseño de producto de primer año, vinculado a la materia representación vectorial.

Se han realizado las siguientes tareas: 1. Realización de modelos 2. Escaneado a partir de una máquina portátil de luz estructurada 3. Preparación de la nube de puntos/ mallas 4. Post procesado con editor de mallas 5. Apertura en modelador 6. Configuración de un nuevo objeto. 7. obtención de modelos stl para impresión 3d

### ANTECEDENTES

El plan de estudios del grado de diseño de producto ofrece para el primer curso una introducción a las tecnologías de representación 3d con la materia representación vectorial, en la cual, tradicionalmente se trabaja con el software Solidworks como herramienta fundamental no solo para el aprendizaje del modelado en 3d, sino también para la validación digital de muchos de los diseños que se desarrollan a lo largo del curso y también como recurso que antecede a la consecución de prototipos funcionales o de alta fidelidad. En este proceso se hace uso de diversos recursos de representación para cada una de las fases que comprende la ideación, selección y posterior maduración de diseño y desarrollo de producto. Cada diseñador o estudiante adquiere estas capacidades de representación de acuerdo a su habilidad más notable, de manera que algunos prefieren realizar una profundización en sistemas de representación análogos como el dibujo y la elaboración de maquetas y otros muestran mayor interés por el desempeño digital como el modelado, el renderizado y el desarrollo de maquetas y prototipos con impresión 3d. De cualquier forma, entendemos que el estado actual de la actividad del diseño a nivel global exige el dominio de diversos recursos digitales para el propósito creativo y su adecuado desa-

rollo, más aún cuando dichas ideas tienen pretensiones industriales.

Los sistemas CAD (computer Aided Design) se convirtieron en la herramienta fundamental, no solo para la representación de ideas sino para la consecución del producto en todas las partes del proceso, estas herramientas se han ido especializando en las distintas fases del ciclo de diseño y desarrollo, para hacernos una idea del espectro de la representación 3d en las fases genéricas de diseño reseñamos los momentos asociados a la utilización de este tipo de recurso: el software de representación 3D para la conceptualización rápida de ideas que puede pasar rápidamente del boceto a la tridimensionalidad, el software 3D para la representación de diseños exploratorios, software 3D para la representación de venta del producto es empleada con frecuencia para validar su aceptación, software 3D para el diseño en fase de diseño de detalle y para la exigente fase de producción, también conocido como diseño robusto.

### PROBLEMÁTICA

El dominio del CAD entonces, se ha convertido en un asunto imprescindible para diseñadores de producto de todo los sectores, pues es la manera como se antecede a la materialización digital de sus ideas, sin embargo

el amplio espectro del CAD en los distintos momentos del proceso de diseño y desarrollo genera una perturbación en los estudiantes de primer año por la extensión y la larga curva de aprendizaje que, en muchos

casos, desencadena una frustración asociada a la dificultad para lograr expresar en el ámbito 3d las complejidades morfológicas de muchas ideas que no pueden ser realizadas de manera práctica a través de ese proceso.

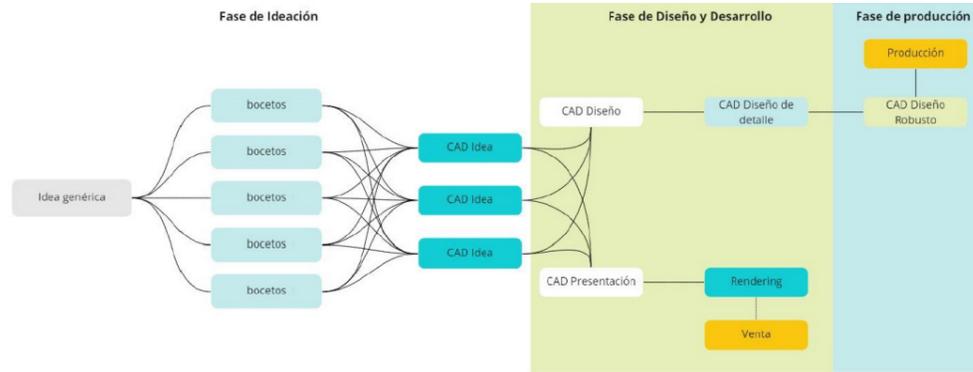


Imagen 1. Diagrama de uso de las tecnologías CAD 3D en el proceso genérico de diseño. Fuente: elaboración propia.

