

REALIDAD VIRTUAL UN PASO MÁS ALLÁ EN LA EDUCACIÓN

CARLOS ALEXANDER CABRA REYES

TRABAJO DE GRADO

ING. BYRON ALFONSO PÉREZ GUTIÉRREZ M.SC.  
DIRECTOR CENTRO DE REALIDAD VIRTUAL  
DOCENTE TIEMPO COMPLETO INGENIERÍA MECATRÓNICA

UNIVERSIDAD MILITAR NUEVA GRANADA  
FACULTAD DE INGENIERÍA  
PROGRAMA DE INGENIERÍA MECATRÓNICA  
BOGOTÁ  
2014

Nota de aceptación

---

---

---

---

---

Firma del presidente del jurado

---

Firma del jurado

---

Firma del jurado

Bogotá, 22 de abril del 2014

## DEDICATORIA

A MI ABUELO, que hizo las veces de guía, de maestro, de padre.

A MI ABUELA, por sus años de entrega y de cuidado.

A MI MADRE, por su empeño de todos los días y por lo que me enseñó

A MI TIO, por ser mí ejemplo al darme una visión de vida.

A MI TÍA, porque si tener porque me acompañó, igual que una madre.

## AGRADECIMIENTO

Con la mayor gratitud por los esfuerzos realizados por mi familia para que yo lograra terminar mi carrera profesional siendo para mí la mejor herencia.

A mi madre, gracias por el apoyo moral, tu cariño y comprensión que desde niño me has brindado, por guiar mi camino y estar junto a mí en los momentos más difíciles.

A mis abuelitos porque desde pequeño han sido para mí, las personas que más he admirado, por su disciplina, su entrega y compañía, gracias por guiar mi vida con energía, esto ha hecho que sea lo que soy.

Gracias a todos y cada una de las personas que participaron en la realización de este trabajo, ya que invirtieron su tiempo y conocimientos para ayudarme a completar mi proyecto.

Por último, quiero agradecer a todas aquellas personas que sin esperar nada a cambio compartieron charlas, conocimientos y diversión. A todos aquellos que durante los cinco años que duró este sueño lograron convertirlo en una realidad.

Con amor, admiración y respeto.

CARLOS

## TABLA DE CONTENIDO

<b>1. Introducción</b>	<b>1</b>
<b>2. Objetivo General</b>	<b>10</b>
<b>2.1 Objetivos Específicos</b>	<b>10</b>
<b>3. Marco Teórico</b>	<b>11</b>
<b>3.1 Mecanizado</b>	<b>11</b>
<b>3.2 Torneado</b>	<b>14</b>
3.2.1 Cilindrado	15
3.2.2 Refrentado	16
3.2.3 Ranurado	16
3.2.4 Roscado	17
<b>3.3 Torno</b>	<b>17</b>
3.3.1 Partes del Torno Paralelo	18
3.3.2 Instrucciones de Uso	21
<b>3.4 Realidad Virtual</b>	<b>22</b>
3.4.1 Ambiente Virtual	23
3.4.2 Rasgos Básicos de un Sistema de Realidad Virtual (RV)	23
3.4.3 Áreas de Aplicación	24
<b>3.5 Metodología Estrategica para a Incorporación Virtual a los Procesos de Aprendizaje</b>	<b>24</b>
3.5.1 Modelo Presencial Clásico	27
3.5.2 Modelo a Distancia	27
3.5.3 Modelo Virtual	27
<b>3.6 ¿Qué es un Objeto Virtual de Aprendizaje?</b>	<b>28</b>
3.6.1 Ventajas	29
3.6.2 ¿Cómo se puede integrar al uso de un curso de pregrado?	30
<b>4 Diseño de la Solución</b>	<b>31</b>
<b>4.1 Desarrollo del Torno Virtual</b>	<b>31</b>
4.1.1 Investigación	32
4.1.2 Modelado	32
4.1.3 Integración	35
<b>4.2 Desarrollo de Tutorial</b>	<b>49</b>
4.2.2 Elaboración Personaje Guía	51
4.2.3 Elección de Fotos Fondo del Curso	52
4.2.4 Creación de un Plantilla Personalizada	53
<b>5 Resultados</b>	<b>55</b>
<b>6 Conclusiones</b>	<b>62</b>
<b>7 Trabajos Futuros</b>	<b>64</b>

<b>8</b>	<b>Glosario</b> .....	<b>66</b>
<b>9</b>	<b>Bibliografia</b> .....	<b>68</b>

## LISTA DE FIGURAS

Pág.

