

ANÁLISIS DE LA EFICIENCIA DE LOS SOFTWARE UTILIZADOS EN LA INDUSTRIA  
COLOMBIANA PARA MODELAR PIEZAS EN 3D QUE PUEDAN SER UTILIZADAS EN  
LA MANUFACTURA DE MOLDES DE INYECCIÓN.

Nombre: Robinson Quintero Dallos

Correo electrónico: rquintero08@uan.edu.co

Msc. D.I. Oscar Andrés Fernández Urrego

Correo electrónico: ofernandez43@uan.edu.co

D.I Jorge Alexander Barriga Monroy

jbarriga34@uan.edu.co

FACULTAD DE ARTES  
PROGRAMA DE DISEÑO INDUSTRIAL  
UNIVERSIDAD ANTONIO NARIÑO

BOGOTÁ D.C.

2021

## Índice.

<b>Resumen.....</b>	<b>6</b>
<b>Palabras clave.....</b>	<b>7</b>
<b>Abstract.....</b>	<b>7</b>
<b>Keywords.....</b>	<b>8</b>
<b>Introducción.....</b>	<b>9</b>
<b>1. Planteamiento de la necesidad, problemática y/o oportunidad.....</b>	<b>9</b>
<b>2. Formulación de la necesidad, problemática y/o oportunidad.....</b>	<b>13</b>
<b>3. Justificación.....</b>	<b>13</b>
<b>4. Objetivo General:.....</b>	<b>14</b>
<b>5. Objetivo(s) Específico(s):.....</b>	<b>14</b>
<b>6. Método:.....</b>	<b>15</b>
6.1. Análisis de la eficiencia de software.....	16
<b>7. Estado del arte.....</b>	<b>20</b>
<b>8. Marco Teórico.....</b>	<b>26</b>
8.1. Software.....	26
8.2. Técnicas de modelado.....	27
8.3. Listado de software de modelado 3D según el documento referente.....	29
8.4. Tabla comparativa de Blender y 3D Max.....	30
8.5. Comparación de software shareware para generación de programas en código G”.....	30
8.6. Sistemas CAM.....	31
8.7. Tablas comparativas.....	34
8.8. La pedagogía del diseño.....	36
<b>9. Bitácora trabajo de campo.....</b>	<b>38</b>
9.1. Encuesta.....	38
9.2. Enfoque de modelado 3D.....	39
9.3. Técnicas de Modelado 3D.....	40
9.3.1 Mallas Poligonales.....	40
9.3.2 Modelado a partir de Superficies.....	41
9.3.3 Modelado de Solidos.....	41

9.3.4.	Escultura Digital .....	42
<b>9.4.</b>	<b>Costo de los software.....</b>	<b>43</b>
<b>9.5.</b>	<b>Clasificación de los software a escoger.....</b>	<b>44</b>
9.5.2.	Asignaciones de valores según costos de licencia.....	44
9.5.3.	Asignaciones de valores según porcentaje de uso en Colombia.....	44
9.5.4.	Tabla de comparación cualitativa y cuantitativa de los software.....	45
<b>9.6.</b>	<b>Software escogidos.....</b>	<b>46</b>
<b>9.7.</b>	<b>Proceso de aprendizaje.....</b>	<b>47</b>
9.7.2.	Tiempo de aprendizaje.....	48
<b>9.8.</b>	<b>Descripción Computadora portátil.....</b>	<b>48</b>
<b>9.9.</b>	<b>Prueba de modelado 3D 1.....</b>	<b>49</b>
<b>9.10.</b>	<b>Prueba de modelado 3D 2.....</b>	<b>50</b>
<b>9.11.</b>	<b>Resultados: .....</b>	<b>50</b>
<b>9.12.</b>	<b>Conversión de formatos.....</b>	<b>52</b>
<b>9.13.</b>	<b>Peso de los archivos en los diferentes formatos.....</b>	<b>53</b>
<b>9.14.</b>	<b>Pruebas apertura de formatos en los software CAM.....</b>	<b>55</b>
<b>9.15.</b>	<b>Archivos que se lograron mecanizar en los diferentes software CAM.....</b>	<b>57</b>
9.15.2.	MasterCam: .....	57
9.15.3.	Fusión 360:.....	57
9.15.4.	SolidWorks:.....	57
9.15.5.	Inventor CAM:.....	57
9.15.6.	Rhino CAM (para versión 5).....	58
<b>9.16.</b>	<b>Clasificación final.....</b>	<b>59</b>
9.16.2.	Software de modelado 3D.....	59
9.16.3.	Software CAM.....	60
<b>10.</b>	<b><i>Clase de modelado 3D para los estudiantes de la UAN.....</i></b>	<b>60</b>
<b>10.1.</b>	<b>Resultados.....</b>	<b>61</b>
<b>11.</b>	<b><i>Metodología para la Formulación del Proyecto: .....</i></b>	<b>65</b>
<b>12.</b>	<b><i>Alcances.....</i></b>	<b>66</b>
<b>13.</b>	<b><i>Conclusiones.....</i></b>	<b>66</b>
<b>14.</b>	<b><i>Bibliografía.....</i></b>	<b>68</b>

## Índice de Figuras.

<b>Figura 1.1.....</b>	<b>7</b>
<b>Figura 1.2.....</b>	<b>8</b>
<b>Figura 1.1.....</b>	<b>11</b>
<b>Figura 2.2.....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 2.3.....</b>	<b>12</b>
<b>Figura 6.1.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 6.2.....</b>	<b>17</b>
<b>Figura 6.3.....</b>	<b>18</b>
<b>Figura 6.4.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 6.5.....</b>	<b>19</b>
<b>Figura 7.1.....</b>	<b>20</b>
<b>Figura 7.2.....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 7.3.....</b>	<b>21</b>
<b>Figura 7.4.....</b>	<b>22</b>
<b>Figura 7.5.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 7.6.....</b>	<b>23</b>
<b>Figura 7.7.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 7.8.....</b>	<b>24</b>
<b>Figura 7.9.....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 7.10 .....</b>	<b>25</b>
<b>Figura 8.1.....</b>	<b>30</b>
<b>Figura 8.2.....</b>	<b>32</b>
<b>Figura 8.3.....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 8.4.....</b>	<b>34</b>
<b>Figura 8.5.....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 8.6.....</b>	<b>35</b>
<b>Figura 8.7.....</b>	<b>36</b>
<b>Figura 9.1.....</b>	<b>38</b>

<i>Figura 9.2</i> .....	39
<i>Figura 9.3</i> .....	40
<i>Figura 9.4</i> .....	41
<i>Figura 9.5</i> .....	42
<i>Figura 9.6</i> .....	43
<i>Figura 9.7</i> .....	43
<i>Figura 9.8</i> .....	44
<i>Figura 9.9</i> .....	45
<i>Figura 9.10</i> .....	48
<i>Figura 9.11</i> .....	49
<i>Figura 9.12</i> .....	50
<i>Figura 9.13</i> .....	51
<i>Figura 9.14</i> .....	51
<i>Figura 9.15</i> .....	51
<i>Figura 9.16</i> .....	51
<i>Figura 9.17</i> .....	51
<i>Figura 9.18</i> .....	52
<i>Figura 9.23</i> .....	53
<i>Figura 9.24</i> .....	54
<i>Figura 9.25</i> .....	54
<i>Figura 9.26</i> .....	54
<i>Figura 9.19</i> .....	55
<i>Figura 9.20</i> .....	55
<i>Figura 9.21</i> .....	56
<i>Figura 9.22</i> .....	56
<i>Figura 9.27</i> .....	56
<i>Figura 9.28</i> .....	59
<i>Figura 9.29</i> .....	60
<i>Figura 10.1</i> .....	62

<b>Figura 10.2</b> .....	<b>62</b>
<b>Figura 10.3</b> .....	<b>63</b>
<b>Figura 10.4</b> .....	<b>63</b>
<b>Figura 10.5</b> .....	<b>64</b>
<b>Figura 10.6</b> .....	<b>64</b>

### Índice de Tablas.

<b>Tabla 8.1</b> .....	<b>29</b>
<b>Tabla 8.2</b> .....	<b>33</b>
<b>Tabla 8.3</b> .....	<b>37</b>
<b>Tabla 9.1</b> .....	<b>45</b>
<b>Tabla 9.2</b> .....	<b>47</b>
<b>Tabla 11.1</b> .....	<b>65</b>
<b>Tabla 11.2</b> .....	<b>66</b>

### Resumen.

Este proyecto busca la ruta adecuada para la elaboración de modelados orgánicos, en los software más usados por los Diseñadores Industriales en Colombia, también define los formatos de exportación que puedan ser usados en los software CAM para la creación de moldes de inyección de plástico, posterior al proceso se expone la información adquirida a estudiantes de Diseño Industrial, la metodología usada está enfocada en el aprendizaje, y enseñanza se software en este caso de modelado 3D.

A continuación, se muestra la gráfica que representa la metodología usada.

**Figura 1.1**

*Metodología de aprendizaje y enseñanza de software.*



Fuente: Autoría propia 2021.

Se obtuvieron resultados como: listas de tablas con los software de los diferentes formatos, tiempos de modelado, aprendizaje, costos de software, etc.

### **Palabras clave.**

Modelado 3D, CAD, CAM, Software, Técnicas, Enfoques, Tecnologías, Plástico, Moldes y CNC.

### **Abstract.**

This project seeks the appropriate route for the elaboration of organic modeling, in the software most used by Industrial Designers in Colombia, it also defines the export formats that can be used in CAM software for the creation of plastic injection molds, later the process is

exposed the information acquired to students of Industrial Design, the methodology used is focused on learning, and teaching software in this case of 3D modeling.

Next, the graph that represents the methodology used is shown.

Figura 1.2

*Problemas de la conversión de formatos 3d a CAM*



Fuente: Autoría propia 2021.

Results were obtained such as: lists of tables with the software of the different formats, modeling times, learning, software costs, etc.

### **Keywords.**

3D modeling, CAD, CAM, Software, Techniques, Approaches, Technologies, Plastic, Molds and CNC.



## **Introducción.**

El proyecto pretende buscar el mejor método para la creación de un modelado orgánico, que se pueda usar en una máquina de Control Numérico Computarizado CNC, teniendo en cuenta diferentes variables como los software más usados en el mercado, el enfoque, el costo de la licencia para las universidades y las empresas legalmente constituidas, además de las ventajas y desventajas que tienen los software entre sí.

Al mismo tiempo de aportar a la industria de la inyección de plástico, podemos recomendar a las instituciones educativas que ofrecen la carrera de diseño industrial, el método adecuado que permite la creación de moldes orgánicos para inyección de plástico y de esta manera los estudiantes egresados tendrán una reducción de tiempo de aprendizaje en las empresas, que sería equivalente a la disminución de costos en dichos procedimientos y de la misma manera se amplía el campo laboral en la industria de inyección de plástico.

El proyecto hará un análisis minucioso de los diferentes software 3D, y su posterior cambio de formato ofreciendo el conocimiento idóneo para la creación de modelados orgánicos que sirvan en la configuración de moldes de inyección de plástico.

### **1. Planteamiento de la necesidad, problemática y/o oportunidad.**

Antes de indicar los problemas que se pueden encontrar en la industria, es necesario contextualizar los procedimientos que se usan en la creación de moldes orgánicos para inyección de plástico, primero se desarrolla el modelo 3D, para lo cual actualmente existen variedad de software para estos procedimientos, entre los más destacados son: SolidWorks, Rhinoceros 3D y 3D Max, después de haber creado el modelo 3D se debe pasar a un software de Manufactura Asistida por Computadora CAM, que crea su código G para la elaboración de la pieza en una maquina CNC.

En la actualidad los estudiantes de diseño industrial se encuentran con la problemática de que no hay un manejo total de los software a usar, para poder desarrollar formas orgánicas con detalle o con mucha complejidad, ni claridad de como de se deben usar para que estos archivos se puedan trabajar en los software CAM, no reciben información adecuada del proceso de inyección de plástico, ni se tienen pruebas o simulaciones que les permita adquirir este conocimiento.

Esto hace que se encuentren diferentes problemas, como no saber cuál es el procedimiento para que los modelados orgánicos puedan ser usados en un software CAM, los formatos no son compatibles, el archivo pesa demasiado, el programa no se puede abrir y la conversión de formatos daña los modelos.

Teniendo en cuenta que los estudiantes no cuentan con esta preparación y deben aprender mediante procesos de prueba y error, ayudas con un amigo, etc.

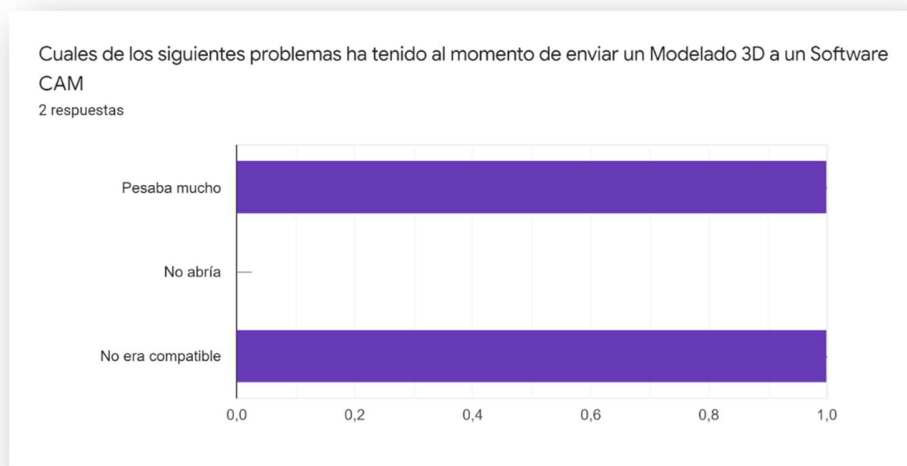
Se elaboró una encuesta con el propósito de identificar los problemas técnicos que se presentan en la industria de inyección de plástico, para profesionales que se desempeñen en la creación de modelados 3D, cuyo propósito es la creación del modelado y finalmente llevarlo al proceso de producción de moldes. Se estableció que las personas que respondieron esta encuesta se encuentran entre los 25-50 años, además teniendo en cuenta el rango de edad promedio en que se termina una carrera profesional (25-29) según la página UniversiaCL, (2017) y los 50 fue seleccionado por el rango de edad de los profesionales que se encuentran en Colombia según la revista el Tiempo. (ROJAS, 2018)

Esta encuesta se realizó en un formato digital para los diseñadores industriales que se encuentran trabajando en empresas de creación de personajes, animales, decoraciones, juguetes.

A continuación se muestra una tabla con los resultados de los problemas encontrados, en donde se evidencian los problemas mas recurrentes en el envío de los archivos a un software CAM.

**Figura 1.1**

*Problemas de la conversión de formatos 3d a CAM*

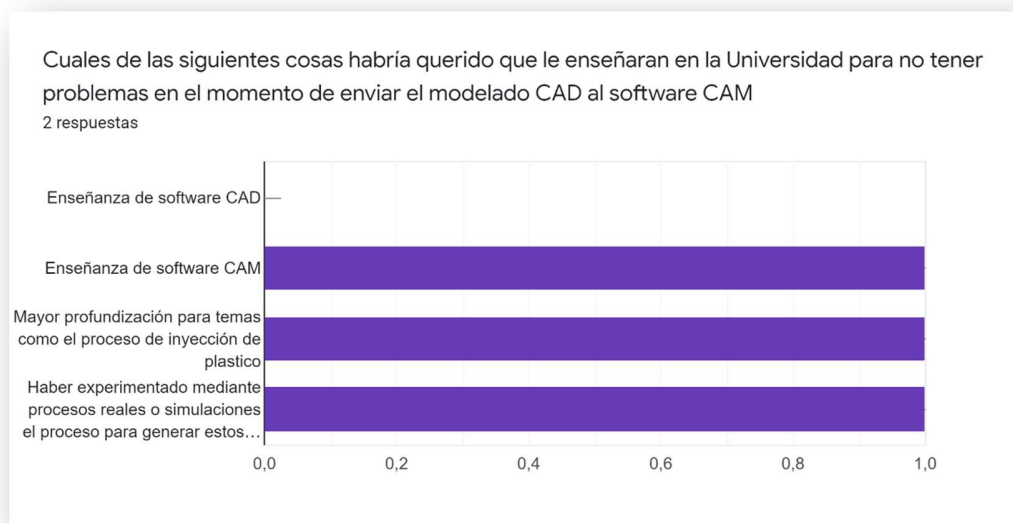


Fuente: Autoría propia 2021.

En la tabla que se ve a continuación se muestran los resultados de aspectos que les hubieran gustado a estos profesionales, que le enseñaran en la carrera.