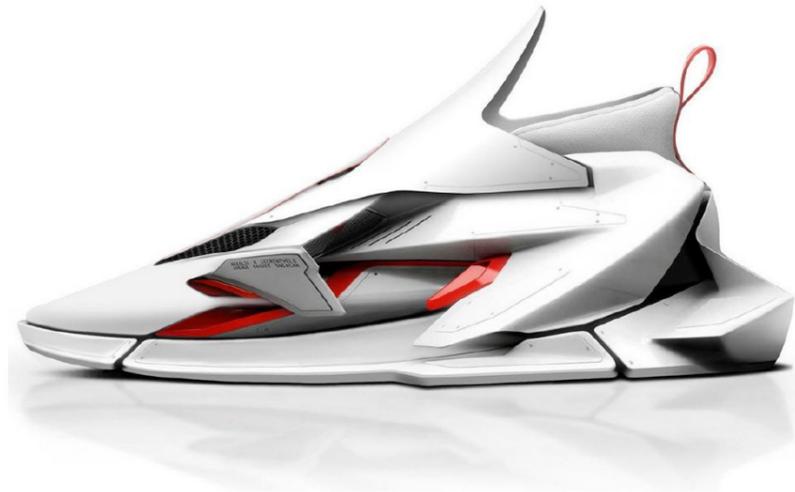


Imagen 2: Ejemplo de formas complejas, <https://www.coroflot.com/nikolich/SNEACAR>, diseñador: Ilija Nikolic. Diagrama de uso de las tecnologías CAD 3D en el proceso genérico de diseño. Fuente: elaboración propia.

Es aquí cuando las herramientas de la ingeniería inversa resultan emocionantes y atractivas, pues se ha hecho uso del scanner 3d en aplicaciones industriales de control dimensional, validación de estándares de producción e inspección, pero rara vez se ha visto implementada la técnica para lograr avanzar en las primeras fases del proceso creativo, más

aún si no se hace parte de la industria de primer nivel.

El trabajo que nos convoca en este PID ha propuesto el uso del escáner y sus procesos de postproducción para la consecución de diseños innovadores o al menos es el pretexto para la exploración creativa con una tecnología de vanguardia que cada vez resulta más asequible.

**DESCRIPCIÓN**

Ha sido evidente que el proceso de aprendizaje basado en geometrías primitivas crea un sesgo en las lógicas de modelación complejas dentro del campo del diseño de productos. La ruta tradicional de la idea hasta el prototipado ha exigido a los estudiantes radicarse

en los volúmenes de formas primitivas, condicionando las ideas a las posibilidades de representación y restando valor significativo a ideas originales que no encuentran un camino práctico para configurar modelos digitales que representen de manera fidedigna estas características.

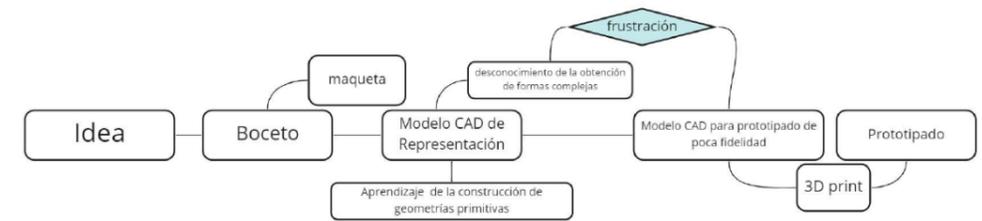


Imagen 3: Secuencia tradicional de la idea hacia la obtención de un modelo cad con propósitos de prototipado, fuente: elaboración propia

El proyecto partió de la premisa de que el uso del escáner reduciría la frustración para la consecución de formas complejas en un ambiente digital que le permita al estudiante

de diseño maniobrar en el ambiente CAD dicha complejidad y a la vez le de luces acerca del impacto de estas tecnologías para su proceso creativo