Figura 1. Representación proceso cilindrado .....	15
Figura 2. Representación proceso refrentado .....	16
Figura 3. Representación proceso ranurado .....	16
Figura 4. Torno Virtual, enumeración de las partes. ....	18
Figura 5. Esquema OVA Torno.....	29
Figura 6. Guía de Uso Torno Virtual .....	51
Figura 7. Personaje e interfaz gráfica.....	52
Figura 8. Fotos de la Universidad Militar Nueva Granada.....	53
Figura 9. Plantilla e interfaz gráfica del curso.....	54
Figura 10. Torno Manual.....	32
Figura 11. Modelado Universidad Militar Nueva Granada.....	33
Figura 12. Modelado del taller de mecanizado de la Universidad Militar Nueva Granada.....	33
Figura 13. Modelado torno manual.....	34
Figura 14. Modelado de una pieza en cada etapa del mecanizado.....	34
Figura 15. Estructura Torno.....	35
Figura 16. Representación de Collider .....	37
Figura 17. Interfaz Gráfica UNITY.....	45
Figura 18. Resultado de la Aplicación .....	47
Figura 19. Gráfica Primera Pregunta .....	57
Figura 20. Gráfica Segunda Pregunta .....	58
Figura 21. Gráfica Tercera Pregunta .....	58
Figura 22. Gráfica Cuarta Pregunta .....	59
Figura 23. Gráfica Quinta Pregunta .....	59
Figura 24. Gráfica Sexta Pregunta.....	60
Figura 25. Gráfica Séptima Pregunta.....	60

## 1. Introducción

La Ingeniería en Mecatrónica es una sinergia de varias ingenierías como lo son la Ingeniería Mecánica y la Ingeniería de Sistemas entre otras. Sacándole provecho a dicha sinergia y a todos los conocimientos adquiridos en la carrera, se pretendió unir dos herramientas muy básicas en cada área nombrada, como lo es el torno en la Ingeniería Mecánica y la Realidad Virtual en la Ingeniería de Sistemas.

La unión e interacción entre ambos sistemas o herramientas no se podría hacer, sin un conocimiento básico de cada área o ingeniería, lo que haría este proyecto innovador para ambas áreas. La utilización o el uso que se le quiere dar, es para ayudar a desarrollar conocimientos del torno sin necesariamente tórnelo físicamente, explicando las partes que lo conforman y su debido funcionamiento, como también precauciones y cuidados a tener en cuenta a la hora de utilizarlo en la vida real.

Con el auge de la tecnología, el incremento de las aplicaciones y las diversas formas de entrada a las comunicaciones del mundo moderno, hacen que se incrementen paulatinamente los requerimientos por parte de todo tipo de usuarios. La fuerza laboral exige precisión, velocidad y recorte de distancias. Por ello la tecnología ha provisto herramientas como la realidad virtual, desde la Ingeniería Mecatrónica, por ejemplo que puede desde sus diferentes campos proveer soluciones prácticas a un tema como la capacitación.

En particular se hace referencia al tema del taller mecanizado de Ingeniería Mecatrónica en la Universidad Militar, la idea es permitir el acceso a los estudiantes en forma masiva al taller, específicamente al proceso de torneado, de manera que todos puedan tener la oportunidad de realizar prácticas desde la realidad virtual, y así poder ampliar la posibilidad estudiantil de trabajar en esta práctica tan necesaria.

