



**UNIDAD ACADÉMICA:**

DEPARTAMENTO DE INVESTIGACIÓN Y POSTGRADOS

**TEMA:**

DESARROLLO DE UN TUTORIAL INTERACTIVO EN LÍNEA PARA LA APLICACIÓN DE SOFTWARE LIBRE EN LOS PROCESOS CAD-CAM PARA EDUCACIÓN SUPERIOR.

**Tesis previo a la obtención del título de  
Magíster en Tecnologías para la Gestión y Práctica Docente**

**Línea de Investigación, Innovación y Desarrollo principal:**

Sistemas de Información y/o Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación y sus aplicaciones

**Caracterización técnica del trabajo:**

Desarrollo

**Autor:**

Manuel Mesías López Jines

**Director:**

Santiago Acurio Maldonado, Mg.

Ambato – Ecuador

Diciembre 2015

...

# **Desarrollo de un tutorial interactivo en línea para la aplicación de software libre a los procesos CAD-CAM para la educación superior**

Informe de Trabajo de Titulación  
presentado ante la  
Pontificia Universidad Católica del  
Ecuador Sede Ambato

por

Manuel Mesías López Jines

En cumplimiento parcial de  
los requisitos para el Grado de  
Magister en Tecnologías para la  
Gestión y Práctica Docente.



**Departamento de Investigación y Postgrados**  
Diciembre 2015

# **Desarrollo de un tutorial interactivo en línea para la aplicación de software libre en los procesos CAD-CAM para educación superior.**

Aprobado por:

Varna Hernández Junco, PhD  
Presidente del Comité Calificador  
Director DIP

Teresa Freire Aillón, Mg  
Miembro Calificador

Santiago Acurio Maldonado, Mg  
Miembro Calificador  
Director de Proyecto

Dr. Hugo Altamirano Villaroel  
Secretario General

Pilar Urrutia Urrutia, Mg  
Miembro Calificador

Fecha de aprobación:  
Diciembre 2015

## Ficha Técnica

**Programa:** Magister en Tecnologías para la Gestión y Práctica Docente

**Tema:** Desarrollo de un tutorial interactivo en línea para la aplicación de software libre en los procesos CAD-CAM para educación superior.

**Tipo de trabajo:** Tesis

**Clasificación técnica del trabajo:** Desarrollo

**Autor:** Manuel Mesías López Jines

**Director:** Santiago Alejandro Acurio Maldonado, Mg.

### Líneas de Investigación, Innovación y Desarrollo

**Principal:** Sistemas de Información y/o Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación y sus aplicaciones

**Secundaria:**

### Resumen Ejecutivo

El presente proyecto consiste en la elaboración de un tutorial interactivo en línea para la aplicación de software libre en los procesos CAD-CAM para la Educación Superior. Presenta alternativas bajo software libre para el Diseño y la Manufactura Asistida por Computador, para el aprendizaje de estos paquetes informáticos se desarrollaron 13 unidades didácticas de carácter interactivo, divididas en 11 lecciones para los procesos de diseño CAD y 2 lecciones para el diseño CAM. Cada lección está compuesta de tres secciones: Información teórica, actividad de aprendizaje interactiva y una evaluación. Para la difusión del proyecto se alojó en la red, quedando a disposición de toda la comunidad educativa.

## **Declaración de Originalidad y Responsabilidad**

Yo, Manuel Mesías López Jines, portador de la cédula de ciudadanía y/o pasaporte No. 1802953636, declaro que los resultados obtenidos en el proyecto de titulación y presentados en el informe final, previo a la obtención del título de Magister en Tecnologías para la Gestión y Práctica Docente, son absolutamente originales y personales. En tal virtud, declaro que el contenido, las conclusiones y los efectos legales y académicos que se desprenden del trabajo propuesto, y luego de la redacción de este documento, son y serán de mi sola y exclusiva responsabilidad legal y académica.

Manuel Mesías López Jines

1802953636

*Es mi deseo como sencilla muestra de agradecimiento, dedicar esta obra en primer lugar a mi esposa Blanca por su amor, cariño y apoyo incondicional en todo momento.*

*A mi madre quien ha sido un pilar fundamental en mi formación profesional, mediante su guía, consejos y recursos, me ha brindado la oportunidad de lograr un triunfo más en mi vida.*

*Dedico de igual manera este trabajo a docentes y estudiantes que deseen aprovechar las ventajas del uso del software libre.*

*Manuel*

## **Reconocimientos**

Reconocimiento especial al Ing. Mg. Santiago Acurio Maldonado, que como director de tesis me ha guiado, apoyado y corregido en el desarrollo de este trabajo.

Un agradecimiento de igual forma a las autoridades, docentes y estudiantes de la Unidad Educativa Guayaquil quienes me abrieron sus puertas para el desarrollo y aplicación de este proyecto.

## Resumen

El presente trabajo presenta una alternativa viable para el uso de programas de código abierto en el diseño y manufactura asistida por computador. El aprendizaje de los programas propuestos se desarrolló con actividades interactivas que permiten un aprendizaje activo. Para la elaboración del tutorial, se utilizó la metodología MET, esto se cumplió en seis fases. En la fase I, se llevó a cabo un estudio del entorno académico para determinar los contenidos del tutorial. La fase II establece los requerimientos pedagógicos y tecnológicos necesarios en la parte académica. Se determinaron en la fase III los contenidos curriculares que pueden ser cubiertos con la ayuda de software libre, así como las herramientas tecnológicas recomendables para crear las actividades interactivas. La construcción del tutorial se realizó en la fase IV. En la fase V se aplicó dos lecciones del tutorial a estudiantes de la carrera de mecánica industrial del Instituto Tecnológico Superior Guayaquil. Finalmente, mediante una encuesta se determinó que alrededor del 80% de los estudiantes les parecieron adecuados los programas bajo software libre dedicados al diseño CAD-CAM y un 90% afirmó que las actividades interactivas del tutorial los motivaron a un aprendizaje efectivo. Una vez que el proyecto fue validado se alojó en línea para hacerlo disponible a toda la comunidad educativa.

**Palabras claves:** Tutorial interactivo, diseño CAD-CAM, software libre

## **Abstract**

This study introduces a viable alternative for the use of open code programs in computer-assisted design and manufacture. The training of the proposed programs was developed with interactive activities which facilitated active learning. For the elaboration of the tutorial, TEM methodology was used. This was achieved in six phases. In Phase I, a study of the academic environment was carried out in order to determine the contents of the tutorial. Phase II establishes the pedagogical and technological requirements needed in the academic part. The curriculum contents that can be covered with the help of free software were determined in Phase III along with the recommended technological tools in order to create interactive activities. The construction of the tutorial was done in Phase IV. In Phase V, two tutorial lessons were given to students from the Industrial Mechanics Program from Guayaquil Technological High School. Finally, through the use of a survey, it was determined that the free software programs dedicated to CAD-CAM design seemed adequate for around 80% of the students and 90% affirmed that the interactive activities of the tutorial motivated them to learn effectively. Once the project was validated, it was put online in order to make it available to all of the educational community.

**Key words:** interactive tutorial, CAD-CAM design, free software.

## Tabla de Contenidos

<b>Ficha Técnica</b> .....	<b>iii</b>
<b>Declaración de Originalidad y Responsabilidad</b> .....	<b>iv</b>
<b>Dedicatoria</b> .....	<b>v</b>
<b>Reconocimientos</b> .....	<b>vi</b>
<b>Resumen</b> .....	<b>vii</b>
<b>Abstract</b> .....	<b>iii</b>
<b>Lista de Tablas</b> .....	<b>xi</b>
<b>Lista de Figuras</b> .....	<b>xii</b>
<b>CAPÍTULOS</b>	
<b>1. Introducción</b> .....	<b>1</b>
1.1. Presentación del trabajo.....	1
1.2. Descripción del documento.....	1
<b>2. Planteamiento de la Propuesta de Trabajo</b> .....	<b>3</b>
2.1. Información técnica básica.....	3
2.2. Descripción del problema.....	3
2.3. Preguntas básicas.....	4
2.4. Formulación de meta.....	4
2.5. Objetivos.....	4
2.5.1. Objetivo general.....	4
2.5.2. Objetivos específicos.....	4
2.6. Delimitación funcional.....	5
2.6.1. ¿Qué será capaz de hacer el producto final del trabajo de titulación? .....	5
2.6.2. ¿Qué no será capaz de hacer el producto final del trabajo de titulación? .....	5
<b>3. Marco Teórico</b> .....	<b>6</b>
3.1. Definiciones y conceptos.....	6
3.1.1. Tutorial Interactivo.....	6
3.1.2. Procesos CAD-CAM.....	9
3.1.3. Software Libre.....	10
3.1.4. Software libre en la Educación Superior.....	14
3.2. Estado del Arte.....	15
<b>4. Metodología</b> .....	<b>18</b>
4.1. Diagnóstico.....	18

4.2. Método(s) aplicado(s) .....	18
4.3. Materiales y herramientas .....	24
<b>5. Resultados.....</b>	<b>26</b>
5.1. Evaluación preliminar.....	26
5.2. Análisis de resultados.....	34
<b>6. Conclusiones y Recomendaciones.....</b>	<b>35</b>
6.1. Conclusiones.....	35
6.2. Recomendaciones.....	35
<b>APENDICES</b>	
<b>Apéndice A. — Contenidos sobre procesos CAD mediante el software FreeCAD.....</b>	<b>37</b>
<b>Apéndice B. — Contenidos sobre procesos CAM mediante el software HeeksCNC .....</b>	<b>78</b>
<b>Apéndice C. — Desarrollo de actividades de aprendizaje mediante Adobe Captivate .....</b>	<b>83</b>
<b>Apéndice D. — Desarrollo de evaluaciones mediante Quiz Creator.....</b>	<b>89</b>
<b>Apéndice E. — Pasos para alojar el tutorial en la web.....</b>	<b>93</b>
<b>Apéndice F. — Plan Analítico de la asignatura CAD-CAM.....</b>	<b>97</b>
<b>Apéndice G. — Modelo de encuesta realizada a estudiantes y docentes .....</b>	<b>99</b>
<b>Apéndice H. — Evidencia de la aplicación del tutorial.....</b>	<b>101</b>
<b>REFERENCIAS.....</b>	<b>102</b>

## Lista de Tablas

1. Características de programas para la creación de tutoriales.....	21
2. Características de programas para crear evaluaciones.....	21
3. Herramientas utilizadas en la creación de las lecciones.....	25
4. Preguntas de la encuesta realizada sobre el uso de FreeCAD y HeecksCNC .....	26

## Lista de Figuras

1. Estructura Lineal de un tutorial .....	7
2. Estructura Reticular de un tutorial .....	7
3. Estructura Jerarquizada de un tutorial.....	8
4. Proceso de diseño utilizando una herramienta CAD .....	9
5. Proceso CAM.....	10
6. Captura de Pantalla HeeksCAD.....	11
7. Captura de Pantalla HeeksCNC.....	12
8. Captura de Pantalla Linux CNC.....	12
9. Captura de Pantalla G-SIMPLE.....	13
10. Captura de Pantalla FreeCAD.....	13
11. Estructura jerárquica del tutorial.....	22
12. Estructura de las ventanas del tutorial.....	23
13. Valoración por docentes a la interfaz de FreeCAD y HeeksCNC.....	27
14. Valoración por docentes a las herramientas de FreeCAD y HeeksCNC .....	28
15. Valoración en general a FreeCAD y HeeksCNC por docentes .....	28
16. Uso de FreeCAD y HeeksCNC en la asignatura de CAD-CAM .....	29
17. Criterio de docentes sobre la pertinencia de los contenidos del tutorial .....	29
18. Criterio de docentes sobre la ayuda del tutorial como herramienta de aprendizaje.....	30
19. Valoración por docentes a la interactividad del tutorial .....	30
20. Valoración por estudiantes a la interfaz de FreeCAD y HeeksCNC.....	31
21. Valoración por estudiantes a las herramientas de FreeCAD y HeeksCNC.....	31
22. Valoración en general a FreeCAD y HeeksCNC por estudiantes .....	32
23. Criterio de estudiantes sobre la pertinencia de los contenidos del tutorial .....	32
24. Criterio de estudiantes sobre la ayuda del tutorial como herramienta de aprendizaje. ...	33
25. Valoración por estudiantes a la interactividad del tutorial.....	33

## Capítulo 1

# Introducción

### 1.1. Presentación del trabajo

En vista de la tendencia de las industrias a depender de las capacidades del CAM para producir partes de alta calidad, las instituciones de Educación Superior han incluido dentro de su malla curricular contenidos para el aprendizaje del Diseño y Manufactura Asistida por Computador generando así la necesidad de adquirir programas informáticos para el aprendizaje de estos contenidos. Para muchas Instituciones de Educación Superior es factible adquirir software propietario porque cuentan con los recursos económicos necesarios, pero no toda Institución de Educación Superior dispone de recursos que permitan la adquisición de estos paquetes informáticos.

Mediante el presente proyecto se pone a disposición de todas las instituciones educativas dos herramientas informáticas bajo software libre, de esta manera se presenta una opción para cumplir con la misión de formar profesionales con conocimientos en procesos CAD-CAM sin incurrir en gastos por compra de licencias de software propietario.

Con el desarrollo de este proyecto se aportó al proceso de enseñanza de asignaturas como, Diseño Asistido por Computador (CAD) y Manufactura Asistida por Computador (CAM), con programas dedicados a estas áreas bajo los ideales del software libres, además se proveyó de una herramienta interactiva que facilite el aprendizaje de estos programas.

### 1.2. Descripción del documento

En el Capítulo 2 se plantea la propuesta de trabajo, describiendo el problema así como la meta y los objetivos que permitan cumplirla. El Marco Teórico es abordado en el Capítulo 3 en particular, la Sección 3.1 está dedicada a definiciones y conceptos, en tanto que la Sección 3.2 permite establecer el estado del arte. En el Capítulo 4 se presenta la Metodología; partiendo de la etapa de Diagnostico (Sección 4.1), pasando por los Métodos particulares aplicados (Sección 4.2) para llegar a la descripción de materiales y herramientas (Sección 4.3). El Capítulo 5 está dedicado a la Presentación y Análisis de los Resultados del trabajo. Las Conclusiones y Recomendaciones son materia del Capítulo 6.

El trabajo esta complementado por cinco Apéndices. El Apéndice A está reservado para detallar los contenidos desarrollados sobre el diseño CAD. Los contenidos del diseño CAM, se

presentan el Apéndice B. Por otro lado en el Apéndice C se explica el procedimiento para crear las actividades interactivas en Adobe Captivate versión 8. Los pasos para desarrollar las evaluaciones mediante QuizCreator versión 4, se expone en el Apéndice D. Finalmente, en el Apéndice E se presenta la creación de la interfaz y la integración de todas las actividades del tutorial con la ayuda de Adobe Dreamweaver.

## Capítulo 2

# Planteamiento de la Propuesta de Trabajo

### 2.1. Información técnica básica

**Tema:** Desarrollo de un tutorial interactivo en línea para la aplicación de software libre en los procesos CAD-CAM para educación superior

**Tipo de trabajo:** Tesis

**Clasificación técnica del trabajo:** Tesis

**Líneas de Investigación, Innovación y Desarrollo**

**Principal:** Sistemas de Información y/o Nuevas Tecnologías de la Información y Comunicación y sus aplicaciones

**Secundaria:**

### 2.2. Descripción del problema

Actualmente los procesos modernos de manufactura permiten a las empresas ofertar un producto de mejor calidad y con menor costo de producción, entre uno de estos procesos se puede citar al Mecanizado Asistido por Computador. Para beneficiarse de esta tecnología el sector empresarial necesita de personal capacitado en estos procesos de manufactura, por lo que las Instituciones de Educación Superior deben formar profesionales con conocimientos, habilidades y competencias en esta área, esto se podrá lograr siempre y cuando se disponga de programas de diseño CAD/CAM adecuados.

Para muchas universidades es factible adquirir software propietario porque cuentan con los recursos económicos necesarios, pero no toda Institución de Educación Superior dispone de recursos que permitan la adquisición de estos paquetes informáticos, en este último caso se encuentran los Institutos Técnicos y Tecnológicos de carácter público que por el momento se encuentran en un proceso de reconversión programado hasta el 2016 como consta en la Ley Orgánica de Educación Intercultural disposición transitoria vigésima novena [1], por ello al momento no reciben el presupuesto que cubra las necesidades de licencias de software y como consecuencia de esto, las practicas con maquinaria asistida por computador son escasas y esto

conlleva a que los estudiantes que egresen de estas Instituciones tengan una limitada competitividad laboral en el manejo de este tipo de maquinarias.

### **2.3. Preguntas básicas**

#### **¿Existen guías o tutoriales interactivos para la enseñanza de los procesos CAD/CAM en las Instituciones de Educación Superior?**

Las TIC'S son parte de los procesos de enseñanza de la educación en todos sus niveles, en la formación en áreas técnicas se puede encontrar algunos tutoriales para el aprendizaje de ciertos contenidos, pero en cuanto a los procesos CAD/CAM no se ha desarrollado tutoriales interactivos dedicados al proceso de enseñanza aprendizaje de estos contenidos.

#### **¿Es aplicable el software libre en la Educación Superior?**

La Disposición General Cuarta del reglamento de la LOES, establece que: "las instituciones de educación superior obligatoriamente incorporaran el uso de programas informáticos de software libre en los casos que las funcionalidades de estos programas sean similares o superiores al software propietario" [2]. Por tal motivo la utilización de software libre en Ecuador en las instituciones públicas es una exigencia por parte del estado, por lo que es viable la aplicación del software libre para la enseñanza de los procesos CAD/CAM dentro de la Educación Superior.

#### **¿Es aplicable el software libre en la Educación Superior?**

La Disposición General Cuarta del reglamento de la LOES, establece que: "las instituciones de educación superior obligatoriamente incorporarán el uso de programas informáticos de software libre en los casos que las funcionalidades de estos programas sean similares o superiores al software propietario" (Reglamento de la Ley Orgánica de Educación Superior, 2011).

Por tal motivo la utilización de software libre en Ecuador en las instituciones públicas es una exigencia por parte del estado, por lo que es viable la aplicación del software libre para la enseñanza de los procesos CAD/CAM dentro de la Educación Superior.

### **2.4. Formulación de meta**

Alojar un tutorial interactivo en línea sobre software libre aplicado al diseño CAD-CAM.

### **2.5. Objetivos**

**2.5.1. Objetivo general.-** Desarrollar un tutorial interactivo en línea que permita la aplicación de software libre en los procesos CAD-CAM para la educación superior.

**2.5.2. Objetivos específicos.-**

- Definir el marco teórico sobre software libre, educación superior y el diseño CAD/CAM.

- Determinar un conjunto de herramientas de software libre que sean aplicables a los procesos de manufactura CAD/CAM.
- Crear contenidos y actividades interactivas en la web que permitan el aprendizaje de los procesos CAD/CAM de acuerdo a los contenidos microcurriculares en Educación Superior.

## **2.6. Delimitación funcional**

### **2.6.1. ¿Qué será capaz de hacer el producto final del trabajo de titulación?**

Un tutorial interactivo en línea sobre la aplicación de software libre en los proceso CAD/CAM guiara el aprendizaje de programas informáticos para el diseño y programación de operaciones de mecanizado utilizando la tecnología CNC.

El tutorial estará a la disponibilidad de tiempo de cada uno de los usuarios y permitirá el avance de contenidos de acuerdo con sus capacidades de aprendizaje.

### **2.6.2. ¿Qué no será capaz de hacer el producto final del trabajo de titulación?**

No evaluara el proceso de aprendizaje ni emitirá resultados cuantitativos relacionados a la adquisición de conocimientos.

## Capítulo 3

# Marco Teórico

### 3.1. Definiciones y conceptos

#### 3.1.1. Tutorial Interactivo

Un tutorial interactivo es un programa que permite en forma ordenada y sistemática seguir determinados pasos para lograr cumplir un objetivo de aprendizaje, utilizando una metodología atrayente y participativa. “Los sistemas multimedia, en el sentido que hoy se da al término, son básicamente sistemas interactivos con múltiples códigos. Un aspecto clave en ellos es la integración de diferentes tipos de información soportada por diferentes códigos. Estos sistemas están siendo aplicados en Educación Superior” [3].

Queda claro entonces que un tutorial interactivo es de mucha ayuda en el aprendizaje, pues trata la información de una forma ordenada y atrayente, esto aviva el interés del estudiante por el aprendizaje, por esto los tutoriales interactivos son aplicados en la Educación Superior. Sin duda se puede obtener grandes beneficios al tratar los contenidos del diseño CAD-CAM mediante este recurso.

Un tutorial interactivo básicamente cumple con dos características fundamentales: Multimedia: Se puede definir multimedia como la integración de todas las tecnologías de la información (texto, datos, gráficos, sonido, video, etc.) bajo una plataforma informática. [4]. Hipertextual: Son documentos que además de texto, incorporan otro tipo de elementos no textuales (gráficos, sonidos, video, animaciones, etc.) y que permiten una verdadera interacción entre la información y quien la consulta. Los hipertextos facilitan enormemente el acceso a la información, su presentación de una forma más agradable y su flujo de manera individualizada según los requerimientos del usuario (navegación a través de la información) [4]

Aprovechando de estas dos características fundamentales, el tutorial interactivo presenta la información mediante recursos multimedia, esto es excelente para tratar los contenidos sobre programas informáticos dedicados al CAD-CAM pues permite presentar la información teórica mediante la integración de texto, imágenes, videos y otros recursos multimedia. Por otro lado mediante el hipertexto los contenidos se

enlazan de una manera estructurada permitiendo al usuario desplazarse fácilmente por todo el tutorial, dándole al usuario la posibilidad de revisar los contenidos de acuerdo a sus necesidades.

### 3.1.1.1 Estructura de un tutorial interactivo

Para que el software educativo sea efectivo debe diseñarse correctamente, en orden a algunos principios fundamentales, tales como: realizar un diseño básico sistemático, proveer a los usuarios de los mecanismos de navegación apropiadas y estructurar los contenidos con una conectividad lógica [5]

Entonces para que el tutorial logre el objetivo educativo, debe ser estructurado de una manera que sea fácil de utilizar, permita la navegación entre contenidos y que enlace los contenidos en secuencia para que se aporte a la espiral de aprendizaje, es decir que el aprendizaje sea progresivo y tenga una secuencia lógica. Las estructuras más conocidas y utilizadas en un tutorial son:

**Lineal.**- El usuario desarrolla un proceso de aprendizaje siguiendo los contenidos en forma secuencial, es decir solo cuando haya terminada la primera unidad podrá acceder a la siguiente, según se ilustra en la figura 1.

**Figura 1:** Estructura Lineal de un tutorial



Fuente: Aplicaciones Multimedia Interactivas [6]

**Reticular.**- En este tipo de estructura permite al usuario elegir el orden en que se desee tratar los contenidos, pues mediante la utilización del hipertexto facilita su libre navegación, adaptándose a si a las necesidades y requerimientos de cada persona. Esta estructura es ideal para las enciclopedias electrónicas, según se observa en la figura 2.

**Figura 2:** Estructura Reticular de un tutorial

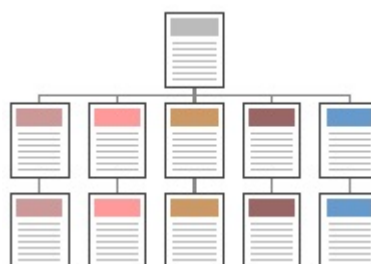


Fuente: Aplicaciones Multimedia Interactivas [6]

**Jerarquizado.**- En este tipo de estructura se combinan la estructura lineal y reticular

brindando las ventajas de las dos (organizar los contenidos de acuerdo a una secuencia y libre navegación que se adapte al usuario). Como se ilustra en la figura 3.

**Figura 3:** Estructura Jerarquizada de un tutorial



Fuente: Aplicaciones Multimedia Interactivas [6]

En referencia a la estructura más adecuada de un tutorial interactivo, aplicado a la educación superior la revista Pixel bit menciona que: “la estructura general del programa puede responder a un modelo lineal, en el que todos los sujetos siguen el mismo camino, o a un modelo ramificado, en el que el programa se adapta al menos en parte, a las características del sujeto. Este tipo de programas es más utilizado en Educación Superior, el modelo es adecuado para la adquisición de conocimientos, especialmente en lo que se refiere a aspectos relacionados con la retención de información” [3]

De la investigación sobre la estructura que es más recomendable para un tutorial interactivo aplicado a la educación superior, se determina que debe ser una estructura jerarquizada, esta facilita dos modalidades: seguir los contenidos secuencialmente con lo que se logrará ir consolidando los conocimientos previos, necesarios para poder asimilar el conocimiento nuevo por parte de los estudiantes principiantes en el tema, y libre acceso a las diferentes unidades por parte de los usuarios avanzados.

#### 3.1.1.2. Ventajas del uso de tutoriales

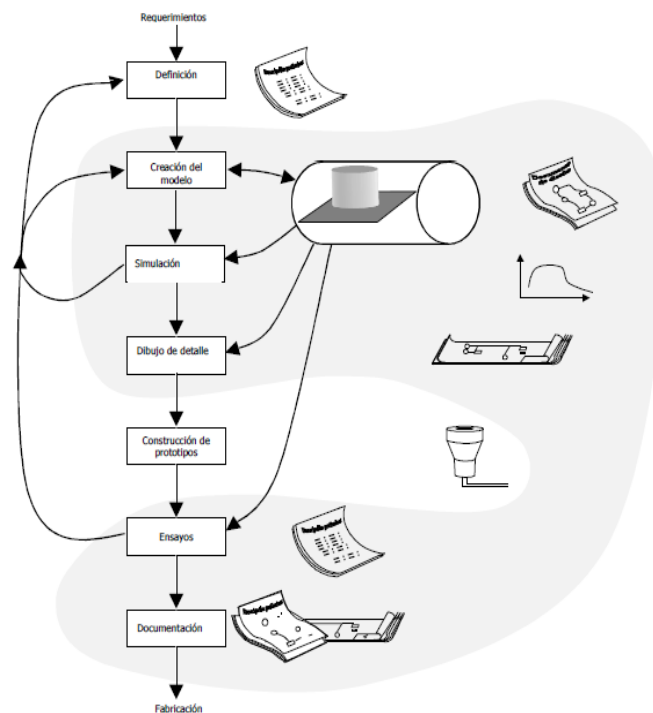
- Entre las ventajas de este enfoque se tienen:
- El aprendizaje no se limita a realizarlo en un aula, sino que se lo puede realizar en cualquier lugar.
- No hay necesidad de programar una sesión de estudio con un profesor guía y estudiantes.
- Permite al usuario avanzar según sus capacidades de aprendizaje.
- Se adapta al horario disponible del estudiante.
- Puede repetir un contenido las veces necesarias para lograr consolidar el aprendizaje.
- Gracias al contenido de material multimedia ayuda en la parte del aprendizaje visual y auditiva del usuario

### 3.1.2. Procesos CAD-CAM

#### 3.1.2.1. Sistema CAD

Se entiende por Sistema CAD, un sistema informático que automatiza el proceso de diseño de algún tipo elemento [8]. Esta definición sintetiza al proceso CAD como la aplicación de la informática en el diseño de modelos. Generalmente estas aplicaciones dentro de las ingenierías son utilizadas en el dibujo mecánico. El uso de programas informáticos en el dibujo de elementos de máquinas reduce el tiempo empleado en la representación gráfica y a la vez facilita las modificaciones futuras que se deban realizar en el modelo.