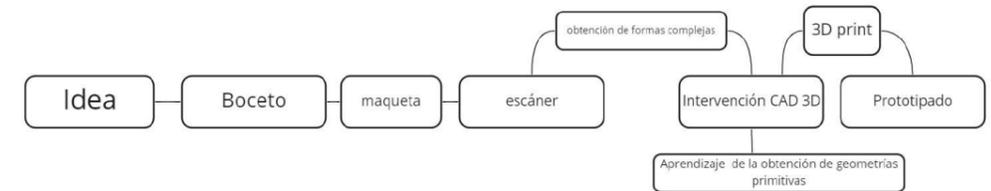


Imagen 4: Secuencia propuesta de la idea hacia la obtención de un modelo cad con propósitos de prototipado, fuente: elaboración propia

Dadas las condiciones tecnológicas de la escuela, nos dimos a la tarea de contratar un servicio de escaner que permitiera obtener la información para luego reseñar a los estudiantes el proceso de edición y de esta forma avanzar a la intervención en CAD, por lo tanto, la ruta tecnológica del proyecto tendría su inicio con la puesta en conocimiento de las tecnologías de captura de información tridimensional.

**EL PROCESO DE ESCANEADO**

El escáner 3d es una tecnología relativamente reciente que permite obtener información

de objetos de la realidad y que posteriormente se traduce al ámbito digital en tres dimensiones. Este proceso requiere de unas actividades posteriores a la captura de información pues el escáner obtiene imágenes y referencias de luz emitida que transforma en un modelo de nube de puntos.

Existen múltiples actividades previas para obtener un modelo digital útil para su intervención en CAD o para ser impreso en 3D, el gráfico tomado de la guía de usuario de solidworks, resume el proceso de edición en ese software para lograr la obtención de un modelo sólido en el ambiente digital, a

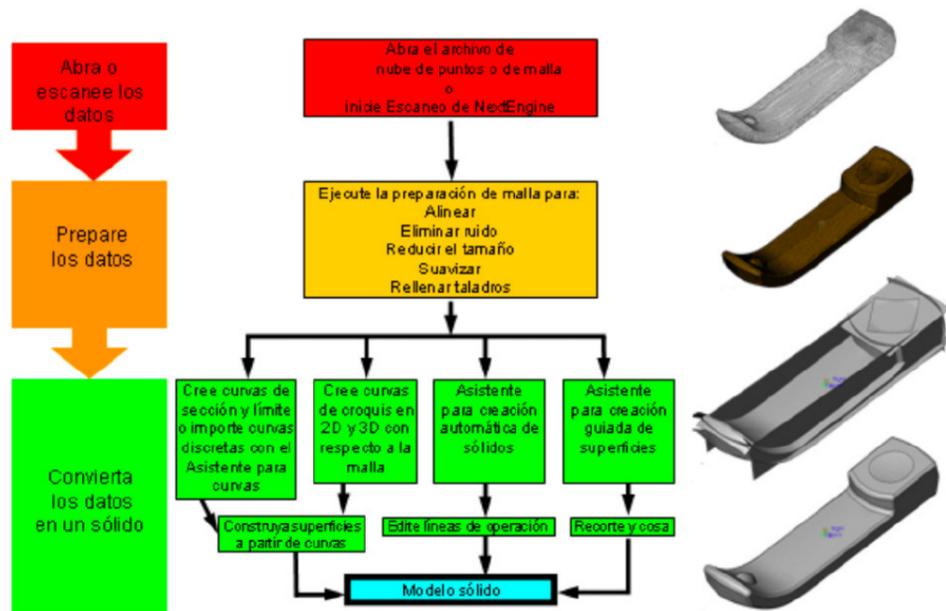


Imagen 5: Perspectiva general del proceso ScanTo3D, tomado de [http://help.solidworks.com/2018/spanish/SolidWorks/scanto3d/c\\_Scanto3d\\_overview.htm?id=37e14089ac654b3b\\_b043556a6ea0e639#Pg0](http://help.solidworks.com/2018/spanish/SolidWorks/scanto3d/c_Scanto3d_overview.htm?id=37e14089ac654b3b_b043556a6ea0e639#Pg0)

ese proceso se le conoce como edición de nube de puntos y mallas. No obstante existe una variedad de programas de ordenador para edición de mallas de tipo open source que permiten realizar ese proceso intermedio de manera más eficiente para nuestros propósitos.