**Figura 2.2**

*Cosas que los diseñadores habría querido aprender en una Universidad.*

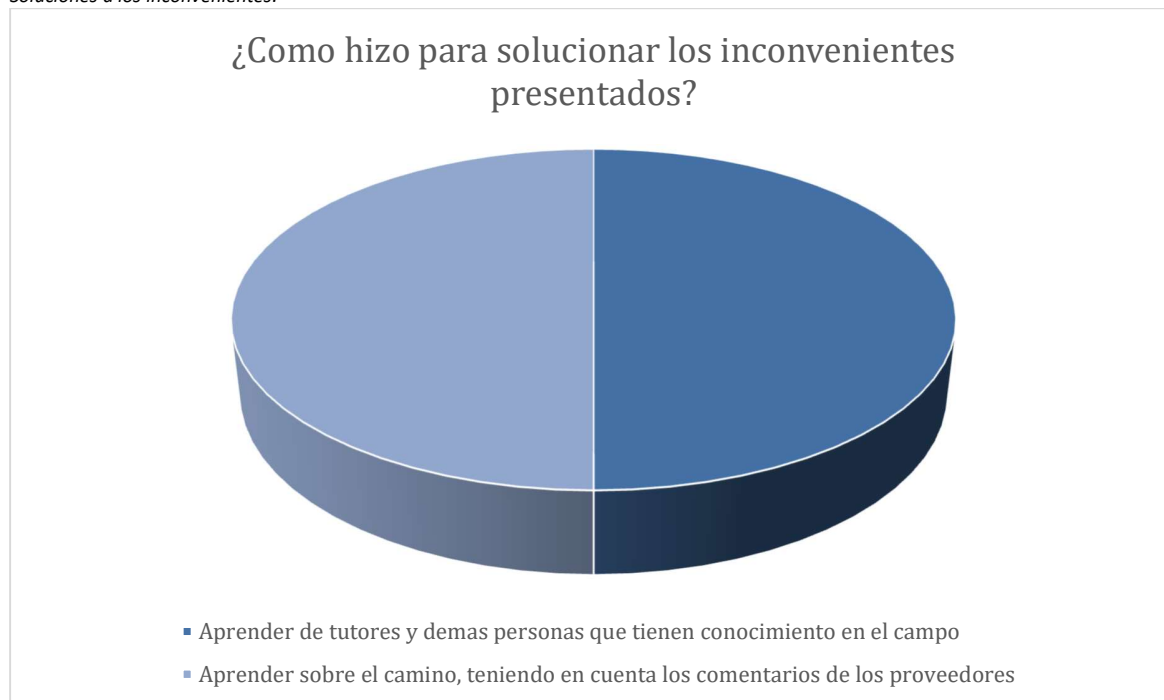


Fuente: Autoría propia., 2021.

En la siguiente grafica se muestra de qué manera se lograron solucionar los inconvenientes de información presentados en la industria.

**Figura 2.3**

*Soluciones a los inconvenientes.*



*Nota.* En esta tabla se describe cuáles fueron las maneras que tuvieron que hacer para solucionar los inconvenientes, Autoría propia 2021.

## **2. Formulación de la necesidad, problemática y/o oportunidad.**

¿Cómo analizar la eficiencia de los software utilizados en la industria colombiana para modelar piezas en 3D que puedan ser utilizadas en la manufactura de moldes de inyección de plástico para contribuir con una mayor fluidez de trabajo en las empresas y el aprendizaje de los estudiantes de diseño Industrial?

## **3. Justificación.**

El proyecto es importante para las empresas ya que los estudiantes podrán adaptarse más rápidamente a sus requerimientos y ejecutar su trabajo con mayor fluidez y precisión, esto tiene como resultado tiempos de trabajo más cortos, permitiendo que haya mayor fluidez lo que equivale a un personal mejor capacitado y por ende una mejora en el rendimiento de la empresa.

Este proyecto es sumamente importante para los estudiantes, ya que esto permite que tengan mayores oportunidades de trabajo, dentro de la industria de inyección de plástico, porque aumenta la velocidad de trabajo y esto da mejores reconocimientos dentro de las diferentes empresas y para las instituciones de donde salieron, haciendo que se vuelva parte clave en la industria.

En la industria de inyección de plástico el desarrollo de formas orgánicas ha presentado problemas cuando se hace el diseño 3D y se pasa a un software CAM para la creación del molde de inyección.

Para explicar lo anterior se plantean 2 ejemplos de las fallas en esta industria:

Si el modelado 3D se hace en Zbrush los resultados son óptimos, pero al momento de pasarlo al software CAM el archivo generado supera la capacidad de información de dicho programa, debido a todos los polígonos generados para este (triads o quads) y el software no abre el archivo porque es demasiado pesado.

Si se desarrolla en SolidWorks el proceso del modelado orgánico se vuelve muy complejo de ejecutar haciendo que solo un pequeño grupo de personas pueda llegar a ese punto.

Según lo descrito se demuestra la deficiencia en la generación de moldes de piezas orgánicas.

En la actualidad las empresas y las universidades deben implementar mecanismos competitivos e innovadores con el fin de reducir costos, tiempo y a la vez demostrar la rentabilidad en el área de diseño y producción.

Por estos motivos se hace necesario la adquisición de un método óptimo para la conversión de estos archivos, creando modelados orgánicos. Mi sugerencia para las Universidades es redireccionar la carrera de diseño enfocada a las necesidades reales de las industrias colombianas orientadas en esta área y así nos volveríamos más competitivos en el mercado.

#### **4. Objetivo General:**

Analizar la eficiencia de los software utilizados en la industria colombiana para modelar piezas en 3D que puedan ser utilizadas en la manufactura de moldes de inyección de plástico para contribuir con una mayor fluidez de trabajo en las empresas y el aprendizaje de los estudiantes de diseño industrial.

#### **5. Objetivo(s) Específico(s):**

Identificar cuáles son los software de modelado 3D más utilizados en la industria de la inyección de plástico en Colombia.

Descubrir cuales son los problemas más habituales que tienen los diseñadores y productores en la industria de plástico en el proceso de conversión de modelado 3D al software CAM.

Analizar cuáles son los procesos de modelado 3D a CAM más eficientes para producir moldes de inyección de plástico.

Categorizar los diferentes procesos de modelado 3D a CAM de diseño de productos plásticos con formas orgánicas, según la eficiencia para su producción.

Publicar y socializar el conocimiento en la comunidad académica.

## **6. Método:**

Esta investigación se aborda desde el paradigma metodológico mixto dado que tiene componentes cualitativos y cuantitativos. Así mismo se desarrolla bajo un método sistémico analítico dado que se entiende la totalidad de la situación como también las relaciones entre los componentes de la misma, que determina el diagnostico final para entender el procedimiento llevado a cabo, se enumeran los siguientes pasos a continuación.

1. Adquirir conocimiento relacionado al modelado de figuras orgánicas como personajes.
2. Lograr conocimientos básicos del proceso de manufactura desde un software CAM.
3. Determinar cuáles son los software de modelado 3d que usan los diseñadores industriales en Colombia.
4. Crear una tabla para calificar las características, cualitativas y cuantitativas de los software, y poder determinar cuáles son los programas más adecuados.
5. Buscar información relacionada a los software escogidos, para aprender a usarlos.

6. Hacer prueba de un modelado orgánico a nivel de personaje en cada uno de los software escogidos.
7. Determinar los formatos de exportación de cada uno de los software de modelado 3D, para que se puedan abrir el programa CAM.
8. Abrir cada uno de los formatos en los software CAM y verificar que se puedan usar.
9. Crear tabla de calificación para los resultados de los software de modelado 3D.
10. Establecer tabla de calificación para los resultados de los software CAM.
11. Teniendo en cuenta los resultados se puede obtener, el mejor software, formato y programa CAM para ejecutar este proceso.

### ***6.1. Análisis de la eficiencia de software.***

Como resolver el punto 9

1. 1-5 (# de software CAM que abren los formatos), este es un dato importante para este proceso, ya que ayuda a determinar cuáles software son los más adecuados, y cual formato utilizar.
2. 1-20 (# de software CAM que pueden mecanizar la pieza) Este tiene el rango de valoración más grande ya que esta es la finalidad del proceso, ya hay 5 software CAM hay que multiplicar el resultado por 4 para que tenga una relación adecuada.
3. 1-5 (tiempo de aprendizaje) Este dato es importante a la hora de escoger un software de modelado 3D, ya que permite tener una idea de cuánto tiempo se le va a invertir al programa.



4. 1-5 (% de usuarios en Colombia) Es importante ya que está relacionada directamente con la industria, y genera mayores posibilidades, para ahorrar tiempo de aprendizaje al entrar en una empresa.

**Figura 6.1**  
Software usados en Colombia.



Fuente: Autoría propia., 2021.

5. 0-3 (costo de licencia) Este tiene un rango bajo, ya que las diferencias de precio no son muy altas.

**Figura 6.2**  
Valor de las licencias

costo	valoración
0	3
0 a 140	2
141 a 280	1
280 a n	0

Fuente: Autoría propia 2021.

6. 0-5 (Requerimientos del sistema) Esto es determinante para saber si el computador lo puede correr o no.

7. 0-3 (tiempo de creación de modelado) Este es importante, pero tiene un rango bajo de calificación ya que el tiempo puede variar dependiendo de las habilidades de la persona.
8. 0-3 (dificultad de uso) Al igual que el anterior punto es importante, pero la dificultad depende del usuario del software.
9. 0-3 (peso del archivo) Este dato es importante, pero la diferencia de peso entre los formatos es escasa, por lo tanto, se asignó un puntaje bajo.

**Figura 6.3**  
Peso de los formatos.

kb	valoración
20 a 8333	3
8334 a 16666	2
16667 a 25000	1
0 a 19 o 25001 a n	0

Fuente: Autoría propia 2021.

10. TOTAL. La suma de cada uno de los puntos anteriores da el software de modelado 3D indicado, pero se debe pasar por alto los formatos que no fueron leídos por ningún software CAM.

Como resolver el punto 10.

1. 1-20 (# de formatos que mecaniza) Esta cifra es importante ya que está directamente relacionado con la finalidad del proyecto, teniendo en cuenta que el número máximo de formatos es 9 para cada software, el resultado de la apertura de formatos es multiplicado por 2 para que haya una relación coherente con el rango de puntaje.

2. 1-5 (% de diseñadores industriales que usan el software CAM en Colombia) El item es importante, ya que determina lo que se encuentra comúnmente en el mercado colombiano.

**Figura 6.4**  
Software usados en Colombia.



Fuente: Autoría propia 2021.

3. 1-5 (Costo de licencia) Determina cual software que se puede adquirir.

**Figura 6.5**  
Valor de las licencias



Fuente: Autoría propia 2021.

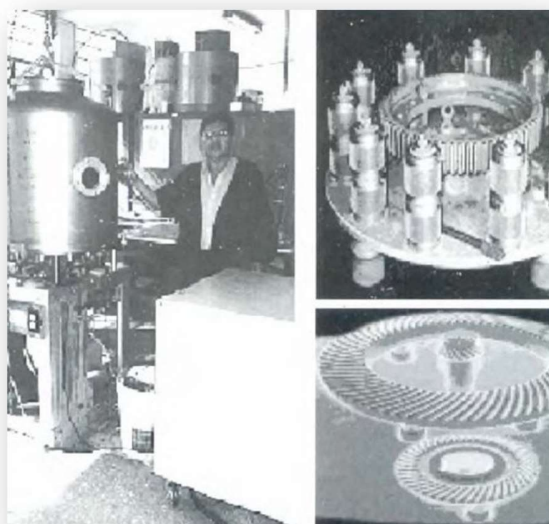
4. 1-3 (# de formatos que puede abrir) Se determina qué cantidad de formatos son compatibles con los programas, sin embargo, no es determinante en el proyecto porque no todos los formatos se pueden mecanizar. El resultado de los formatos que se pueden abrir, se divide en 6 y ese resultado se aproxima a un número entero.

5. TOTAL, se suman todos los resultados y se obtiene cuáles son los mejores software CAM.

### 7. Estado del arte.

A continuación, se les mostrara una lista de 4 proyectos relacionados con metodología de aprendizaje, comparación software BIM, Método de creación personajes para juegos, y la automatización industrial en Colombia.

**Figura 7.1**  
Proyecto 1



#### *AUTOMATIZACIÓN INDUSTRIAL METAKMECANICA*

- Hacen benchmarking.
- Dan explicación de todo lo que se debe saber para elegir un sistema CAD/CAM.

Fuente: Sena (Cortés Rodríguez, y otros, 2002)

**Figura 7.2**  
Proyecto 2

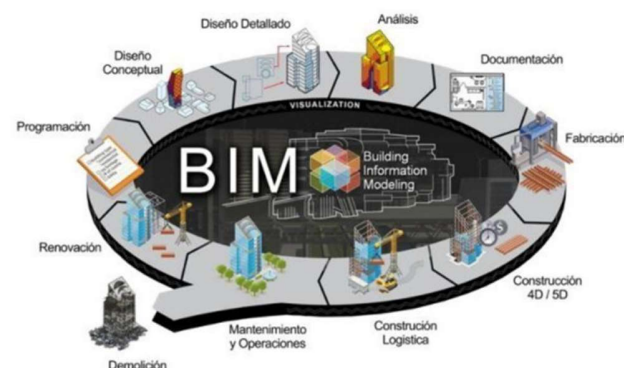


*MODELO METODOLOGICO PARA DISEÑAR Y CONSTRUIR PERSONAJES EN VIDEOJUEGOS.*

- VIDEOJUEGOS: descripción rigurosa de la historia y la clasificación.
- PERSONAJES: Descripción rigurosa y sus clasificaciones
- AGENTES DE SOFTWARE: Descripción de los tipos y sus cualidades.
- API PARA LA IMPLEMENTACIÓN DE AGENTES/PERSONAJES: Da información relacionada a la api adaptación, uso, librería, etc.
- CASO DE ESTUDIO: En este ejemplo aplican el método ya creado para la creación de un videojuego.

Fuente: Pontificia Universidad Javeriana (Vivas, 2016)

**Figura 7.3**  
Proyecto 3



*COMPARACIÓN ENTRE METODOLOGIAS BUI INFORMATION MODELLNG (BIM) Y METODO TRADICIONALES EN EL CALCULO DE CANTIDA OBRA Y ELABORACIÓN DE PRESUPUESTOS. C ESTUDIO: EDIFICACIÓN EDUCATIVA EN COLC*

- VENTAJAS GENERALES DE BUI INFORMATION MODELLING: En este habla acerca de los beneficios que tien método de trabajo antes, durante y de del proyecto.
- DESVENTAJAS IMPLEMENTACIÓN B
- IMPLEMENTACIÓN DE BIM EN EL MU
- COSTOS IMPLEMENTACIÓN BIM COLOMBIA.

Fuente: Universidad Distrital Francisco José de Caldas (LEÓN, 2018)

**Figura 7.4**  
Proyecto 4



*METODOLOGÍA PARA EL APRENDIZAJE DE INYECCIÓN DE POLÍMEROS POR MEDIO DE UNA INYECTORA VIRTUAL.*

- FUNDAMENTACIÓN MATEMÁTICA; Relaciona los movimientos y temperaturas de cada una de las partes de los componentes.
- DESCRIPCIÓN DE LA INYECTORA VIRTUAL; Descripción de cada una de las partes y funcionamiento posterior aprendizaje.
- ANALISIS DE RESULTADOS: Se realiza mediante una tabla de comparación inyectora virtual vs la real.

Fuente: Universidad EAFIT (CARDONA, 2015)

A continuación, les mostrare una lista de otras 6 soluciones a nivel internacional, en donde se encuentran proyectos de piezas automotriz, evaluaciones de técnicas virtuales y físicas para modelos, análisis comparativo de herramientas CAD libres y comerciales, diseño de personajes 3d para videojuegos y estudios de tecnología CAD para la elaboración de esculturas.

**Figura 7.5**  
Proyecto 5

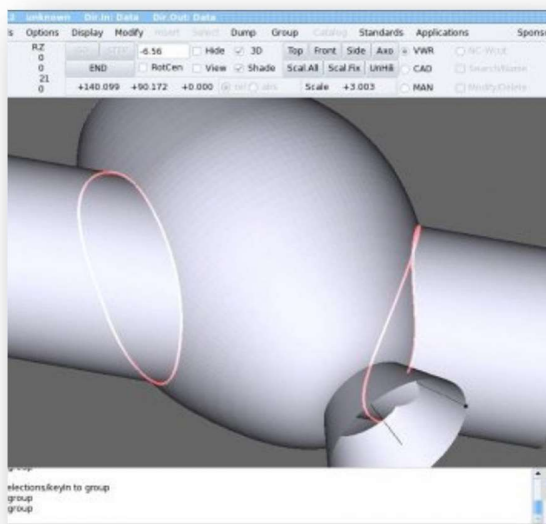


*EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS FÍSICAS Y VIRTUALES PARA MODELAR OBJETOS CON FORMAS ORGÁNICAS*

- Modelo: En este título se encuentra información relacionada a la creación de modelos con técnica de escultura, en a parte digital y real.
- Resultados: En este punto se analizan los resultados, del proyecto, con tablas para calificaciones cuantitativas, y con estudiantes y profesores para resultados cualitativos.

Fuente: Universidad Autónoma de Nueva León (MORENO, 2015)

**Figura 7.6**  
Proyecto 6

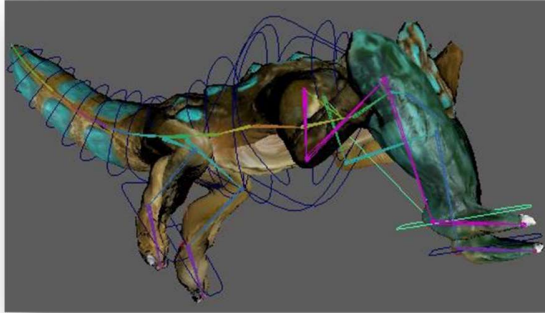


*ANÁLISIS COMPARATIVO DE HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES CAD BASADO EN VERSIÓN LIBRE CON PROGRAMAS COMERCIALES*

- Sistema CAD: En este título define las diferentes funciones de los sistemas cad.
- Paradigmas de diseño: En este punto se exponen 3 diferentes métodos de diseño centradas en modelos.
- Descripción de programas CAD libre.
- Descripción programas CAD comerciales.
- Capítulo V. Análisis Comparativo de Programas.