**Figura 4:** Proceso de diseño utilizando una herramienta CAD



Fuente: Diseño asistido por ordenador [8]

#### 3.1.2.2. Sistema CAM

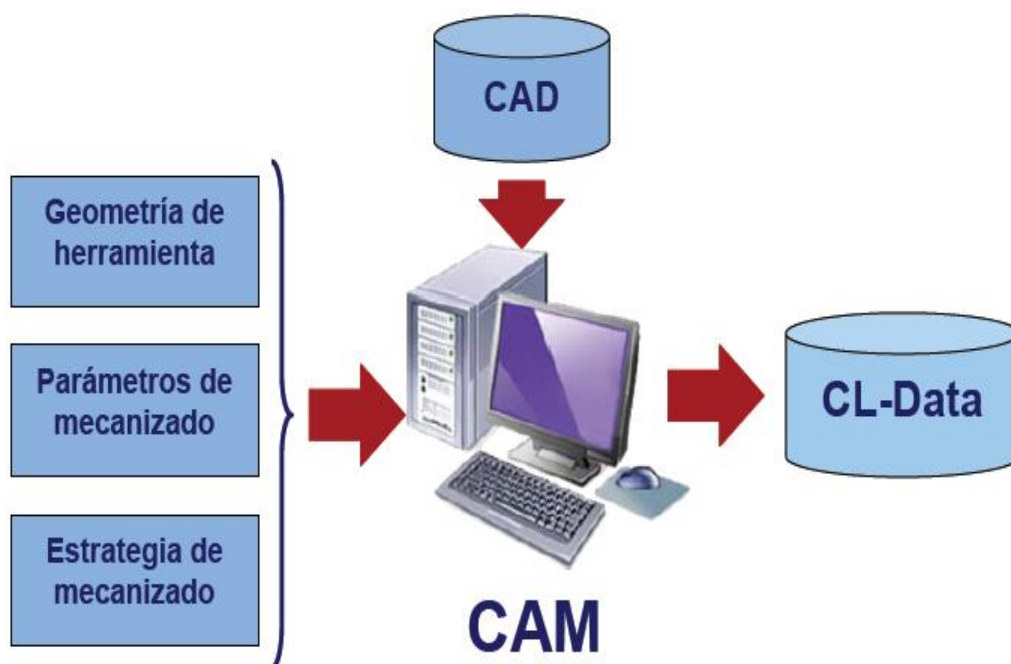
Los sistemas CAM se utilizan para automatizar el proceso de fabricación incluyendo la planificación y control del proceso, así como del control de máquinas herramientas. [8].

La Manufactura asistida por Computador es utilizada en procesos de producción en serie, en estos procesos existen actividades que deben realizarse siguiendo un mismo patrón, entonces resulta en un gran ahorro de tiempo y recursos el automatizar esas actividades. Además la precisión obtenida con un sistema CAM es muy alta, logrando producir un producto competitivo en el mercado.

Los sistemas CAM se basan en un diseño CAD para programar operaciones de mecanizado en

máquinas herramientas computarizadas. En la figura5, se esquematiza el proceso CAM.

**Figura 5:** Proceso CAM



Fuente: Manufactura asistido por ordenador [9]

### 3.1.3. Software Libre

#### 3.1.3.1. Definición

“Con software libre nos referimos a la libertad de los usuarios para ejecutar, copiar, distribuir, estudiar, cambiar y mejorar el software” [10], esta definición resume las cuatro libertades fundamentales del código abierto, las cuales son: 1) libertad de utilizar el software según la necesidad del usuario, 2) libertad de modificar el programa adaptándolo a requerimientos específicos, 3) libertad de realizar copias y distribuirlas y 4) libertad realizar mejoras al software y compartirlas con la sociedad.

Por las libertades que ofrece el software libre, resulta ser un instrumento de gran utilidad para las naciones en vía de desarrollo, debido a que fácilmente permite difundir el nuevo conocimiento que servirá de base para posteriores investigaciones, por lo que el uso de software libre se va incrementando día a día.

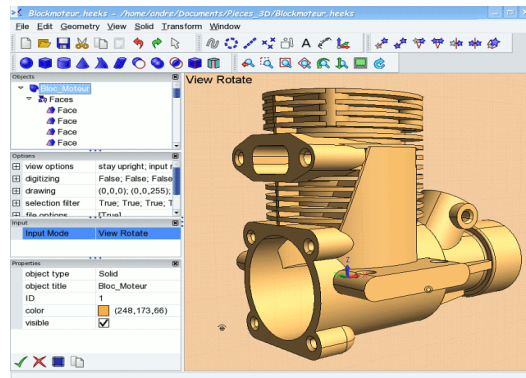
#### 3.1.3.2. Software libre CAD-CAM

Dentro de las opciones de software libre para los procesos CAD-CAM se citan los siguientes:

## HeeksCAD

Es un software libre de diseño asistido por ordenador. Utiliza la Tecnología open CASCADE internamente para el modelado. HeeksCAD puede modelar cuboides, esferas, cilindros y conos en forma de sólidos en 3D. Otros objetos geométricos pueden ser creados mediante la herramienta extrucción, revolución, barrido entre otras opciones. HeeksCAD hace un amplio uso de sistemas de coordenadas locales, muy utilizadas para definir el plano de dibujo y la dirección de una extrusión. El programa se puede ampliar con plugins adicionales. Algunos de Plugins disponibles son: fresado y modelado de superficies de forma libre. [11]. La figura 6 muestra la interfaz del programa

**Figura 6:** Captura de Pantalla HeeksCAD



Fuente:<http://linuxgraphic.org/forums/viewtopic.php?p=32806>

## HeeksCNC

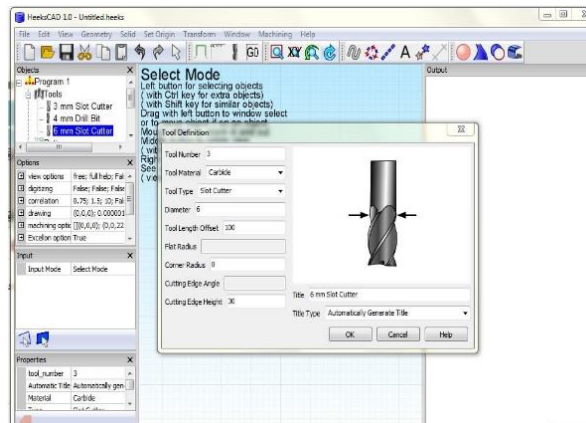
Permite llevar el modelo CAD a la parte de mecanizado, entre las operaciones que permite programar se tienen: contorno, cajeado, taladrado, roscado entre otras. Permite la generación de los códigos de programación ISO para las maquinas controlados por ordenador. Para visualizar la ventana de HeeksCNC, ver figura 7.

## Linux CNC

Este software bajo Linux es muy versátil debido a su capacidad de controlar hasta 9 ejes, lo cual permite realizar modelos complejos y tridimensionales, además dispone de una librería de controladores que facilita la operación de varios tipos de motores. [12] Ver figura 8

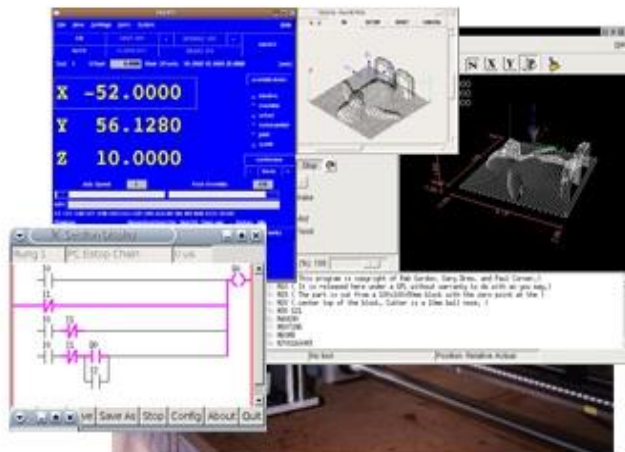
Una de las principales ventajas de Linux CNC es que su código abierto permite manejar no solo motores que accionan los movimientos de las herramientas de corte, sino que puede ser utilizado para cualquier aplicación que dependa del movimiento de un motor.

**Figura 7:** Captura de Pantalla HeeksCNC



Fuente: <https://sites.google.com/site/heelscad/news>

**Figura 8:** Captura de Pantalla Linux CNC



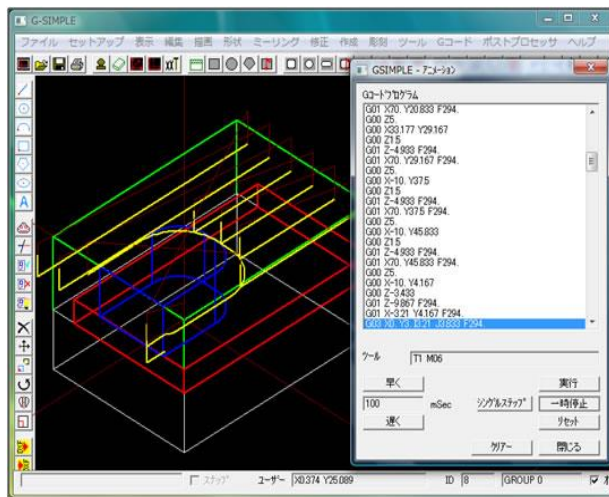
Fuente: <http://www.lirtex.com/robotics/diy-cnc-machine>

## G-SIMPLE

Según [13] es un programa para diseño CAM con capacidad de mecanizado en tres ejes (ver figura 9), las operaciones que se permite realizar son:

- Planeado
- Seguir contorno
- Taladrado
- Roscado
- Cajado circular y rectangular
- Cajado con islas

**Figura 9:** Captura de Pantalla G-SIMPLE

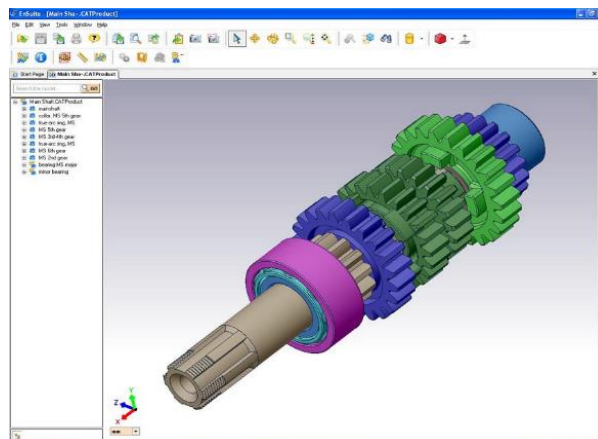


Fuente: <http://gsimple.yu-yake.com/>

## FreeCAD

FreeCAD es software que se basa en el modelado paramétrico 3D, es un programa muy potente a la hora de modelar sólidos, pues gracias a que se puede modificar fácilmente los parámetros de las operaciones de los elementos facilita el diseño y modelado de cualquier sólido [14]. Una imagen con la interfaz de FreeCAD se muestra en la figura 10.

**Figura 10:** Captura de Pantalla FreeCAD



Fuente: <http://gsimple.yu-yake.com/>

La revisión de las alternativas de software libre para el diseño CAD y CAM muestra que existen varios software dedicados en estas áreas, lo cual es un fundamento importante para este proyecto, pues prueba la factibilidad de utilizar programas libres que permitan desarrollar trabajos técnicos como planos, modelado de sólidos y la programación de operaciones de mecanizado.

### **3.1.4. Software libre en la Educación Superior**

“La principal razón por la que las Instituciones de Educación Superior como cualquier Institución Educativa pública debe utilizar software libre es que facilita la divulgación de investigaciones y avances tecnológicos” [15].

Es una excelente perspectiva que se vislumbra en cuanto al avance tecnológico y científico, dado que con la utilización de software libre se tiene la libertad de modificar las aplicaciones para que se ajuste a las necesidades de los centros de Educación Superior y sirvan como herramientas que faciliten el desarrollo de investigaciones y su posterior publicación, logrando de esta manera ir construyendo conjuntamente el conocimiento en beneficio de la sociedad.

#### *3.1.4.1. Experiencias del uso de software libre en la educación superior*

“Una iniciativa digna de reconocimiento es la aplicación de CLAM acrónimo en inglés de Librería en C++ para Audio y Música, que permite crear aplicaciones completas y eficientes en el campo del audio y de la música, capaces de funcionar en las plataformas más utilizadas” [16].

El desarrollo de estos programas basados en el software libre en el Ecuador, demuestra que es posible sustituir los programas propietarios por otros de código abierto que tengan iguales o mejores características.

Es factible entonces que instituciones educativas dediquen tiempo al desarrollo, mejora y uso de aplicaciones bajo software libre, este ejemplo debe motivar a que se busque generalizar el uso y desarrollo de estas aplicaciones.

#### *3.1.4.2. Base Legal*

Mediante el Decreto Numero 1014 promulgado el 2008, el Presidente de la República del Ecuador adopta como política de estado el uso y divulgación del software libre en las entidades de carácter público, buscando la libertad y soberanía tecnológica que buscará mejorar la innovación y producción local, reduciendo el gasto estatal por compras de licencias de software.

En [17] se menciona que en el Ecuador se han desarrollado algunas aplicaciones que se están utilizando en el sector público como son:

Quipux, es un software destinado a la gestión de documentos, que controla el proceso de envío, recepción y archivo de trámites realizados a nivel de instituciones públicas.

SIITH, es un programa utilizado por el Sistema Informático Integrado de Talento Humano, toda su estructura se basa en el sistema operativo Linux.

Elastix, maneja aplicaciones de mensajería, telefonía IP, conferencias, fax, entre otros servicios de comunicación.

Las Instituciones de educación Superior deben seguir estos ejemplos de desarrollo y aplicación de software libre en sus actividades administrativas, así como también en los procesos

de enseñanza en las diferentes áreas, para de esta manera poder ser un país que aporte con desarrollo de esta iniciativa de libertad.

### **3.2. Estado del Arte**

Al realizar una indagación sobre las investigaciones y trabajos realizados sobre la Aplicación de Software Libre a los procesos CAD/CAD mediante un tutorial interactivo se encontró las siguientes investigaciones.

Según la investigación de [18], intitulado Análisis de Técnicas de Aprendizaje Colaborativo online (TAC) para la didáctica de las ciencias sociales, como conclusiones de este trabajo el autor establece que los alumnos se muestran muy satisfechos con el trabajo en línea, y los recursos alojados, lo que culmina en un elevado interés por continuar con este modelo de aprendizaje más allá del periodo de investigación como reflejan las entrevistas, diarios y cuestionarios (al 95 % le gustaría volver a hacer actividades en línea). Este deseo de continuar con esta nueva metodología y diseño del proceso enseñanza - aprendizaje se ha sustentado en varios pilares innovadores: uso habitual del ordenador en el aula, selección de los aprendizajes por los alumnos, metodología activa y participativa. Este interés por la utilización del ordenador en el aula con asiduidad se refleja, asimismo, en una mayor atención en las clases, lo que se traduce en una clara mejora en el proceso de enseñanza - aprendizaje. Esta mayor motivación se sustenta asimismo en la variedad de los materiales multimedia alojados y utilizados para el aprendizaje que fomentan el interés por la temática histórica, a través de recursos más cercanos a las necesidades de los alumnos.

En la investigación citada, se determinó que el uso de recursos en línea como wikis, blogs educativos y otros recursos en línea tuvo gran aceptación por parte de los estudiantes, a la vez que fomentaron un aprendizaje activo y participativo. Todos estos resultados positivos que se obtuvo se relacionaron directamente con los materiales alojados en la red. Basándose en los resultados obtenidos en esta investigación, para el desarrollo del tutorial interactivo se establecerán herramientas multimedia alojadas en línea que permitan un aprendizaje activo de los contenidos.

Otro trabajo de interés para este proyecto es el desarrollado por [19] sobre el software educativo, en este estudio se concluye que: el software desarrollado mejora la calidad del PEA en la materia de redes de computadores que se dicta a los alumnos de los quintos niveles en la facultad de ingeniería en sistemas de la UTI. En este caso el proyecto se diseñó con las siguientes características: las páginas web fueron implementadas con una interfaz amigable, flexible y transparente utilizando para su desarrollo elementos multimedia, los cuales facilitan la comprensión de los temas en ellas expuestas. Cada uno de los temas tratados tiene su

correspondiente evaluación, como un instrumento de retroalimentación, el cual permitió verificar y reforzar los conocimientos adquiridos durante la clase.

En esta investigación previa se logró utilizar un software educativo como material didáctico, este trabajo se desarrolló con elementos multimedia y esto facilitó la comprensión de los temas expuestos, además al elaborarlo en páginas web el aporte de este proyecto se ejecuta en cualquier computador que cumpla con las características. Este proyecto será una base para el desarrollo de actividades en línea que permitan el libre acceso por parte del usuario.

También cabe mencionar el trabajo realizado por [20], acerca de la creación e implementación de un CD multimedia para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje de estudios sociales, en la sección de la fundamentación pedagógica se menciona: “En el proceso de orientación del aprendizaje, es de vital importancia conocer la estructura cognitiva del estudiante; no solo se trata de saber la cantidad de información que posee, sino cuales son los conceptos y proposiciones que maneja así como de su grado de estabilidad. Los principios de aprendizaje propuestos por Ausubel, ofrecen el marco para el diseño de herramientas metacognitivas que permiten conocer la organización de la estructura cognitiva del educando, lo cual permitirá una mejor orientación de la labor educativa”. En esta investigación se desarrolló un CD multimedia con herramientas que ayudan al aprendizaje de los contenidos bajo el enfoque pedagógico cultural de David Paul Ausubel, logrando partir de los conocimientos previos para adquirir los nuevos, este enfoque será base para la estructura y enlazar los contenidos del tutorial de forma lógica y progresiva que faciliten el aprendizaje.

Por otro lado en la investigación de [21] centrada en las TIC aplicadas a los entornos de aprendizaje multimedia el autor afirma que el material de estudio hipermedia en la Web, fue puesto a prueba y utilizado por los alumnos, quienes manifestaron que permite establecer relaciones entre los conceptos aprendidos y estudiar utilizando de diferentes medios: textos, hipertextos, animaciones, gráficos, videos. En el proyecto se tuvieron en cuenta los canales de procesamiento de los alumnos de manera de atender a los diferentes estilos de aprendizaje. Se incluyeron animaciones y actividades interactivas con el fin de propiciar el aprendizaje activo.

En esta tesis toma en cuenta los estilos de aprendizaje de los estudiantes para elaborar actividades con recursos de audio, video y animaciones para propiciar un aprendizaje activo. Este estudio previo ayudará a desarrollar actividades de aprendizaje que sean más adecuados para cada uno de los diferentes estilos de aprendizaje predominantes en cada individuo.

Con relación al software libre en ingeniería se destaca la investigación de [22] con el tema: Software libre para educación e investigación en ingeniería, en esta se destaca un análisis de alternativas para las herramientas computacionales utilizadas en varias áreas de la ingeniería entre ellas el diseño CAD, en este proyecto se determinó que el software libre puede apoyar

a estudiantes y docentes en actividades académicas o de investigación. Es posible utilizarlo en actividades como la adquisición y el análisis de datos, y la presentación de documentos, informes, cronogramas, simulaciones, diseños, proyecciones y planos. Por otro lado, le da al estudiante la oportunidad de fomentar su curiosidad intelectual y ser parte activa del desarrollo y mejoramiento de las herramientas, sin estar sujeto a licenciamientos especiales o a restricciones de uso, como en algunas herramientas de pago. Además, las comunidades en línea, foros y blogs que generalmente tienen las herramientas de software libre, facilitan la introducción de usuarios nuevos ya que pueden conocer de antemano las ventajas e inconvenientes de las herramientas que han seleccionado. Es así como el software libre representa en muchos contextos una filosofía de trabajo y una opción de vida en la que el trabajo compartido de algunos se convierte en beneficio para todos. Del aporte de esta investigación, se establece la factibilidad del uso de software libre en actividades académicas dentro de la ingeniería.

Finalmente en el documento realizado por [23] se detallan contenidos curriculares de la asignatura de CAM, en este documento se menciona que el desarrollo de un tutorial multimedia sobre procesos CAM mediante Autodesk Inventor como apoyo de aprendizaje para los estudiantes de la carrera de tecnología en Mecánica Industrial, ayudo a que el proceso de enseñanza sea más fácil.

En este proyecto se desarrolló una guía de enseñanza de Autodesk Inventor el cual es un software dedicado a los procesos CAD/CAM, aunque se trate de un software propietario presenta una estructura de contenidos basados en la malla curricular de la carrera de tecnología en Mecánica Industrial, esta estructura ayudará a jerarquizar los temas y subtemas del tutorial.

## Capítulo 4

# Metodología

### 4.1. Diagnóstico

Para determinar en qué grado las Instituciones de Educación Superior utilizan software libre en áreas técnicas y con especial interés en los contenidos curriculares de los procesos CAD/CAM, se recurrió al Instituto Tecnológico Superior Guayaquil, para realizar una encuesta a los Docentes del área de Mecánica Industrial. De esta entrevista se obtuvieron los siguientes datos de interés:

Dentro de la carrera de Mecánica Industrial se utilizan paquetes informáticos dedicados al diseño CAD/CAM, muchos de los cuales son de carácter propietario limitándose al uso de versiones gratuitas o demostrativas, por lo que hay limitaciones en el uso de este software.

En lo referente al uso de programas informáticos bajo software libre, se determinó que existe un limitado uso de aplicaciones de código abierto, aplicándose solamente para los trabajos de oficina.

Se muestra un gran interés por parte de los docentes en conocer alternativas informáticas aplicables a las áreas técnicas que funcionen bajo código abierto y no presente restricciones de uso ni aplicación.

En vista de la información recolectada sobre el uso de software libre en áreas técnicas dentro del Instituto Tecnológico Superior Guayaquil de Ambato, se puede ver la necesidad de aplicar un proyecto que permita el aprendizaje de herramientas libres enfocadas al diseño CAD-CAM como una puerta de ingreso al mundo del software libre lo cual abrirá nuevas oportunidades y beneficios.

### 4.2. Método(s) aplicado(s)

Para el desarrollo del tutorial se siguió la metodología MET, propuesta por [24], en la que se establece 5 fases:

**FASE I. Estudio del Entorno Académico.-** Los contenidos curriculares que necesita contener el tutorial están basados en el micro currículum de la asignatura de diseño CAD/CAM tratadas en la educación superior para ello se tomó como base el micro currículum de la carrera de mecánica industrial del Instituto Tecnológico Superior Guayaquil Ambato y como el proyecto está destinado a la educación superior en general se tomaron en cuenta también los contenidos de la asignatura CAD/CAM de las fuerzas Armadas ESPE (ver apéndice F).

## **FASE II. Definición de Requerimientos, Académicos, Pedagógicos y Tecnológicos.**

*Académicos.-* Dentro del requerimiento académico, hay necesidad de cubrir contenidos del currículo que se relacionan con el uso de programas informáticos para el Diseño Asistido por Computador, para modelar sólidos que luego servirán de base para programar operaciones de mecanizado mediante la tecnología de Manufactura Asistida por Computador, dentro de esta temática se requiere tratar contenidos del currículo sobre fresado y torneado mediante la asistencia de un software que programe estas operaciones, para ejecutarlas en máquinas de control numérico computarizado.

*Pedagógicos.-* Como requerimiento fundamental en lo pedagógico se debe presentar los contenidos de forma tal, que se analice en primer lugar los principios teóricos básicos, para luego mediante la práctica aprender el uso de herramientas informáticas que ayuden al modelado y ejecución de las operaciones y finalmente para medir los conocimientos adquiridos es vital una evaluación para cada lección. *Tecnológicos.-* Los recursos tecnológicos necesarios para el tutorial son: herramientas para la presentación de información teórica, actividades interactivas para la ejecución la tarea práctica de cada lección y un software para crear evaluaciones objetivas. Además se requiere un programa que permita compilar todas las actividades y unidades en un solo proyecto que se pueda ejecutar en línea.

**FASE III. Diseño del entorno académico - tecnológico del tutorial.-** Esta fase se la trata en función de dos aspectos: académico y tecnológico.

**1. Académico.-** Para que el tutorial se enmarque dentro del currículo se tomó en cuenta estrategias pedagógicas y evaluativas. A continuación se analiza cada actividad:

*a) Diseño de estrategias pedagógicas:* El desarrollo de las lecciones se fundamenta en ofrecer a los usuarios interesados en aplicar software libre en los procesos CAD-CAM, elementos básicos de formación, estructurados en lecciones, las cuales tienen tres componentes: Definiciones y conceptos para cubrir el aprendizaje cognitivo, la sección interactiva que ayuda a potenciar la parte procedimental. Los contenidos a tratarse están divididos en dos secciones: 11 lecciones para cubrir los temas relacionados al diseño CAD (ver apéndice A) y 3 lecciones para los contenidos del diseño CAM (ver apéndice B), los contenidos abarcados en la parte CAM son reducidos, porque los programas bajo software libre para este tema, solo disponen por el momento herramientas para la programación de operaciones en la fresadora. A continuación se detallan las lecciones a tratar:

UNIDAD I: Sistemas CAD

Capítulo 1: Procesos de graficación 2D

Lección 1: Uso de la interfaz de FreeCAD

Lección 2: Creación de Sketch

Lección 3: Edición de Sketch

Capítulo 2: Generación, modelación y edición de sólidos

Lección 4: Conceptos previos 3D

Lección 5: Creación de sólidos básicos

Lección 6: Creación de sólidos por extrucción

Lección 7: Creación de sólidos por barrido

Lección 8: Creación de sólidos por revolución

Lección 9: Edición de sólidos mediante operaciones booleanas

Lección 10: Edición de sólidos mediante la herramienta patrón

Lección 11: Redondeo y chaflán 3D

UNIDAD II: Sistemas CAM

Capítulo 3: Fresado CNC

Lección 12: Operación de contorno

Lección 13: Operación pocket

*b) Diseño de las estrategias evaluativas:* Para la parte evaluativa se contemplan pruebas objetivas del tipo: Verdadero y Falso, opción múltiple, enlazar lo correcto, llenar Huecos, área interactiva. Estas evaluaciones se presentan al final de cada lección.