**ACTIVIDADES REALIZADAS**

**— MODELOS**

En el marco del primer proyecto de diseño del curso, se planteó a los estudiantes elaborar unos modelos de esculturas tridimensionales en plastilina o arcilla, logrando formas que ellos considerasen imposibles de realizar en CAD dado su conocimiento actual de dichas herramientas, es así como el grupo compuesto por ocho estudiantes de primer año, desarrollaron los volúmenes que variaron entre representaciones figurativas y volúmenes conceptuales.

**— ESCANEAR**

Una vez elaboradas las composiciones físicas, determinamos las sesiones de escaneo en las cuales

se hizo uso del escáner EVA de Artec, un escáner portátil de luz estructurada que se basa en la triangulación trigonométrica, utiliza un patrón de luz sobre el objeto a digitalizar. Para el uso de esta tecnología se respetó un protocolo simple:

1. La elaboración de maquetas o modelos sin materiales transparentes o con alta translucidez.
2. La elaboración de modelos con espesores de pared superiores a 2 mm de espesor.
3. La elaboración de volúmenes con baja o nula reflexión de la luz.
4. El modelo no debía superar los 30 cm de diámetro ni estar por debajo de los 8cm de diámetro.

Realizamos una reseña de los pasos a seguir en el proceso de escaneo y sus condiciones generales y se procedió a la actividad de captura de información, en la cual los estudiantes pudieron experimentar la técnica del proceso con plataforma giratoria y con el objeto fijo.

La experiencia con el escáner dejó entrever la capacidad de representación no sólo del volumen sino también de la textura y color asociado a los materiales de los modelos así como su fidelidad en el producto digital.

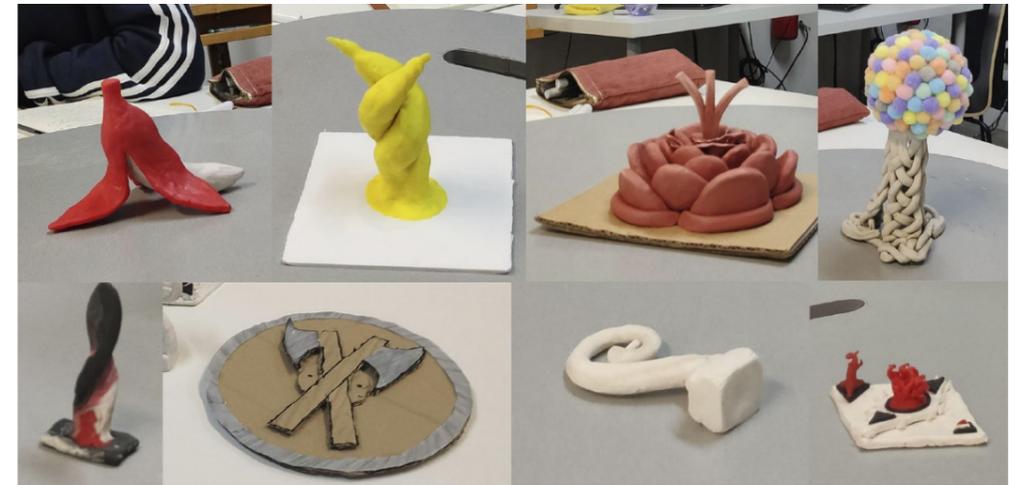


Imagen 6: Imágenes de los modelos conceptuales elaborados en diversos materiales.