Uno de los temas que se incluyen en este trabajo es el concepto de realidad virtual que es una tecnología que puede ser aplicada a cualquier campo como la mecánica, electrónica e incluso procesos de control, porque se tiene la necesidad de encontrar una forma diferente para enseñar un proceso de torneado de una forma diferente a la realidad misma. La idea es mostrar un prototipo mecatrónico que permita el acceso a este procedimiento sin que tenga que estar presente en forma física y además le permita acceder, sin que implique un gran costo que si significaría si se replicaran varios laboratorios físicos para las prácticas y el aprendizaje.



La realidad virtual se usa entonces para realizar sistemas que son difíciles de armar en la realidad, en masa o para procedimientos que serían costosos de replicar si tuvieran que hacerse, como es el caso de los simuladores de enfrentamientos bélicos, o simuladores de vuelo. Por ello y para profundizar el tema se propone realizar mundos virtuales que en este trabajo están compuestos por un espacio tridimensional, en donde existen objetos interactivos. En estos mundos virtuales el usuario podrá adentrarse e interactuar con los objetos que allí se encuentran.

Para hacer mayor precisión se debe tener en cuenta que existen unos parámetros básicos que deben contener los objetos elaborados en realidad virtual y que serán hechos en el presente trabajo: Punto de vista que es el punto desde donde se está viendo la escena. Navegación; es la habilidad de mover este punto de vista y darle nuevas perspectivas, manipulación: es la capacidad de interactuar con los objetos de la escena presentada e inmersión que busca darnos una condición que permite el movimiento dentro del mundo creado.

## **2. Objetivo General**

Desarrollar un ambiente virtual de aprendizaje del taller de diseño mecánico de la Universidad Militar Nueva Granada

### **2.1 Objetivos Específicos**

- Caracterizar el proceso de torneado del taller de mecanizado para elaborar la base de un ambiente virtual de aprendizaje.
- Determinar todos los componentes necesarios para la elaboración del ambiente virtual para así lograr una alta inmersión dentro del proceso.
- Identificar y comprender las principales estrategias que enmarcan la incorporación de la realidad virtual como base para entender su implementación en los procesos educativos, mediante un prototipo mecatrónico, diseñado a partir del taller de mecanizado de la Universidad Militar Nueva Granda
- Desarrollar un prototipo del ambiente virtual de aprendizaje.

### **3. Marco Teórico**

El marco teórico, que se desarrolla a continuación, permite entender el desarrollo del proyecto desde un punto de vista técnico, explicando brevemente los conceptos básicos más utilizados en estos entornos.

Primero iniciaremos con la definición general de mecanizado, tema que se quiere desarrollar en el proyecto, explicando brevemente los procesos más relevantes que lo componen.

Posteriormente se explicará de una manera más detallada la definición de torneado, así como las diferentes actividades que se pueden realizar con el torno manual. En este punto se describirá los componentes más importantes del torno, incluyendo unas pequeñas sugerencias para el manejo del mismo, terminando así la caracterización de los procesos que se quieren representar en la aplicación final.

Cambiando un poco de tema, se definirá los conceptos básicos de Realidad Virtual, así como sus principales componentes, y la importancia que tiene en los ambientes virtuales de aprendizaje.

Por último, se definirá lo que significa un Objeto Virtual de Aprendizaje (OVA), explicando sus ventajas y como se puede implementar esta aplicación en cursos de pregrado de la universidad.

#### **3.1 Mecanizado**

El mecanizado se define como un conjunto de operaciones de eliminación de material en un proceso de fabricación. Existen dos tipos de mecanizado, por arranque de viruta o por abrasión, partiendo de productos semielaborados provenientes de otros procesos donde se realiza tratamiento de materiales.

Dentro de todos los procesos de mecanizado, existen tres factores básicos a tener en cuenta que son: velocidad, avance y profundidad de corte. Hay otros factores como el tipo de herramienta a utilizar o el tipo de material que tienen una gran importancia dentro del proceso, sin embargo, las tres anteriores son las que el operador puede manipular independientemente de las demás. [2]

3.1.1 Velocidad: Hace referencia a la velocidad de rotación de la máquina. Se expresa en revoluciones por unidad de tiempo. También está la velocidad de

corte, que corresponde a cada diámetro de trabajo, así la velocidad de rotación este constante.