Fuente: Universidad de Carabobo. (Espinoza, 2015)

**Figura 7.7**  
Proyecto 7

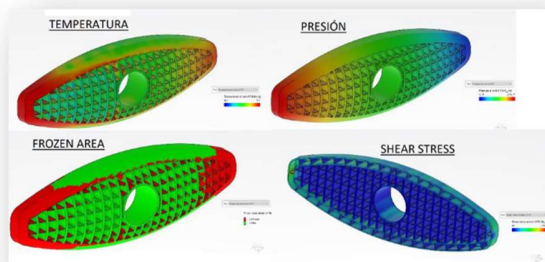


*DISEÑO Y CREACIÓN DE UN PERSONAJE PARA UN CONTENIDO MULTIMEDIA.*

- Este proyecto está centrado en el proceso de creación de un personaje 3D, teniendo en cuenta su historia, proceso de modelado, texturizado, Rigging y animación en su entorno.

Fuente: Universidad Politécnica de Valencia (Asunción, 2017)

**Figura 7.8**  
Proyecto 8



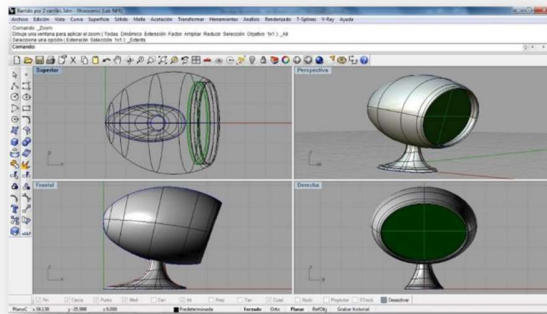
*ANÁLISIS DEL PROCESO DE DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DE PIEZAS PARA EL CONFORMADO POR INYECCIÓN DE PLÁSTICO CON HERRAMIENTAS PLM APLICADO AL SECTOR DE AUTOMOCIÓN*

- PROCESO DE DISEÑO Y DESARROLLO DE PRODUCTOS.
- DISEÑO Y FABRICACIÓN DE PIEZAS DE PLÁSTICO.
- CASO DE ESTUDIO.

Fuente: Universidad Politécnica de Valencia (GÓMEZ, 2016)



**Figura 7.9**  
Proyecto 9

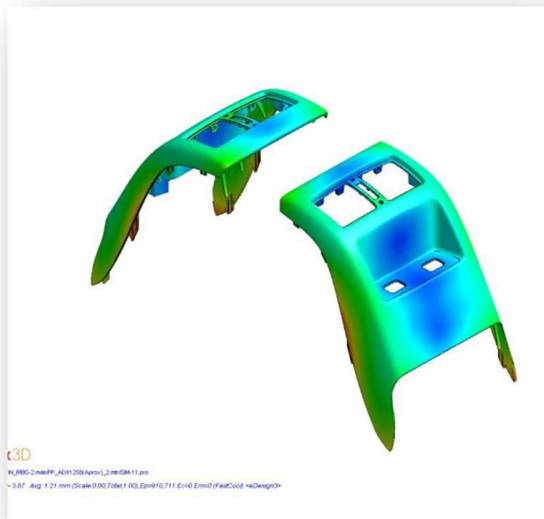


*ESTUDIO DE TECNOLOGÍA DE MODELADO 3D PARA SU APLICACIÓN EN ESCULTURA SUSTENTABLE.*

- TECNOLOGÍA DE MODELADO 3D Y SU APLICACIÓN EN LA ESCULTURA.
- QUÉ ES RP?.
- CONCEPTO DE CNC

Fuente: Universidad Autónoma de México (RAMÍREZ, 2017)

**Figura 7.10**  
Proyecto 10



*DESARROLLO DE UN SISTEMA DE PRE EVALUACIÓN DE MOLDES PARA PIEZAS PLÁSTICAS AUTOMOTRICES QUE CONFORMAN EL INTERIOR DE UN VEHÍCULO.*

- Metodología de respuesta de superficie.
- Método de Taguchi.
- Simulación de inyección de plástico para una pieza con defectos de calidad.

Fuente: CIATEQ (CRUZ, 2018)

## 8. Marco Teórico.

### 8.1. Software

“Es una producción inmaterial del cerebro humano” (Valdez, 2011, pág. 17). también explica brevemente la forma de creación de software mediante lenguajes de programación. Los costos elevados del monopolio de la industria, generando uso de la piratería para su adquisición, y exponiendo que también existen software libre, donde es posible acceder a sus códigos de programación.

Hace una clasificación de los software:

1. Software de sistema
2. Software de programación
3. Software de aplicación
4. Sistema operativo

También da una pequeña definición de los software libres “Software Libre se refiere a la libertad de los usuarios para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, cambiar y mejorar el software. De modo más preciso, se refiere a cuatro libertades de los usuarios del software” (Valdez, 2011, pág. 29).

En su segundo capítulo habla acerca del modelado en 3D y lo define “Desde un punto de vista visual, valga la redundancia, un modelo en 3D es una representación esquemática visible a través de un conjunto de objetos, elementos y propiedades que, una vez procesados (renderización), se convertirán en una imagen en 3D o una animación 3d.” (Valdez, 2011, págs. 40-41).

La autora hace un listado de los software de modelado 3D:

(Valdez, 2011, págs. 53-54)

1. 3D Studio Max,
2. Alias.
3. Blender.
4. Cheetah3D.
5. Cinema 4D.
6. Generative Components.
7. Houdini.
8. LightWave.
9. Maya.
10. MilkShape 3D.
11. Rhinoceros 3D.
12. Softimage|XSI.
13. trueSpace.
14. ZBrush.

Esta lista de software es enfocada en la carrera de diseño gráfico, para la creación y animación de figuras orgánicas.

## **8.2. Técnicas de modelado**

(Valdez, 2011, pág. 45)

1. Estructuras Predefinidas
2. Box Modeling
3. NURBS Modeling
4. Operaciones booleanas

5. Extrude || Lathe
6. Loft
7. Sistema de Partículas
8. Modelo por texturas

El numero 1 es un modelado a partir de figuras base, el numero 2 es usar una caja e ir deformándola hasta llegar a un resultado, el numero 3 es el modelado a partir de curvas nurbs, el número 4, es un modelado a partir de sustracción, intersección y diferencia, el 5 es a partir de una extrucción, el 6 es una superficie a partir de curvas, el 7 es el uso de partículas que marcan coordenadas para posicionar pequeñas figuras básicas y repetitivas. Finalmente, el 8 que es un modelado a partir de texturas eso quiere decir que a partir de las texturas se logran dar sensaciones de profundidad y volumen. (Valdez, 2011, págs. 45-52)

Con respecto al enunciado anterior existen técnicas de modelado que se deben corregir:

1. Estructuras predefinidas no es una técnica de modelado 3D, ya que consiste en agregar figuras básicas y esto es una herramienta que se encuentra en todos los software de modelado 3D como cubo, cono, pirámide, cilindro, tubo, toroide y esfera.
2. Box Modeling es la técnica de mallas poligonales, que inicia desde una caja; crea divisiones de malla, y empezar a trabajar a partir de ella, sin embargo, no es necesario abordar desde una caja ya que se puede principiar desde cualquier estructura predefinida.
3. Nurbs Modeling es una tecnología para visualizar superficies, esta si puede ser llamada una técnica, pero sería a partir de las superficies, ya que no es la única tecnología para representar las superficies, también se encuentran las Bézier.

4. Operaciones Booleanas son herramientas de todos los software.
5. Extrude es un instrumento que se encuentra en todos los programas.
6. Loft también es una herramienta que se encuentran en todos los software.
7. Sistema de partículas es una herramienta, que consiste en crear una figura básica, para replicar en una superficie de forma aleatoria, y con variaciones de tamaño, esta si se encuentra en algunos software, no en todos.
8. Modelado de texturas es una método de visualización para la creación de renderizado, en donde la textura intenta dar la sensación de profundidad.

### 8.3.Listado de software de modelado 3D según el documento referente.

(Valdez, 2011)

Lo siguiente es una lista de software para hacer modelado 3D enfocado en el diseño gráfico.

**Tabla 8.1**  
*Clasificación se los software*

Nombre	Compañía	Enlace	Versión
<b>Maya</b>	Autodesk (antes alias wavefront)	<a href="https://www.autodesk.com/products/maya/overview?term=1-YEAR">https://www.autodesk.com/products/maya/overview?term=1-YEAR</a>	Maya 2011
<b>SOFTIMAGE  XSI</b>	Autodesk (antes propiedad de AVID y antes de Microsoft)	<a href="https://www.autodesk.com/products/softimage/overview">https://www.autodesk.com/products/softimage/overview</a>	Softimage 2011
<b>3DStudio MAX</b>	Autodesk	<a href="http://www.autodesk.com/3dsmax">http://www.autodesk.com/3dsmax</a>	Max 2011
<b>LightWave</b>	Newtek	<a href="http://www.newtek.com/">http://www.newtek.com/</a>	LightWave 9.6
<b>Blender</b>	Blender (OpenSource)	<a href="http://www.blender.org/">http://www.blender.org/</a>	2.49 - 2.50
<b>Cinema 4D</b>	Maxon	<a href="http://www.maxon.net">http://www.maxon.net</a>	11.5
<b>Houdini</b>	Side Effects	<a href="http://www.sidefx.com/">http://www.sidefx.com/</a>	11
<b>Rhinoceros</b>	Rhino	<a href="http://www.rhino3d.com/">http://www.rhino3d.com/</a>	4

<b>Pov-ray</b>	Povray	<a href="http://www.povray.org/">http://www.povray.org/</a>	4
<b>Cheetah 3D</b>	Cheetah 3D	<a href="http://www.cheetah3d.com/">http://www.cheetah3d.com/</a>	4

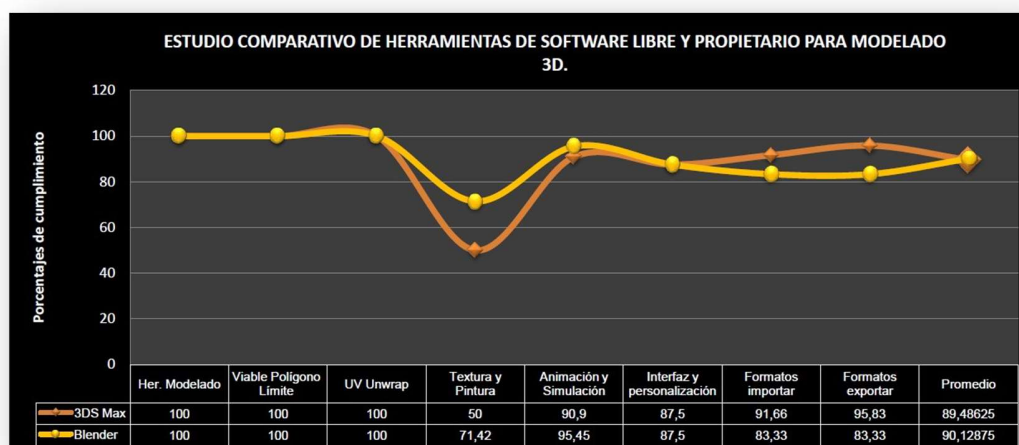
Fuente: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo Facultad De Informática Y Electrónica Escuela De Diseño Gráfico (Valdez, 2011).

#### 8.4. Tabla comparativa de Blender y 3D Max

Después de tener la lista seleccionó 2 para ejecutar su caso práctico, y su criterio de selección fueron los más usados en software libre y no libre, que son 3D Max, y Blender.

**Figura 8.1**

Cuadro comparativo de herramientas para modelado 3d.



Fuente: Escuela Superior Politécnica De Chimborazo Facultad De Informática Y Electrónica Escuela De Diseño Gráfico (Valdez, 2011, pág. 125).

#### 8.5. Comparación de software shareware para generación de programas en código G”

(Campos T, Borja, & Ayala, 2017)

Este artículo reporta un estudio comparativo para identificar diferencias entre diversos programas shareware para generar códigos G. Primero se consultaron varias revistas electrónicas para identificar los programas shareware de uso más extendido y, empleando diversos criterios, se realizó una selección. Con los software seleccionados se hicieron experimentos con la finalidad de probar su funcionalidad y resultados. Se tomaron como

parámetros para la evaluación el número de selecciones (selección de opciones en menús por medio de “clics” de un ratón) requeridas de los usuarios para generar un programa CN, el número de líneas del programa generado por cada software y el tiempo necesario para el maquinado. (Campos T, Borja, & Ayala, 2017, pág. 1)

En la introducción del documento anterior se hace una comparación de diferentes software CAM, también expresan sus costos elevados para el uso, lo cual hace casi imposible la adquisición de una licencia para una institución de educación, y simultáneamente, quita la posibilidad de usarlo como herramienta de enseñanza, sin embargo, también dice que hay software libres.

En el documento definen el software como: Conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora, según la RAE. (Campos T, Borja, & Ayala, 2017)

### **8.6.Sistemas CAM**

A continuación una explicación de sistema CAM.

(Campos T, Borja, & Ayala, 2017)

La Manufactura Asistida por Computadora (CAM) es el uso de software para controlar una máquina-herramienta y maquinaria relacionada en la fabricación de piezas de trabajo.

La mayoría de los mecanizados se llevan a cabo mediante cuatro etapas, cada una de las cuales es implementada por una variedad de estrategias, dependiendo del material y el software disponible.

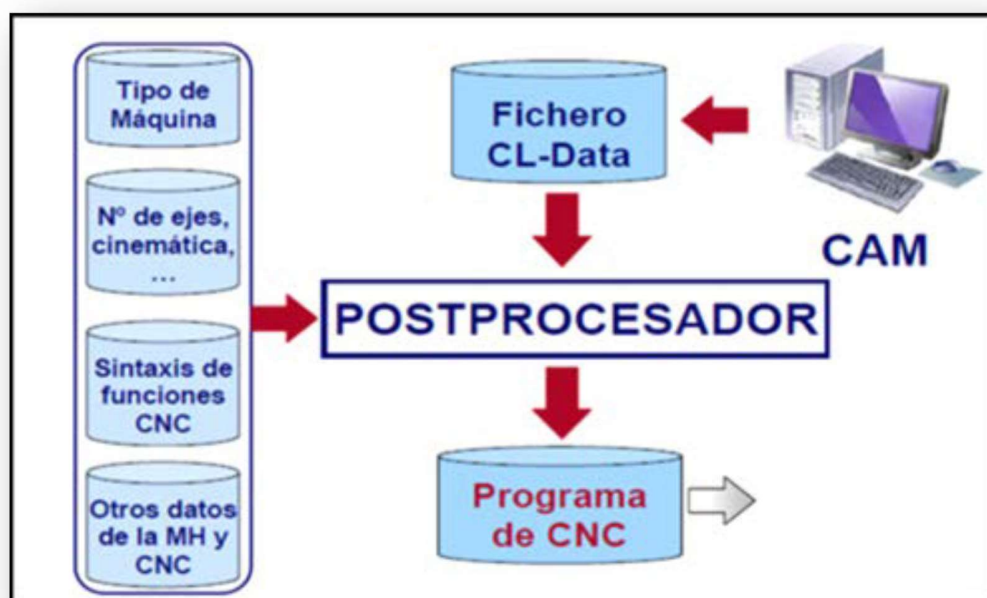
Estas etapas son:

- Desbaste: Este proceso comienza con la materia prima, conocida como tocho, y realiza el corte muy aproximadamente a la forma del modelo final.

- Semi-acabado: Este proceso comienza con una pieza desbastada que se aproxima desigualmente al modelo y los cortes son realizados a una distancia de desplazamiento fijo del modelo.
- Acabado: El acabado implica un paso lento a través del material en pasos muy finos para producir la pieza acabada. En el acabado, el paso entre un paso y otro es mínimo.
- Fresado de contorno: En aplicaciones de fresado en hardware con cinco o más ejes, se puede realizar un proceso de acabado separado llamado contorneado. (Campos T, Borja, & Ayala, 2017, pág. 3)

También indica que el proceso de CNC se divide en 2 pasos, uno que es para hacer un esquema básico de cómo va ubicado el modelo en forma general para su procesamiento, mientras el segundo, necesita un postproceso para alistar el archivo para la maquina y eso depende de varios ítems que se podrán observar en la siguiente imagen.

**Figura 8.2**  
Proceso de manufactura desde software CAM



Fuente: “Comparación de software shareware para generación de programas en código G”. (Campos, T. Borja, V. y Ayala, A. (2017). [http://somim.org.mx/memorias/memorias2017/articulos/A2\\_201.pdf](http://somim.org.mx/memorias/memorias2017/articulos/A2_201.pdf)



Este documento está enfocado a ingenieros, y ¿cómo se puede aplicar a una institución educativa para que puedan aprender profesores y estudiantes?