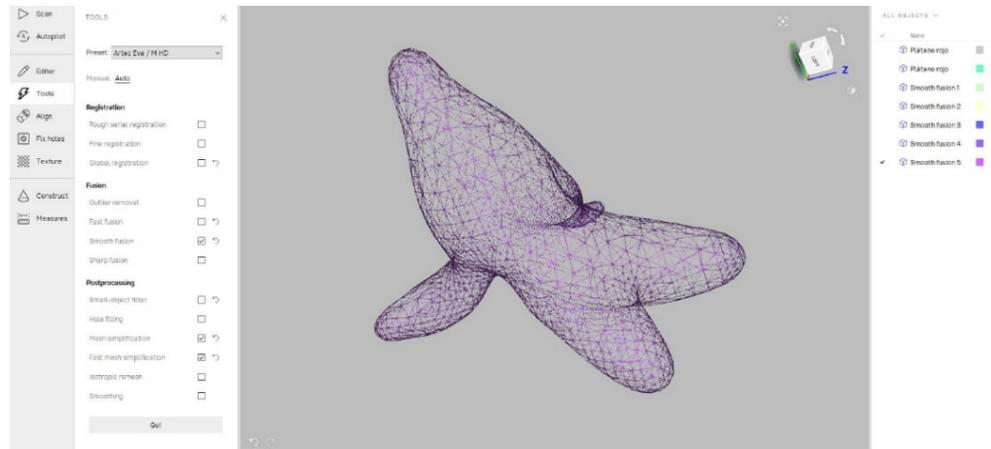
**— PROCESAR**

Se esbozaron las principales herramientas para la alineación de las capturas y su posterior refinamiento y pudimos ver el modo automático de edición para la obtención del primer archivo digital.

La edición en el software nativo del scanner artec studio, permite la obtención de

mallas, nube de puntos y superficies para la unificación de la información y su exportación en diversos formatos. Para nuestro caso derivamos la información a las extensiones .obj, .stl, .mtl y .a3d, siendo la extensión stl la más conocida en el medio de la impresión 3d, inferimos que la migración a solidworks sería fluida y sin complicaciones.





**MIGRACIÓN A SOLIDWORKS**

Tras la experiencia del procesado con el programa artec spider, se migró la información a solidworks, encontrando diferentes resul-

tados en el tipo de información tridimensional, a continuación se reseña de manera breve ese proceso.