**2. Tecnológico (Arquitectura del tutorial).**- En esta parte se toma en cuenta tres aspectos: hardware, software y el diseño de la interfaz del tutorial.

*a) Hardware.*- Para que la aplicación se ejecute, los requisitos mínimos que debe tener un computador son: procesador Intel Core Duo o uno equivalente, 2GB de memoria RAM, Sistema Operativo bajo cualquier plataforma, un navegador web con la última actualización de adobe flash player.

*b) Software.*- Como se mencionó en las estrategias pedagógicas, el tutorial debe integrar en cada lección la introducción de conocimientos previos, actividades interactivas y la fase evaluativa, para desarrollar cada lección se necesitan programas que ayuden a la construcción de las mismas. Para determinar el software más adecuado para la construcción de cada una de estos tres componentes, se lleva a cabo un estudio de las opciones disponibles en el mercado, las alternativas encontradas se detallan a continuación:

**Definición teórica.**- Para el contenido teórico se crean documentos en archivo pdf, este formato tiene la ventaja de tener poco peso hablando digitalmente, de esta manera facilitará la subida del material a la red. Estos documentos sirven para lectura y aprendizaje de los conceptos fundamentales.

**Actividades interactivas.**- En lo que se refiere a la parte procedimental, es necesario actividades guiadas interactivamente. Algunas de las herramientas que se encontraron para la

creación de lecciones en forma de un tutorial son: Desktop Author, Neobook, Adobe Flash, Exelerning, Multimedia Builder. La Tabla 1 presenta una comparación entre estos programas.

**Tabla 1:** Características de programas para la creación de tutoriales

Características	Programas para diseño de tutoriales				
	Desktop	Neobook	Excelearning	Multimedia	Adobe
Animación	SI	SI	SI	SI	SI
Edición de texto	SI	SI	SI	SI	SI
Creación de botones	SI	SI	NO	SI	SI
Contenidos Multimedia	SI	SI	SI	SI	SI
Herramientas para crear interactividad	NO	NO	NO	NO	SI
Publicación del proyecto en formato html	NO	NO	SI	SI	SI
Eficiencia	SI	SI	SI	SI	SI

Elaborado por: Manuel López

Para la creación de las actividades interactivas una opción viable es Adobe Captivate, este software tiene la característica especial de contar con herramientas para crear actividades interactivas, además maneja muy bien los diferentes tipos de contenido como texto, imágenes, audio y video. Otra característica importante de Captivate es que permite publicar el trabajo en formato html, esto es importante para la integración del proyecto final y su posterior alojamiento en línea.

*Evaluaciones.*- La fase de evaluación se desarrolló mediante preguntas tipo test e interactivas, para la creación de las preguntas, se presentan varias opciones de software que permitan llevar a cabo este trabajo. La tabla 2, muestra algunas opciones.

**Tabla 2:** Características de programas para crear evaluaciones

Tipo de preguntas	Programas para crear evaluaciones			
	Daypo	QuizCreator	Hotpotatoes	Easystestmaker
Verdadero - Falso	SI	SI	SI	SI
Opción múltiple	SI	SI	SI	SI
Selección múltiple	SI	SI	SI	SI
Llenar vacíos	SI	SI	SI	SI
Emparejamiento	SI	SI	SI	SI
Ordenar	NO	SI	SI	NO
A´rea de clic	NO	SI	NO	NO
Arrastrar y colocar	NO	SI	NO	NO
Respuesta corta	SI	SI	SI	SI

Elaborado por: Manuel López

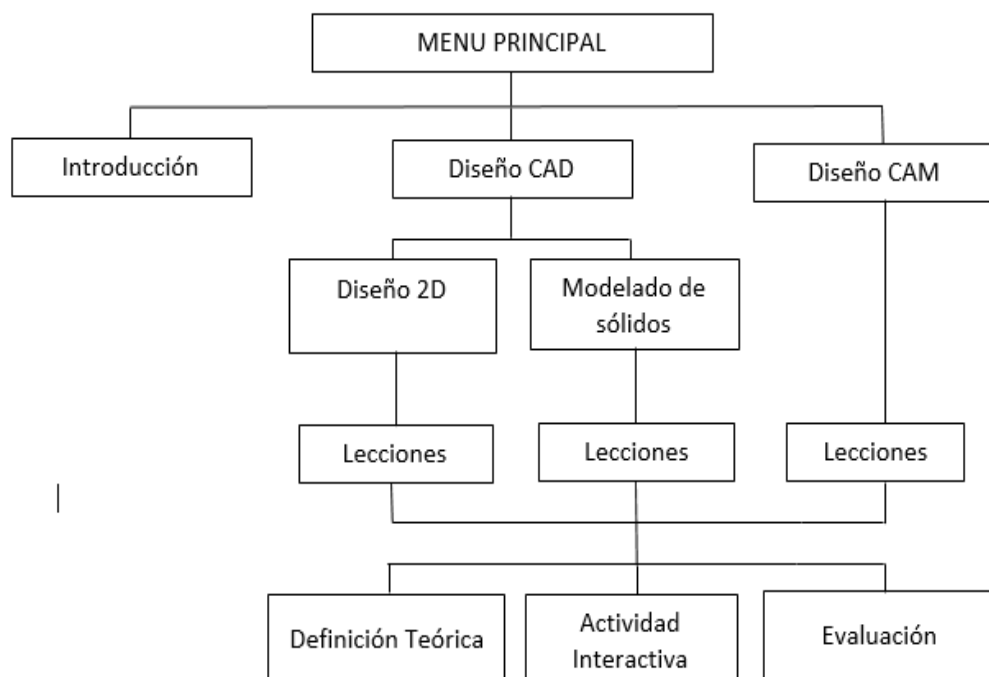
Del análisis de las herramientas disponibles, el programa recomendable para este proyecto es QuizCreator, pues dispone de una gran variedad de tipos de preguntas, entre la que se destaca el área de clic, este tipo de pregunta ayudará a evaluar si el usuario identifica las herramientas de los programas estudiados en el tutorial.

Integración de los recursos.- Para integrar las tres partes de cada lección y a la vez componer el tutorial mediante todas las lecciones, será necesaria la ayuda de Dreamweaver, mediante esta herramienta informática se creará la interfaz de usuario del tutorial y se publicará en la red.

*Utilitarios.-* Además de los programas fundamentales para la creación de cada lección, se necesita software de apoyo que permita la edición de imágenes. Como programa de edición de imágenes se recomienda Gimp, debido a que es un programa que ha ido evolucionando notablemente, cada vez permite trabajar con nuevos formatos, tiene herramientas muy eficientes, maneja las imágenes en capas lo que facilita trabajar con cada imagen de manera totalmente independiente. La imagen editada se puede exportar a una gran cantidad de extensiones entre las principales se tiene png, bmp, jpg, GIF, PDF, etc.

c) *Diseño de la interfaz.-* Del análisis de la estructura más adecuada para un tutorial interactivo aplicado a la educación superior tratado en el marco teórico de este documento, se determina que se debe estructurar en forma jerarquizada para que los contenidos sean tratados con secuencia y a la vez permita una fácil navegación del tutorial. En la figura 11, se esquematiza la estructura.

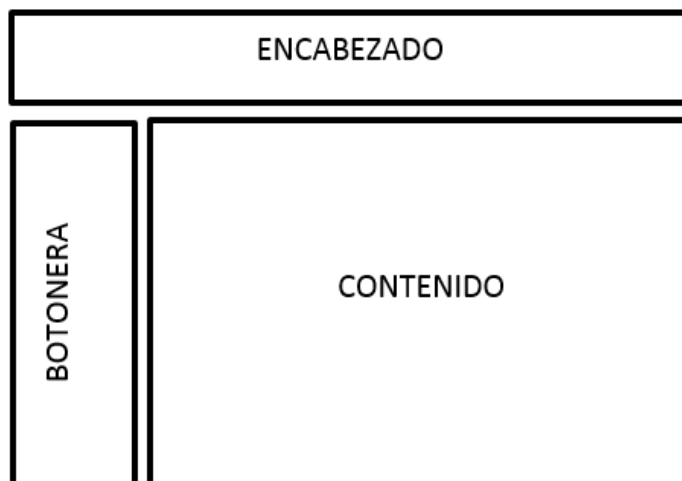
**Figura 11:** Estructura jerárquica del tutorial



Elaborado por: Manuel López

Estructura de la página.- La estructura de la página presentara los enlaces a los distintos contenidos y actividades del tutorial y tendrá una estructura básica como se puede ver en la figura 12.

**Figura 12:** Estructura de las ventanas del tutorial



Elaborado por: Manuel López

Pantallas.- Las pantallas permiten al usuario visualizar la información, para las cuales se tomó las siguientes recomendaciones:

Textos.- Para que el texto sea legible se utilizó la fuente Arial, los tamaños y estilos de letras resaltaron las palabras y permitirán diferenciar los títulos y subtítulos.

Gráficos.- Los gráficos ayudan a transmitir la información de manera visual, en las lecciones teóricas se incluyeron gráficos con buena resolución para mantener una armonía visual, en las actividades interactivas la lección se trabaja en su mayor parte con gráficos, esto potencializa el estilo de aprendizaje visual.

Colores.- Para que el texto se pueda leer fácilmente, se utilizó un fondo blanco con letras negras, esta combinación da un buen contraste permitiendo una fácil lectura y evitando el cansancio visual.

**Fase IV. Construcción.-** La construcción del tutorial se desarrolló en tres bloques: la información teórica está plasmada en documentos de formato PDF (apéndices A y B), las lecciones interactivas se crearon en Adobe Captivate (ver apéndice C) y las evaluaciones se desarrollaron en QuizCreator (apéndice D), las tres partes de cada lección se integraron mediante Dreanweaver (apéndice E), este programa facilita el proceso de publicación del proyecto en la red.

**Fase V. Puesta en marcha.-** En esta fase el proyecto fue socializado con docentes del área de mecánica industrial que utilizan software de diseño CAD y CAM en actividades de

docencia o profesional, también se trabajó con estudiantes del área de mecánica industrial, con los estudiantes se realizó una clase sobre la lección 1 y 2 del tutorial, mediante estas lecciones, permitió a los estudiantes conocer las herramientas de FreeCAD y compararlas con las de otros programas que utilizan en clase para dibujo 2D, en una segunda sesión se trabajó con la lección (operación contorno), mediante esta pudieron relacionar las herramientas que conocían de otros software de diseño CAM con las que ofrece HeeksCNC. Luego de esta última clase se utilizó una encuesta (ver apéndice G), para recoger criterios de evaluación sobre los programas FreeCAD, HeeksCNC y del tutorial, los resultados obtenidos se presentan en el capítulo V de este documento.

### **4.3. Materiales y herramientas**

Para el desarrollo del presente trabajo fue fundamental las herramientas informáticas para cubrir los contenidos curriculares sobre CAD/CAM tratados en educación superior, el primer programa utilizado es FreeCAD, su interfaz y funcionalidad permitió desarrollar once lecciones dedicadas al Diseño CAD (mayor detalle de las lecciones creadas se encuentra en el Apéndice A); mientras que HeeksCNC ayudo a cubrir en parte los contenidos del Diseño CAM específicamente los relacionados al fresado CNC (diríjase al apéndice B para más información de las lecciones), esto porque todavía no se desarrollan herramientas libres que manejen los procesos de torneado CNC, pero esto es solo cuestión de tiempo pues dentro de la página oficial de FreeCAD ([www.freecadweb.org](http://www.freecadweb.org)), se expone el proyecto en desarrollo de un módulo que permitirá integrar el diseño CAD y CAM dentro de un mismo software.

Por otro lado para poder desarrollar el tutorial interactivo fueron vitales las siguientes herramientas informáticas:

Adobe Captivate para agregar interactividad a las lecciones (en el Apéndice C encontrará el proceso de creación de las lecciones mediante adobe Captivate). Este programa fue fundamental pues permitió crear una simulación del uso de FreeCAD en cada una de las lecciones, con esto el usuario es el que ejecuta por sí mismo las operaciones de dibujo y modelado de figuras propuestas en los contenidos del tutorial, además Captivate facilita la incorporación de herramientas interactivas como: botones de acción, áreas interactivas, texto dinámico, imágenes dinámicas entre otras herramientas, también contiene herramientas y objetos destinados a brindar una guía al usuario en las actividades propuestas, entre estas ayudas se encuentran los personajes virtuales, animaciones, globos de texto y muchas más. (Ver apéndice C).

Para la parte evaluativa se desarrollaron exámenes tipo test, en esta parte fue muy valiosa la ayuda que brindó QuizCreator versión 4, mediante este programa dedicado a la creación de evaluaciones interactivas se crearon preguntas del tipo: Verdadero Falso, opción múltiple, llenar

espacios vacíos, emparejamiento, área interactiva y tipo secuencia. (En el apéndice D se detalla cómo se crearon las preguntas).

Mediante Adobe Dreamweaver 8, se diseñó la interfaz de usuario y se unió la tres secciones: teórica, actividades interactivas y las evaluaciones en una publicación lista para ser subida a la red, pues Dreamweaver tiene la ventaja de crear archivos del tipo html, los cuales permiten ejecutar todas las actividades creadas en línea. (Ver apéndice E)

Adicionalmente para edición de imágenes utilizadas en el tutorial se empleó Gimp 2.7, este programa es una buena alternativa para la edición de imágenes.

**Tabla 3:** Herramientas utilizadas en la creación de las lecciones

UNIDAD	LECCIONES	SOFTWARE LIBRE UTILIZADO	RECURSO TIC APLICADO
SISTEMAS CAD	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Uso de la interfaz de FreeCAD</li> <li>• Creación de Sketch</li> <li>• Edición de Sketch</li> </ul>	FreeCAD	Adobe Captivate Quiz creator 4 Gimp 2.7
	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Conceptos previos 3D</li> <li>• Creación de solidos básicos</li> <li>• Creación de sólidos por extrucción</li> <li>• Creación de solidos por barrido</li> <li>• Creación de solidos por revolución</li> <li>• Edición de solidos mediante operaciones booleanas</li> <li>• Edición de solidos mediante la herramienta patrón</li> <li>• Redondeo y chaflán 3D</li> </ul>	FreeCAD	Adobe Captivate QuizCreator 4 Gimp 2.7
SISTEMAS CAM	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Operación de contorno</li> <li>• Operación de poket</li> </ul>	HeekCNC	Adobe Captivate QuizCreator 4 Gimp 2.7

Elaborado por: Manuel López

## Capítulo 5

# Resultados

### 5.1. Evaluación preliminar

Una vez desarrollado el tutorial interactivo, se puso a consideración de los estudiantes de quinto nivel de la carrera de Mecánica Industrial y docentes que dictan las asignaturas de Dibujo y Manufactura Asistida por Computador. Con los estudiantes se trabajó en dos secciones en la primera se trató las lecciones 1 y 2, mediante la lección 1 el usuario se relacionó en primer lugar con el tutorial y la interfaz de FreeCAD. El tratar la lección 2 (creación de sketch), tuvo como objetivo que el estudiante realice una comparación entre las herramientas que ya conoce de los programas propietario y las que ofrece FreeCAD (ver apéndice H). En la segunda sección se revisó la lección 12 en la que se presenta una alternativa de software para programar operaciones de mecanizado con el uso de HeeksCNC, con el desarrollo de esta lección el estudiante pudo asimilar que operaciones y herramientas brinda este software libre. Luego de la segunda sesión se realizó una encuesta (ver apéndice G), tanto a docentes y estudiantes para evaluar las bondades que presenta el proyecto. En la tabla 4 se resumen las preguntas con las se realizó la encuesta.

**Tabla 4:** Preguntas de la encuesta realizada sobre el uso de FreeCAD y HeeksCNC

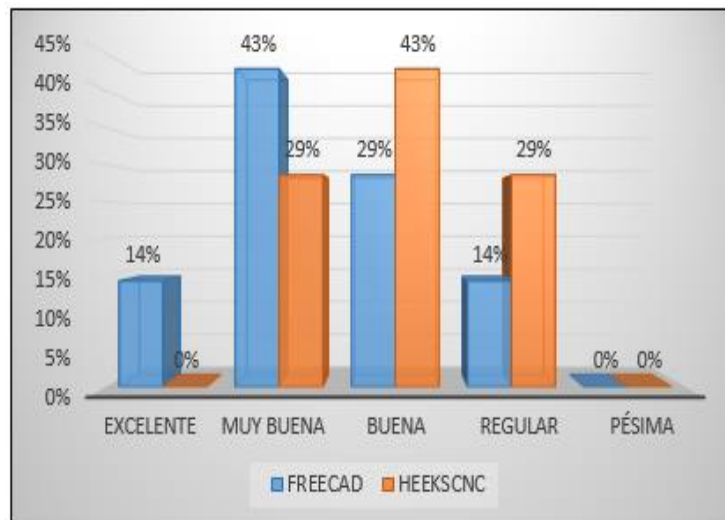
Nº	Pregunta
1	¿Cómo, calificaría la interfaz de usuario de FreeCAD y HeeksCNC?
2	¿Considera que las herramientas que presenta FreeCAD son adecuadas para el diseño CAD?
3	¿En general que calificación le asignaría al programa FreeCAD
4	¿Utilizaría FreeCAD para tratar contenidos de la asignatura de CAD-CAM?
5	¿Las lecciones que se presenta en el tutorial son pertinentes a la carrera?
6	¿Cree que el uso del tutorial ayuda al aprendizaje de los temas tratados?
7	¿Al evaluar la interactividad del tutorial que nivel le asignaría?

Elaborado por: Manuel López

**Interpretación y análisis de resultados obtenidos de la encuesta realizada a docentes de la carrera de Mecánica Industrial del Instituto Tecnológico Superior Guayaquil**

**1. ¿Cómo calificaría la interfaz de usuario de FreeCAD y HeeksCNC?**

**Figura 13:** Valoración por docentes a la interfaz de FreeCAD y HeeksCNC

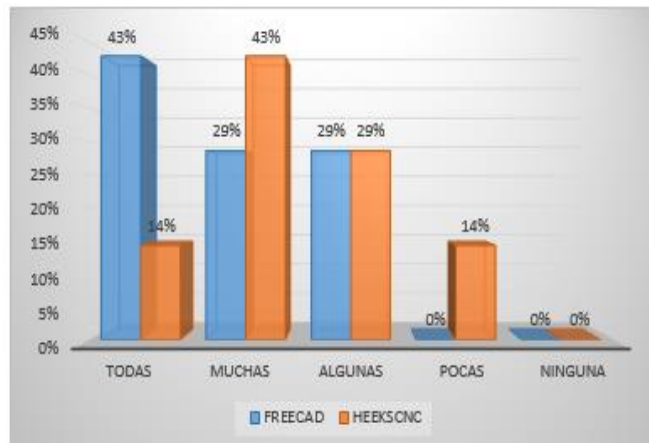


Fuente: Investigación

**Interpretación:** Al respecto, se nota que el grado de aceptación por parte de los docentes hacia la interfaz que presenta FreeCAD se encuentra como muy buena y buena. Algo parecido sucede con HeeksCNC, aunque existe un porcentaje considerable de docentes que la califica como regular se puede ver que la mayoría la califica como buena.

**2. ¿Considera que las herramientas que presenta FreeCAD y HeeksCNC son adecuadas para el diseño CAD-CAM?**

**Figura 14:** Valoración por docentes a las herramientas de FreeCAD y HeeksCNC.

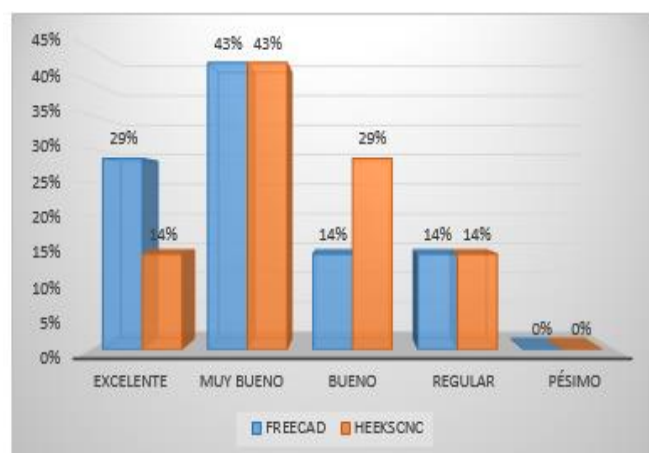


Fuente: Investigación

**Interpretación:** La mayoría de docentes considera que muchas de las herramientas que ofrecen FreeCAD y HeeksCNC son adecuadas para los procesos CAD-CAM. Esto indica la viabilidad para la aplicación de estos recursos.

**3. ¿En general que calificación le asignaría al programa FreeCAD y HeeksCNC?**

**Figura 15:** Valoración en general a FreeCAD y HeeksCNC por docentes

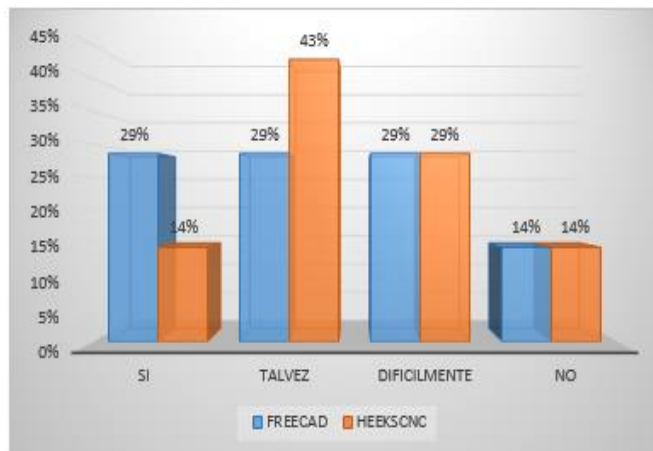


Fuente: Investigación

**Interpretación:** La mayoría de docentes considera que muchas de las herramientas que ofrecen FreeCAD y HeeksCNC son adecuadas para los procesos CAD-CAM, lo cual muestra una aceptación hacia estos programas, esto deja una puerta abierta al software libre en áreas del diseño.

#### 4. ¿Utilizaría FreeCAD para tratar contenidos de la asignatura de CAD-CAM?

Figura 16: Uso de FreeCAD y HeeksCNC en la asignatura de CAD-CAM

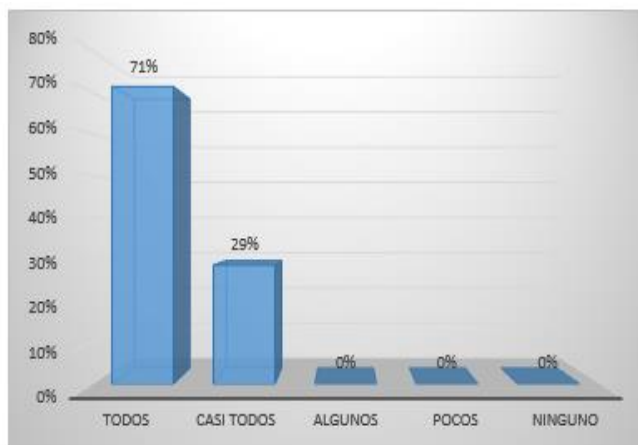


Fuente: Investigación

**Interpretación:** Son muy interesantes los datos registrados en esta gráfica pues indican que hay una gran mayoría de docentes que tienen dudas sobre la aplicabilidad del software libre a los procesos CAD-CAM, quizá esto se deba a que no están relacionados con estos software y el cambio podría implicar nuevos retos.

#### 5. ¿Las lecciones que se presenta en el tutorial son pertinentes a la carrera?

Figura 17: Criterio de docentes sobre la pertinencia de los contenidos del tutorial para la carrera de Mecánica Industrial

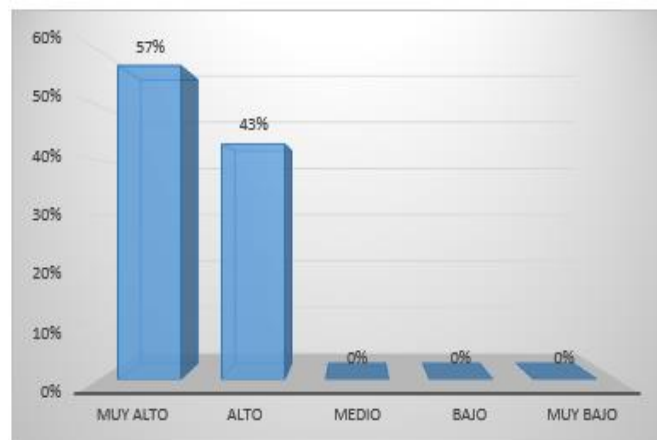


Fuente: Investigación

**Interpretación:** Como se puede apreciar los docentes encuestados concuerdan en que en general los temas son pertinentes a la carrera, lo que indica que el tutorial es aplicable a la educación superior.

## 6. ¿Cree que el uso del tutorial ayuda al aprendizaje de los temas tratados?

**Figura 18:** Criterio de docentes sobre la ayuda del tutorial como herramienta de aprendizaje

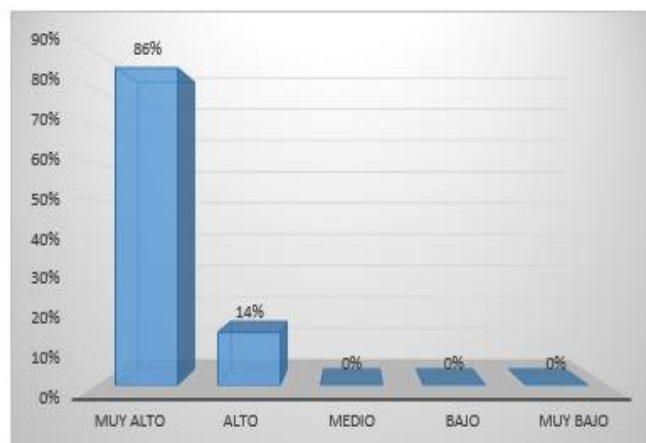


Fuente: Investigación

**Interpretación:** La mayoría de docentes afirma que existe un gran aporte al aprendizaje por parte del tutorial interactivo, lo que valida el desarrollo y aplicabilidad de esta herramienta multimedia como apoyo en el proceso de enseñanza - aprendizaje de la asignatura de CAD-CAM.