En este caso se hará una comparación de software cuyo software fuera para Windows siendo el sistema operativo más usado, y que la adquisición de este software no tuviera amenazas de virus, con base en operaciones de fresado, para la generación de códigos G.

Usan un simulador de fresado llamado TOPCAM para poder medir densidad de líneas, y tiempo, número de selecciones en el software desde su apertura, hasta haber terminado y cerrado el programa.

Esta fue la lista de software que usaron para sus pruebas. (Campos T, Borja, & Ayala, 2017)

**Tabla 8.2**  
*Software CAM que superaron la primera fase de selección*

Software	Enlace de Descarga
G-SIMPLE	<a href="http://www.gsimple.eu/download.html">http://www.gsimple.eu/download.html</a>
GCAM - GNU	<a href="http://gcam.js.cx/files/gcam-win32-2010.07.27.zip">http://gcam.js.cx/files/gcam-win32-2010.07.27.zip</a>
GCNCCAM	<a href="https://sourceforge.net/projects/gcnccam/">https://sourceforge.net/projects/gcnccam/</a>
FREEMILL	<a href="https://mecsoft.com/freemill/">https://mecsoft.com/freemill/</a>
CAM BAM	<a href="http://www.cambam.info/downloads/">http://www.cambam.info/downloads/</a>
CNC CODE MAKER	<a href="http://www.creativecnc.net/downloads.html">http://www.creativecnc.net/downloads.html</a>
SIMPLE2D	<a href="http://simple2dcadcam.sourceforge.net/">http://simple2dcadcam.sourceforge.net/</a>
CAD/CAM	
CNC SIMULATOR	<a href="http://cn simulator.info/download">http://cn simulator.info/download</a>
HEEKSCNC	<a href="https://ln.sync.com/dl/56e0f9310#2xfdjstm-mizvmpdt-ncbhipy-g823pk9c">https://ln.sync.com/dl/56e0f9310#2xfdjstm-mizvmpdt-ncbhipy-g823pk9c</a>
CNCSIMPLE	<a href="http://www.e-cam.it/#Download">http://www.e-cam.it/#Download</a>
SHARPCAM 21/2	<a href="http://www.sharpcam.co.uk/Download-Demonstration.aspx">http://www.sharpcam.co.uk/Download-Demonstration.aspx</a>
AXIS CAM	
COLLABCAD	<a href="https://www.collabcad.gov.in/register.html">https://www.collabcad.gov.in/register.html</a>
CAMOTICS	<a href="http://camotics.org/download.html">http://camotics.org/download.html</a>

Fuente: "Comparación de software shareware para generación de programas en código G". (Campos T, Borja, & Ayala, 2017).

### 8.7. Tablas comparativas.

En la siguiente tabla mostrare los resultados comparativos teniendo en cuenta que antes de la tabla se pasaron 3 filtros con diferentes test.

Figura 8.3

Análisis comparativo de la caracterización de los software CAM

	PROGRAMAS				
CARACTERÍSTICA	G-SIMPL E	CAM BAM	FREE-MILL	CNC CODE MAKER	HEEKs
Tipo de interfaz de usuario.	GUI	GUI	GUI	GUI	GUI
Idioma del interfaz.	Inglés	Inglés, español	Inglés, español	Inglés	Inglés, español
Tipo de visualización. (2D o 3D)	3D wireframe	2D y 3D wireframe	2D y 3D wireframe, 3D modelado sólido	2D wireframe	2D y 3D wireframe, 3D modelado sólido
Capacidad en el manejo de ejes para mecanizar.	3 ejes	3 ejes	3 ejes	3 ejes	3 ejes
Formatos de archivo admitidos importar.	2D: DXF	2D : DXF, 3D: STEP, STL, 3ds y RAW	2D : DXF, 3D: STEP, STL, 3ds y RAW	2D: DXF	2D : DXF, 3D: STEP, STL, 3ds y RAW
Formatos de archivo admitidos exportar.	2D: DXF	DXF	2D : DXF, 3D: STEP, STL, 3ds y RAW	2D: DXF	2D : DXF, 3D: STEP, STL, 3ds y RAW
Opción de editar postprocesador .	SI	SI	SI	SI	SI

Fuente: “Comparación de software shareware para generación de programas en código G”. (Campos T, Borja, & Ayala, 2017)

Figura 8.4

Tiempo empleado en el maquinado de la pieza en la simulación.

	SOFTWARE		
VALOR DE COMPARACIÓN	CAM BAM	CNC CODE MAKER	HEEKs
TIEMPO DE EJECUCIÓN EN SIMULACIÓN (seg)	217	236	204

Fuente: “Comparación de software shareware para generación de programas en código G”. (Campos T, Borja, & Ayala, 2017)

**Figura 8.5**

Número total de clics necesarios para la creación del Código G.

	SOFTWARE		
VALOR DE COMPARACIÓN	CAM BAMB	CNC CODE MAKER	HEEKS
CANTIDAD TOTAL DE CLICS	30	70	45

*Nota.* Fuente: “Comparación de software shareware para generación de programas en código G”. (Campos T. Borja, & Ayala, 2017)

**Figura 8.6**

Número total de líneas generadas en el código –G

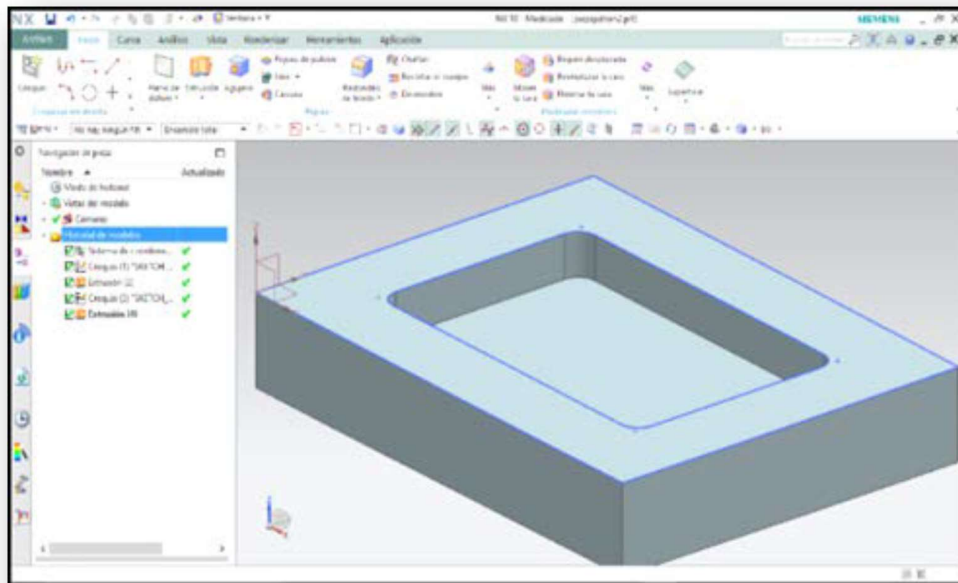
	SOFTWARE		
VALOR DE COMPARACIÓN	CAM BAMB	CNC CODE MAKER	HEEKS
NUMERO DE LÍNEAS EN EL CÓDIGO G.	71	54	86

*Nota.* Fuente: “Comparación de software shareware para generación de programas en código G”. (Campos T. Borja, & Ayala, 2017)

Teniendo en cuenta los resultados obtenidos, escogería el software HEEKS, ya que tiene diferentes tipos de visualización, tiene una capacidad de manejo de 3 ejes, está en inglés y en español, Tiene diferentes maneras de exportación e importación de archivos, el postproceso se puede editar, el tiempo de simulación fue el más corto, el número de líneas de código G fue mayor, por lo tanto, es más detalle y la cantidad de clicks para su ejecución fue la segunda mejor.

**Figura 8.7**

*Pieza de estudio modelada en el entorno gráfico del software CAD.*



Fuente: “Comparación de software shareware para generación de programas en código G”. (Campos T, Borja, & Ayala, 2017)

Sin embargo, el modelo CAD usado para este ejercicio fue un modelo muy sencillo y la cantidad de ejes usados fueron de 3 haciendo que sea limitado su uso para la creación de moldes orgánicos y para el ejercicio del proyecto.

Proceso de creación de moldes para inyección de plásticos.

### **8.8.La pedagogía del diseño**

Esta información es relevante ya que en el objetivo final del proyecto es la publicación del conocimiento, en la comunidad académica, para esto voy a mostrar una tabla de (Urrego, 2017)., siendo suficientemente clara para prepara una clase.

**Tabla 8.3**  
*Habilidades y competencias que deben poseer los docentes.*

Enfoque	Competencias	Habilidades
Metodológico		
funcional	1. Saber organizarse. 2. Saber comunicarse. 3. Conocer  sicopedagogía.	- Dar instrucciones claras y precisas. - Intercalar informaciones funcionales. - Interpretar señales no-verbales. - Sonreír  apropiadamente.
Práctico	4. Conocer el proceso de aprendizaje del estudiante en contextos académicos y naturales. 5. Seleccionar y preparar los contenidos disciplinares. 6. Evaluar y Controlar aprendizaje. 7. Manejar nuevas tecnologías. 8. Implementar estrategias cognitivas. 9. Conocer contexto. 10. Conocer estudiantes. 11. Realizar Feed-Back.	-Utilizar claves instruccionales. - Administrar el tiempo. -Completar con organizadores gráficos. - Escuchar activamente. - Negociar acuerdos. - Hacer preguntas. - Recibir críticas. - No hablar a las pizarras. - Ubicación en el aula. - Pedir excusas.
Didáctico	12. Identificarse con la institución y trabajar en equipo. 13. Utilizar de métodos y técnicas didácticas pertinentes. 14. Gestionar su propio desarrollo profesional como docente. 15. Gestionar interacciones didácticas y relaciones con los	-Activar esquemas inclusores. - Crear conflictos cognitivos.

---

alumnos.  
 16. Reflexionar e investigar sobre la enseñanza.  
 17. Conocer procesos educativos.

---

Fuente: Fundación de Educación Superior San José (Urrego, 2017)

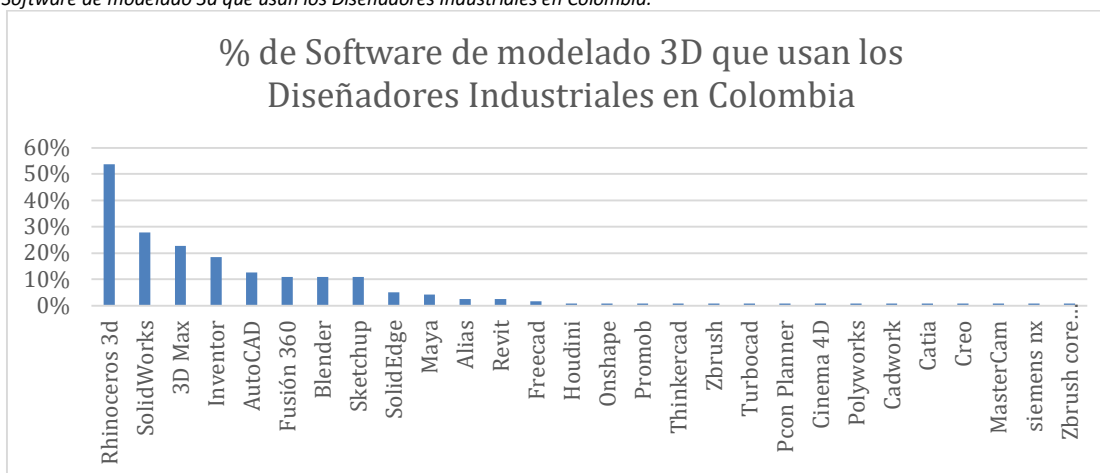
## 9. Bitácora trabajo de campo.

Para este trabajo de campo se realizaron en varias etapas las cuales se van a exponer a continuación:

### 9.1. Encuesta.

Para poder definir de forma general cuales son los software que se deben usar, primero se debe saber cuales son los software que usan los diseñadores industriales, para eso se realizo una encuesta en el grupo de Diseño Industrail Colombiano en Facebook, con una unica pregunta abierta, que decia ¿que software de modelado 3D usan?, como era abierta y facil de responder, se obtuvo una participación de 119 personas, y que en cada una de ellas habian mas de 2 o 3 software que usaban, acontinuación mostraré los resultados:

**Figura 9.1**  
 Software de modelado 3d que usan los Diseñadores Industriales en Colombia.



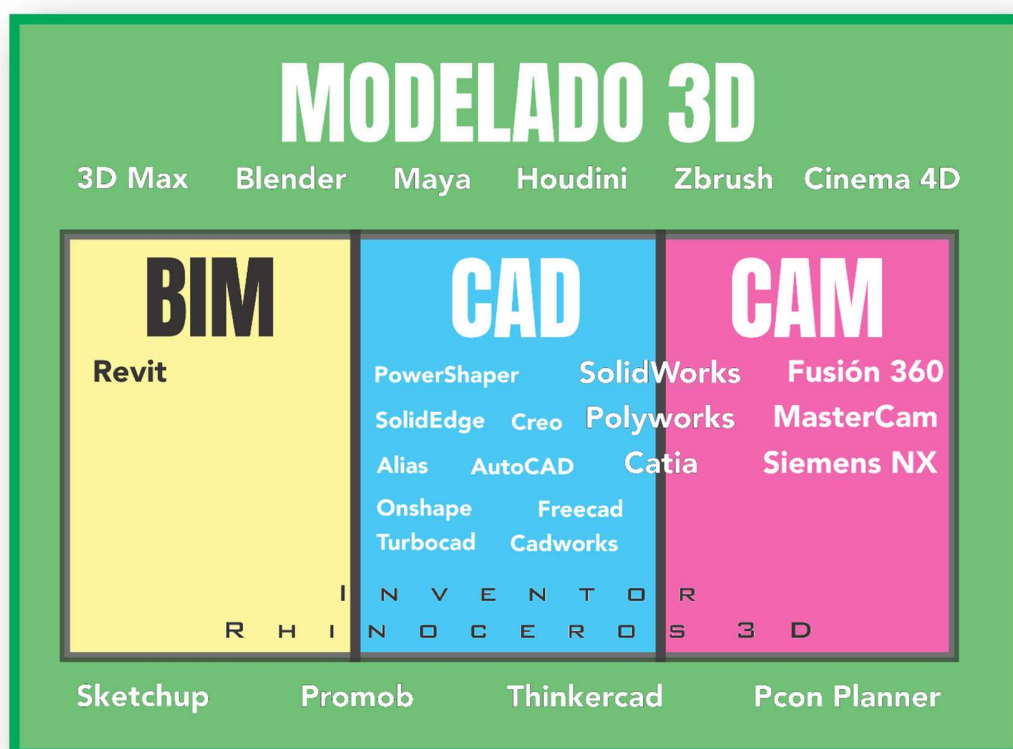
Fuente: Autoría propia 2021.

## 9.2. Enfoque de modelado 3D

A continuación voy a mostrar una figura, la cual cuenta con una clasificación de los diferentes tipos de software, esta basada en programas de modelado 3D que usan los diseñadores industriales en Colombia, según la anterior encuesta.

Quiero hacer claridad que existen software que usan los arquitectos e ingenieros que no son mencionados en esta imagen. Con esto no se quiere decir que no existan más software utilizados por Diseñadores Industriales.

**Figura 9.2**  
Enfoques de modelado 3D



Fuente: Autoría propia 2021.

### 9.3. Técnicas de Modelado 3D.

Ahora viene el punto crucial del filtro de los software, y es definir las tecnicas de modelado 3D, saber para que se usan y que tipos de resultados se pueden lograr.

1. Mallas Poligonales.
2. Modelado a partir de Superficies.
3. Modelado de Solidos.
4. Escultura Digital.

#### 9.3.1 Mallas Poligonales.

Es una superficie creada a partir de polígonos que están formados por caras, aristas, y vértices, que se encuentran ubicados en unas coordenadas del espacio virtual x, y, z, las caras están formadas comúnmente por quads que son caras formadas por 4 vértices y 4 aristas y triads que son figuras hechas a partir de 3 vértices y 3 aristas.

Las mallas poligonales permiten hacer figuras orgánicas con muchos detalles, esta técnica se encuentra en los software de modelado 3D para creación y animación de personajes.