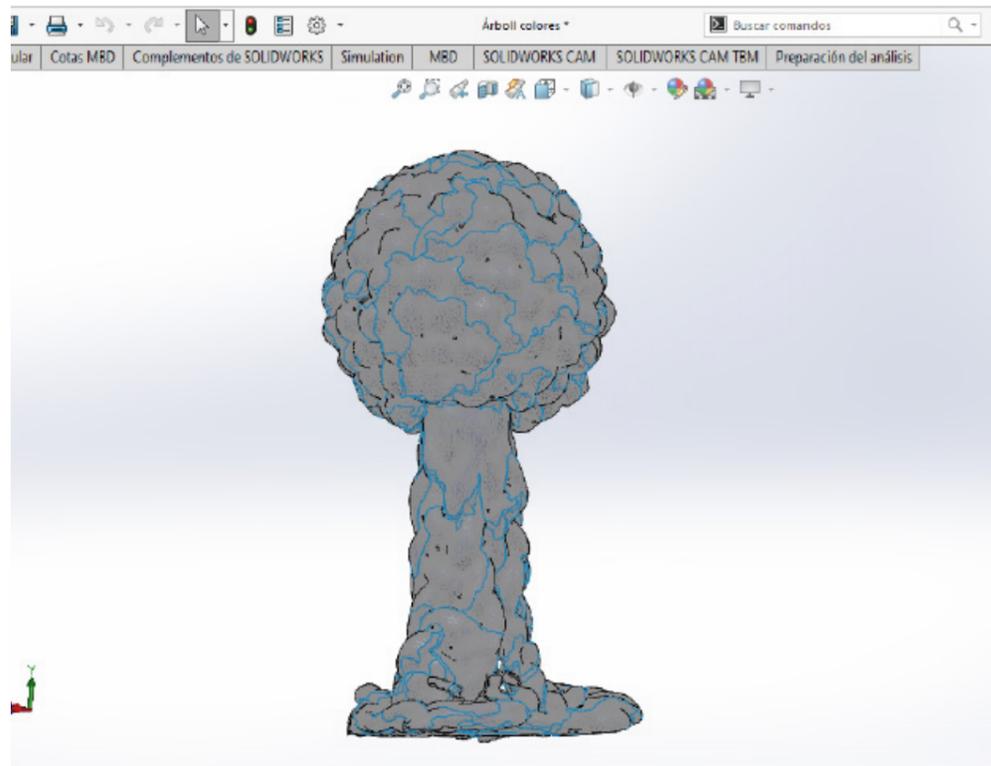


Imagen 9: ESCANEADO 3D MAQUETA : Árbol de colores, estudiante Marina Pinto Maldonado Esta captura de pantalla representa la maqueta del árbol de colores abierta en el programa Solidworks tras el escaneado 3D. Este presenta 3 sólidos de mallas, 151 conjuntos de superficie compuestos por 116.314 caras (triángulos) hablando así de 348.942 vértices. El tipo de archivo que se ha abierto es el 3D Object y su tamaño es de 14.055 KB. Con ello queremos llegar a poder explorar el archivo ya sea modificándolo y manipulando para poder obtener diferentes formas.

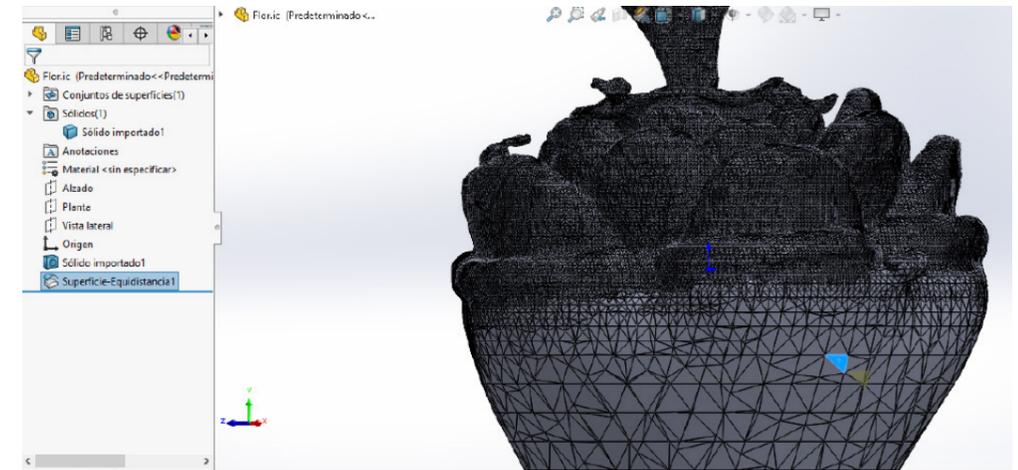


Imagen 10: ESCULTURA FLOR, estudiante Claudio Rodriguez Palomo. Imagen representativa del escaneo 3D mediante la herramienta "Artec EVA". Se presenta un sólido importado, con aproximadamente 160000 caras de superficie; esta información lo convierte en un archivo pesado, complicado de manipular y procesar por la mayoría de ordenadores.

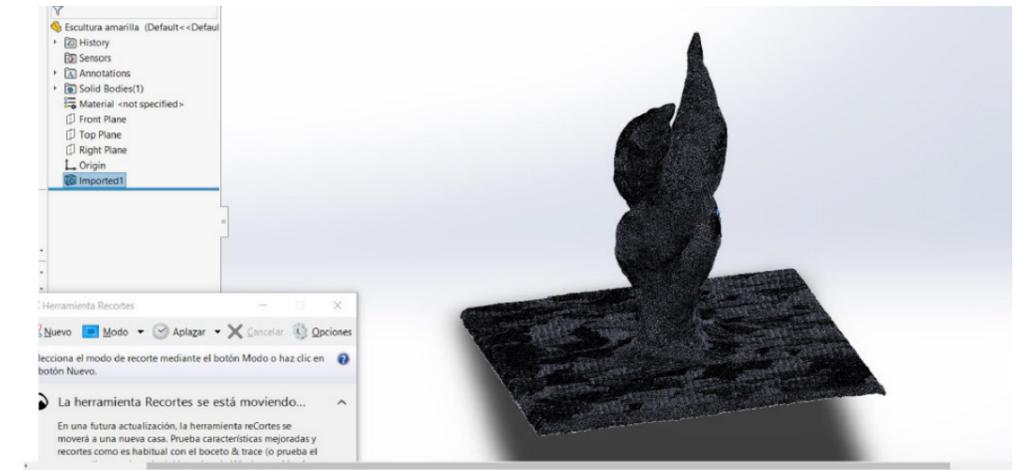


Imagen 11: ESCULTURA AMARILLA estudiante Oriana Florido Odon. En la parte inferior del feature manager podemos observar que archivo se ha importado como un sólido, lo cual no nos limita con restricciones al momento de editarlo. Consta de 152.430 caras que lo componen.