## 7. ¿Al evaluar la interactividad del tutorial que nivel le asignaría?

**Figura 19:** Valoración por docentes a la interactividad del tutorial



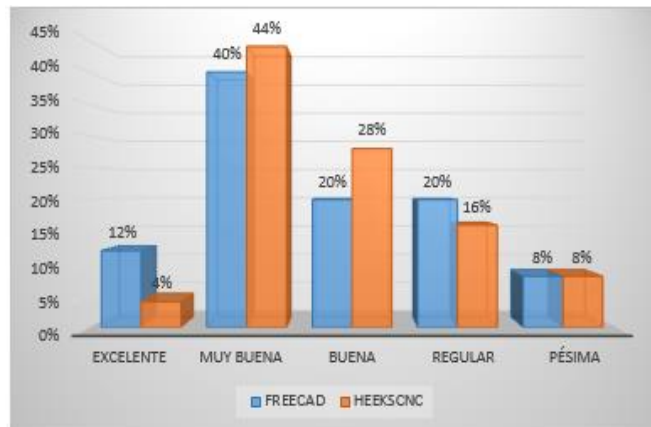
Fuente: Investigación

**Interpretación:** Se aprecia una opinión casi unánime sobre el grado de interactividad del tutorial, lo que muestra que el tutorial fue del agrado de los docentes.

## Interpretación de resultados obtenidos de la encuesta realizada a estudiantes

### 1. ¿Cómo calificaría la interfaz de usuario de FreeCAD y HeeksCNC?

Figura 20: Valoración por estudiantes a la interfaz de FreeCAD y HeeksCNC

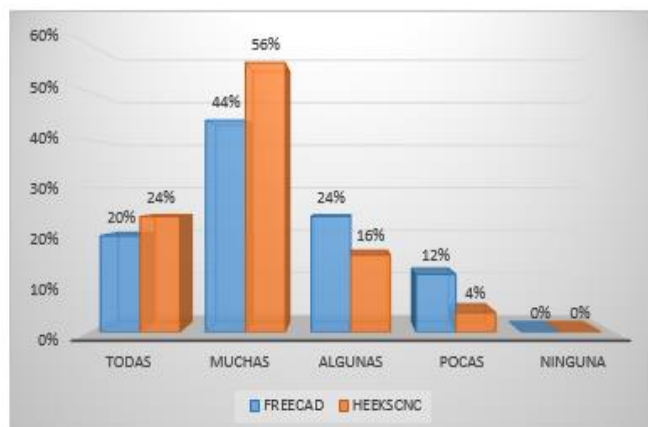


Fuente: Investigación

**Interpretación:** Al respecto, se nota que el grado de aceptación por parte de los estudiantes hacia la interfaz que presenta FreeCAD se encuentra como buena. Algo parecido sucede con HeeksCNC que la mayoría la califica como buena.

### 2. ¿Considera que las herramientas que presenta FreeCAD y HeeksCNC son adecuadas para el diseño CAD-CAM?

Figura 21: Valoración por estudiantes a las herramientas de FreeCAD y HeeksCNC en el diseño CAD-CAM

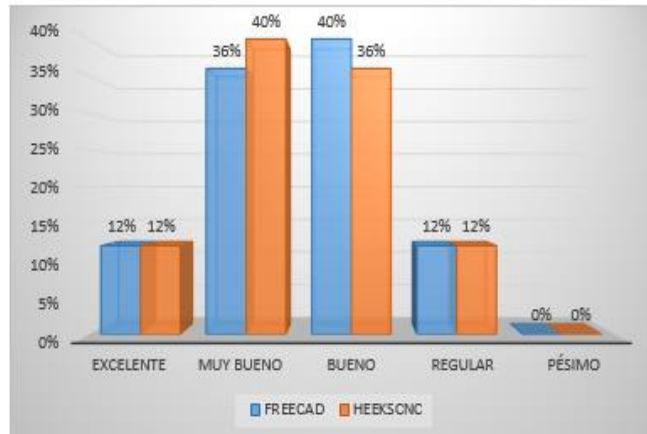


Fuente: Investigación

**Interpretación:** La mayoría de estudiante considera que muchas de las herramientas que ofrecen FreeCAD y HeeksCNC son adecuadas para los procesos CAD-CAM, lo cual muestra una aceptación hacia estos programas.

### 3. ¿En general que calificación le asignaría al programa FreeCAD y HeeksCNC?

Figura 22: Valoración en general a FreeCAD y HeeksCNC por estudiantes

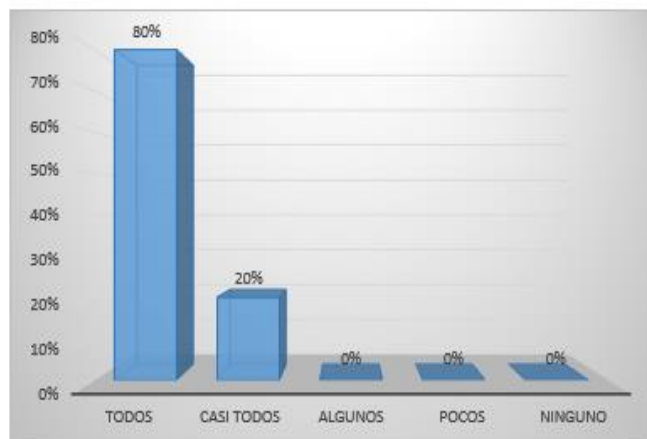


Fuente: Investigación

**Interpretación:** Se puede notar que hay una buena aceptación por los estudiantes en cuanto al uso de FreeCAD y HeeksCNC, lo cual es beneficioso en el objetivo de incentivar en el uso de estos software de carácter libre.

### 4. ¿Las lecciones que se presenta en el tutorial son pertinentes a la carrera su carrera?

Figura 23: Criterio de estudiantes sobre la pertinencia de los contenidos del tutorial para la carrera de Mecánica Industrial

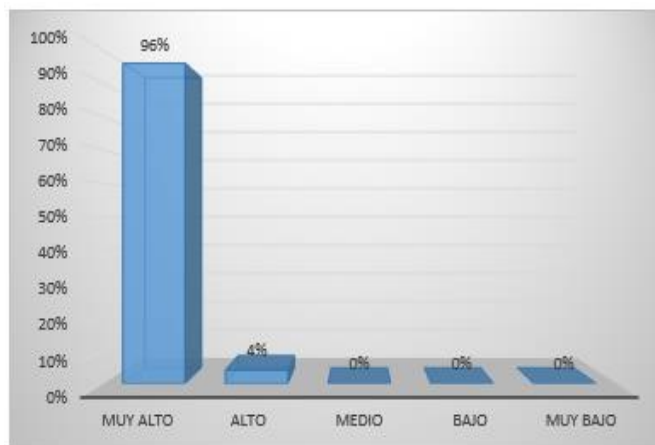


Fuente: Investigación

**Interpretación:** Como se puede apreciar los estudiantes encuestados concuerdan en que en general los temas están en armonía con lo que aprende en la carrera.

5. ¿Cree que el uso del tutorial ayuda al aprendizaje de los temas tratados?

Figura 24: Criterio de estudiantes sobre la ayuda del tutorial como herramienta de aprendizaje

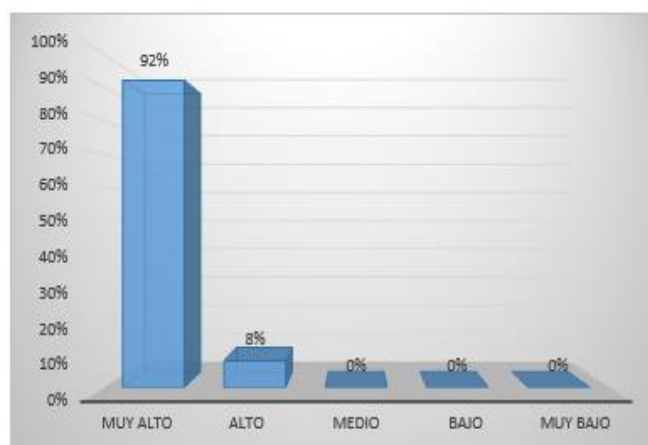


Fuente: Investigación

**Interpretación:** Hay prácticamente una decisión unánime sobre el gran beneficio del uso de tutoriales interactivos en la enseñanza, esto indica que se debe propender a utilizar estos recursos en el proceso de enseñanza.

6. ¿Al evaluar la interactividad del tutorial que nivel le asignaría?

Figura 25: Valoración por estudiantes a la interactividad del tutorial



Fuente: Investigación

**Interpretación:** Se aprecia una opinión casi unánime sobre el grado de interactividad del tutorial, lo que muestra que el tutorial fue del agrado de los estudiantes.

## 5.2. Análisis de resultados

Según el análisis de los resultados obtenidos, se puede mencionar que el tutorial interactivo facilitó el aprendizaje de los estudiantes sobre el uso de FreeCAD y HeeksCNC, aplicados a los procesos de diseño y manufactura asistido por computador, pues la gran mayoría de estudiantes concordó que el tutorial fue de gran ayuda, además los datos recolectados por la encuesta a docentes también muestra una gran aceptación por el uso del tutorial en la enseñanza.

Por otro lado a pesar de que muchos docentes tengan dudas sobre el uso de software libre en los procesos técnicos como el CAD-CAM, han opinado que la interfaz y las herramientas que ofrecen FreeCAD y HeeksCNC son amigables con el usuario y los calificaron como muy buenos en funcionalidad, lo que deja abierta la puerta que a futuro los docentes se interesen por la investigación de aplicaciones bajo software libre que permitan realizar trabajos en áreas técnicas.

Mediante FreeCAD se logró tratar sobre la parte CAD los temas relacionados al dibujo 2D (ver lecciones 1,2 y 3 del apéndice A), modelado y edición de sólidos (Lecciones 4 a 11 del apéndice A).

A pesar de que en lo referente al diseño CAM, HeeksCNC solo presenta herramientas para la programación de operaciones de mecanizado mediante la fresadora (lecciones 1 y 2 del apéndice B), tanto docentes como estudiantes confirmaron que mediante estos programas se pueden cubrir la varios contenidos pertinentes a las asignaturas dedicadas al diseño CAD-CAM, por lo que los programas de FreeCAD y HeeksCNC son aplicables a la Educación Superior, de esta manera estos programas se convierten en una alternativa al momento de enseñar y trabajar con el diseño y manufactura asistida por computador.

Finalmente, con el desarrollo de este proyecto se logró concatenar estudios previos sobre el uso de tutoriales en la educación con el uso de las tecnologías, logrando así un tutorial interactivo que permita un aprendizaje atrayente y activo sobre los procesos CAD-CAM desarrollados mediante software libre, cabe mencionar que el uso de programas libres en áreas técnicas son muy limitados, en consecuencia mediante este proyecto se logra apoyar a la iniciativa de aprovechar las ventajas que ofrece el software libre para beneficio de la comunidad.

## Capítulo 6

# Conclusiones y Recomendaciones

### 6.1. Conclusiones

Mediante la ejecución del proyecto se puede mencionar que es viable la aplicación de software libre en los procesos CAD-CAM en Educación Superior, tras el análisis de varias alternativas se determinó que FreeCAD es una buena opción para la parte del diseño CAD, pues es un programa paramétrico que ofrece varios bancos de trabajo con los cuales se puede modelar elementos mecánicos básicos y complejos; mientras que para el diseño CAM, el programa HeeksCNC permitió programar operaciones de fresado, cubriendo con estos dos programas gran parte de los contenidos del currículo de la asignatura de diseño CAD-CAM vigente en los Institutos y Universidades.

Las actividades interactivas que presenta el tutorial facilitan el aprendizaje de los contenidos, pues en la encuesta realizada el 96 % de los estudiantes afirmó que las actividades interactivas ayudaron a la comprensión de las lecciones y fomentaron el aprendizaje activo, esto indica que se debe propender a utilizar estos recursos en el proceso de enseñanza.

El uso de recursos multimedia para la parte evaluativa ayudó a los estudiantes a responder las preguntas de forma activa evitando que el estudiante quede paralizado ante un examen en papel, pues con la ayuda de imágenes les facilitó recordar la lección tratada, consolidando de mejor manera los nuevos conocimientos.

Al ser un tutorial en línea ayudo que todos los estudiantes puedan acceder fácilmente a la herramienta, pudiendo utilizarla según sus disponibilidad de tiempo, además al ser una página publica el proyecto también está disponible para la comunidad educativa en general que busque alternativas de software libre aplicados a los procesos CAD-CAM.

### 6.2. Recomendaciones

En vista de la viabilidad de la aplicación de software libre en los procesos CAD-CAM y las ventajas que ofrece este tipo de programas, se recomienda que las Instituciones de Educación Superior fomenten la investigación de alternativas bajo software libre para trabajos en áreas técnicas.

Dado al avance vertiginoso de la tecnología, en la actualidad existe una gran variedad de herramientas aplicadas a la educación, por lo que el deber del docente es aprovechar de estas nuevas herramientas para proponer en el aula actividades que motiven la participación activa de los estudiantes.

Se recomienda que el docente desarrolle actividades en línea que sirvan de apoyo didáctico o refuerzo académico, para aprovechar el interés de los jóvenes por el uso de la tecnología, estos recursos pueden ser documentos sobre investigaciones recientes, videos que amplíen la explicación de un tema, evaluaciones tipo test entre otros, de esta manera se fomentará en el estudiante el hábito de la investigación.

## Apéndice A

# Contenidos sobre procesos CAD mediante el software FreeCAD

### LECCIÓN 1: Uso de la interfaz de FreeCAD

#### Objetivos de la lección:

- Relacionarse con la interfaz de usuario de FreeCAD

#### Prerrequisitos:

- Instalación del software FreeCAD
- Motivación por el aprendizaje

#### Introducción a FreeCAD

FreeCAD es software que se basa en el modelado paramétrico 3D, es un programa muy potente a la hora de modelar sólidos, pues gracias a que se puede modificar fácilmente los parámetros de las operaciones de los elementos facilita el diseño y modelado de cualquier sólido. Al ser un software libre presenta un código abierto, brindando la facilidad de personalizarlo de acuerdo a las necesidades de cada usuario.

FreeCAD es un programa multiplataforma permitiendo de esta manera ser utilizado bajo Ubuntu, Windows o Mac OS X, sin ninguna restricción para el uso de todos sus bancos de trabajo, facilita la exportación de extensiones como: step, stl, iges y muchos otros. [14]



#### Ventanas de FreeCAD















La pantalla de FreeCAD tiene dos secciones. Una sección presenta información no grafica mientras que la otra sección proporciona una representación gráfica de la figura que se está trabajando.

#### Bancos de trabajo

FreeCAD contiene varios módulos o bancos de trabajo (Workbenches), dependiendo del módulo que se seleccione se carga las herramientas de trabajo.

A continuación se describen cada uno de los bancos de trabajo actualmente disponibles:

-  Arch: módulo para trabajar con elementos arquitectónicos
-  Draft: realiza dibujos básicos en 2D

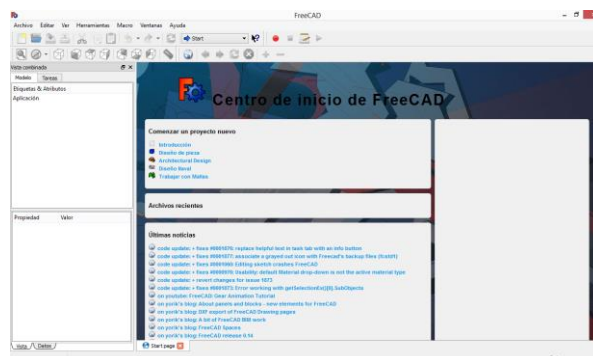
-  Drawing: este módulo permite mostrar tu trabajo en 3D en un plano 2D
-  Fem: Realiza análisis estructural de elementos.
-  image: banco de trabajo con imágenes de mapa de bits
-  Mesh Desing: modulo para trabajar con mallas trianguladas
-  OpenSCAD: banco diseñado para la interoperabilidad con OpenSCAD
-  Part: permite para trabajar con piezas CAD en 3D básicas
-  Part Design.- permite la construcción de formas de piezas en 3D a partir de bocetos
-  Plot: el módulo plot permite editar y grabar ordenes de impresión creados con otros módulos y herramientas
-  Raytracing: destinado a trabajar con el trazado de rayos (representación)
-  Robot: Modulo para estudiar los movimientos del robot
-  El Módulo de esbozo para trabajar con bocetos de geometría con restricciones
-  El Módulo de montaje para trabajar con múltiples formas, varios documentos, archivos múltiples, múltiples relaciones ...
-  Ship: FreeCAD-Ship trabaja sobre las entidades de barcos, que se deben crear en la parte superior de la geometría proporcionada.
-  Spreadsheet: con este módulo se puede crear y manipular los datos desde hojas de cálculo

En la actualidad se están desarrollando otros módulos que permitirán a FreeCAD ser más competitivo en el área del diseño CAD.

### Ejercicio de aprendizaje

Ejecute la aplicación FreeCAD, la pantalla de Inicio se mostrara como la siguiente imagen:

Figura 1. Pantalla de inicio de FreeCAD



Elaborado por: Manuel López


A continuación a clic en el icono crear documento vacío nuevo  se mostrara lo siguiente:

Figura 2. Paneles de FreeCAD



Elaborado por: Manuel López

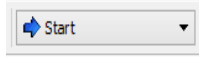
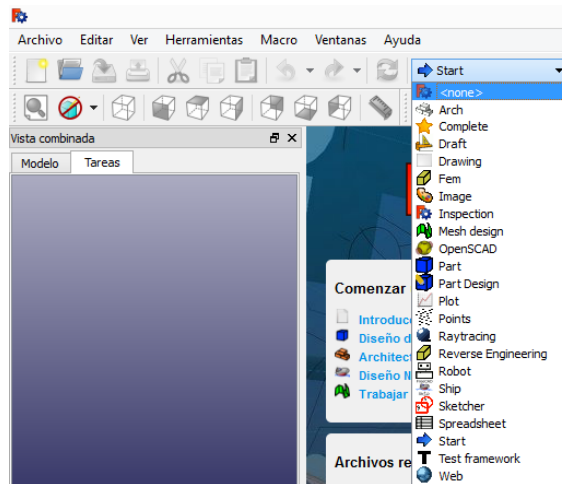
Para escoger un banco de trabajo hacer clic en el combo start  se desplegará la lista de módulos disponibles.

Figura 3: Módulos de FreeCAD



Elaborado por: Manuel López

## Herramientas Básicas de visualización


Zoom (ver)

Permite crear un acercamiento o alejamiento del dibujo. Esta herramienta se encuentra dentro del menú-zoom. Se dispone de las siguientes opciones:

Aumentar.- Permite acercarse al objeto, también se puede utilizar el atajo del teclado ctrl +

Reducir.- Permite alejarse del objeto, se puede también utilizar el atajo ctrl -


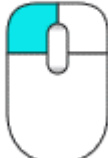

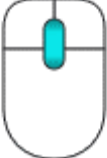

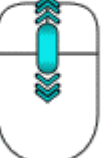

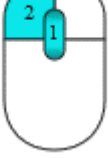
Zona de zoom.- Permite ver de cerca el área que seleccionemos dentro de una ventana, se puede utilizar ctrl B.

Adicional a estas herramientas en la pantalla principal se encuentra la opción ajustar el contenido completo a la pantalla  , con esta herramienta se puede centrar el dibujo en pantalla.

### Botones del ratón

Las funciones de los botones del mouse se presentan en la siguiente tabla:

**Tabla1:** Funciones de los botones del mouse para la navegación CAD

Seleccionar	Pan	Zoom	Rotar vista
  <p>Presione el clic izquierdo del mouse para seleccionar un objeto. Para seleccionar varios objetos presione y mantenga la tecla control mientras da clic izquierdo sobre los objetos a seleccionar.</p>	  <p>Presione y mantenga el botón central del mouse para mover un objeto por la pantalla</p>	  <p>Para cambiar el zoom del objeto utilice el scroll del mouse.</p>	  <p>Para rotar la vista del objeto presione y mantenga el botón central del mouse y luego presione y mantenga el clic izquierdo, mueva el mouse para rotar la vista.</p>

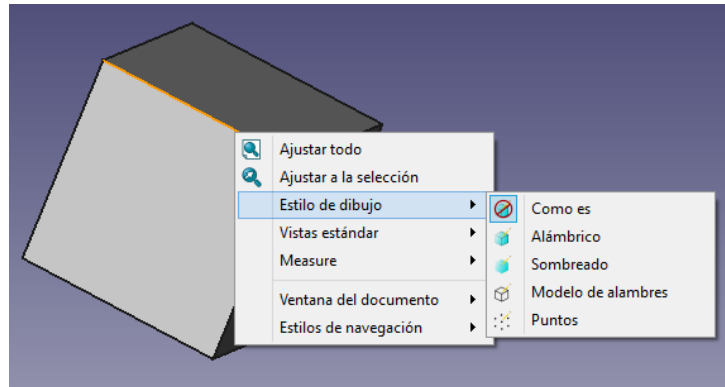
Elaborado por: Manuel López

### Menús contextuales

Los menús contextuales permiten acceder a varias herramientas y propiedades de objetos, barras de herramientas y área de trabajo de FreeCAD, para acceder a estos menús se debe situar





sobre un objeto y presionar el clic derecho del mouse, se desplegara varias opciones dependiendo del elemento seleccionado.

Figura 4: Menús contextuales en FreeCAD

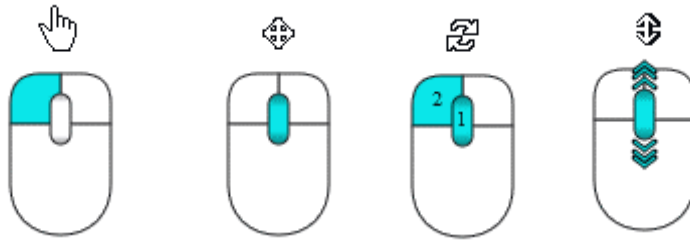


Elaborado por: Manuel López

### Evaluación Lección 1

- 1) FreeCAD es un software....?
  - a) Propietario
  - b) Libre
  - c) Gratuito
  - d) Comercial
- 2) FreeCAD es un programa de modelado..
  - a) Paramétrico
  - b) No Parametrico.
- 3) Enlace cada banco de trabajo con su respectiva operatividad
  - a)  Draft
    - 1) Permite para trabajar con piezas CAD en 3D básicas
  - b)  Drawing
    - 2) Realiza dibujos básicos en 2D
  - c)  Part Design
    - 3) Este módulo permite mostrar tu trabajo en 3D en un plano 2D
  - d)  Part
    - 4) Permite la construcción de sólidos a partir de bocetos

4) Arrastre y coloque la imagen que corresponde con cada uso de los botones del mouse en la interfaz de FreeCAD



- a) Seleccionar
- b) Pan
- c) Zoom
- d) Rotar Vista

## Lección 2: Creación de Sketch

### Objetivos de la lección:

- Utilizar las herramientas de FreeCAD para crear figuras geométricas

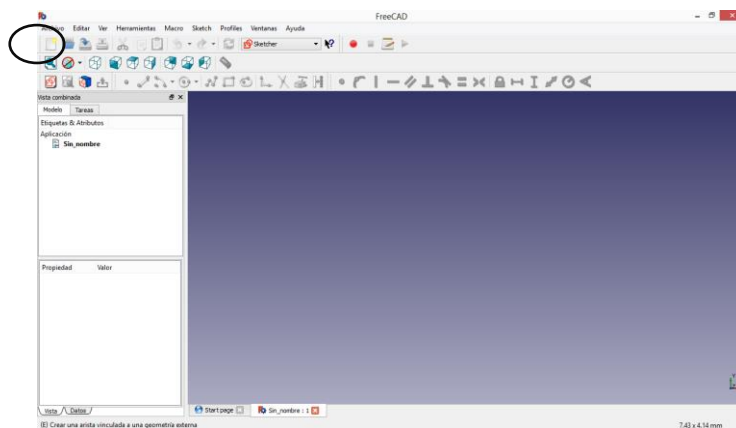
### Prerrequisitos:

- Conocer la interfaz de FreeCAD

### Sketch

Los sketch (croquis o bocetos) son dibujos en dos dimensiones que servirán de base para la creación de sólidos, estos dibujos pueden ser modificados en cualquier momento permitiendo flexibilidad en el proceso de diseño. Para crear un boceto se debe seleccionar el módulo sketcher y hacer clic en nuevo documento. Se mostrara la siguiente pantalla en la que se tiene que hacer clic en nuevo dibujo.

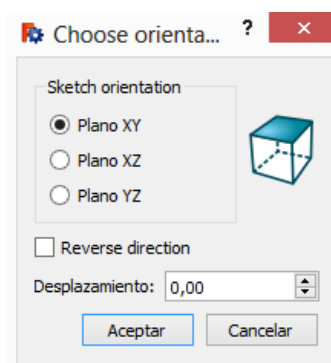
Figura 5: Pantalla del módulo sketcher



Elaborado por: Manuel López

Para crear un sketch en FreeCAD es necesario especificar el plano de trabajo pudiendo ser plano XY, plano XZ o plano YZ. La selección del plano de trabajo dependerá del objeto a dibujar en lecciones futuras necesitaremos crear sketch en los tres planos. Por ahora trabajaremos en plano XY.

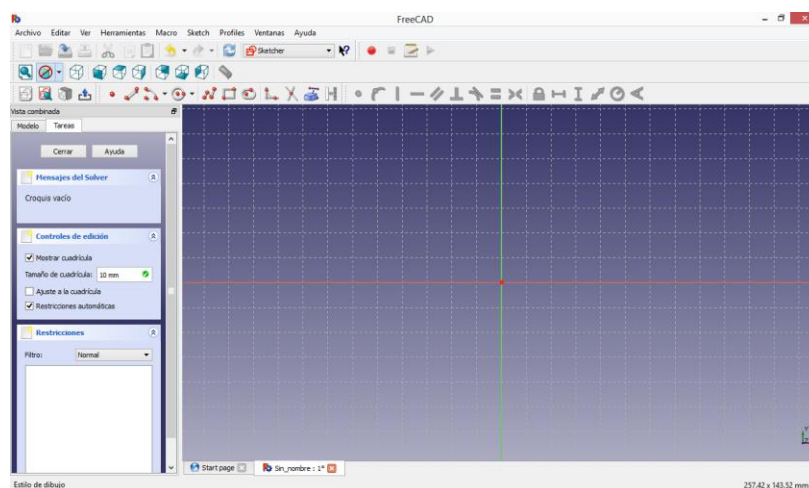
Figura 6: Ventana para la selección del plano de trabajo



Elaborado por: Manuel López


Una vez seleccionado el plano de trabajo se activan las herramientas para crear figuras geométricas como se muestra en la siguiente figura:

Figura 7: Ventana FreeCAD para crear bocetos




Elaborado por: Manuel López

Las herramientas disponibles son:

**Punto** (  ).- Crea puntos en el croquis

Procedimiento:

- Seleccionar la herramienta punto
- Hacer clic en pantalla en la coordenada que se desea asignar al punto (la coordenada puede ser modificada en cualquier momento)

**Línea** (  ).- Crea segmentos de línea recta

Procedimiento:

- Seleccionar la herramienta línea
- Hacer clic en pantalla para fijar el punto de inicio de la línea
- Desplazar el mouse para generar una distancia de la línea (la distancia puede ser modificada en cualquier instante con las herramientas de dimensionamiento)
- Hacer clic para fijar el punto final de la línea.