3.1.2 Avance: Este factor se refiere específicamente al desplazamiento de la herramienta de corte con respecto a la revolución de la máquina, se expresa como la distancia longitudinal realizada por la herramienta por revolución de la máquina (En el caso del torno, las revoluciones del husillo)

3.1.3 Profundidad de Corte: Básicamente hace referencia al espesor, diámetro o radio, que es removido en la operación de mecanizado. Esta medida se expresa en milímetros o la unidad que se determine para el proyecto. [3]

Todos los procesos de mecanizado están agrupados en tres grandes grupos que son: mecanizado sin arranque de viruta (sinterizado, laminación, estampado, trefilado, entre otras), mecanizado con arranque de viruta (taladrado, cepillado, torneado, fresado, entre otros) y el mecanizado por abrasión.

3.1.4 Mecanizado sin arranque de viruta: Son los procesos que no requieren de eliminación de material, básicamente consiste en un amasado de material. Dentro de los procesos más conocidos están: la forja, el doblado, el laminado, el prensado, el estirado, el acuñado, el repujado, el estampado, entre otros.

Las siguientes son una breve descripción de algunos de los procesos de mecanizado sin arranque de viruta:

- La forja: Es un proceso de conformado por deformación, que se puede realizar en frío o en caliente, donde la deformación se realiza por medio de la aplicación de fuerzas de compresión. El objetivo de este proceso es dar forma y propiedades especiales a determinados metales y aleaciones mediante la aplicación de grandes presiones. La deformación se puede realizar de dos formas, por presión constante usando prensas, o por impacto usando golpes intermitentes de martillos.
- El doblado: Esta operación consiste en realizar una transformación plástica de una lámina cambiando su forma o geometría, usando normalmente una prensa que cuenta con una matriz y un punzón para realizar presión sobre la lámina. En este proceso se debe tener en cuenta factores como la elasticidad del material, radios interiores y ángulos de doblado, que pueden influir en el proceso.

- El laminado: Es un proceso por medio del cual se reduce el espesor de una lámina de metal aplicando presiones constantes. En esta operación es importante tener en cuenta la maleabilidad del material para su tratamiento. Este proceso se puede realizar en caliente, en temperaturas muchos mayores a la de re cristalización, o se puede realizar en frío.
- Prensado: Este proceso de fabricación se utiliza para la reducción de porosidad de metales y el cambio de densidad de materiales cerámicos. Esta técnica es utilizada principalmente para mejorar las propiedades mecánicas y la viabilidad de los materiales. En el proceso en caliente se somete al material a elevadas temperaturas y presión de gas en un recipiente especial de alta presión. El gas más utilizado para este proceso es el argón, con el fin de que el material no tenga ninguna reacción química. Dentro de la cámara la presión aumenta mucho debido a los aumentos de temperatura y la pieza es sometida a una presión constante en todas las direcciones. Una de las ventajas de este procedimiento es la obtención de piezas con formas muy complejas con propiedades muy regulares.
- Estirado: Este procedimiento se utiliza en materiales dúctiles, mediante el cual se deforma el material estirándolo a través de orificios calibrados, denominados hileras. Básicamente esta técnica consiste en la aplicación de una fuerza que obligue a un metal a pasar por un orificio, donde se controla la geometría y el tamaño de la sección de salida. Este proceso puede partir de láminas para formar tazas cilíndricas o formas regulares, con mucha o poca profundidad, etc. [4]

3.1.5 Mecanizado por abrasión: La abrasión es la eliminación de material desgastando la pieza, desprendiendo partículas de material por medio de la acción mecánica de rozamiento y desgaste. Para este proceso se requiere de una herramienta especializada, con la cual podemos obtener una precisión bastante buena, sin embargo los tiempos de producción son muy prolongados.

3.1.6 Mecanizado por arranque de viruta: Es el proceso donde arrancando o cortando material con herramientas especializadas, se logra dar forma a una pieza. Este proceso se puede dividir en dos partes, el mecanizado por desbaste donde se elimina bastante material pero con poca precisión, y el acabado donde

se elimina poco material pero aumenta la precisión. Los procesos más representativos de mecanizado por arranque de viruta son: el taladrado, cepillado, torneado, fresado, entre otros.