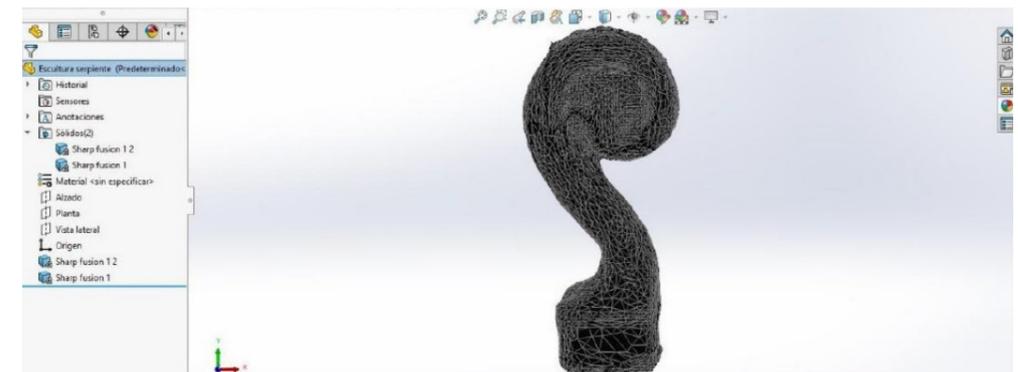


Imagen 12: ESCULTURA SERPIENTE Guillermo Piqueras Arroyo. El archivo fue importado del formato .OBJ, pesa 998 KB y tiene 8790 caras

La experiencia de la importación de los archivos permitió la comprensión de las diferentes posibilidades y sus limitaciones.

- **Sólidos de malla:** es una representación de volumen que permite la alteración limitada del archivo, algunas operaciones de corte son posibles pero la creación de nuevos sólidos impide crear fusiones con los ya existentes.
- **Conjuntos de superficies:** Esta importación presenta dos opciones, la creación de cuerpos de una única superficie y otra de múltiples superficies, para los archivos con características complejas de forma, resulta difícil la manipulación e intervención por su elevado número de vértices, por otra parte, la fusión de las superficies o cocido, es un proceso dispendioso y lento que conlleva un arduo trabajo de reconocimiento de caras minúsculas.
- **Archivo de gráficos:** Permite la visualización del archivo en 3D pero impide su alteración o intervención con otros nuevos procesos de sólidos o superficies.
- **Importación como sólido:** Permite visualizar e intervenir con nuevas operaciones tanto sólidas como de superficie, se puede inferir que es el procedimiento más adecuado para el manejo del tipo de archivos que estamos manipulando.

Debido al alto número de caras y vértices de los archivos, el costoso peso de la infor-

mación y los requerimientos técnicos de los equipos para mover la información, decidimos realizar las acciones necesarias para la optimización de la información, con lo cual procedimos a la búsqueda de un editor de mallas que pudiera reducir el peso de la información y hacerla más manejable.

### — POST PROCESADO

Tras un scouting de procesadores de mallas encontramos un software open source que resultó adecuado para el trabajo previsto, se trata de meshlab, un sistema de código abierto para procesar y editar mallas triangulares 3D. Proporciona un conjunto de herramientas para editar, limpiar, reparar, inspeccionar, renderizar, texturizar y convertir mallas. Ofrece funciones para procesar datos sin procesar producidos por herramientas/dispositivos de digitalización 3D y para preparar modelos para impresión 3D.

En meshlab logramos optimizar en un 80% la información, obteniendo archivos con menos caras, menor peso y resolviendo inconsistencias derivadas del procesado original del escáner.

Una vez hecha la edición, procedimos a la exportación de la información en formato .ply, para luego realizar la apertura en solidworks bajo la premisa de obtener sólidos en la importación de los archivos.