Ejm:

**Figura 9.3**

*Trabajando con mallas poligonales: Subdivisión*





Fuente: "RenderBlue" (Carbajo, 2020) <https://www.renderblue.com/post/trabajando-con-mallas-poligonales-subdivisi%C3%B3n>

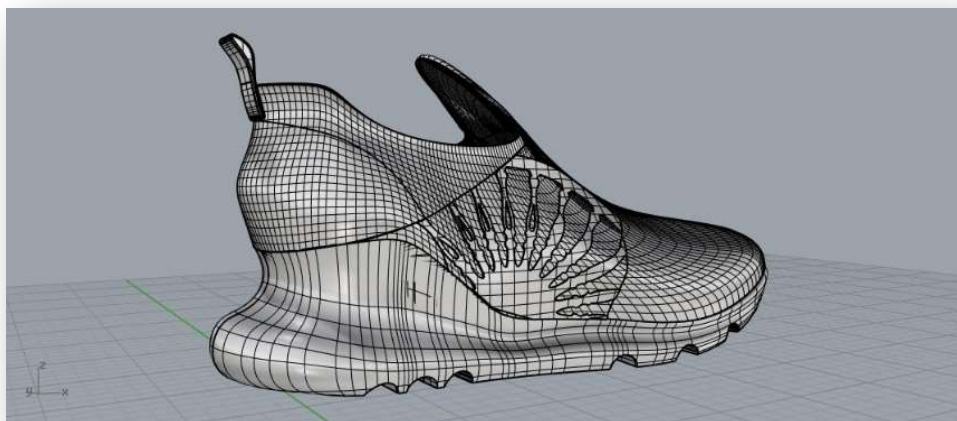
### ***9.3.2. Modelado a partir de Superficies.***

En esta técnica existen dos tecnologías de modelado 3D las cuales me permito mencionar: Las Nurbs (non-uniform rational B-spline) y en español (B-splines racionales no uniformes). Las Bézier su nombre proviene de Pierre Bézier, quien ideó una fórmula matemática para definir una curva.

Lo anterior permiten hacer figuras orgánicas, pero al momento de diseñar un rostro presenta dificultades para realizarlo, no quiere decir con esto que es imposible de ejecutar.

Ejm:

**Figura 9.4**  
*Zapato hecho con superficies*



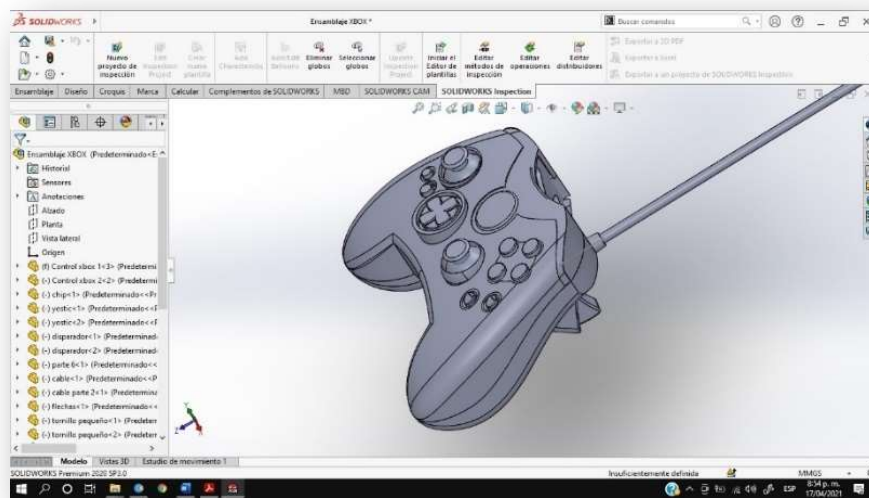
Fuente: Autoría propia., 2020

### ***9.3.3. Modelado de Sólidos.***

Esta técnica es usada comúnmente por los ingenieros en software de diseño paramétrico, centrado en la creación de piezas mecánicas.

Ejm:

**Figura 9.5**  
Control de Xbox clásico



Fuente: Autoría propia 2017

### 9.3.4. Escultura Digital.

Esta técnica usa una masa virtual, en la que se puede estirar, empujar, agregar y quitar, esto permite la creación de esculturas, con la mayor cantidad de detalles, permitiendo hacer personajes de mayor calidad.

Ejm:

**Figura 9.6**  
Tutorial básico Zbrush 2020 en español

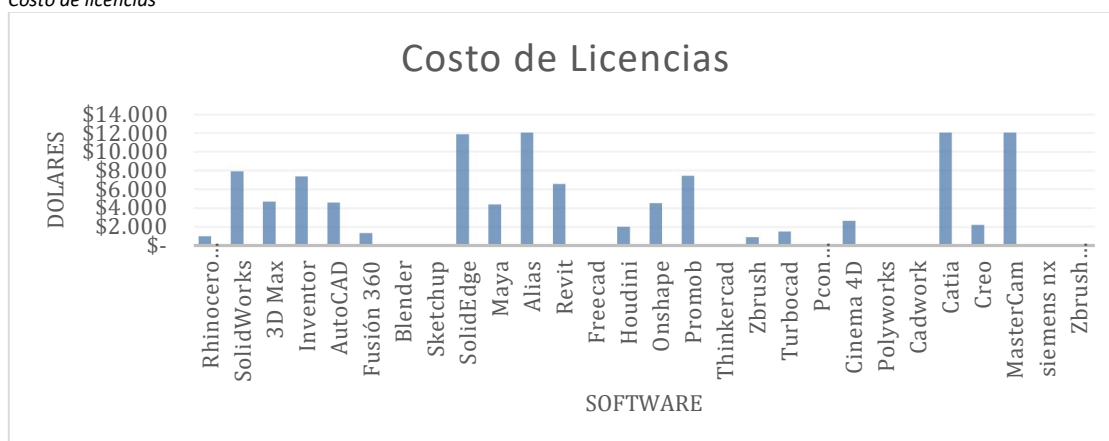


Fuente: Autoría propia basado en tutoriales Kames de YouTube, (Andrade, 2020)  
[https://www.youtube.com/watch?v=ynTc15sV1zo&list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq\\_uL5VBVxg9&index=14](https://www.youtube.com/watch?v=ynTc15sV1zo&list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9&index=14)

#### 9.4. Costo de los software.

Otro punto importante en este proceso son los costos de licencia que les expongo a continuación.

**Figura 9.7**  
Costo de licencias



Fuente: Autoría propia, 2021

## 9.5. Clasificación de los software a escoger.

Teniendo en cuenta toda la información recolectada llego el momento de ponerla en una tabla comparativa, de las diferentes variables cuantitativas y cualitativas, para definir cuáles son los software que se deben usar

### 9.5.2. Asignaciones de valores según costos de licencia.

En esta tabla se le asigna un valor numerico de 1 a 5 en diferentes rangos de precio, donde el valor maximo 5 es equivalente a los softwares mas economicos y 1 los mas costosos.

**Figura 9.8**  
Valor de las licencias

Costo	valor
0 a 2500	5
2501 a 5000	4
5001 a 7500	3
7501 a 10000	2
10000 a n	1

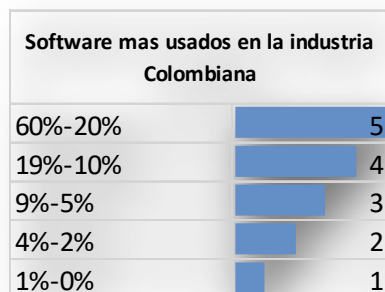
Fuente: Autoría propia 2021.

### 9.5.3. Asignaciones de valores según porcentaje de uso en Colombia.

En esta figura muestra un valor según porcentaje de los software más utilizados en la industria colombiana, donde 5 es para el rango de uso más alto y 1 para el más bajo.

Figura 9.9

Software usados en Colombia.



Fuente: Autoría propia 2021.

#### 9.5.4. Tabla de comparación cualitativa y cuantitativa de los software

A continuación se muestra la tabla final de la comparación de los diferentes software de modelado 3D que usan los diseñadores industriales en Colombia, esta tabla esta enfocado, en la clasificación según técnicas de modelado 3D.

Tabla 9.1

Software escogidos, para la inyección de plástico

Software	Capacidad para la creación de formas orgánicas	Software más usados en la industria colombiana	Uso de tecnologías CAM	Costo del software	TOTAL
	1 a 10	1 a 5	3	1 a 5	
Rhinoceros 3d	6	5	3	4	18
SolidWorks	4	5	3	2	14
3D Max	8	5		2	15
Inventor	5	4	3	2	14
AutoCAD	3	4		2	9
Fusión 360	2	4	3	3	12
Blender	9	4		5	18
Sketchup	3	4		5	12
SolidEdge	4	3		1	8
Maya	9	2		2	13
Alias	6	2		1	9
Revit	4	2		2	8
FreeCAD	4	2		5	11
Houdini	8	1		3	12
Onshape	4	1		2	7
Promob	3	1		2	6

Thinkercad	5	1		5	11
Zbrush	10	1		4	15
Turbocad	4	1		3	8
Pcon Planner	4	1		5	10
Cinema 4D	8	1		3	12
Polyworks	4	1	3		8
Cadwork	4	1		5	10
Catia	4	1	3	1	9
Creo	4	1		3	8
MasterCam	1	1	3	1	6
siemens nx	4	1	3		8
Zbuz core mini	10	1		5	16

Fuente: Autoría propia 2021.

### 9.6. Software escogidos.

Estos fueron los software que se obtuvieron como resultado de la tabla para su posterior uso.

13: Maya

14: SolidWorks e Inventor

15: 3D Max y Zbrush

16: Zbrush core mini

18: Rhinoceros 3D y Blender.

Teniendo en cuenta las técnicas de modelado 3D se aplicó un filtro en el que se escogían los que obtuvieron puntos desde 6 hasta 10 en capacidad para la creación de formas orgánicas.

Maya, 3D Max, Blender, Zbrush, Zbrush Core Mini, y Rhinoceros 3D versión 7 que tendría una puntuación de 7.

## 9.7. Proceso de aprendizaje.

Para usar los programas se debe aprender a mejorarlos, se utilizaron paginas de YouTube y oficiales de los software como:

**Tabla 9.2**

*Lista de tutoriales*

Software	Enlace Web
Blender:	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=h4hZzPCOMKs&amp;t=1024s">https://www.youtube.com/watch?v=h4hZzPCOMKs&amp;t=1024s</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=EofzlVEWfEU&amp;t=1s">https://www.youtube.com/watch?v=EofzlVEWfEU&amp;t=1s</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=hve89Yfy4FA">https://www.youtube.com/watch?v=hve89Yfy4FA</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=NKsFTnniBe0">https://www.youtube.com/watch?v=NKsFTnniBe0</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=HB0EPH5vFLc">https://www.youtube.com/watch?v=HB0EPH5vFLc</a>
3D Max:	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=8ZHvmyNUYLw&amp;list=PLf-uWfGxf6jOLcv9h53yoH8qFJEBAC8UR">https://www.youtube.com/watch?v=8ZHvmyNUYLw&amp;list=PLf-uWfGxf6jOLcv9h53yoH8qFJEBAC8UR</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=xiz6uSX7bps&amp;list=PLf-uWfGxf6jOLcv9h53yoH8qFJEBAC8UR&amp;index=2">https://www.youtube.com/watch?v=xiz6uSX7bps&amp;list=PLf-uWfGxf6jOLcv9h53yoH8qFJEBAC8UR&amp;index=2</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=4mSc7Mx3aoM&amp;list=PLf-uWfGxf6jOLcv9h53yoH8qFJEBAC8UR&amp;index=3">https://www.youtube.com/watch?v=4mSc7Mx3aoM&amp;list=PLf-uWfGxf6jOLcv9h53yoH8qFJEBAC8UR&amp;index=3</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=CIPBj9pN2bA&amp;list=PLf-uWfGxf6jOLcv9h53yoH8qFJEBAC8UR&amp;index=4">https://www.youtube.com/watch?v=CIPBj9pN2bA&amp;list=PLf-uWfGxf6jOLcv9h53yoH8qFJEBAC8UR&amp;index=4</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Na_ZSq08Bek&amp;list=PLf-uWfGxf6jOLcv9h53yoH8qFJEBAC8UR&amp;index=5">https://www.youtube.com/watch?v=Na_ZSq08Bek&amp;list=PLf-uWfGxf6jOLcv9h53yoH8qFJEBAC8UR&amp;index=5</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=p3-pBQGHvYA&amp;list=PLf-uWfGxf6jOLcv9h53yoH8qFJEBAC8UR&amp;index=6">https://www.youtube.com/watch?v=p3-pBQGHvYA&amp;list=PLf-uWfGxf6jOLcv9h53yoH8qFJEBAC8UR&amp;index=6</a>
Maya:	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=R9qxyucG2zE&amp;list=PLf-uWfGxf6jPA_QPeb9NB_DYNguFOtCcE">https://www.youtube.com/watch?v=R9qxyucG2zE&amp;list=PLf-uWfGxf6jPA_QPeb9NB_DYNguFOtCcE</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=xk6PTiK6E2Q&amp;list=PLf-uWfGxf6jPA_QPeb9NB_DYNguFOtCcE&amp;index=2">https://www.youtube.com/watch?v=xk6PTiK6E2Q&amp;list=PLf-uWfGxf6jPA_QPeb9NB_DYNguFOtCcE&amp;index=2</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=kv6S8M5CRbM&amp;list=PLf-uWfGxf6jPA_QPeb9NB_DYNguFOtCcE&amp;index=3">https://www.youtube.com/watch?v=kv6S8M5CRbM&amp;list=PLf-uWfGxf6jPA_QPeb9NB_DYNguFOtCcE&amp;index=3</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=QQ611bdcIYc&amp;list=PLf-uWfGxf6jPA_QPeb9NB_DYNguFOtCcE&amp;index=4">https://www.youtube.com/watch?v=QQ611bdcIYc&amp;list=PLf-uWfGxf6jPA_QPeb9NB_DYNguFOtCcE&amp;index=4</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=esfe_-HfKKo&amp;list=PLf-uWfGxf6jPA_QPeb9NB_DYNguFOtCcE&amp;index=5">https://www.youtube.com/watch?v=esfe_-HfKKo&amp;list=PLf-uWfGxf6jPA_QPeb9NB_DYNguFOtCcE&amp;index=5</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=v-pC7VasARA&amp;list=PLf-uWfGxf6jPA_QPeb9NB_DYNguFOtCcE&amp;index=6">https://www.youtube.com/watch?v=v-pC7VasARA&amp;list=PLf-uWfGxf6jPA_QPeb9NB_DYNguFOtCcE&amp;index=6</a>
Zbrush:	<a href="https://www.youtube.com/watch?v=KLh4LOsetsQ&amp;list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9">https://www.youtube.com/watch?v=KLh4LOsetsQ&amp;list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=Wnb7577aUok&amp;list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9&amp;index=2">https://www.youtube.com/watch?v=Wnb7577aUok&amp;list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9&amp;index=2</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=OcEgd_d7U5I&amp;list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9&amp;index=3">https://www.youtube.com/watch?v=OcEgd_d7U5I&amp;list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9&amp;index=3</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=IiaVlb1phTs&amp;list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9&amp;index=4">https://www.youtube.com/watch?v=IiaVlb1phTs&amp;list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9&amp;index=4</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=MB7pKvp3oYE&amp;list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9&amp;index=5">https://www.youtube.com/watch?v=MB7pKvp3oYE&amp;list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9&amp;index=5</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=UnYAEANX9ts&amp;list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9&amp;index=6">https://www.youtube.com/watch?v=UnYAEANX9ts&amp;list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9&amp;index=6</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=ZtFGxXC_Rys&amp;list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9&amp;index=7">https://www.youtube.com/watch?v=ZtFGxXC_Rys&amp;list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9&amp;index=7</a> <a href="https://www.youtube.com/watch?v=vMcq1GLYpGw&amp;list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9&amp;index=8">https://www.youtube.com/watch?v=vMcq1GLYpGw&amp;list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9&amp;index=8</a>

[https://www.youtube.com/watch?v=XH1cc\\_8njuU&list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq\\_uL5VBVxg9&index=9](https://www.youtube.com/watch?v=XH1cc_8njuU&list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9&index=9)  
[https://www.youtube.com/watch?v=Rc6bjIQXHVM&list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq\\_uL5VBVxg9&index=10](https://www.youtube.com/watch?v=Rc6bjIQXHVM&list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9&index=10)  
[https://www.youtube.com/watch?v=LIYnCCighFE&list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq\\_uL5VBVxg9&index=11](https://www.youtube.com/watch?v=LIYnCCighFE&list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9&index=11)  
[https://www.youtube.com/watch?v=9yG59wbE-fg&list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq\\_uL5VBVxg9&index=12](https://www.youtube.com/watch?v=9yG59wbE-fg&list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9&index=12)  
[https://www.youtube.com/watch?v=ynTc15sV1zo&list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq\\_uL5VBVxg9&index=13](https://www.youtube.com/watch?v=ynTc15sV1zo&list=PLf-uWfGxf6jN3FYw4N-y6Vq_uL5VBVxg9&index=13)

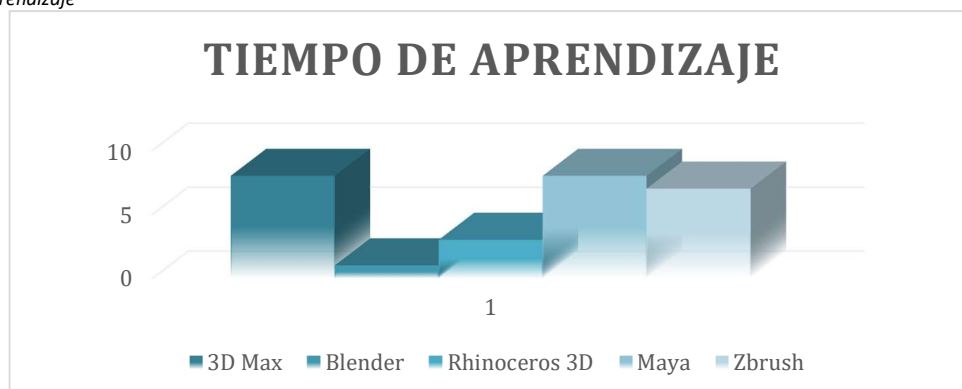
Rhinoceros 3D 7:	<a href="https://www.rhino3d.education/">https://www.rhino3d.education/</a>
Zbrush Core Mini:	El software es demasiado básico para el tipo de figuras que se pretendían hacer.