**Arco** .- Crea arcos de circunferencias.

Procedimiento:

- Seleccionar la herramienta arco
- Hacer clic en pantalla para establecer el centro del arco
- Desplazar el mouse para definir el radio del arco (el radio puede ser modificada en cualquier instante con las herramientas de dimensionamiento)
- Hacer clic para definir el punto inicial del arco
- Hacer clic para definir el punto final del arco

Variante arco que pasa por tres puntos



**Circulo**  .- Crea círculos en el sketch

Procedimiento:

- Seleccionar la herramienta circulo
- Hacer clic para fijar el centro
- Desplazar el mouse para establecer el radio del circulo
- Hacer clic para fijar el radio.

Variante circulo que pase por tres puntos




**Polilínea**  .- Crea líneas continuas en el dibujo

Procedimiento:


- Seleccionar la herramienta polilínea
- Hacer clic para fijar el primer punto
- Desplazar el mouse hacia la siguiente coordenada de la línea
- Hacer clic para fijar el punto final de la línea
- Desplazar el mouse hacia la siguiente coordenada de la línea continua
- Hacer clic para fijar el punto final de la segunda línea

- Continuar con el proceso

**Rectángulo** .- Crea rectángulos en el dibujo

Procedimiento:

- Seleccionar la herramienta rectángulo
- Hacer clic para fijar un vértice del rectángulo
- Desplazar el mouse para definir las dimensiones del rectángulo
- Hacer clic para establecer el otro vértice opuesto del rectángulo

**Polígono** .-Dibuja un polígono regular a partir del centro y radio de la circunferencia que lo circunscribe

Procedimiento:

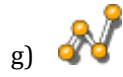
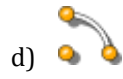
- Seleccionar la herramienta polígono
- Hacer clic en pantalla para fijar el centro del polígono regular
- Desplazar el mouse para establecer el radio de la circunferencia que circunscribe al polígono
- Hacer clic para fijar generar el polígono.

**Ranura** .- Crea ranuras

Procedimiento:

- Seleccionar la herramienta ranura
- Hacer clic en pantalla para fijar el centro de un semicírculo de la ranura
- Desplazar el mouse para establecer las dimensiones
- Hacer clic para fijar la dimensiones





4) Dibuja una circunferencia a partir de su centro y radio

5) Dibuja un rectángulo a partir de 2 puntos de su diagonal

6) Inserta un objeto punto

7) Dibuja una polilínea compuesta por múltiples segmentos de línea

4) Para dibujar un polígono inscrito a más de conocer el número de lados es necesario tener como datos su..... y.....

## Lección 3: Edición de Sketch

### Objetivos de la lección:

- Utilizar las herramientas de edición de FreeCAD para crear figuras geométricas compuestas

### Prerrequisitos:

- Terminar la lección de creación de sketch

### Figuras geométricas compuestas

En el diseño de elementos mediante el computador es común encontrarnos con dibujos que están formados por la combinación de figuras geométricas Básicas. Para dibujar este tipo de figuras en FreeCAD es necesario conocer las herramientas de edición.

### Herramientas de Edición

Estas son las herramientas para la edición de los objetos existentes:

Fillet .- Redondea aristas de croquis

Procedimiento:

- Seleccionar la herramienta fillet
- Hacer clic en las dos líneas que forman una arista
- Dimensionar el redondeo con la herramienta dimensión de radio.

Recortar .- Recorta un objeto

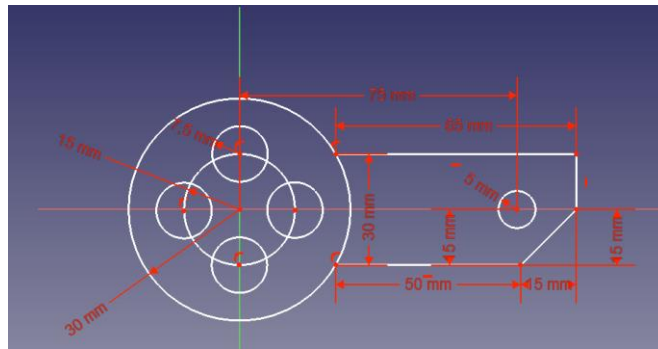
Procedimiento:

- Seleccionar la herramienta recortar
- Seleccionar la línea a recortar, esta se recortara hasta la próxima intersección con otra línea.

### Ejercicio de aprendizaje

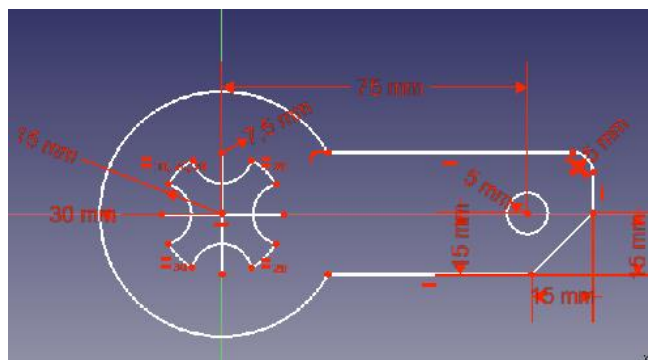
Mediante el uso de las herramientas de edición, partiendo del sketch de la figura 9 obtener el resultado mostrado en la figura 10.

Figura 9: Croquis para la edición



Elaborado por: Manuel López

Figura 10: Croquis editado



Elaborado por: Manuel López

### Evaluación: Lección 3

- 1) Si deseamos redondear una arista debemos utilizar la herramienta...
  - a) Recortar
  - b) Fillet
  - c) Chanfler
  - d) Arco
- 2) Para obtener el resultado que se muestra a continuación que herramienta utilizaría?  
(arrastre la herramienta correcta)



## Lección 4: Conceptos previos 3D

### Objetivos de la lección:

- Conocer las herramientas de navegación y visualización de objetos 3D

### Prerrequisitos:

- Realizar las lecciones sobre la creación y edición de objetos.

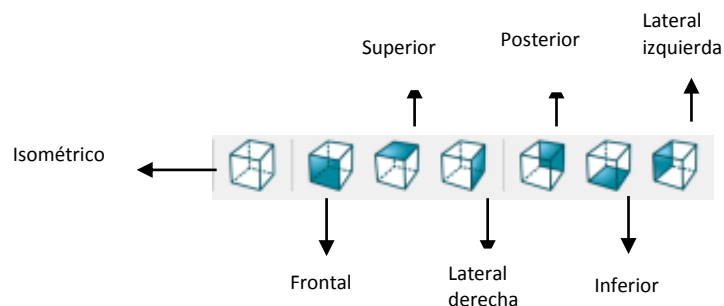
### Herramientas de navegación y visualización

Las herramientas de navegación y visualización facilitan explorar el sólido en sus distintos puntos de visión y estilos de visualización.

### Herramientas de visualización

**Establecer ángulo de visión.**- Permite establecer un punto de visión del sólido.

Figura 11: Herramientas para ángulo de visión de sólidos



Elaborado por: Manuel López

### Funciones:

Isométrico.- Permite visualizar a la figura en perspectiva.

Frontal.- Fija el punto del observador de frente a la figura.

Superior.- Fija el punto del observador desde la parte superior de la figura.

Lateral Derecha.- Fija el punto del observador en la derecha de la figura.

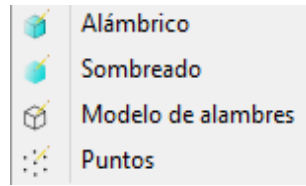
Posterior.- Fija el punto del observador en la parte posterior de la figura.

Lateral Izquierdo.- Fija el punto del observador en la izquierda de la figura.

Inferior.- Fija el punto del observador en la parte inferior de la figura.

**Estilo del dibujo.-** Permite cambiar la forma de visualización del sólido.

Figura 12: Herramientas estilo de visualización



Elaborado por: Manuel López

Funciones:

Alámbrico.- muestra en pantalla el modelo con relleno sólido y aristas visibles.

Sombreado.- muestra en pantalla el modelo con relleno sólido sin aristas visibles.




Modelo de alambres.- muestra en pantalla el modelo solo con aristas visibles..

Puntos.- muestra en pantalla los puntos de intersección de las aristas

### Navegación en el espacio 3D

Para la navegación en 3D FreeCAD dispone de muchas opciones las cuales se puede acceder con los botones del mouse, por defecto se carga la configuración de navegación CAD, pero esta configuración puede ser cambiada en cualquier momento. Entre las opciones que se puede seleccionar tenemos: Inventor navegación, CAD navegación, Blender navegación y Touchpad navegación. Para cambiar la configuración de los botones del mouse a una de las opciones disponibles, hacer clic derecho en pantalla y en el menú estilo de navegación seleccionar la preferida. A continuación se presenta una tabla que detalla el funcionamiento de los botones del mouse en función del estilo de navegación seleccionado.

**Tabla2:** Funciones de los botones del mouse en función del estilo de navegación

		Función			
		Seleccionar	Pan	Zoom	Rotar vista
Estilo de	CAD				
	Navegación				

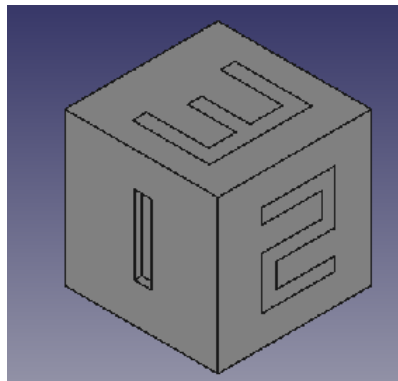
Inventor Blender Touchpad	Navegación			or	
	Navegación				
	Navegación				 

Elaborado por: Manuel López

### Ejercicio de aprendizaje

Utiliza las herramientas de navegación y visualización explorar el sólido de la siguiente figura.

Figura 13: Modelo práctica estilo de visualización



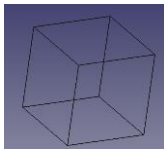
Elaborado por: Manuel López

### Evaluación: Lección 4

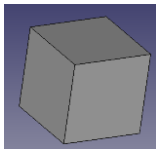
1) Haz clic en la herramienta que permite ver a un sólido en una vista de perspectiva



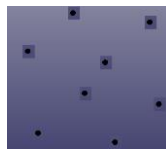
2) ¿Cuál de los siguientes modelos tiene un estilo de visualización alámbrico?



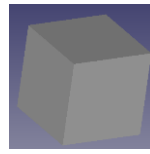
a



b



c



d

3) Escoja de la siguiente lista los estilos de navegación que ofrece FreeCAD.

- a) Inventor Navegación
- b) Catia Navegación
- c) CAD navegación
- d) Solidworks Navegación
- e) Blender Navegación
- f) Touchpad navegación
- g) Autodesk navegación

4) La Navegación Touchpad está pensado en usuarios con computadores portátiles.

- a) Verdadero
- b) Falso.

## Lección 5: Creación de Solidos Básicos

### Objetivos de la lección:

- Aplicar las herramientas de FreeCAD para la creación de cuerpos solidos básicos
- **Prerrequisitos:**
- Realizar las lecciones sobre conceptos previos de 3D.

### Modelado sólido

Un modelo sólido es el tipo más completo de modelo geométrico utilizado en los sistemas de CAD. Contiene toda la geometría de superficie y alámbrica necesaria para describir detalladamente las aristas y las caras del modelo. [25]

#### Solidos Básicos

Hay cuerpos de forma regular, en los que pueden medirse 3 dimensiones: largo, ancho y alto. Con estas se puede calcular el volumen del mismo cuerpo geométrico. Otros cuerpos geométricos son de forma irregular y necesitan otro método para determinar su volumen. Los cuerpos de forma regular pueden tener superficies planas o curvas.

Para crear cuerpos geométricos básicos en FreeCAD se dispone del banco de trabajo Part. Los cuerpos geométricos que podemos crear directamente en FreeCAD son:

- Cubos
- Prismas rectangulares
- Cilindros
- Esferas
- Conos
- Toroide

#### Cubos y prismas rectangulares

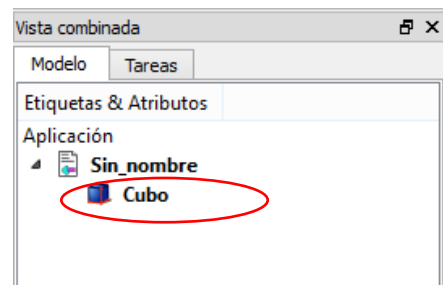


Crea cubos y prismas rectangulares

Procedimiento:

- Seleccionar la herramienta cubo macizo
- En la pestaña modelo hacer clic en el modelo creado, aparecerá con el nombre cubo

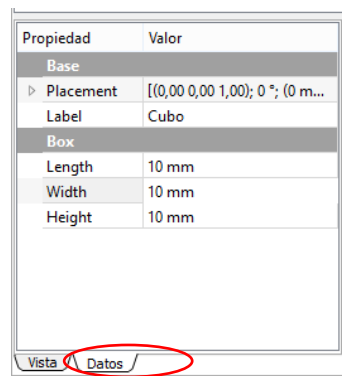
Figura 14: Selección del prisma



Elaborado por: Manuel López

- Hacer clic en la ventana datos y establecer las dimensiones del prisma.

Figura 15: Ingreso de datos del prisma



Elaborado por: Manuel López

- Hacer clic en la vista isométrica para visualizar el prisma creado.

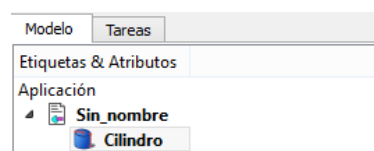
## Cilindro

Crea un cilindro recto

Procedimiento:

- Seleccionar la herramienta cilindro
- Seleccionar la pestaña modelo, hacer clic en el modelo creado, aparecerá con el nombre cilindro.

Figura 16: Selección del cilindro



Elaborado por: Manuel López

- Hacer clic en la ventana datos y establecer las dimensiones del cilindro

Figura 17: Ingreso de datos del cilindro

Propiedad	Valor
<b>Base</b>	
▸ Placement	[(0,00 0,00 1,00); 0 °; (0 m...
Label	Cilindro
<b>Cylinder</b>	
Radius	2 mm
Height	10 mm
Angle	360,00

Elaborado por: Manuel López

- Hacer clic en la vista isométrica para visualizar el cilindro creado.

Esfera 

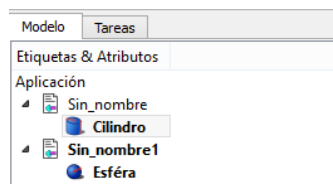
Crea un esfera de radio r.

Procedimiento:

- Seleccionar la herramienta esfera

Seleccionar la pestaña modelo, hacer clic en el modelo creado, aparecerá con el nombre esfera

Figura 18: Selección de la esfera



Elaborado por: Manuel López

- Hacer clic en la ventana datos y establecer el radio de la esfera.

Figura 19: Ingreso de datos de la esfera

Propiedad	Valor
<b>Base</b>	
▸ Placement	[(0,00 0,00 1,00); 0 °; (0 m...
Label	Cilindro
<b>Cylinder</b>	
Radius	2 mm
Height	10 mm
Angle	360,00

Elaborado por: Manuel López

- Hacer clic en la vista isométrica para visualizar la esfera creada.

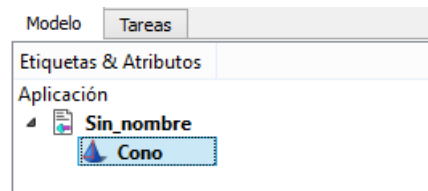
## Cono

Crea un cuerpo geométrico cono

Procedimiento:

- Seleccionar la herramienta cono
- Seleccionar la pestaña modelo, hacer clic en el modelo creado, aparecerá con el nombre cono

Figura 20: Selección del cono



Elaborado por: Manuel López

- Hacer clic en la ventana datos y establecer los parámetros del cono

Figura 21: Ingreso de datos del cono

Propiedad	Valor
Base	
Placement	[(0,00 0,00 1,00); 0 °; (0 m...
Label	Cono
Cone	
Radius1	2 mm
Radius2	4 mm
Height	10 mm
Angle	360,00

Elaborado por: Manuel López

- Hacer clic en la vista isométrica para visualizar el cono creado.

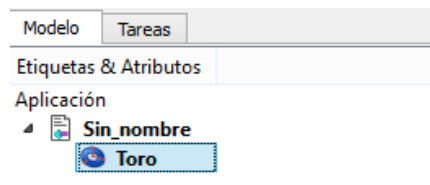
## Toroide

Crea un toroide sólido

Procedimiento:

- Seleccionar la herramienta toroide
- Seleccionar la pestaña modelo, hacer clic en el modelo creado, aparecerá con el nombre toro

Figura 22: Selección del toroide



Elaborado por: Manuel López

- Hacer clic en la ventana datos y establecer las dimensiones del toroide

Figura 23: Ingreso de datos del toroide

Propiedad	Valor
<b>Base</b>	
Placement	[[0,00 0,00 1,00]; 0 °; (0 m...
Label	Toro
<b>Torus</b>	
Radius1	10,00
Radius2	2,00
Angle1	-180,00
Angle2	180,00
Angle3	360,00

Elaborado por: Manuel López

- Hacer clic en la vista isométrica para visualizar el toroide creado.

### Ejercicio de aprendizaje

- Modelar los sólidos con los datos proporcionados:

Cubo: lado 100mm

Prisma rectangular: largo 250mm, ancho 150mm y alto 50mm

Cilindro: diámetro 25mm y altura 70mm

Esfera: radio 30mm

Cono: Radio mayor 40mm, radio menor 5mm, altura 60mm

Toroide: Radio mayor 100mm y radio menor 75mm

## Evaluación Lección 5

- 1) Los sólidos, son ...
  - a) Cuerpos geométricos
  - b) Planos de elementos mecánicos
  - c) Dibujos en 2D que sirven de base para la generación de sólidos
  - d) Figuras geométricas
- 2) ¿Un sólido es el tipo más completo de modelo geométrico utilizado en los sistemas de CAD?
  - c) Verdadero
  - d) Falso
- 3) Una cada herramienta con su respectiva utilidad.

### Icono

### Función

- |  |                       |
|--|-----------------------|
| a)   | 1) Crea conos sólidos |
| b)  | 2) Crea cilindros     |
| c)  | 3) Crea prismas       |
| d)  | 4) Crea esferas       |
| e)  | 5) Crea Toroides      |

- 4) Ordene el proceso para crear un cono en FreeCAD

Procedimiento:

- Seleccionar la herramienta cono
- Seleccionar la pestaña modelo, hacer clic en el modelo creado, aparecerá con el nombre cono
- Hacer clic en la ventana datos y establecer los parámetros del cono
- Hacer clic en la vista isométrica para visualizar el cono creado.

## Lección 6: Creación de Sólidos a partir de perfiles

### Objetivos de la lección:

- Modelar sólidos compuestos mediante el uso del banco de trabajo part design
- **Prerrequisitos:**
- Realizar las lecciones sobre modelado de sólidos básicos.

### Generación de sólidos

Para la construcción de sólidos es muy usual, si no se trata de una figura geométrica predeterminada, utilizar los métodos basados en perfiles. Este proceso se fundamentan básicamente en dos operaciones: Extrusión de perfiles y Sólidos de Revolución. [26]

En esta lección aprenderemos sobre la creación de sólidos por extrucción de perfiles.

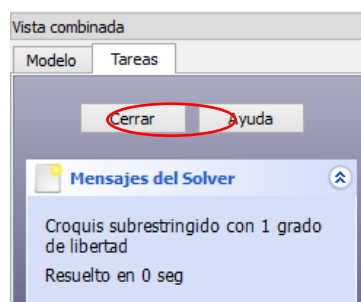
Extrucción.- Consiste en arrastrar un perfil o contorno para generar un sólido. El perfil a extruirse debe cumplir:

- Deben ser contornos cerrados
- No deben tener líneas que se crucen.

Procedimiento:

- Crear un croquis en un plano
- Hacer clic en cerrar para salir de la edición del croquis

Figura 24: Botón cerrar la edición del croquis



Elaborado por: Manuel López


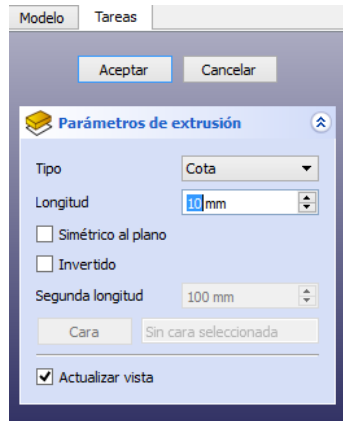
- Clic en la herramienta extrucción 
- Ingresar los datos para la extracción

Figura 25: Ingreso de datos para la extrucción

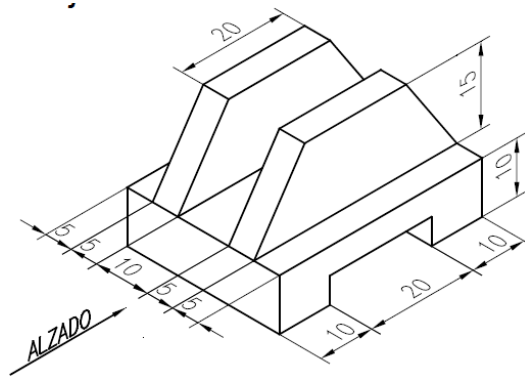


Elaborado por: Manuel López

- Clic en aceptar para crear el sólido.

Ejercicio de aprendizaje.- Crear el sólido a partir de las vistas proporcionadas de la siguiente figura:

Figura 26: Modelo 1 para creación de sólidos por extrucción



Fuente: [http://www.dibujotecnico.com/Ejercicios/doc\\_3\\_5.pdf](http://www.dibujotecnico.com/Ejercicios/doc_3_5.pdf)

Evaluación Lección 6

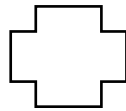
1) La creación de sólidos a partir de perfiles básicamente se base en las operaciones (seleccione 2):

- a) Revolución
- b) Recorte
- c) Extrucción
- d) Vaciado

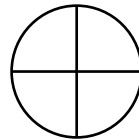
2) ¿Cuál de los siguientes perfiles no se puede extruir?



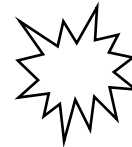
a)



b)



c)



d)

3) ¿Cuál de los siguientes iconos corresponde a la herramienta extrucción?



a)



b)



c)

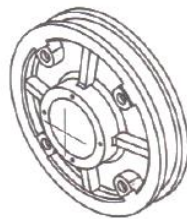


d)

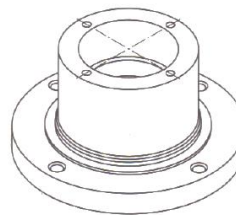
4) ¿Qué solido se puede crear fácilmente a partir de la herramienta extrucción?



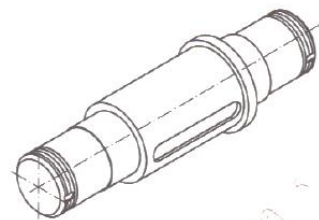
a)



b)



c)



d)

## Lección 7: Creación de sólidos o superficies mediante barrido

### Objetivos de la lección:

- Utilizar la herramienta barrido para modelar sólidos
- **Prerrequisitos:**
- Realizar la lección Creación de sólidos a partir de perfiles (extrucción).

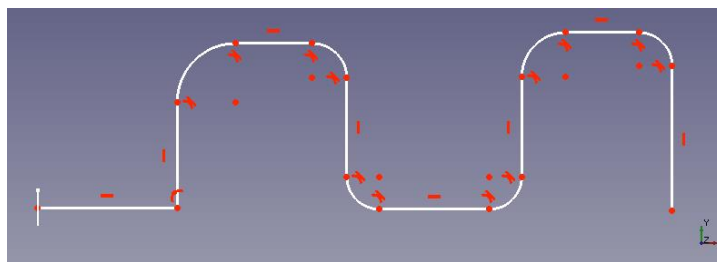
### Barrido

El comando BARRIDO permite crear un sólido o una superficie nuevos mediante el barrido de una curva plana (perfil) a lo largo de una trayectoria 3D o 2D. El barrido es diferente de la extrusión. Al barrer un perfil a lo largo de una trayectoria, el perfil se mueve y se alinea normal (perpendicular) a la trayectoria. A continuación, el perfil se barre a lo largo de la trayectoria. [26]

### Procedimiento:

- En el banco part design crear un croquis en el plano XY, que corresponda al recorrido de la figura

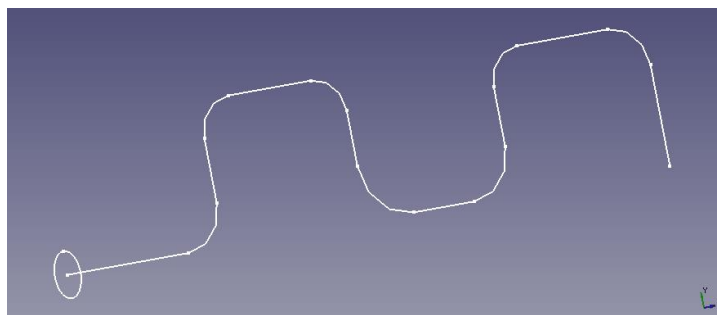
Figura 27: Croquis del recorrido



Elaborado por: Manuel López

- Cree un nuevo croquis en el plano YZ (perpendicular al recorrido), para dibujar el perfil a barrer.