La apertura de los archivos fue exitosa, obtuvimos una reducción de caras superior al 80%, logrando con esto una mayor maniobrabilidad y versatilidad en el programa solidworks, también se realizó una verificación del estado de las aristas y sorpresivamente encontramos errores minúsculos en los archivos más complejos.

### RESULTADOS GENERADOS

Como parte final del proyecto, los estudiantes realizaron una extracción de una porción de los objetos escaneados y crearon a partir de ellos nuevas configuraciones de objetos que pueden ser impresos en 3D.

Los modelos resultantes han sido exportados en extensión .stl y compartidos en la plataforma de ESADA de manera gratuita para que puedan ser descargados por cualquier persona que quiera imprimirlos en sus casas.

Los objetos resultantes presentan una complejidad morfológica que supera ampliamente los conocimientos en modelado tridimensional que en la actualidad podrían llegar a resolver los estudiantes de diseño y marca un precedente importante para el uso de estas tecnologías en el centro educativo

### VALORACIÓN FINAL

El uso de las tecnologías de escáner 3D ha supuesto dar un paso adelante en la implementación del pensamiento tecnológico para los estudiantes de primer año.

Los estudiantes manifestaron interés y entusiasmo por el uso de dichas tecnologías y consideran que el proceso puede ser muy útil en la medida que se encuentren a disposición los equipos de captura de información.

El haber abordado los contenidos de representación vectorial a partir de la captura de información y que a la par fuesen aprendiendo los conceptos básicos de modelado 3D permitió que los estudiantes pudieran comprender de manera simultánea varios conceptos complejos asociados a la construcción de geometrías no euclidianas.

El proceso del escáner 3D es suficientemente amplio para ser comprendido en un semes-

tre de clases, es recomendable abordar los temas de reparación de mallas y fotogrametría en distintos momentos del curso y la carrera para poder afianzar dichos conocimientos.

El trabajo de reparación de mallas es fundamental para el óptimo desempeño en el proceso, un abordaje en falso en este aspecto representaría una ampliación en los tiempos de trabajo y finalización puesto que el elevado peso de los archivos y la difícil manipulación, conversión y transformación generan un retraso exponencial en dicho proceso.

Los estudiantes han manifestado interés por la aplicación de las técnicas de ingeniería inversa para los proyectos en curso, lo cual supone un resultado positivo en el impacto metodológico, técnico y tecnológico propuesto.

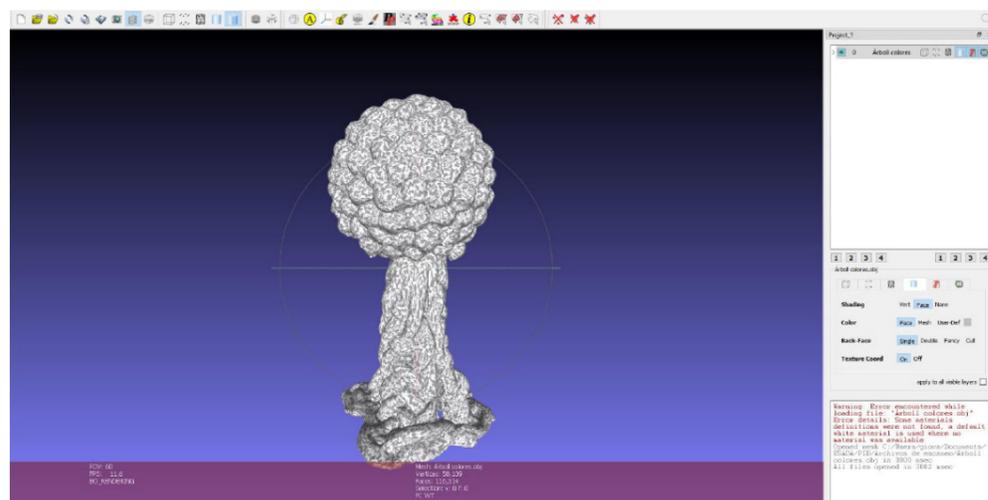


Imagen 13: Árbol de colores abierto en Meshlab