Fuente: Autoría propia 2021.

### 9.7.2. *Tiempo de aprendizaje.*

En esta tabla se muestra un promedio aproximado de horas invertidas para el aprendizaje de dichos programas.

**Figura 9.10**  
Curva de aprendizaje



Fuente: Autoría propia 2021.

### 9.8. Descripción Computadora portátil.

En este punto se hace una descripción de mi Computadora portatil, para que haya una idea base con la que se estan usando los software.

HP 440 G1

Sistema Operativo: Windows 10 pro 64 bits



Procesador: Intel® Core™ I5-4200M CPU @ 2.50GHz 2.50 GHz

Memoria RAM: 8GB

Gráfica: Intel(R) HD Graphics 4600 (extraída del procesador)

Disco Duro: TOSHIBA MQ01ABF050 - 465,76 GB

### 9.9. Prueba de modelado 3D 1

Para el siguiente procedimiento, se hará el modelado 3D y se evaluarán todos los resultados.

El siguiente personaje fue el que se escogió para hacer el ejercicio.

**Figura 9.11**  
*Naruto render.*



Fuente: DeviantArt. (vdb1000, 2013) <https://www.deviantart.com/vdb1000/art/Naruto-render-369041916>

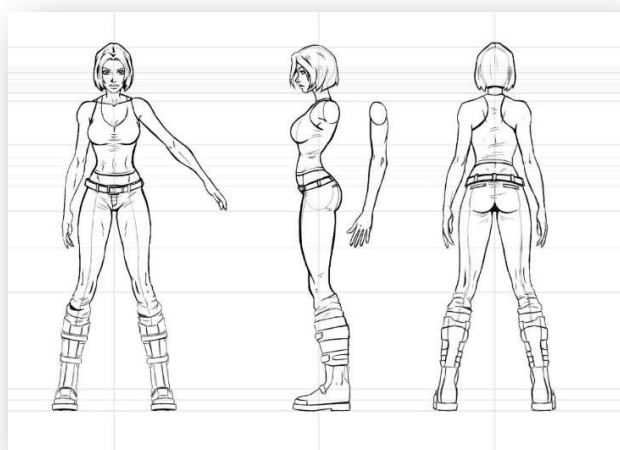
Este ejercicio no lo pude cumplir en todos los software, ya que en la creación de un modelo 3D, el programa Zbrush llegó a un punto donde le queda imposible seguir avanzando, además que la diferencia de peso es muy alta, los demás software tenían un rango de 1-11 MB mientras que en Zbrush superaba 1GB.

En el proceso se ha revelado que el procedimiento no es el adecuado para hacer el modelado 3D, ya que los procesos normales consisten en hacer un personaje totalmente simétrico, hacer los accesorios, y finalmente dar una posición si se requiriere. Esto da la oportunidad de adquirir nuevos conocimientos, aunque haya generado retrasos en el tiempo.

### 9.10. Prueba de modelado 3D 2.

Teniendo en cuenta lo anterior se buscó otra referencia que fuera simétrica.

**Figura 9.12**  
*Mujer Vistas.*



Fuente: Pinterest. (Mora, s.f.) <https://co.pinterest.com/pin/777645060631231947/>

### 9.11. Resultados:

Los resultados que se van a mostrar a continuación son el resultado final de la creación del molde con formato OBJ, estos modelos se pueden rotar dentro de este documento, para que les puedan observar desde diferentes ángulos, también dejo un enlace web para ver los videos del proceso de elaboración del modelado 3D hasta la figura, todos los videos, tienen una velocidad multiplicada por 100.

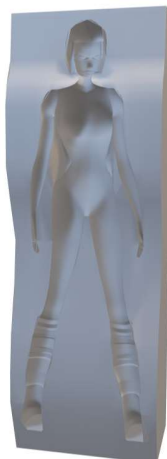
**Figura 9.13**  
Blender molde



**Figura 9.14**  
Maya molde



**Figura 9.15**  
3D Max molde



**Figura 9.16**  
Rhino 7 molde



<https://www.youtube.com/watch?v=FGyVcB8J4rE>

<https://www.youtube.com/watch?v=C5j5QqZdAvY>

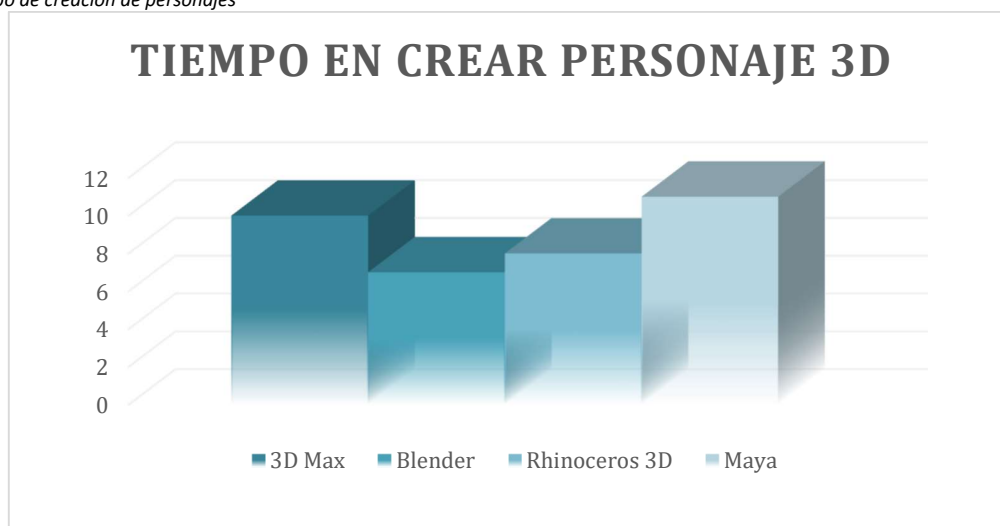
<https://www.youtube.com/watch?v=1EIWeIB5r0k>

<https://www.youtube.com/watch?v=EEVxno-4Yxw>

Fuente: Autoría propia.

En la siguiente grafica permito informar el tiempo utilizado para la creación de los personajes.

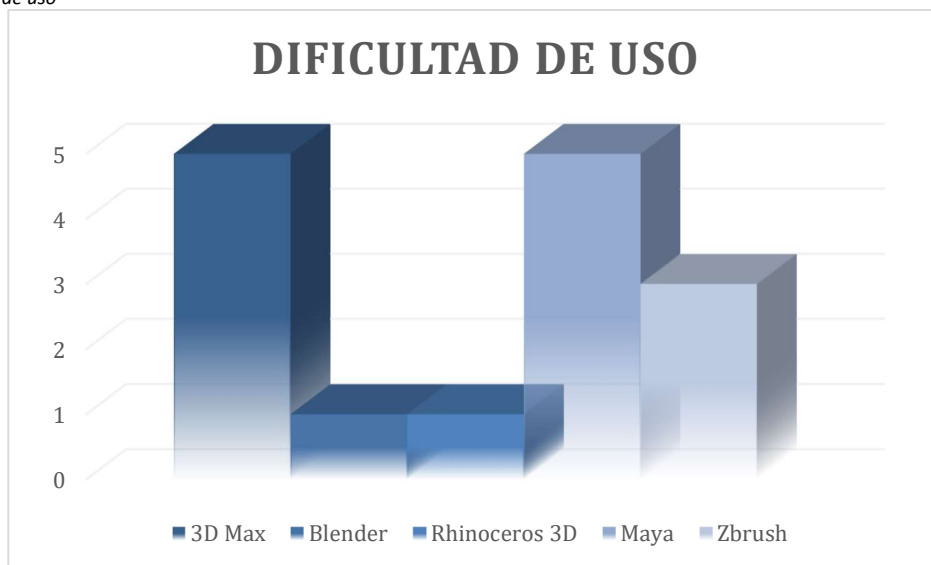
**Figura 9.17**  
Tiempo de creación de personajes



Fuente: Autoría propia 2021.

En la siguiente figura se demuestra la dificultad presentada para usar los programas.

**Figura 9.18**  
Dificultad de uso



Fuente: Autoría propia 2021.

### 9.12. Conversión de formatos.

Después de haber elaborado los personajes en 3D se continua con la conversión de formatos, para esto se realizó una lista de formatos compatibles, entre los software de modelado 3D y los software CAM:

Igs, Iges = IGES

Stl = STL

Obj = Objeto

Step, Stp = STEP

Fbx = Motion Builder

Prt= Creo Parametric

Catpart = Catia V5

3dm = Rhino

3ds = 3D studio

Skp = SketchUp

En los formatos que van a observar a continuación se encuentran acompañados de otras letras, con el fin de diferenciar las variables para su exportación.

Fbx n= FBX Nurbs

Fbx m = FBX Mallas

Obj n= OBJ Nurbs

Obj m= OBJ Malla

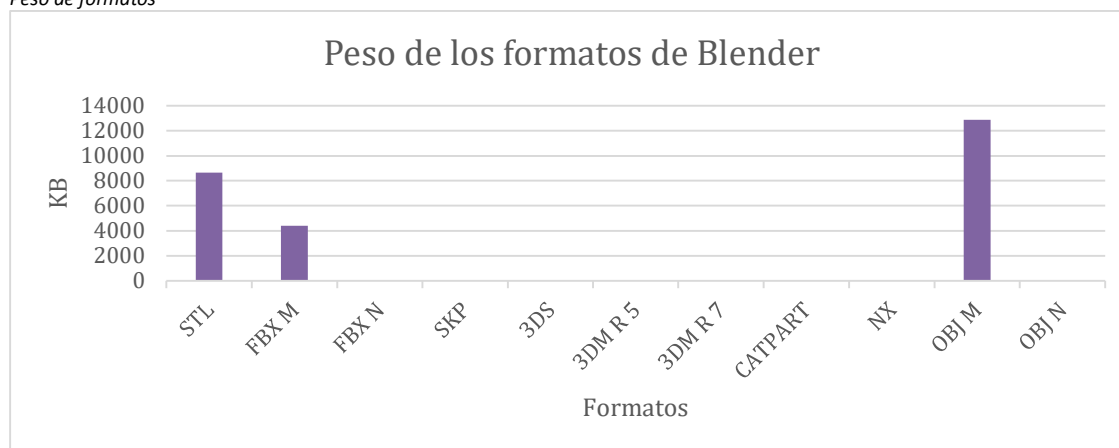
3dm r 5= 3DM Rhinoceros 3D versión 5

3dm r 7= 3DM Rhinoceros 3D Versión 7

### 9.13. Peso de los archivos en los diferentes formatos.

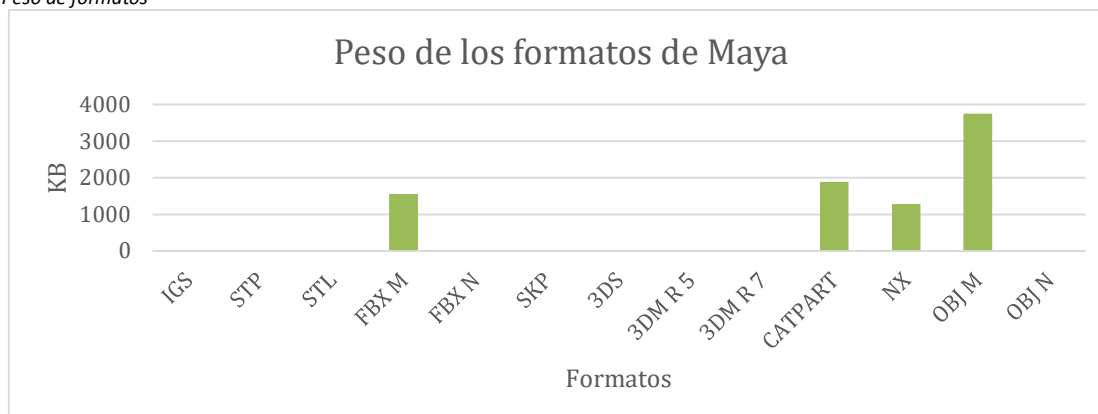
A continuación se muestran los pesos de las exportaciones de cada formato, para los diferentes programas.

**Figura 9.23**  
*Peso de formatos*



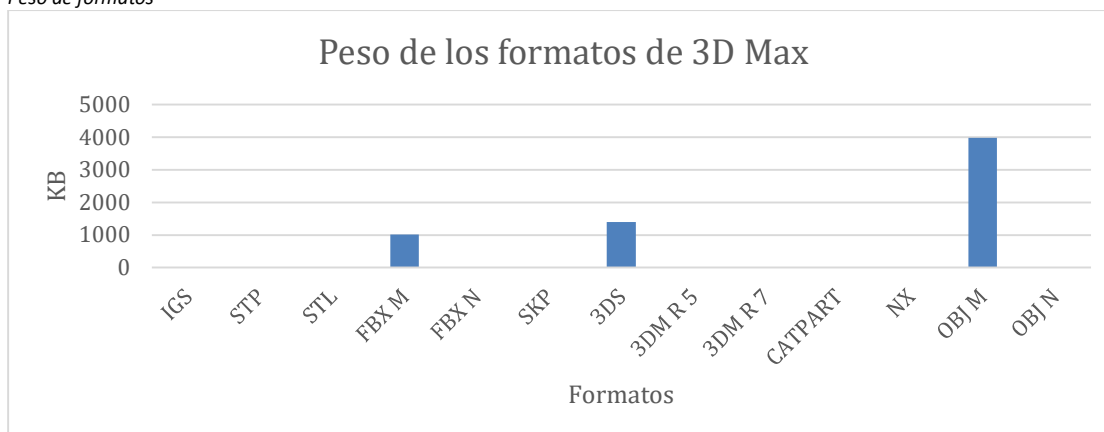
Fuente: Autoría propia 2021.

**Figura 9.24**  
Peso de formatos



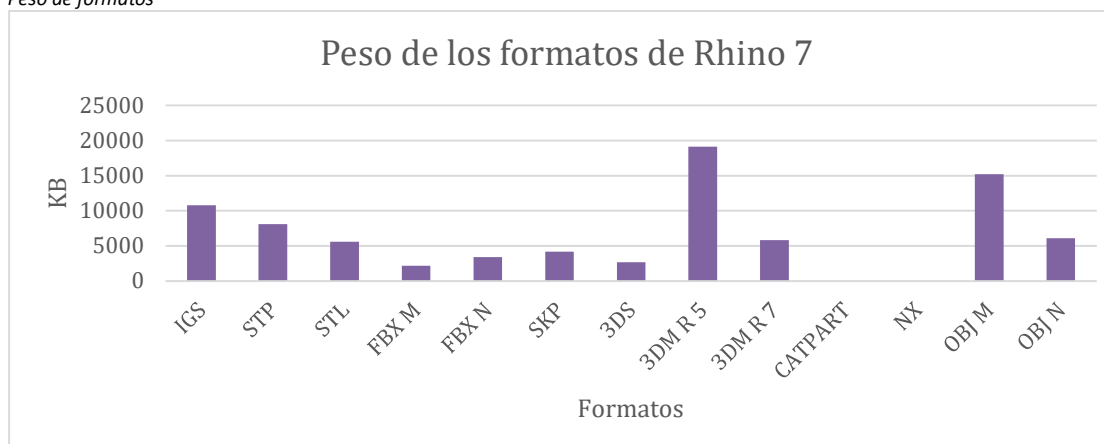
Fuente: Autoría propia 2021.

**Figura 9.25**  
Peso de formatos



Fuente: Autoría propia 2021.

**Figura 9.26**  
Peso de formatos



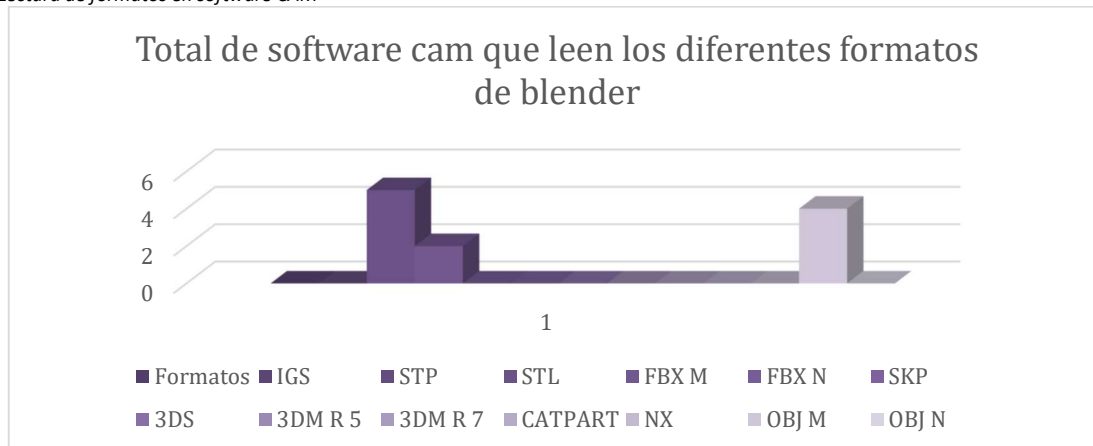
Fuente: Autoría propia 2021.