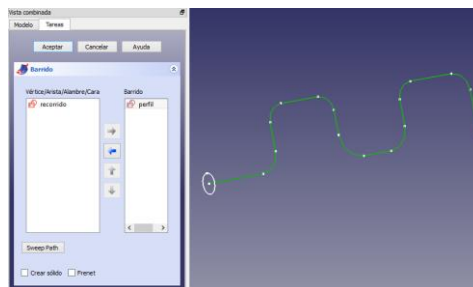
Figura 28: Croquis del perfil



Elaborado por: Manuel López

- En el banco part seleccione la herramienta barrido, en la ventana de configuración utilice el icono de flecha para pasar el croquis perfil al panel derecho, luego hacer clic en el recorrido en el área de dibujo.

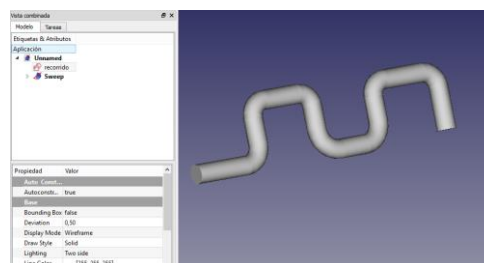
Figura 29: configuración de la operación barrido



Elaborado por: Manuel López

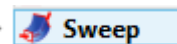
- Una vez seleccionado el recorrido y definido el perfil marque la casilla crear sólido y hacer clic en aceptar para generar el barrido.

Figura 30: Operación barrido



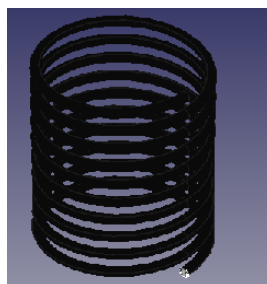
Elaborado por: Manuel López

En el árbol de operaciones aparece la operación Sweep



Ejercicio de aprendizaje.- Modelar un resorte recto de longitud 50mm radio 20 mm paso 5mm y un diámetro de alambre de 2,5 mm.

Figura 31: Ejercicio modelado de un resorte



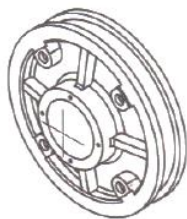
Elaborado por: Manuel López

## Evaluación Lección 7

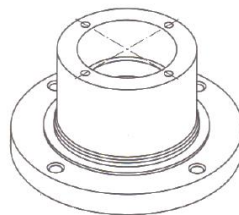
- 1) La creación de sólidos por barrido es :
  - a) Extruir una geometría
  - b) Generar un sólido por revolución
  - c) Barrer un perfil a lo largo de una trayectoria definida
  - d) Barrer un cuerpo geométrico en una trayectoria curva
- 2) Para utilizar la herramienta barrido se debe de disponer de:
  - a) Un perfil y una longitud
  - b) Una figura geométrica y su altura
  - c) Una figura geométrica y su ángulo de inclinación
  - d) Un perfil y un recorrido
- 3) Al utilizar la herramienta barrer es necesario verificar que el recorrido sea perpendicular al perfil a barrer.
  - a) Verdadero
  - b) Falso
- 4) ¿Qué sólido se puede crear fácilmente a partir de la herramienta extrucción?



a)



b)



c)



d)

## Lección 8: Creación de sólidos por revolución

### Objetivos de la lección:

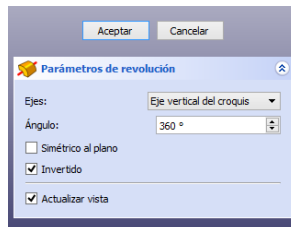
- Utilizar la herramienta revolución para modelar sólidos
- **Prerrequisitos:**
- Realizar la lección Creación de sólidos por barrido.

### Revolución

Este comando, permite generar un sólido a partir de la revolución de un perfil sobre un eje especificado.

- Crear un croquis en un plano
- Clic en la herramienta revolución
- Ingresar los datos para la revolución

Figura 32: Ingreso de datos para la revolución

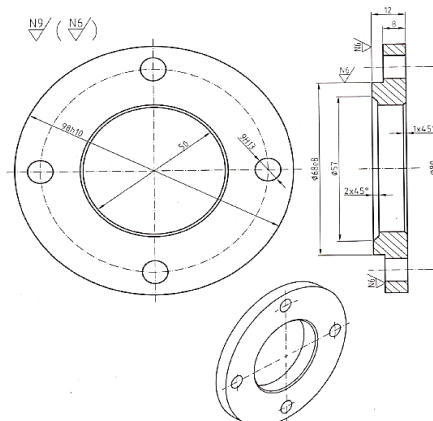


Elaborado por: Manuel López

- Clic en aceptar para crear el sólido.

Ejercicio de aprendizaje.- Crear el sólido a partir de las vistas proporcionadas de la siguiente figura:

Figura 32: Modelo 1 para creación de sólidos por extrucción



## Evaluación Lección 8

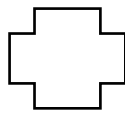
1) La herramienta revolución permite crear cuerpos geométricos con forma:

- a) Rectangular
- b) Cuadrática
- c) Cilíndrica
- d) Compleja

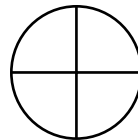
2) ¿En cuál de los siguientes perfiles no se puede aplicar la herramienta revolución?



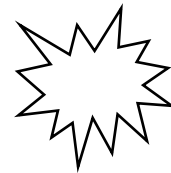
b)



b)



c)



d)

3) ¿Cuál de los siguientes iconos corresponde a la herramienta extrucción?



a)



b)



c)

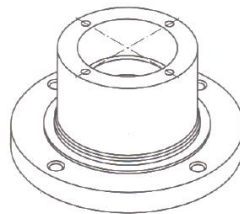


d)

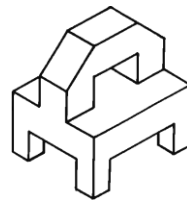
4) ¿Qué sólido se puede crear fácilmente a partir de la herramienta extrucción?



a)



b)



c)



d)

## Lección 9: Edición de sólidos mediante operaciones booleanas




### Objetivos de la lección:

- Utilizar las herramientas de operaciones booleanas para crear sólidos
- **Prerrequisitos:**
- Realizar la lección Creación de sólidos por revolución.

### Operaciones Booleanas

El trabajo en 3D regularmente involucra la utilización de objetos sólidos. En ocasiones podría ser necesario combinar múltiples objetos en uno solo, o quitar secciones de un sólido [27]. FreeCAD dispone de algunas herramientas destinadas a estas tareas. Éstas son conocidas como "Operaciones Booleanas". En la siguiente tabla se detalla estas operaciones.

Tabla3: Operaciones booleanas

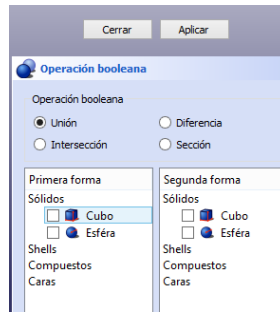
ACCIÓN	ICONO	DESCRIPCIÓN
Unir		Combina dos o más sólidos para formar un solo objeto.
Sustraer		Resta de un sólido el volumen de uno o más sólidos, generando un nuevo objeto con la geometría restante.
Intersecar		Crea un sólido a partir del volumen de intersección de varios sólidos.

Elaborado por: Manuel López

### Procedimiento:

- Ejecutar el comando operación booleana.
- En la ventana que aparece seleccionar el tipo de operación, y los sólidos a operar.

Figura 33: Ingreso de datos para la revolución

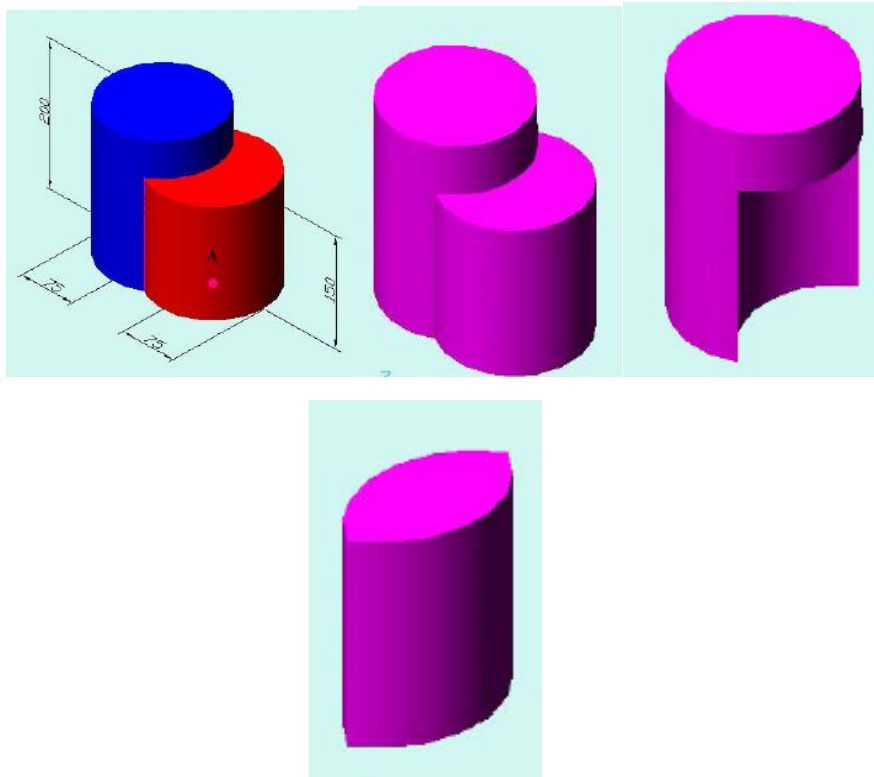


Elaborado por: Manuel López

- Hacer clic en aplicar para ejecutar la operación.

Ejercicio de aprendizaje.- Modelar los siguientes sólidos a partir de los cilindros iniciales:

Figura 34: Modelo 1 para creación de sólidos por extrucción

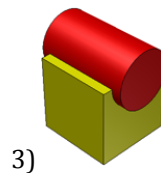
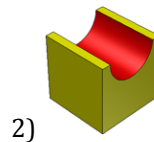
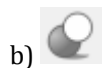
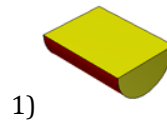


## Evaluación Lección 9

- 1) ¿Cuál de los siguientes comandos no es una operación booleana?
  - a) Unión
  - b) Recorte
  - c) Intersección
  - d) Diferencia
- 2) ¿Cuándo aplica la herramienta diferencia que sólido selecciona primero?
  - a) El sólido del que sustrae
  - b) El sólido con mayor dimensión
  - c) El sólido a sustraer
  - d) Da igual seleccionar cualquier sólido
- 3) ¿Al utilizar la herramienta intersección en dos objetos el resultado es?
  - a) El volumen conjunto de los dos objetos
  - b) Nada
  - c) La parte común de los dos objetos
  - d) La parte no común de los dos objetos.
- 4) Relacione la operación booleana con su resultado

### ICONO

### DESCRIPCIÓN



## Lección 10: Edición de sólidos: patrón

### Objetivos de la lección:

- Utilizar las herramientas patrón lineal y circular en la edición de sólidos
- **Prerrequisitos:**
- Realizar la lección edición de sólidos mediante operaciones booleanas.

### Patrón 3D (copiado matricial)

Permite generar una matriz de copiado de acuerdo a una especificación de número de columnas, filas y niveles. El concepto es el mismo que el comando en 2D, sin embargo en este comando, además de filas y columnas hay que especificar niveles, que definirán cuantas veces se copiará el objeto en dirección de Z. Existen dos tipos de patrón, el Rectangular y el Polar. [26]

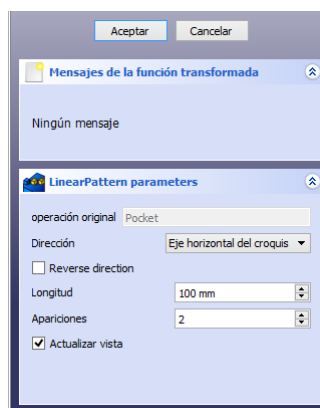
#### Patrón Rectangular



El procedimiento para generar un Patrón Rectangular es el siguiente:

- Seleccionar la herramienta patrón lineal
- Elegir la operación a copiar
- En la ventana de configuración del patrón especificar los datos de la matriz.

Figura 35: Ventana de configuración de Patrón Lineal



Elaborado por: Manuel López

- Hacer clic para aceptar la configuración

#### Patrón Polar

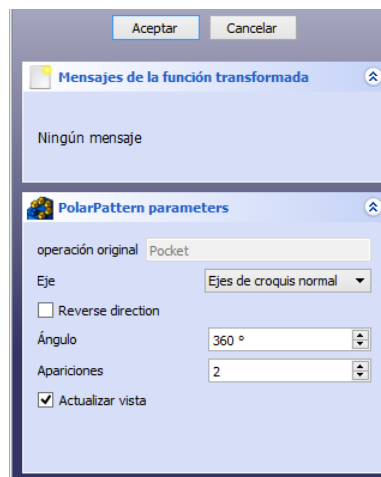


El comando Patrón Polar, permite crear una copia concéntrica a un eje de rotación.

El procedimiento:

- Seleccionar la herramienta patrón polar
- Elegir la operación a copiar
- En la ventana de configuración del patrón polar especificar los datos de la matriz.

Figura 36: Ventana de configuración de Patrón Polar

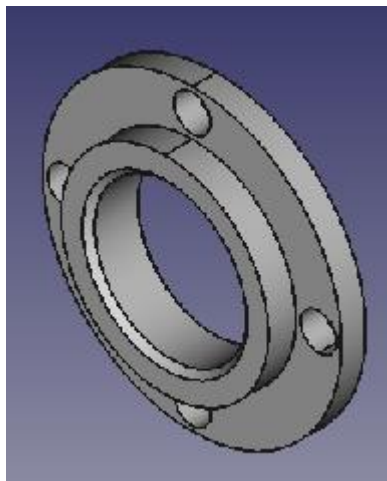


Elaborado por: Manuel López

- Hacer clic para aceptar la configuración

Ejercicio de aprendizaje.- Modelar la siguiente figura

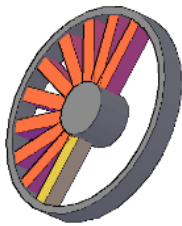
Figura 37: Ventana de configuración de Patrón Polar



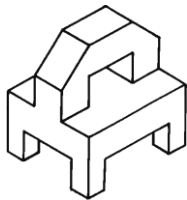
Elaborado por: Manuel López

## Evaluación 10

- 1) ¿Qué tipos de copiado por patrón se puede realizar en FreeCAD?
  - a) Lineal y polar
  - b) Lineal y matricial
  - c) Circular y polar
  - d) Polar y matricial
- 2) Para generar un copiado circular utilizamos la herramienta patrón.....
  - a) Lineal
  - b) Rectangular
  - c) Angular
  - d) Polar
- 3) La herramienta patrón lineal permite copiar objetos en...
  - a) El eje X
  - b) El eje Y
  - c) El los X y Y
  - d) En los ejes X, Y, Z
- 4) Que figura puede crearse con la herramienta patrón 3D



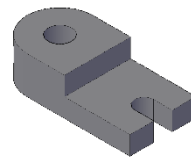
a)



b)



c)



d)

## Lección 11: Edición de sólidos: redondeo y chaflán

### Objetivos de la lección:

- Utilizar las herramientas redondeo y chaflán en la edición de sólidos
- **Prerrequisitos:**
- Realizar la lección edición de sólidos mediante la herramienta patrón.

### Redondeado

El comando redondeo, se utiliza para generar un redondeo en las aristas de un sólido.

Procedimiento:

- Seleccionar la arista a redondear
- Hacer clic en la herramienta redondeo
- En la ventana de configuración del redondeo, especificar el radio de redondeo
- Hacer clic en aceptar para aceptar la operación.

### Chaflán

El comando chaflán, permite achaflanar las esquinas de un sólido.

Procedimiento:

- Seleccionar la arista a achaflanar
- Hacer clic en la herramienta chaflán
- En la ventana de configuración del chaflán, especificar la longitud del chaflán
- Hacer clic en aceptar para aceptar la operación.

Ejercicio de aprendizaje.- Modelar la siguiente figura

Figura 38: Ejercicio redondeo



Elaborado por: Manuel López

### Evaluación Lección 11

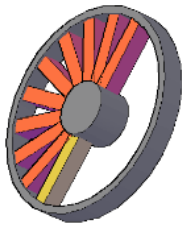
- 1) ¿Para qué sirve la herramienta redondeo en FreeCAD?
  - a) Crear círculos
  - b) Crear elipses
  - c) Redondear aristas de sólidos
  - d) Redondear caras de sólidos
- 2) ¿Para qué sirve la herramienta Chaflán en FreeCAD?
  - a) Achaflanar caras
  - b) Achaflanar aristas

- c) Achaflanar curvas
- d) Achaflanar líneas

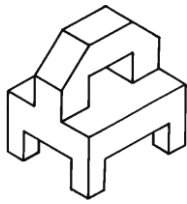
3) En FreeCAD podemos crear chaflanes a partir de:

- a) El ángulo y distancia del chaflán
- b) Las componentes del chaflán
- c) La distancia del chaflán con ángulo de  $45^\circ$
- d) Ninguna de las anteriores

4) En que figura considera que se utilizó la herramienta chaflán



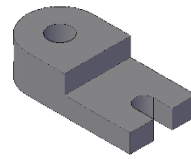
a)



b)



c)



d)

## Apéndice B

# Contenidos sobre procesos CAM mediante el Software HeeksCNC

### LECCIÓN 1: Operación contorno en HeeksCNC

#### Objetivos de la lección:

- Programar operaciones de fresado CNC mediante el programa HeeksCNC
- **Prerrequisitos:**
- Haber realizado todas las lecciones de FreeCAD

#### Operación contorno

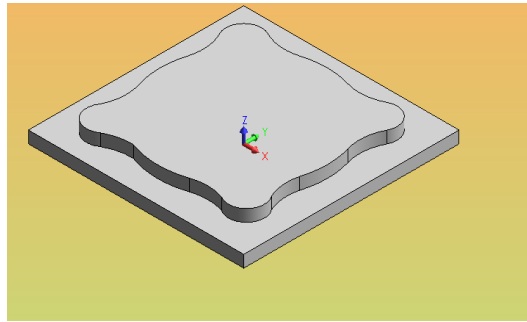
Con esta operación se crean trayectorias para el fresado de perfiles o contornos. Es una operación básica de fresado

Para programar esta operación en HeeksCNC se deben seguir los siguientes pasos:

- Primero importamos el modelo creado en FreeCAD con extensión STEP.
- En el menú machining opción add new tool, crear una herramientas con las características necesarias para la operación.
- Seleccionar el contorno a mecanizar.
- En el menú machining hacer clic en la opción profile (contorno)
- Especificar los datos de posición de inicio de corte, posición de fin de corte de la herramienta, la profundidad por cada pasada, velocidades de la máquina.
- Ejecutar la operación
- Simular la operación de fresado de contorno.

Ejercicio de aprendizaje programar el mecanizado del contorno del siguiente modelo.

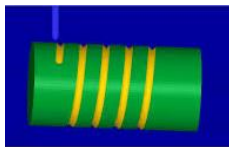
Figura 39: Ejercicio redondeo



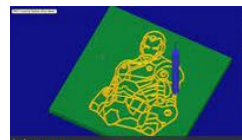
Elaborado por: Manuel López

### Evaluación Lección 12

- 5) ¿HeeksCNC es un software libre dedicado al?
- e) Diseño CAD
  - f) Diseño CAM
  - g) Diseño CAE
  - h) Diseño Industrial
- 6) ¿El formato que se debe exportar desde FreeCAD para ser importado en HeeksCNC es?
- e) pdf
  - f) Sldprt
  - g) ipt
  - h) docx
- 7) Ordene los pasos para crear una operación de contorno en HeeksCNC:
- a) Seleccionar la herramienta
  - b) Seleccionar el contorno a mecanizar.
  - c) Especificar los datos de la operación.
  - d) Ejecutar la operación
- 8) En que figura considera que corresponde a la operación contorno



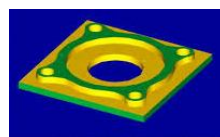
a)



b)



c)



d)

## LECCIÓN 13: Operación Poket en HeeksCNC

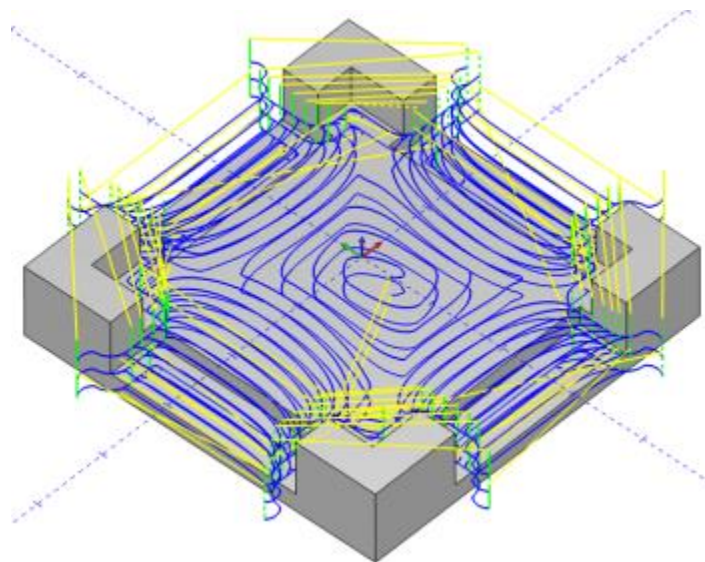
### Objetivos de la lección:

- Programar mediante HeeksCNC operaciones poket
- **Prerrequisitos:**
- Aprobar la lección operación de contorno

### Operación Poket

La operación poket generalmente se ejecuta en operaciones 2D o dos ejes, es una operación de mecanizado para remover material muy común en los trabajos ejecutados sobre la fresadora. [28]

Figura 40: Operación poket



Elaborado por: Manuel López

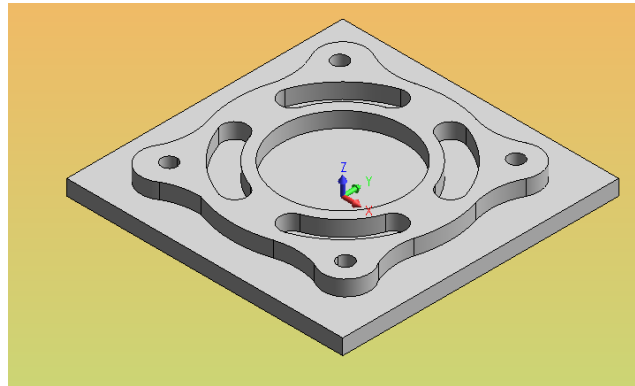
Para programar la operación poket en HeeksCNC se deben seguir los siguientes pasos:

- Primero importamos el modelo creado en FreeCAD con extensión STEP.
- En el menú machining opción add new tool, crear una herramientas con las características necesarias para la operación.
- Seleccionar el o los contorno a mecanizar dependiendo del tipo de cajead.
- En el menú machining hacer clic en la opción poket

- Especificar los datos de posición de inicio de corte, posición de fin de corte de la herramienta, la profundidad por cada pasada, velocidades de la máquina.
- Ejecutar la operación
- Simular la operación de fresado de contorno.

Ejercicio de aprendizaje programar el mecanizado del contorno del siguiente modelo.

Figura 41: Ejercicio poket

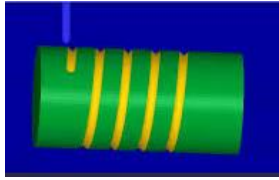


Elaborado por: Manuel López

### Evaluación Lección 12

- 1) ¿La operación poket consiste en realizar?
  - a) Vaciados
  - b) Roscas
  - c) Taladros
  - d) Perfiles
- 2) ¿Las operaciones poket se puede crear en operaciones de 2 ejes?
  - a) verdadero
  - b) Falso
- 3) Ordene los pasos para crear una operación de contorno en HeeksCNC:
  - a) Seleccionar la herramienta
  - b) Seleccionar el contorno a mecanizar.
  - c) Especificar los datos de la operación.
  - d) Ejecutar la operación

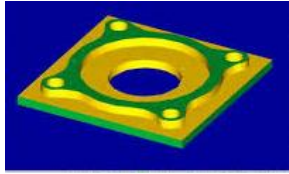
4) En que figura considera que corresponde a la operación poket



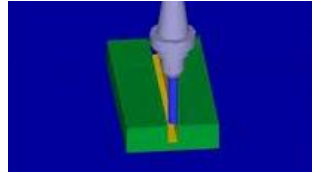
a)



b)



c)



d)

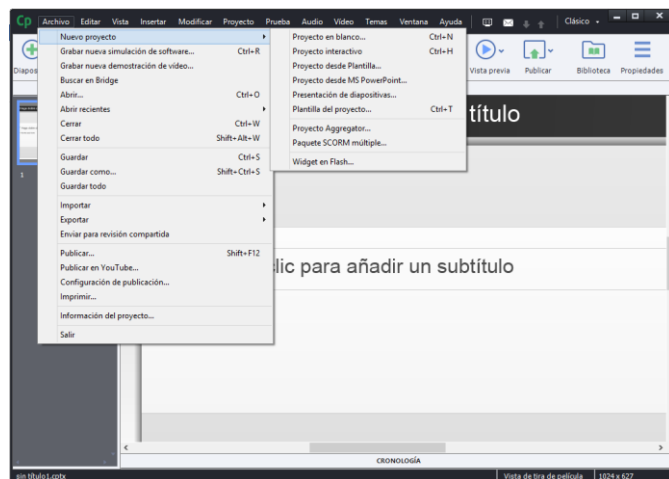
## Apéndice C

# Desarrollo de actividades de aprendizaje mediante Adobe Captivate

Para el desarrollo de las lecciones de aprendizaje se siguió el siguiente procedimiento:

- 1) Crear un nuevo proyecto en blanco

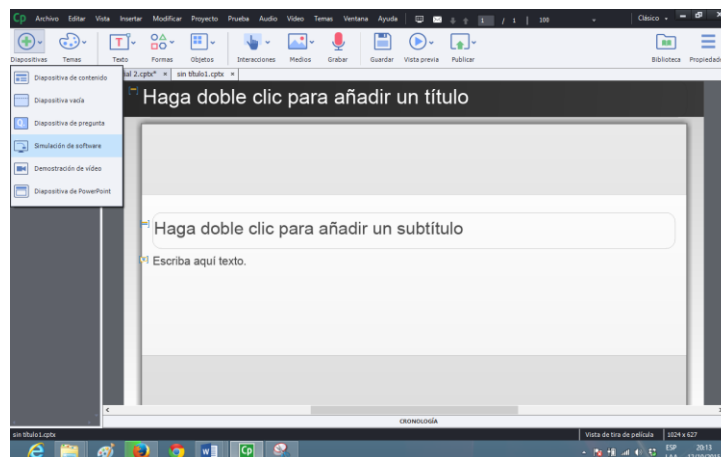
Figura 42: captura de pantalla Adobe Captivate



Elaborado por: Manuel López

- 2) Agregar dispositivos de simulación de software.

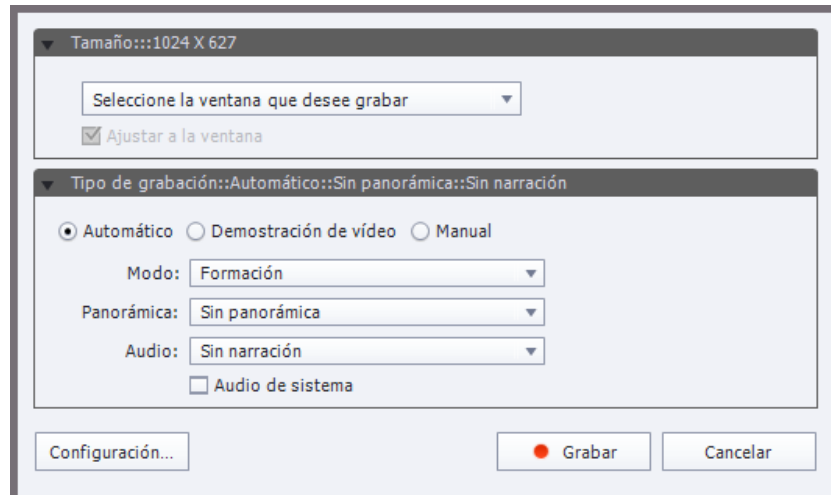
Figura 43: Opciones de diapositivas



Elaborado por: Manuel López

- 3) Seguidamente aparecerá una ventana en la que se especifica el programa del que se capturara las actividades ejecutadas, se debe marcar automático para el tipo de grabación, el modo es formación sin vista panorámica. Una vez configurado todos los parámetros se debe presionar el botón grabar.

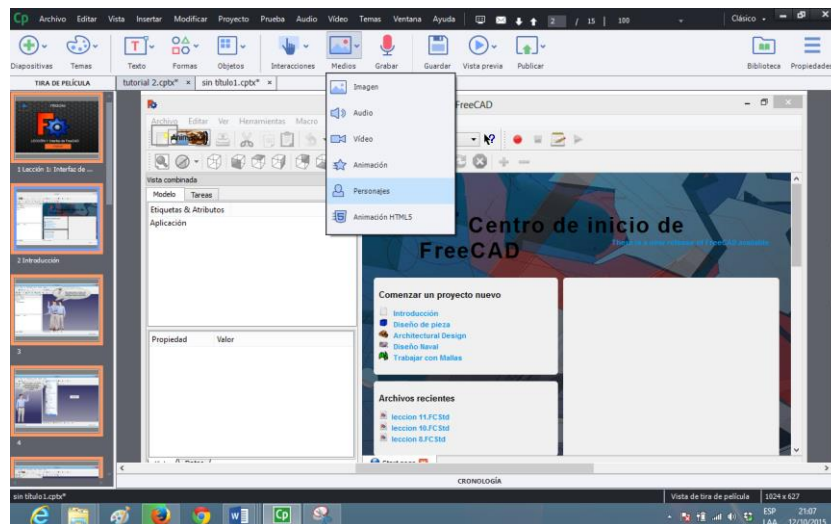
Figura 44: Modo de grabación



Elaborado por: Manuel López

- 4) Ejecutar en el programa FreeCAD las operaciones de la lección para que captivate vaya realizando capturas del proceso. Cuando termine todos los pasos de la lección, presionar la tecla end para terminar la grabación.
- 5) Se Editó las capturas de la simulación de la lección, primero se agregó un personaje virtual que servirá como guía en el tutorial, esto se lo realiza en el menú medios opción personaje.

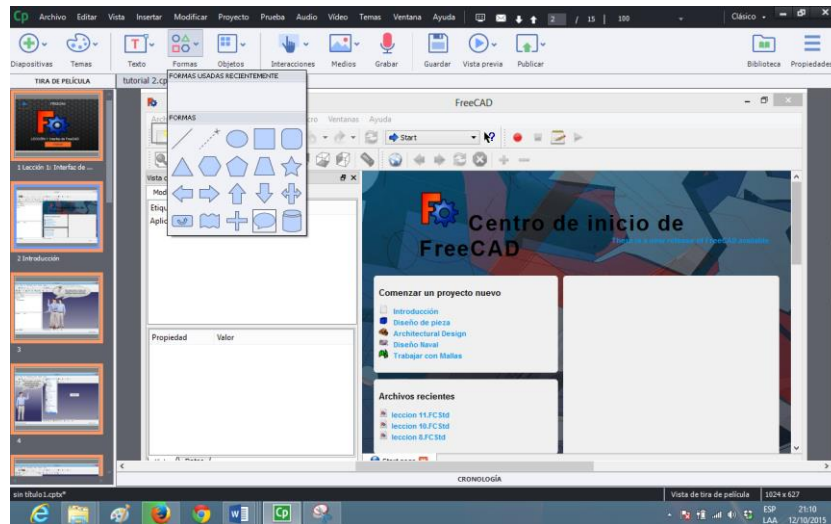
Figura 45: Herramienta personaje virtual



Elaborado por: Manuel López

- 6) Se colocó globos de texto que exprese la información y guía del personaje virtual, para esto seleccionar el objeto llamada ovalada en el menú formas y escribir el mensaje.

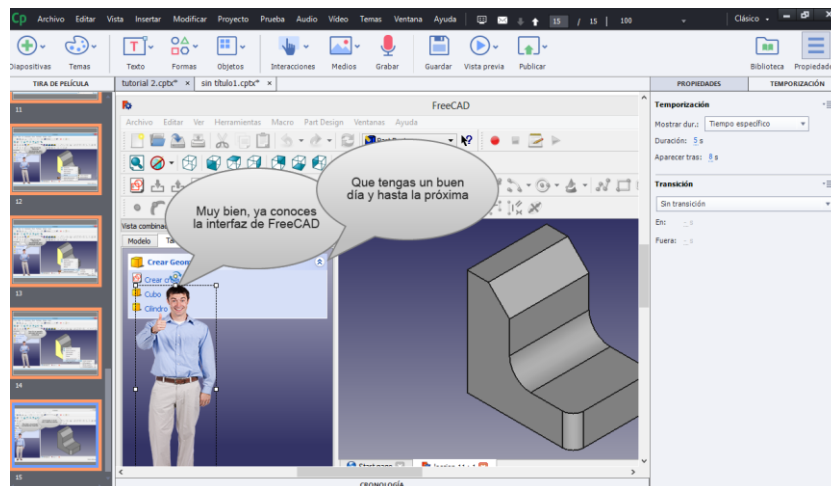
Figura 46 Herramientas formas



Elaborado por: Manuel López

- 7) Mediante las propiedades y temporización controlamos el tiempo en que aparecen los personajes, animaciones, botones y todos los objetos colocados en captivate, mediante esto logramos crear la interactividad con el usuario.

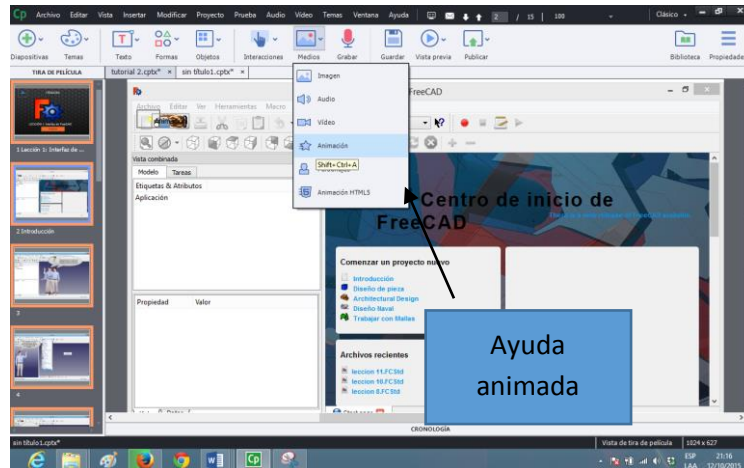
Figura 47: Ventana temporización



Elaborado por: Manuel López

- 8) Mediante ayudas animadas se guía el proceso de selección de las herramientas, estas ayudas se encuentran en el menú medios, opción animaciones.

Figura 48: Ventana temporización



Elaborado por: Manuel López

- 9) Colocar áreas interactivas como: texto dinámico y botones de acción.

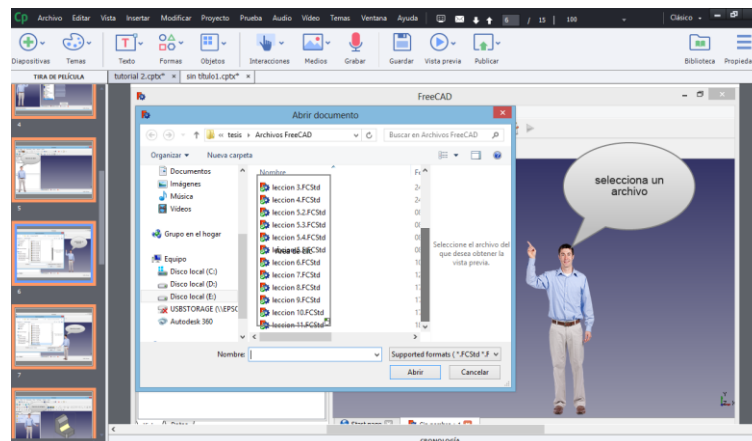
Figura 49: Herramientas de acción



Elaborado por: Manuel López

- 10) Agregar áreas dinámicas para que el usuario haga clic en las herramientas e iconos en el desarrollo de la lección.

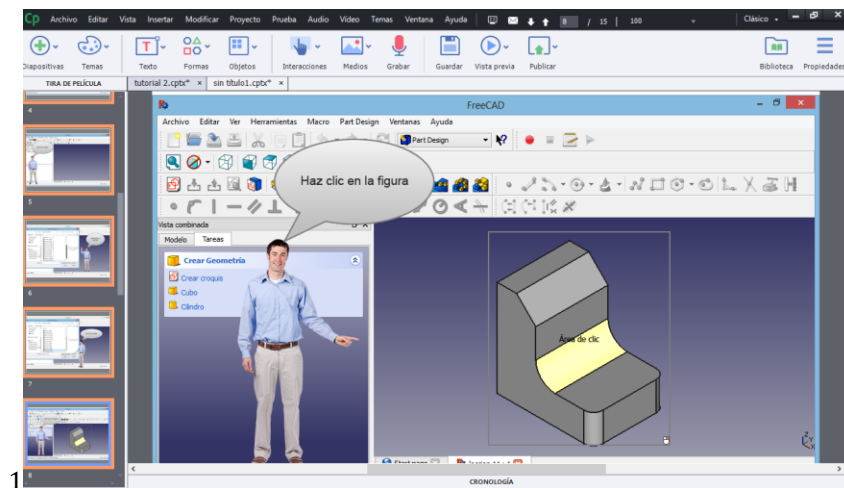
Figura 50: Herramientas áreas interactivas



Elaborado por: Manuel López

11) El área de clic permite también que el usuario interactúe con los objetos.

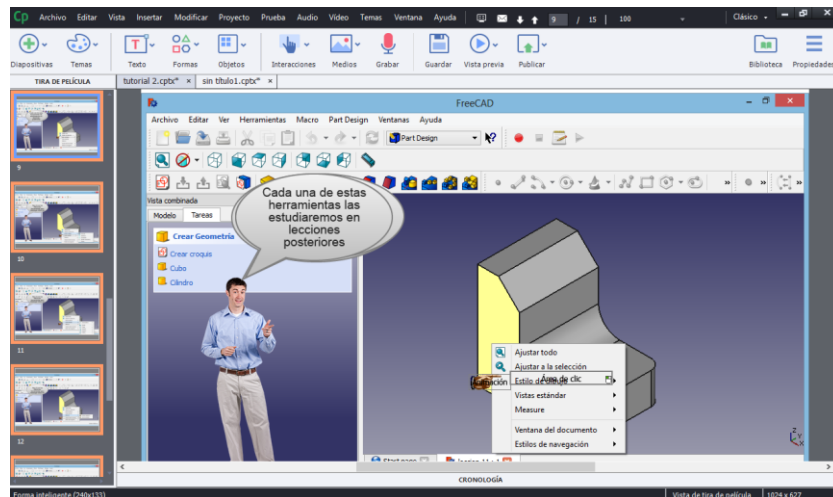
Figura 51: Área de clic en objetos



Elaborado por: Manuel López

12) Para que el usuario se desplace por las distintas opciones de un menú, se lo puede realizar mediante texto dinámico o como en esta lección con el uso de áreas dinámicas.

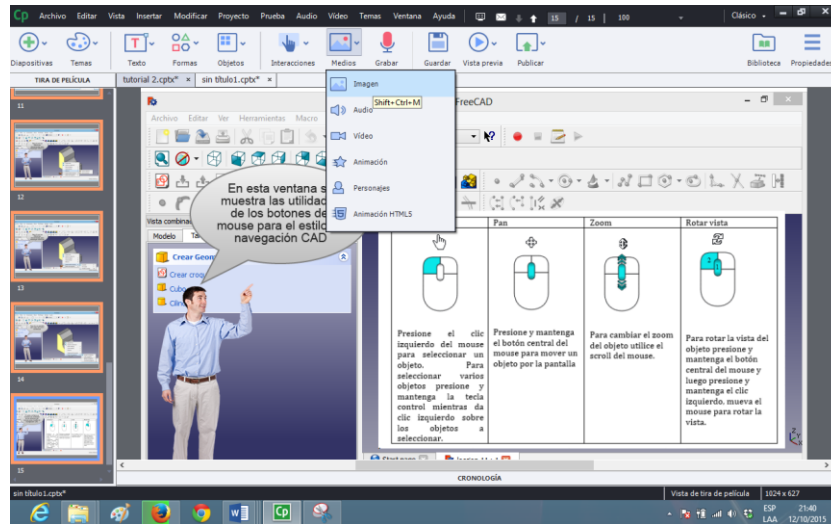
Figura 52: Herramienta texto dinámico



Elaborado por: Manuel López

13) También se puede agregar información extra, mediante imágenes insertadas, para ello se debe seleccionar la opción imagen en el menú medios.

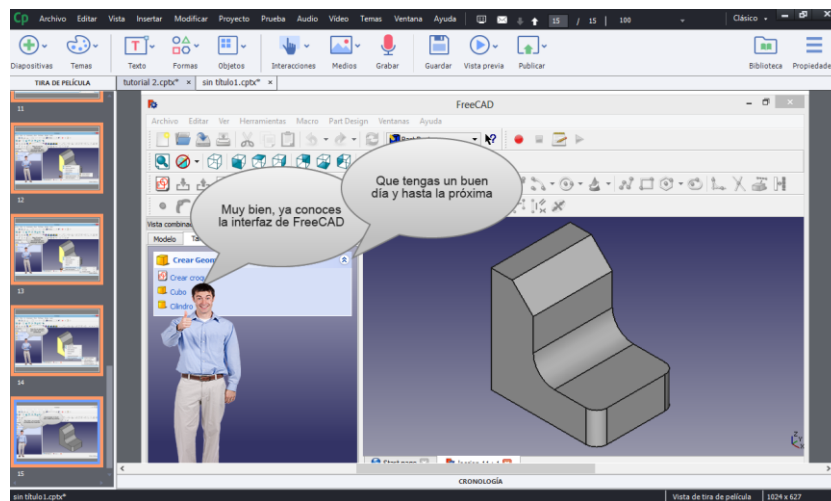
Figura 53: Herramienta imagen



Elaborado por: Manuel López

- 14) Una vez finalizado todos los pasos de la lección, se agregó una despedida utilizando el personaje virtual y globos de texto.

Figura 54: Creación de despedida



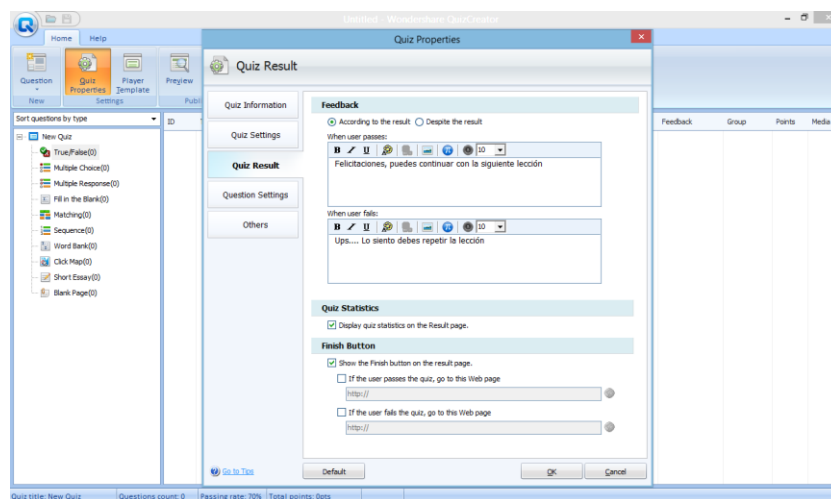
Elaborado por: Manuel López

## Apéndice D

### Desarrollo de evaluaciones mediante QuizCreator

- 1) En la opción quiz properties ingresar la información como nombre del test, objetivos, el texto a mostrarse para la retroalimentación el rango de puntuación y otras opciones más.

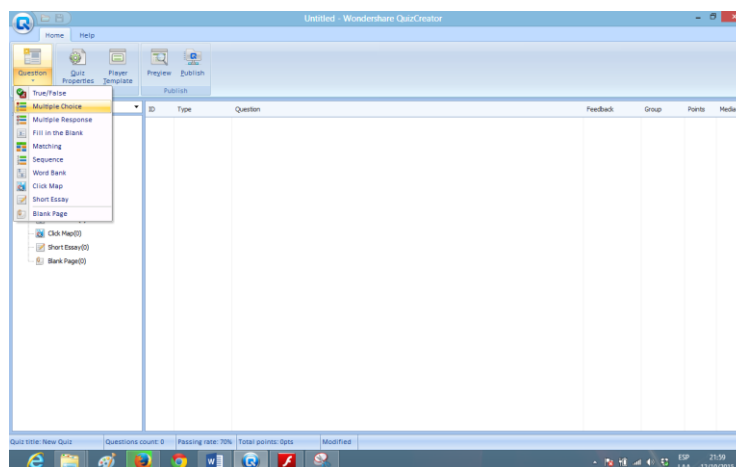
Figura 55: Ventana de propiedades generales del test



Elaborado por: Manuel López

- 2) En el icono question escoger el tipo de pregunta: verdadero y falso, selección múltiple llenar espacios en blanco, emparejar, secuencia entre otras.

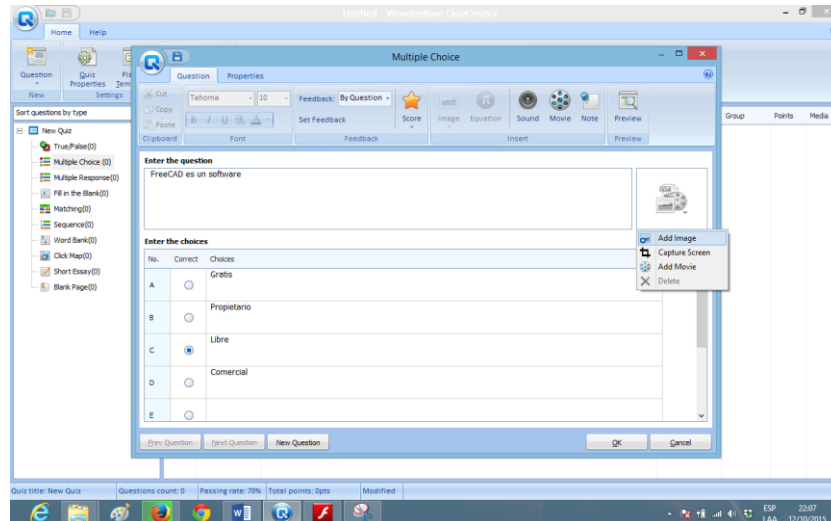
Figura 56: Tipos de preguntas de QuizCreator



Elaborado por: Manuel López

- 3) Para la pregunta de selección múltiple, digitar la pregunta y las opciones de respuesta, seleccionar la opción correcta y si se desea enriquecer la pregunta con una imagen, hacer clic en el icono de imagen para cargarla desde el computador.

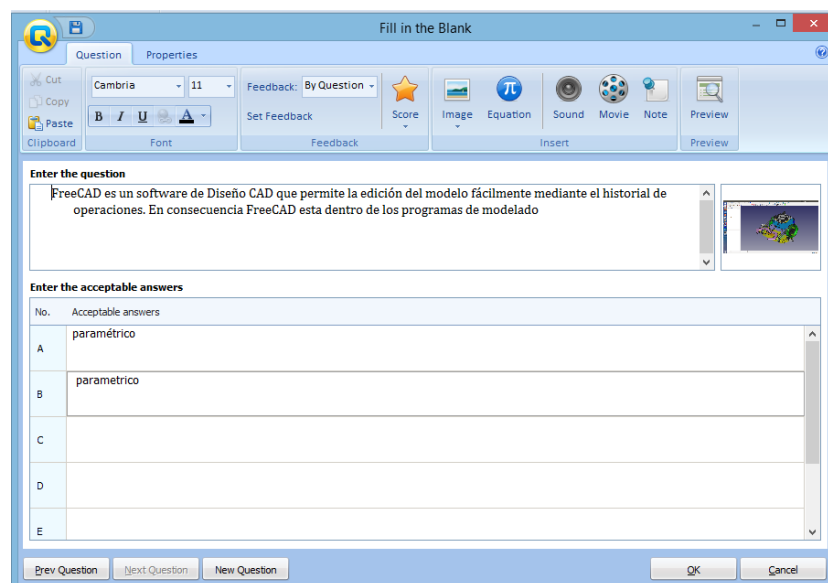
Figura 57: Modelo de pregunta de selección múltiple



Elaborado por: Manuel López

- 4) En la modo fill in blank (llenar vacíos), se debe escribir la parte del enunciado al que se hace referencia la pregunta y en las opciones inferiores ingresar todas las respuestas que se aceptan como correctas, tomar en cuenta que las tildes validan que una respuesta sea correcta o incorrecta.

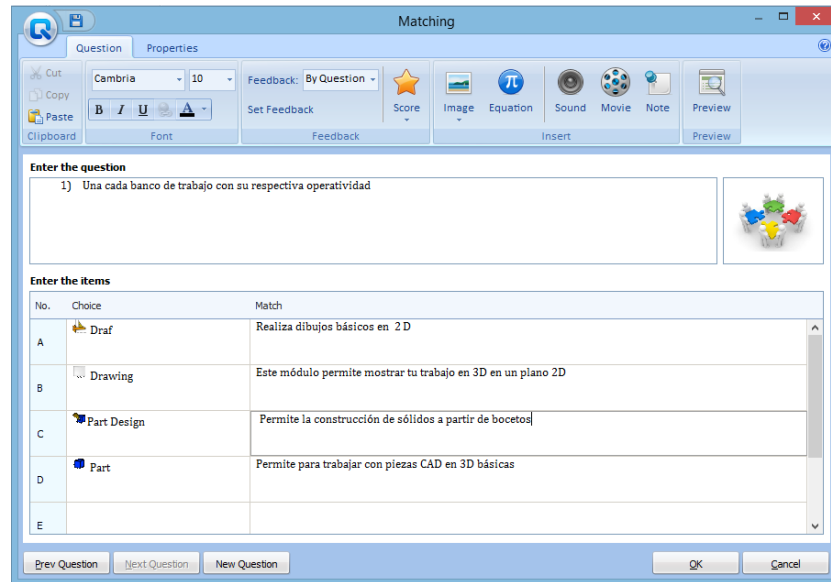
Figura 58: Modelo de pregunta llenar vacíos



Elaborado por: Manuel López

- 5) En la pregunta emparejamiento luego de ingresar la pregunta, llenar las celdas de la izquierda con los conceptos y en las celdas de la derecha las correspondientes definiciones o ejemplos, el programa automáticamente mesclará las opciones al ejecutarse.

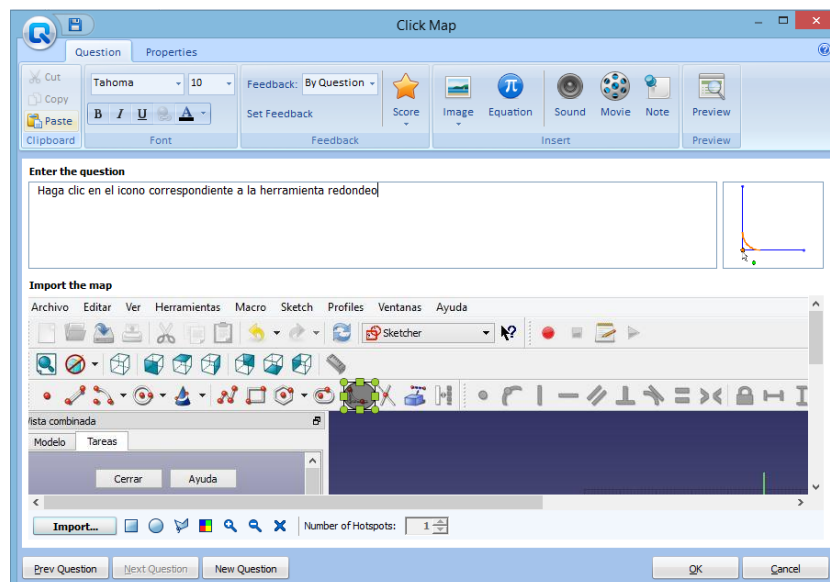
Figura 59: Modelo de pregunta de emparejamiento



Elaborado por: Manuel López

- 6) La pregunta click Map permite evaluar si el usuario conoce las herramientas presentadas en una imagen, Se debe ingresar la pregunta y seleccionar la imagen para luego marcar el área que se considera como respuesta correcta.