### 9.14. Pruebas apertura de formatos en los software CAM

En las siguientes graficas se muestran el total de software CAM que pueden abrir los diferentes formatos de los modelados.

**Figura 9.19**

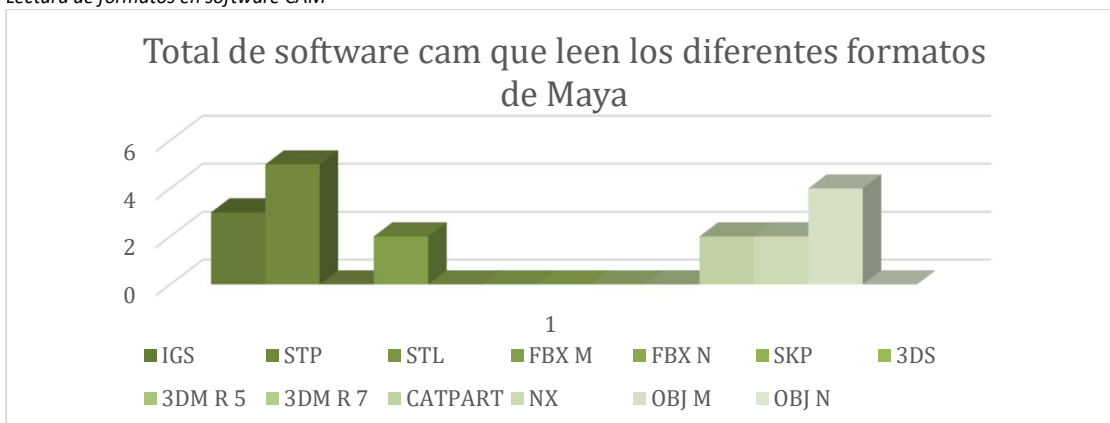
*Lectura de formatos en software CAM*



Fuente: Autoría propia 2021.

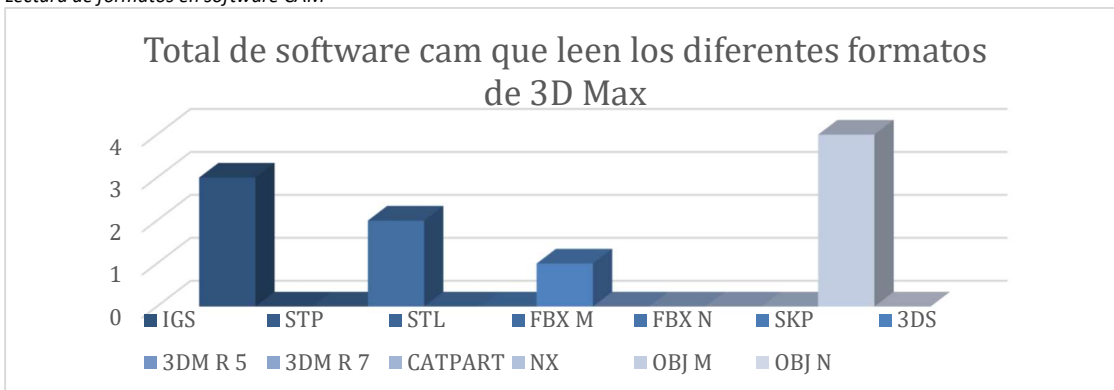
**Figura 9.20**

*Lectura de formatos en software CAM*



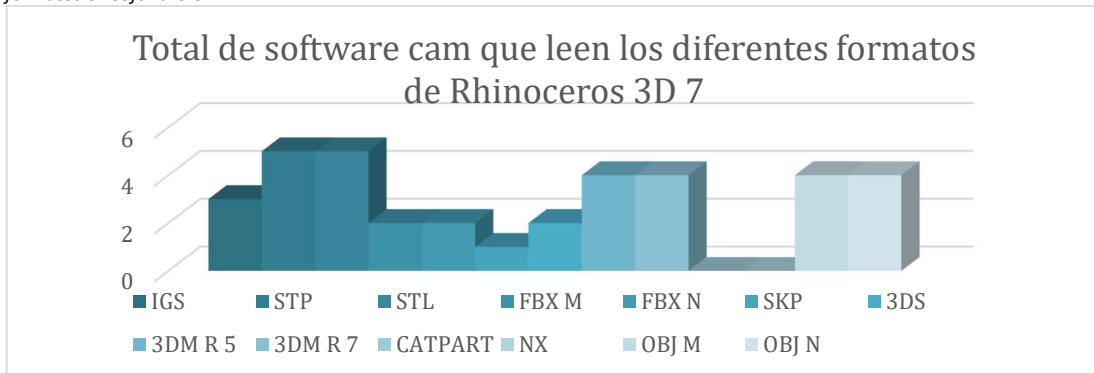
Fuente: Autoría propia 2021.

**Figura 9.21**  
Lectura de formatos en software CAM



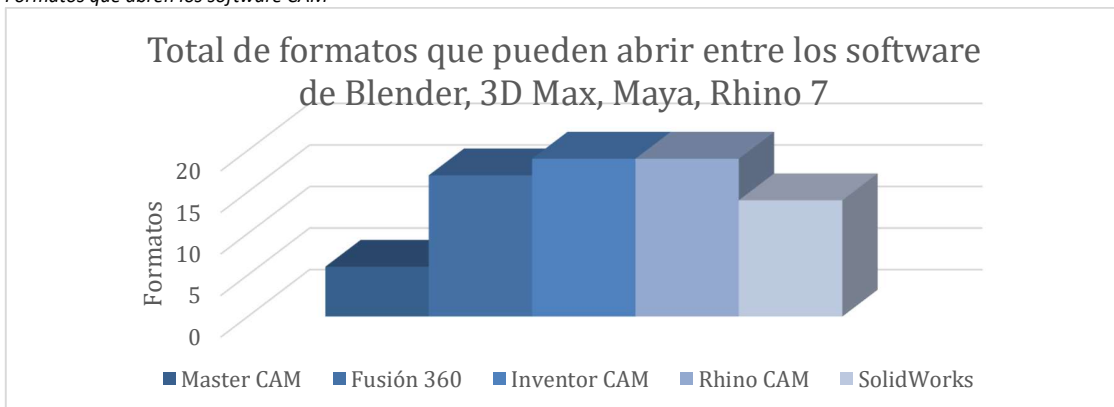
Fuente: Autoría propia 2021.

**Figura 9.22**  
Lectura de formatos en software CAM



Fuente: Autoría propia 2021.

**Figura 9.27**  
Formatos que abren los software CAM



Fuente: Autoría propia 2021.



### **9.15. Archivos que se lograron mecanizar en los diferentes software CAM.**

No todos los formatos que abren los software CAM se pueden usar, a continuación les presentaré una lista de formatos que se pudieron mecanizar.

#### ***9.15.2. MasterCam:***

- STP Rhino
- 3DM Rhino 5

#### ***9.15.3. Fusión 360:***

- STP Rhino
- IGS Rhino
- 3DS Rhino
- FBX Rhino Nrbs

#### ***9.15.4. SolidWorks:***

- STP Rhino
- IGS Rhino
- OBJ Rhino Malla

#### ***9.15.5. Inventor CAM:***

- STP Rhino
- IGS Rhino
- 3DM Rhino 7

#### *9.15.6. Rhino CAM (para versión 5)*

- OBJ Blender
- OBJ 3D Max
- OBJ Maya
- OBJ Rhino Nurbs
- OBJ Rhino Malla
- STL Rhino
- STP Rhino
- 3DS Rhino
- IGS Rhino

De esta manera se puede definir cuál es la ruta correcta, para hacer un modelado 3D de un personaje y que logre ser mecanizado para la elaboración de moldes para inyección de plástico.

Otro punto a tener en cuenta es que Rhino Cam es un plug-in hecho para Rhinoceros 3D 5 y 6. Teniendo en cuenta que Rhino Cam es de Rhino 5 y 6 no se pudo ejecutar en la misma versión en que se hizo el modelado, sin embargo también tenemos plug-ins, que lastimosamente, no se pudo instalar, los cuales son: Bob CAM para rhino (6 y 7) y Mad Cam para Rhino ( 5, 6 y 7), permitiendo usar el modelado 3D en el mismo software y versión del formato.

Rhinoceros 3D 7 ha implementado una tecnología llamada Sub-D, que permite modelar con la técnica de mallas poligonales.

### 9.16. Clasificación final

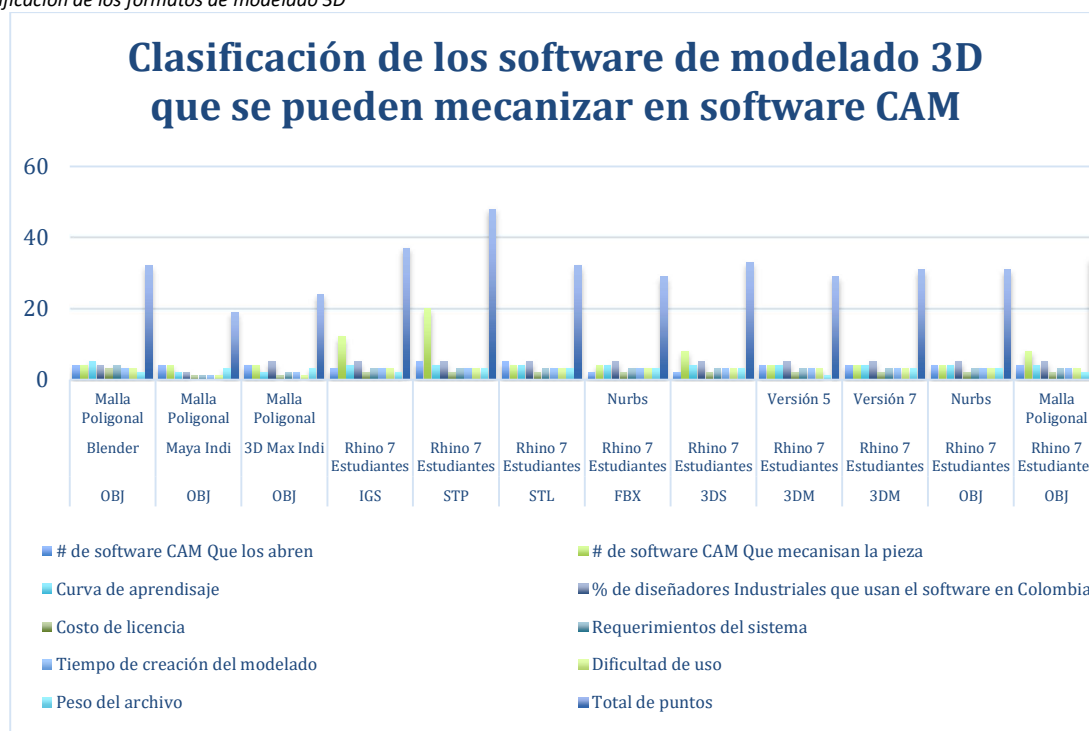
Teniendo en cuenta todo lo descrito anteriormente se hicieron unas gráficas, para poder clasificar cuales son los software y formatos más idóneos para usar en el modelado 3D.

#### 9.16.2. Software de modelado 3D

En la siguiente tabla se muestran los programas de modelado 3D con sus formatos y la puntuación que obtuvieron.

Teniendo en cuenta que el mejor de los datos, ya es un software y un formato, para la ruta a tomar en la ejecución de este tipo de procesos.

**Figura 9.28**  
Clasificación de los formatos de modelado 3D

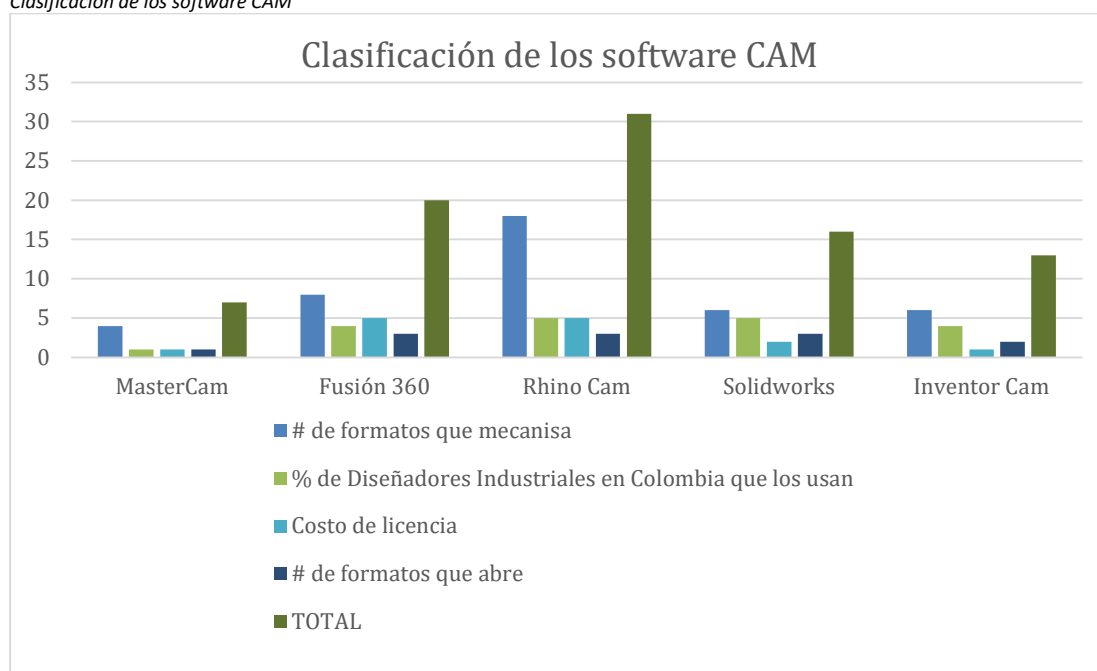


Fuente: Autoría propia 2021.

### 9.16.3. Software CAM.

En la siguiente tabla se muestran los software CAM con todos los puntos asignados, igualmente se escoge el mejor, de esta manera, se obtiene como resultado la parte final de la ruta buscada.

**Figura 9.29**  
Clasificación de los software CAM



Fuente: Autoría propia 2021.

Las gráficas anteriores evidencian que el mejor software para usar es Rhino 7, usando un formato de exportación STP, y el software de mecanizado es Rhino CAM, de esta manera, se puede obtener el resultado más óptimo para este proceso.

## 10. Clase de modelado 3D para los estudiantes de la UAN.

Para impartir la clase se usó un método de enfoque didáctico, teniendo en cuenta la tabla de (Urrego, 2017). En este método me identifiqué con la institución, uso mis propios métodos de enseñanza de forma didáctica, gestionando mi tiempo de exposición, descanso y preguntas,

mediante este procedimiento se uso un esquema inclusivo, de software donde se pudiera mostrar todo tipo de áreas en el modelado 3D que se puedan usar, el objetivo final fue abrir la mente de los estudiantes mostrando las diferentes ventajas y cualidades que tienen los software de modelado 3D y de esta manera permitirles la inclinación en los programas que les hayan gustado, y puedan aprender de forma autónoma.

Los temas escogidos para la clase fueron:

1. Técnicas de modelado 3D.
2. Enfoques de modelado 3D.
3. Tecnologías de modelado 3D.
4. Claridad de los software que se deberían usar dependiendo de los resultados que se quieran lograr.
5. Identificar cual es la ruta adecuada para la elaboración de modelados orgánicos, que se quieran usar en un software CAM.
6. Dejar un esquema mental en donde no están limitadas las herramientas a solo modelados 3D, si no que se pueden sacar muchas ventajas de ellas mismas.

Finalmente se ejecutó la clase y los resultados fueron muy buenos, ya que se les logro abrir la mente a los estudiantes al mundo de los software de modelado 3D, sus diferentes herramientas y complementos, tanto que en la clase despertó expectativas y se tocaron temas de mayor profundidad. Como recuerdo grato me llevo una frase de un estudiante el cual decia que “me quede con la boca abierta de todas las cosas que se podían lograr, y no había podido cerrarla, porque estaba impresionada e impactada con lo que se podia lograr”.

### **10.1.Resultados.**

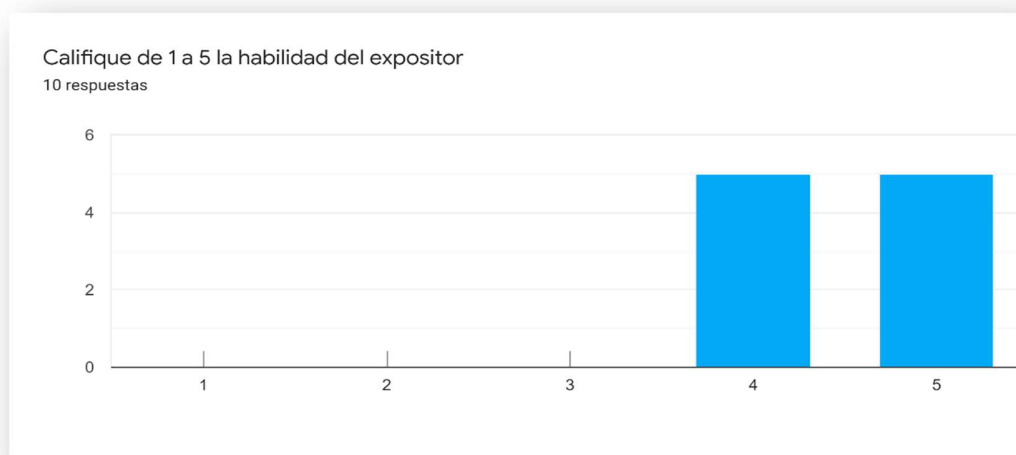
A continuación, expongo los resultados de la encuesta hecha posteriormente de la clase a partir de un formulario de Google.

**Figura 10.1**  
*Importancia de los conocimientos para la vida profesional.*



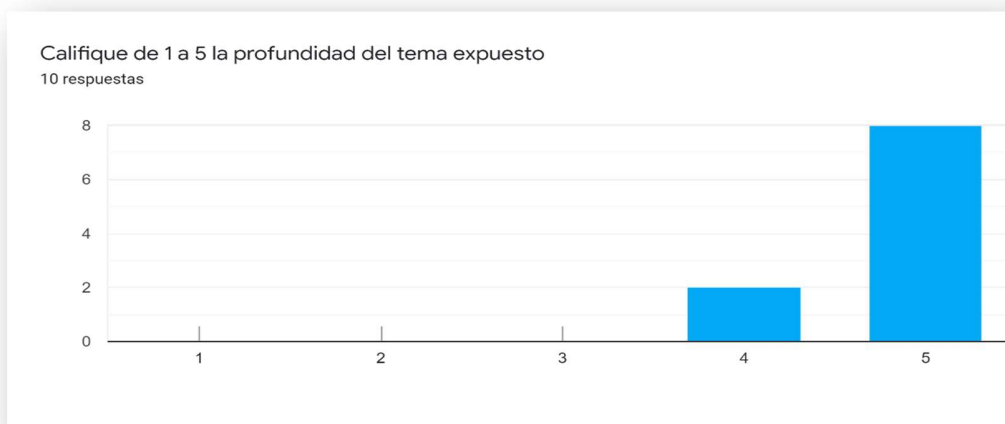
Fuente: Autoría propia 2021.

**Figura 10.2**  
*Habilidad del expositor.*



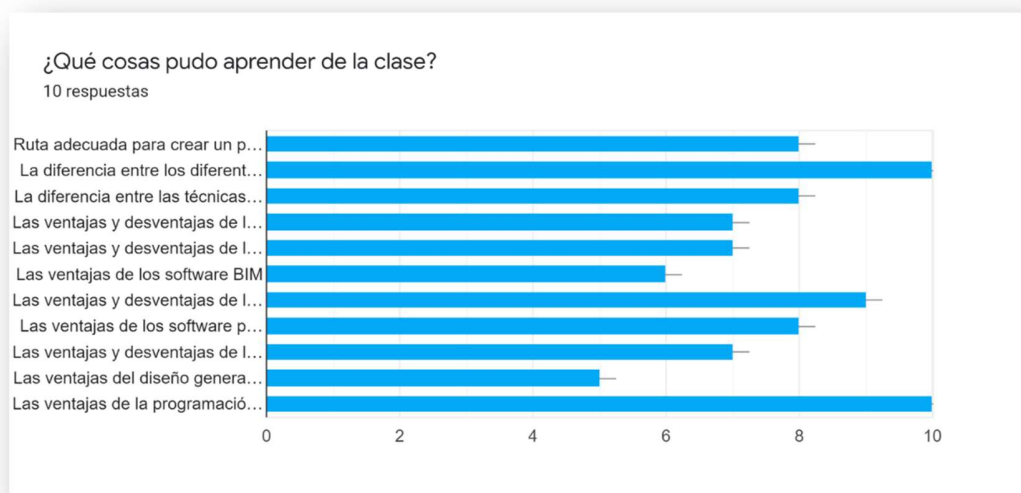
Fuente: Autoría propia 2021.

**Figura 10.3**  
Profundidad el tema.



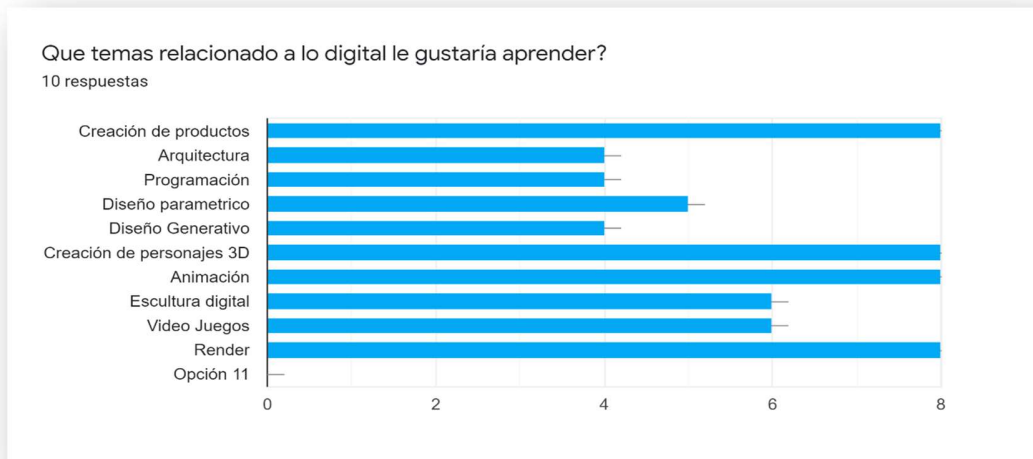
Fuente: Autoría propia 2021.

**Figura 10.4**  
Cosas que aprendieron los estudiantes



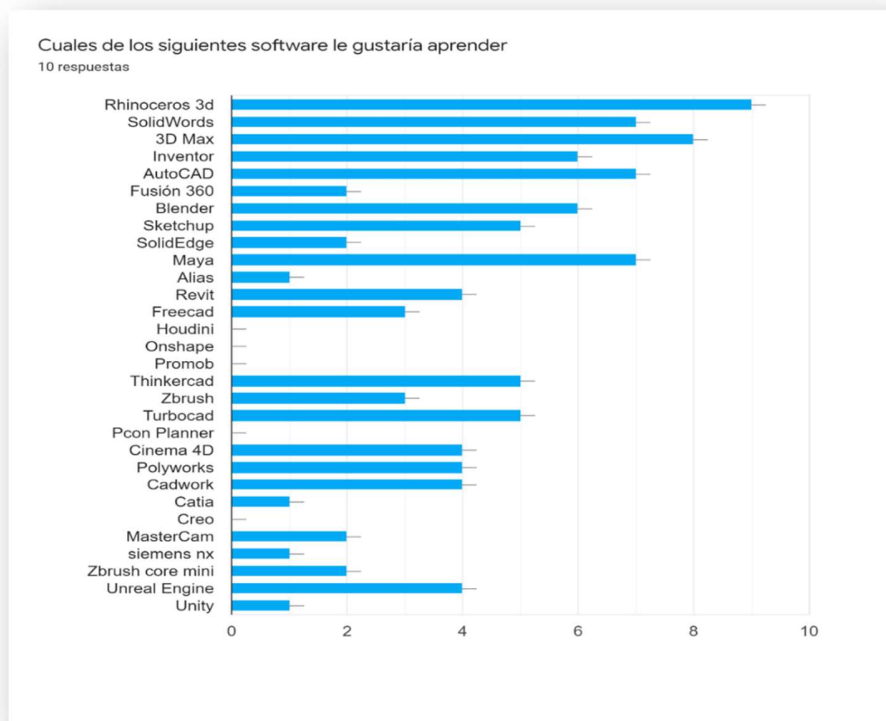
Nota. Fuente: Quintero, Dallos, R., 2021.

**Figura 10.5**  
Temas que les gustaría aprender a los estudiantes.



Fuente: Autoría propia 2021.

**Figura 10.6**  
Software que les gustaría aprender a los estudiantes.



Fuente: Autoría propia 2021.



Teniendo en cuenta los resultados anteriores se puede evidenciar que este tipo de métodos se logran enseñar y resultan útiles para los estudiantes y así poder ejercer su vida profesional con un conocimiento más claro en la industria de inyección de plástico.

Dentro de la clase se sugirieron temas que importantes:

1. No imponer un software de modelado 3D para enseñar.
2. Mostrar a los estudiantes, que la exploración de software permite aprender y ver herramientas que otros no usan y que pueden representar una gran ventaja frente a otros diseñadores.
3. Metodología de autoaprendizaje.

De esta manera, los software que se enseñan en una academia no están aferrados a los que considere el maestro, en vez de eso se puede hacer una construcción colectiva de los software de modelado 3D que existen, cuáles son sus ventajas y por cuales el estudiante querría inclinarse, mediante la metodología de auto aprendizaje, se puede asegurar la enseñanza del software escogido.

## 11. Metodología para la Formulación del Proyecto:

**Tabla 11.1**

*Actividades para resolver los objetivos específicos*

Objetivos específicos	Actividades	Productos
Identificar cuáles son los software de modelado 3D más utilizados en la industria de la inyección de plástico en Colombia.	Encuesta.	Tabla de software.
Descubrir cuales son los problemas más habituales que tienen los diseñadores y productores en la industria de plástico en el proceso de conversión de modelado 3D al software CAM.	Encuesta.	Graficas de barras.
Analizar cuáles son los procesos de modelado 3D a CAM más eficientes para producir moldes de inyección de plástico.	Comparación de software. Aprender software. Pruebas de creación de modelado.	Tabla. Modelo 3D. Modelo 3D. Video. Tablas.

	Comparación de resultados modelado 3D Apertura de formatos y verificación de usabilidad.	Graficas de barras. Video.
Categorizar los diferentes procesos de modelado 3D a CAM de diseño de productos plásticos con formas orgánicas, según la eficiencia para su producción.	Comparación de software.	Tabla. Gráfico de barras.
Publicar y socializar el conocimiento en la comunidad académica y en sectores productivos.	Preparación de clases.	Presentación. Graficas de barras.

Fuente: Autoría propia 2021.

## 12. Alcances.

**Tabla 11.2**

*Alcances del proyecto.*

Corto plazo	Mediano plazo	Largo plazo
Identificación y validación de los programas 3d para la creación de formas orgánicas	La implementación de las estrategias de modelado 3D en los diferentes espacios de aprendizaje.	La vinculación de proyectos de investigación que soluciones los cuellos de botella que tiene la industria en el modelado 3D

Fuente: Autoría propia 2021.

## 13. Conclusiones.

La identificación de los software de modelado 3d mas utilizados en la industria de plastico en Colombia se llevo a cabo mediante una metodoligia de ponderación involucrando variables cuantitativas como: Costo del software. y cualitativas como: Capacidad para la creación de formas organicas, siendo Rhinoceros 3d y Blender los mas representativos.

Rhinoceros 3D se caracteriza por ser un software CAD, que permite la creación de formas organia, y en su nueva versión 7 puede hacer personajes en 3D. Por otro lado, Blender es un software libre de codigo abierto que se usa para la creación de personajes para la animación 3D.

Los problemas mas comunes de los diseñadores se establecieron a partir de una encuesta en la industria de inyección de plastico arrojando resultados en el proceso de conversión de modelos 3D a software CAM como: el tamaño del archivo y la no compatibilidad de los formatos de exportación con el software CAM.

Por otro lado la disponibilidad de la información sobre el manejo de los softwar es limitada para este tipo de investigaciones academicas.

Para los softwar tanto de modelado 3D como software CAM se hizo en primera instancia la descarga y posteriormente se hizo una ruta de verificación, en donde se pudo comprobar la funcionalidad y compatibilidad de los diferentes programas.

La ruta de verificación implementada permitio identificar la curva de aprendizaje, el tiempo requerido para la creación de modelado 3D y la cantidad posible de formatos a exportar.

Para la categorización de los diferentes procesos de modelado 3D a CAM se utiliza una metodologia de ponderación, identificando la ruta adecuada, siendo: Rhinoceros 3D versión 7 el software que se debe usar para la creación de modelado organico, STP el formato de exportación adecuado, y rhino CAM, el software que se debe usar para el mecanizado.

La socialización de los resultados obtenidos se realizó en un espacio academico a los estudiantes de Diseño Industrial, en la universidad Antonio Nariño UAN, en donde se expusieron, temas como: Enfoques de modelado 3D, tecnicas, tecnologias empleadas y los resultados dependiendo de la ruta escogida.

Las herramientas de modelado 3D permiten a los estudiantes implementar estrategias flexibles en los diferentes diseños que abordan la tematica de formación en los diseñadores industriales.

## 14. Bibliografía

- Andrade, K. (10 de jul de 2020). Tutorial básico Zbrush 2020 en español Parte ::: 12. *Tutorial básico Zbrush 2020 en español Parte ::: 12*. Colombia: Youtube.
- Asunción, F. J. (2017). *Diseño y creación de un personaje 3D para un videojuego o animación*". Valencia: UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA.
- Campos T, A., Borja, V., & Ayala, Á. (2017). "Comparación de software shareware para generación de programas en código G". 8.
- Carbajo, P. (6 de may de 2020). *Trabajando con mallas poligonales: Subdivisión*. Obtenido de Render Blue: <https://www.renderblue.com/post/trabajando-con-mallas-poligonales-subdivisi%C3%B3n>
- CARDONA, J. I. (2015). *METODOLOGÍA PARA EL APRENDIZAJE DE INYECCIÓN DE POLÍMEROS POR MEDIO DE UNA INYECTORA VIRTUAL*. MEDELLÍN,; UNIVERSIDAD EAFIT.
- Cortés Rodríguez, E., Vergara, O., Correa, N., Garzón, C., Julio Camacho, C., Rozo Torres, D., . . . Prieto, J. (2002). *Automatización Industrial Metalmeccanica*. Bogota: Sena Isabel Hamón Saénz.
- CRUZ, F. G. (2018). *DESARROLLO DE UN SISTEMA DE PRE EVALUACIÓN DE MOLDES PARA PIEZAS PLÁSTICAS AUTOMOTRICES QUE CONFORMAN EL INTERIOR DE UN VEHÍCULO*. AGUASCALIENTES: CIATEQ.
- El anhelado cartón profesional: la edad promedio de titulación es de 27, 8 años. ( 7 de diciembre 2017). *Universica.cl*, 1.

*El anhelado cartón profesional: la edad promedio de titulación es de 27, 8 años.* (7 de Diciembre de 2017). Recuperado el 15 de Marzo de 2021, de Universia.Cl:  
<https://www.universia.net/cl/actualidad/orientacion-academica/anhelado-carton-profesional-edad-promedio-titulacion-27-8-anos-1156707.html>

Espinoza, M. (2015). *Análisis comparativo de herramientas computacionales CAD basado en versión*. Naguanagua: UNIVERSIDAD DE CARABOBO.

GÓMEZ, D. G. (2016). *ANÁLISIS DEL PROCESO DE DISEÑO Y OPTIMIZACIÓN DE PIEZAS PARA EL CONFORMADO POR INYECCIÓN DE PLÁSTICO CON HERRAMIENTAS PLM APLICADO AL SECTOR DE AUTOMOCIÓN*. Valencia: UNIVERSIDAD POLITECNICA DE VALENCIA.

LEÓN, J. A. (2018). *COMPARACIÓN ENTRE METODOLOGIAS BUILDING INFORMATION MODELING (BIM) Y METODOLOGIAS TRADICIONALES EN EL CALCULO DE CANTIDADES DE OBRA Y ELABORACIÓN DE PRESUPUESTOS. CASO DE ESTUDIO: EDIFICACIÓN EDUCATIVA EN COLOMBIA*. BOGOTÁ DC: Universidad Distrital Francisco José de Caldas.

Mora, B. (s.f.). *Personaje 2d lado*. Obtenido de Pinterest:  
<https://co.pinterest.com/pin/777645060631231947/>

MORENO, J. E. (2015). *EVALUACIÓN DE LAS TÉCNICAS FÍSICAS Y VIRTUALES PARA SAN NICOLÁS DE LOS GARZA,:* UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DE NUEVO LEÓN.

RAMÍREZ, G. N. (2017). *Estudio de tecnología de modelado 3D para su aplicación en escultura sustentable*. Toluca: UNIVERSIDAD AUTÓNOMA DEL ESTADO DE MÉXICO.

ROJAS, J. C. (15 de septiembre de 2018). *En universitarios graduados, Colombia es un líder en la región*. Recuperado el 15 de Marzo de 2021, de E tiempo:

<https://www.eltiempo.com/vida/educacion/en-universitarios-graduados-colombia-es-un-lider-en-la-region-269002>

Urrego, Ó. A. (2017). La pedagogía del diseño. *Fundación de Educación Superior San José*, 27.

Valdez, K. V. (2011). “*Estudio Comparativo de herramientas de software libre y propietario para modelado 3D. Caso práctico Modelado de Rostros Humanos*”. RIOBAMBA – ECUADOR. Recuperado el 15 de Abril de 2021, de

<http://dspace.esPOCH.edu.ec/bitstream/123456789/1083/1/78T00084.pdf>

vdb1000. (1 de May de 2013). *Naruto render*. Obtenido de DEBIANART:

<https://www.deviantart.com/vdb1000/art/Naruto-render-369041916>

Vivas, J. A. (2016). *Modelo metodológico para diseñar y construir personajes en videojuegos*. Cali: Pontificia Universidad Javeriana.