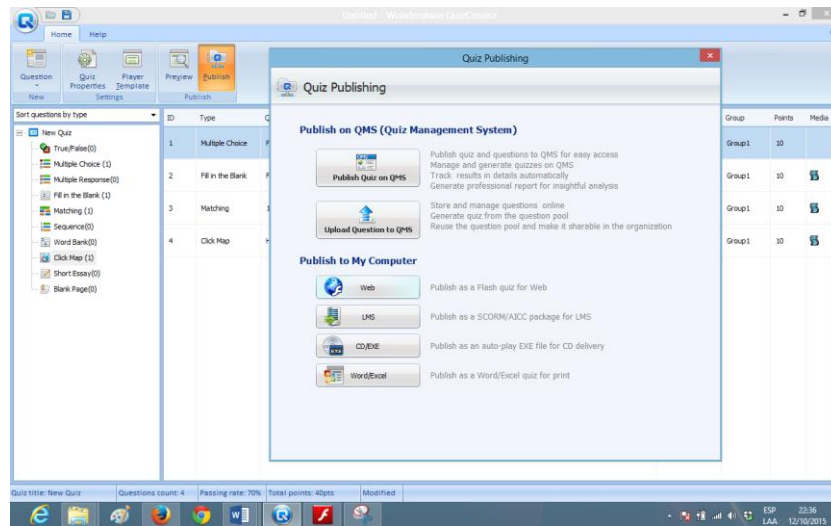
Figura 60: Modelo de pregunta área interactiva



Elaborado por: Manuel López

- 7) Creadas todas las preguntas, publicar el proyecto para compilarlo y crear un archivo con extensión html, para luego agregarlo a las actividades de cada lección.

Figura 61: Ventana de publicación de QuizCreator



Elaborado por: Manuel López

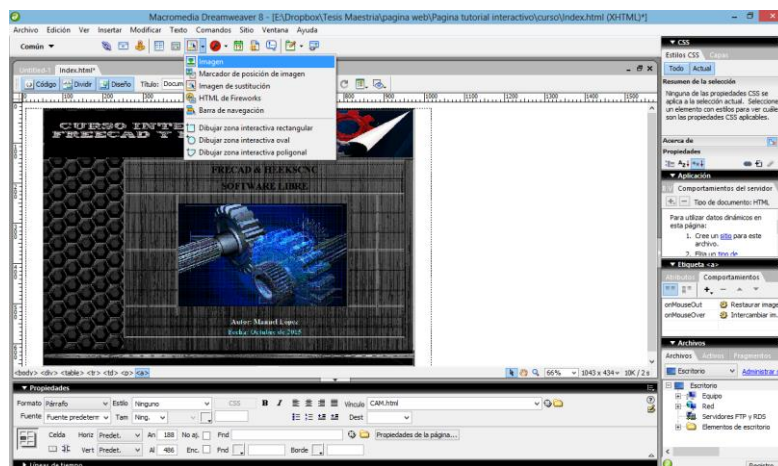
## Apéndice E

### Pasos para alojar el tutorial en la web

Para el alojamiento del proyecto en línea se utilizó Adobe Dreamweaver 8, a continuación se detalla el proceso realizado.

- 1) Crear una plantilla para el tutorial, colocando una imagen de fondo y un encabezado personalizado. Esto se lo realiza con la opción imagen.

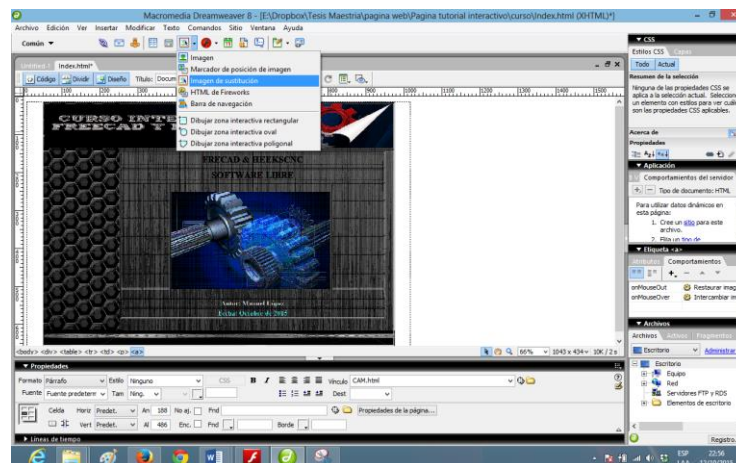
Figura 62: Creación del banner y diseño de fondo del tutorial



Elaborado por: Manuel López

- 2) Utilizar la herramienta imagen de sustitución, para crear botones animados que permitan navegar por los contenidos.

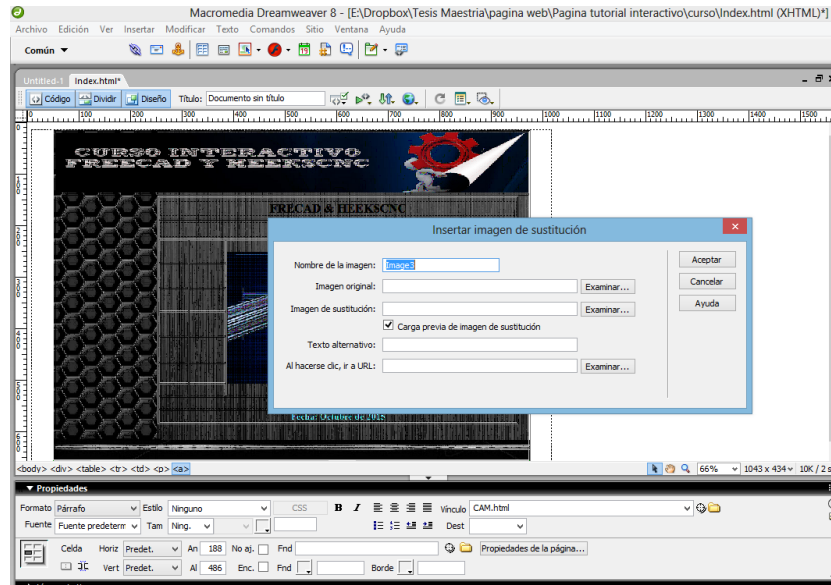
Figura 63: Creación de botones



Elaborado por: Manuel López

- 3) Seleccionar dos imágenes para crear una animación entre ellas cuando el mouse se coloque sobre el botón, además colocar el vínculo del botón, esto es el link hacia las otras páginas del proyecto.

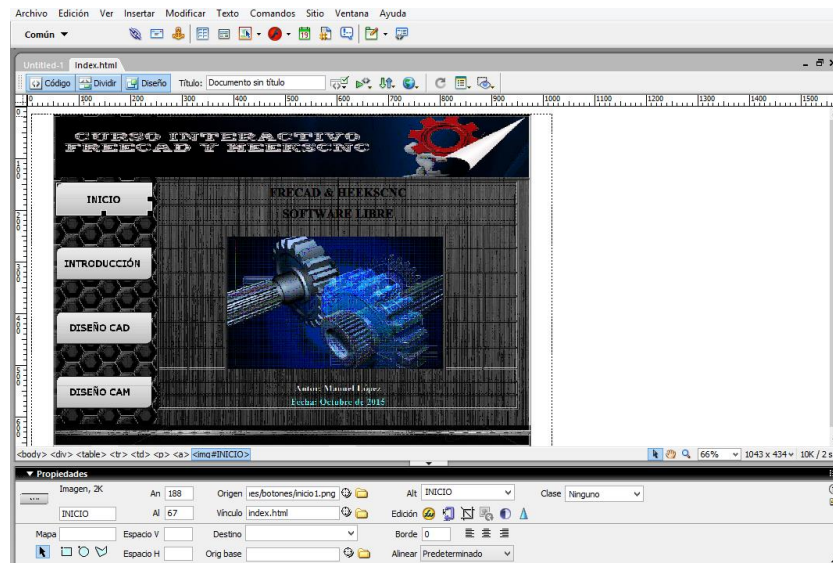
Figura 65: Ventana imagen de sustitución



Elaborado por: Manuel López

- 4) Colocar todos los botones que facilitarán la navegación por los contenidos del tutorial.

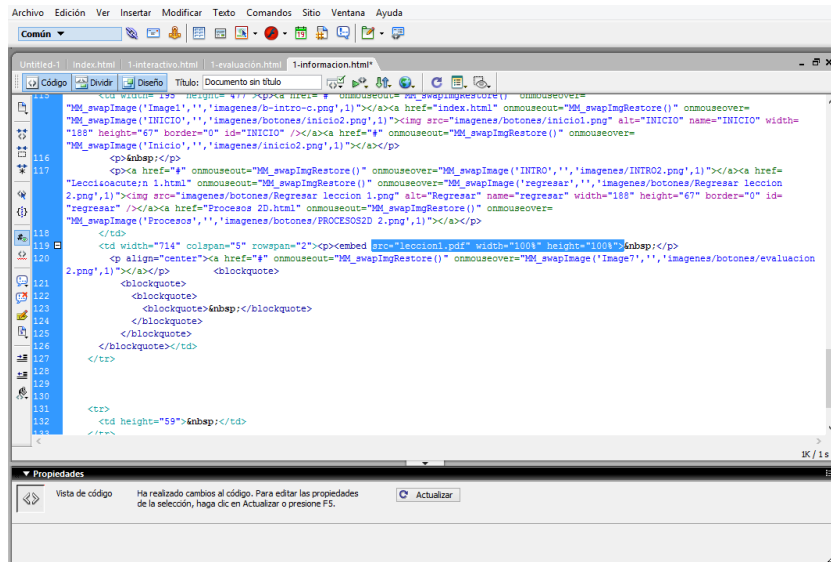
Figura 66: Creación de la botonera



Elaborado por: Manuel López

- 5) Para la parte de la información teórica de cada lección se utilizó el código `<embed src="archivo.pdf" width="100%" height="100%">`, para cargar el documento dentro de la misma página. Este código se lo ingresará en la pestaña código.

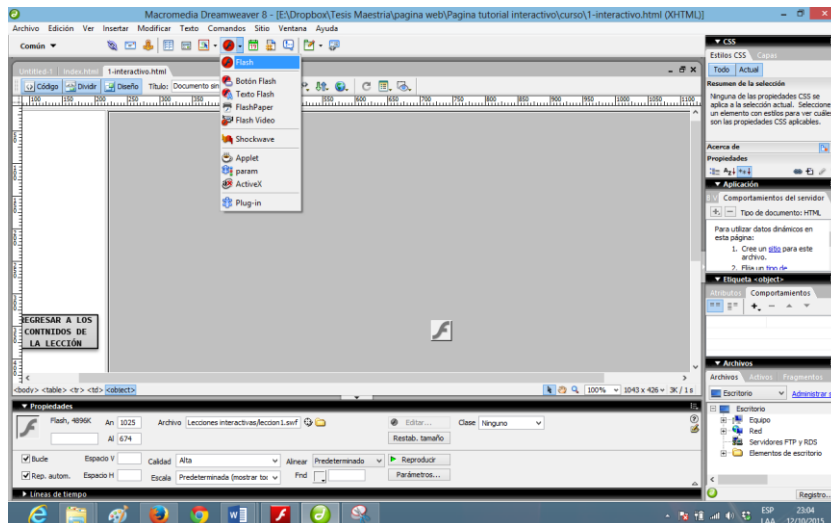
Figura 67: Ventana con los códigos html



Elaborado por: Manuel López

- 6) Con la herramienta flash insertar la actividad de aprendizaje de cada unidad y colocar un botón que permita regresar al menú anterior. Guardar el archivo con el nombre lección 1.

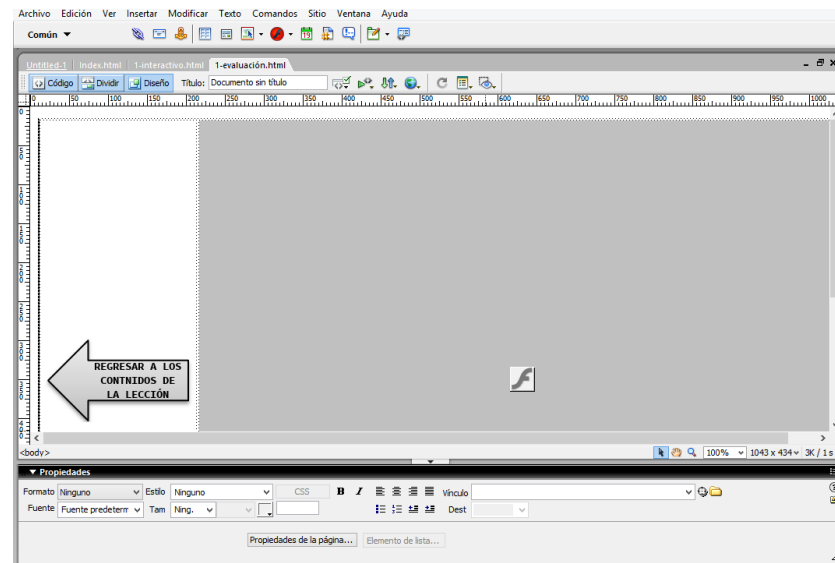
Figura 68: Integración de actividades de cada lección



Elaborado por: Manuel López

- 7) En otra página insertar la evaluación creada en QuizCreator y guardarla con el nombre de evaluación 1.

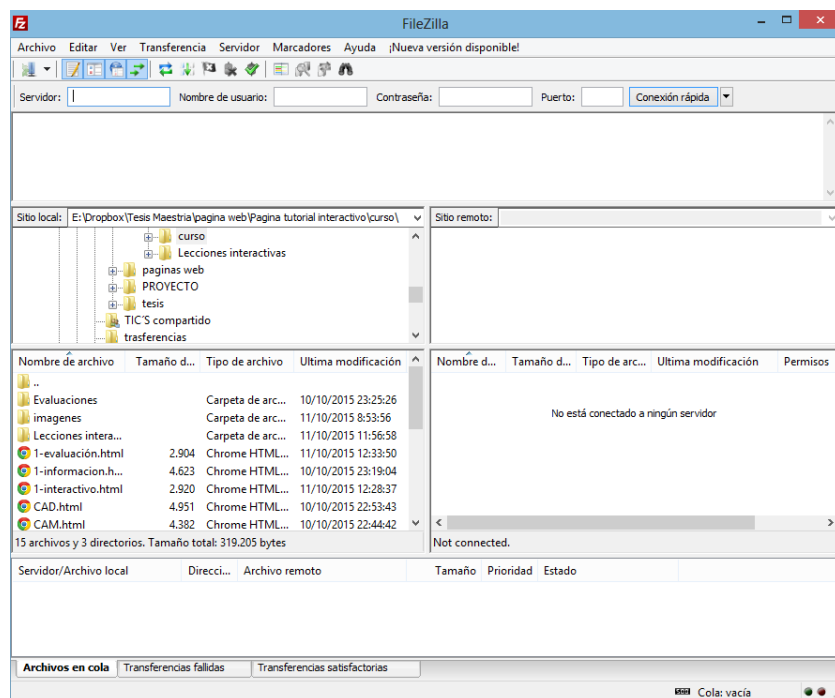
Figura 69: Integración de evaluaciones



Elaborado por: Manuel López

- 8) Repetir el proceso desde el paso 5 para cada una de las lecciones del tutorial.
- 9) Enlazar los botones de la interfaz con cada lección.
- 10) Todos los archivos creados subir al hosting utilizando un gestor de archivos FTP, para este proyecto se utilizó Filezilla.

Figura 70: Ventana de FileZilla



Elaborado por: Manuel López

## ApéndiceF

# Plan analítico de la asignatura de CAD-CAM



## VICERRECTORADO ACADÉMICO Unidad de Desarrollo Educativo

### 1. DATOS INFORMATIVOS.

<b>ASIGNATURA: SISTEMAS CAD - CAM</b>	<b>CÓDIGO BANNER:</b> EMEC-T0041	<b>NRC:</b>	<b>CRÉDITOS: 3</b>
<b>DEPARTAMENTO:</b> CIENCIAS DE LA ENERGÍA Y MECÁNICA.	<b>CARRERAS:</b> ELECTROMECAÁNICA	<b>ÁREA DEL CONOCIMIENTO:</b> PROCESOS DE MANUFACTURA	
<b>DOCENTE:</b>	<b>PERIODO ACADÉMICO:</b>		

### 2. SISTEMA DE CONTENIDOS Y PRODUCTOS DEL APRENDIZAJE POR UNIDADES DE ESTUDIO

No	UNIDADES DE ESTUDIO Y SUS CONTENIDOS
1	Unidad 1: Introducción a la Manufactura <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Sistemas de manufactura</li><li>➤ Que es el Control Numérico Computarizado.</li><li>➤ Filosofía CAD/CAM/CAE</li><li>➤ Máquinas CNC</li></ul>
2	Unidad 2: CAD <ul style="list-style-type: none"><li>➤ Revisión de los procesos de graficación 2D con software, ejercicios.</li><li>➤ Procesos de graficación mediante vectorizado en 2D.</li><li>➤ Procesos de graficación 3D con software</li><li>➤ Ejercicios de graficación 3D</li><li>➤ Ensamble de partes y piezas 3D.</li><li>➤ Despiece y generación de planos en 2D.</li></ul>
	Unidad 4: CAM

3	<ul style="list-style-type: none"><li>➤ Definiciones y componentes</li><li>➤ Configuraciones principales</li><li>➤ Dibujos y diseños básicos 2D y 3D</li><li>➤ Importación y exportación de archivos</li><li>➤ Estrategias de mecanizado</li><li>➤ Taladrado y fresado en 2D y 3D</li><li>➤ Post- procesado</li><li>➤ Ejercicio de fresado</li></ul>
---	--



## Apéndice G

# Modelo de encuesta realizada a estudiantes y docentes

### ENCUESTA SOBRE EL USO DE SOFTWARE LIBRE EN LOS PROCESOS CAD-CAM

La presente encuesta es un instrumento de investigación para la tesis de grado, para optar al Título de Magister en Tecnologías para la Gestión y Práctica Docente. Es de mucha utilidad que pueda contestar este breve cuestionario respecto a sus conocimientos sobre el software libre y el Diseño CAD. Estas respuestas se mantendrán en el más absoluto anonimato, utilizándolo sólo para fines de la tesis

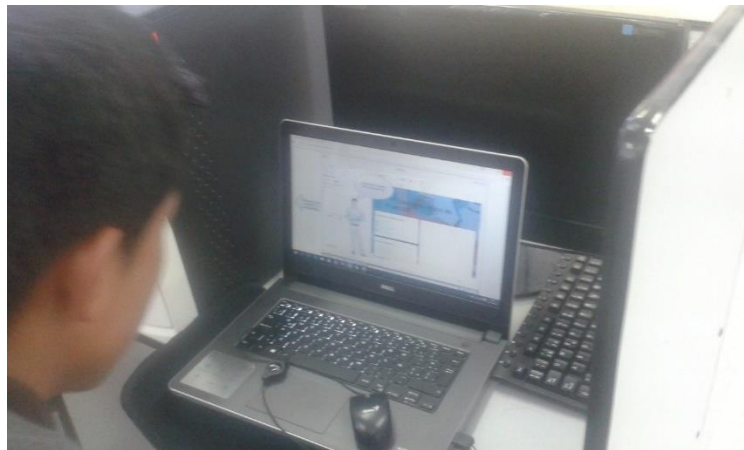
- 1) ¿Cómo calificaría la interfaz de usuario de FreeCAD y HEEKSCNC?
  - a) Excelente
  - b) Muy buena
  - c) Buena
  - d) Regular
  - e) Pésima
  
- 2) ¿Considera que las herramientas que presenta FreeCAD son adecuadas para el diseño CAD?
  - a) Todas
  - b) Muchas
  - c) Algunas
  - d) Pocas
  - e) Ninguna
  
- 3) ¿En general que calificación le asignaría al programa FreeCAD?
  - a) Excelente
  - b) Muy bueno
  - c) Bueno
  - d) Regular
  - e) Pésimo

- 4) ¿Utilizaría FreeCAD para tratar contenidos de la asignatura de CAD-CAM?
- a) Si
  - b) Tal vez
  - c) Difícilmente
  - d) No
- 5) ¿Las lecciones que se presenta en el tutorial son pertinentes a la carrera?
- a) Todos
  - b) Casi Todos
  - c) Algunos
  - d) Pocos
  - e) Ninguno
- 6) ¿Cree que el uso del tutorial ayuda al aprendizaje de los temas tratados?
- a) Muy alto
  - b) Alto
  - c) Medio
  - d) Bajo
  - e) Muy bajo
- 7) ¿Al evaluar la interactividad del tutorial que nivel le asignaría?
- a) Muy alto
  - b) Alto
  - c) Medio
  - d) Bajo
  - e) Muy bajo

Gracias por su colaboración

## Apéndice H

### Evidencia de la aplicación del tutorial



# Referencias

- [1] Asamblea Nacional, *Ley Organica de Educación Básica Intercultural*, Quito, Ecuador 2011.
- [2] Asamblea Nacional, *Reglamento de la Ley Orgánica de Educación Superior*, Quito, Ecuador 2011.
- [3] A. Bártolome, *Multimedia interactivo y sus posibilidades en educación superior*, Revista pixel bit, vol. 1, n° 1, 2013.
- [4] A. Cobo, *Experiencias educativas en la red internet: elaboración de tutoriales interactivos multimedia*, V Jornadas Asepuma 2014
- [5] A. Moreno *Tutorial Interactivo para la Enseñanza de Convertidores Estáticos*, Universidad de Córdoba, España 2011
- [6] C. Belloch, *Aplicación Multimedia Interactivas*, Universidad de Valencia. 2012
- [7] P. Marqués *Multimedia educativo: clasificación, funciones, ventajas, diseño de actividades*, Departamento de Pedagogía Aplicada, Facultad de Educación, UAB [En línea]. Disponible: [http://www.freecadweb.org/?lang=es\\_ES](http://www.freecadweb.org/?lang=es_ES). [Último acceso: 29-12-2014]
- [8] J. Torres, *Aplicación Multimedia Interactivas*, Universidad de Granada. 2011
- [9] J. Castañeda, *Manufactura Asistida por computador*, Dirección General de Educación. 2010
- [10] R. Stallman, *Software Libre para una Sociedad Libre*, Madrid, 2004.
- [11] Heeks Coporation *HeeksCNC details*, [En línea]. Disponible: <https://sites.google.com/site/heekscad/home/Details>. [Último acceso: 29-3-2015]
- [12] LinuxCNC *Home of users of LinuxCNC*, [En línea]. Disponible: <http://www.linuxcnc.org/index.php/english/about>. [Último acceso: 13-2-2015]
- [13] G Simple *CAD-CAM for 3 axis machining centers*, [En línea]. Disponible: <http://www.gsimple.eu/features.html>. [Último acceso: 07-01-2015]
- [14] Comunidad FreeCAD, *FreeCAD*, [En línea]. Disponible: [http://www.freecadweb.org/?lang=es\\_ES](http://www.freecadweb.org/?lang=es_ES). [Último acceso: 20-10-2014]
- [15] J. Hernandez, *Software libre: técnicamente viable, económicamente sostenible y socialmente justo*, México, Zer Factory S.L 2010.
- [16] A. Delgado y C. Oliver, *La promoción del uso del software libre por parte de las universidades*, RED. Revista de Educación a Distancia, n° 17 2014.
- [17] Proactinfo *Software libre en Ecuador*, [En línea]. Disponible: [http://proactinfo.com/index.php?option=com\\_content&view=article&id=68:software-libre-ecuador&catid=3:newsseguridad&Itemid=54](http://proactinfo.com/index.php?option=com_content&view=article&id=68:software-libre-ecuador&catid=3:newsseguridad&Itemid=54). [Último acceso: 13-02-2015]
- [18] L. Mur, *Análisis de Técnicas de Aprendizaje Colaborativo on-line (TAC) para la didáctica de las ciencias sociales*, Universidad de Zaragoza. 2013.
- [19] V. Jácome, *Software educativo para mejorar el PEA en la asignatura de Redes Orientado a los Niveles Superiores de las Fis en la UTI*, Ambato, Ecuador 2012.
- [20] F. Rodríguez, *Creación e implementación de un CD multimedia para mejorar el proceso de enseñanza aprendizaje en la asignatura de estudios sociales en los estudiantes de sexto año de educación general básica de la E.E.B. ?José Martínez cobo? de la parroquia Chanduy, cantón Santa Elena, provincia de Santa Elena, período lectivo 2012 ? 2013*, Universidad Estatal de la Península de Santa Elena. 2013.

- [21] A. Gonzales, *TICs en el proceso de articulación entre la Escuela Media y la Universidad. Personajes virtuales como herramientas de un entorno de aprendizaje multimedia*, 2011.
- [22] W. Rodríguez, *Software Libre para Educación e Investigación en Ingeniería*, Colombia. 2014.
- [23] J. Unda, *Elaboración de un tutorial multimedia para los procesos CAD, CAM de la asignatura de Control Numérico Computarizado, aplicado al Laboratorio de Mecatrónica del Instituto Tecnológico Superior ?Guayaquil?*, Ambato . 2014.
- [24] Y. Gascón, *Propuesta metodológica para desarrollar tutoriales utilizando las TIC'S como apoyo, enmarcado en la sociedad de la información*, Universidad de Oriente, Núcleo de Monagas. Maturín - Venezuela 2014.
- [25] Solidworks Corp, *Conceptos Básicos de Solidworks: Piezas y ensamblés*, 2013.
- [26] Autodesk, *Manual de usuario 3D, CadStudio*, 2014.
- [27] A. Whitton, *My CAD site*, [En línea]. Disponible: [http://www.we-r-here.com/cad\\_07/tutorials.sp/level.3/3-11.htm](http://www.we-r-here.com/cad_07/tutorials.sp/level.3/3-11.htm). [Último acceso: 13-02-2015]
- [28] BobCAD-CAM, *Información de CAD/CAM y CNCs*, [En línea]. Disponible: <http://www.softwarecadcam.com.mx/blog/que-es-un-vaciado/>. [Último acceso: 13-02-2015]

## **Resumen Final**

Desarrollo de un tutorial interactivo en línea para la aplicación de software libre en los procesos CAD-CAM para educación superior.

Manuel Mesías López Jines

103 páginas

Proyecto dirigido por: Santiago Acurio Maldonado, Mg.

El presente proyecto consiste en la elaboración de un tutorial interactivo en línea para la aplicación de software libre en los procesos CAD-CAM para la Educación Superior. Presenta alternativas bajo software libre para el Diseño y la Manufactura Asistida por Computador, para el aprendizaje de estos paquetes informáticos se desarrollaron 13 unidades didácticas de carácter interactivo, divididas en 11 lecciones para los procesos de diseño CAD y 2 lecciones para el diseño CAM. Cada lección esta compuesta de tres secciones: Información teórica, actividad de aprendizaje interactiva y una evaluación. Para la difusión del proyecto se lo alojó en la red, quedando a disposición de toda la comunidad educativa.