- **Taladrado:** Esta operación de mecanizado tiene como objetivo realizar agujeros cilíndricos en cualquier pieza, usando la broca como su principal herramienta de trabajo. Existen muchas máquinas con la capacidad de realizar este trabajo como lo son, taladros portátiles, máquinas taladradoras, fresadoras, mandriladora, tornos, o tornos controlados por computadoras (CNC). Es uno de los procesos de mayor importancia dentro de las técnicas de mecanizado debido a su facilidad de realización y por su amplio uso en las industrias se ha hecho necesario en la mayoría de los componentes que se fabrican.
- **Cepillado:** Es una operación mecánica que tiene como finalidad remover material para producir superficies planas, cóncavas o convexas en cualquier sentido. Principalmente se utiliza una cepilladora que sujeta la pieza de trabajo con una prensa, y por medio de un brazo o carro de vaivén, corta material a una profundidad deseada. La desventaja de este procedimiento es su lentitud de trabajo, y su limitación en la capacidad para quitar material.
- **Fresado:** Es una operación de corte de material, donde se utiliza una herramienta rotativa con varios filos, que se denominan dientes, labios o plaquitas, de metal duro. Básicamente se programa un avance en la mesa de trabajo en cualquiera de los tres ejes posibles donde se encuentra la pieza. Y por medio de la rotación de la herramienta de corte, se produce el arranque de viruta. [5]

### **3.2 Torneado**

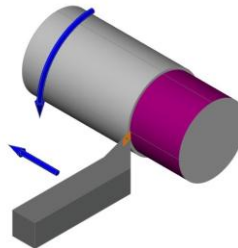
El proceso de torneado se utiliza para la fabricación de piezas por revolución. Básicamente se coloca una pieza que gira sobre un eje, y con herramientas especiales se arranca viruta para lograr diferentes tipos de operaciones, como cilindrado, refrentado, moleteado, roscado, perfilado, entre otros. Para realizar el torneado, por lo general se cuenta con portaherramientas especiales que permiten trabajar sobre una pieza y hacer cualquier trabajo que se desee. Entre los más importantes están los porta-brochas, para realizar agujeros cilíndricos, o torretas para fijación de herramientas de acero. Actualmente, para una mayor precisión del

trabajo, los procesos de mecanizado se realizan en un torno CNC (Torno de control numérico por computador), donde su mayor ventaja es la posibilidad de producción en masa. Sin embargo el torno manual aún es muy usado para prototipos que se requiera la mano humana para su elaboración. [6]

Entre los tipos de torneado podemos diferenciar dos grandes grupos que son: El torneado exterior como por ejemplo el cilindrado, refrentado, ranurado, roscado, cortes perfilados, entre otros. Y el torneado interior donde también encontramos cilindrados, refrentados, perfilados, o roscados.

### 3.2.1 Cilindrado

Figura 1. Representación proceso cilindrado



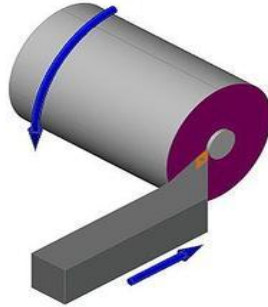
Fuente. Tomado de internet.

Es uno de los procesos más importantes que se realizan en un torno. Básicamente se es la obtención de una superficie cilíndrica circular, por revolución cuando la herramienta se desplaza paralelamente al eje de giro, arrancando viruta. Es decir, se reduce el diámetro del material hasta lograr la pieza deseada. Existen algunos factores que influyen en la selección de la herramienta para realizar el trabajo entre las que están: [7]

- Material de la pieza a fabricar
- Condiciones de mecanizado; corte continuo, discontinuidades de corte, etc.
- Profundidad de corte y avance.
- Datos de corte.

### 3.2.2 Refrentado

Figura 2. Representación proceso refrentado

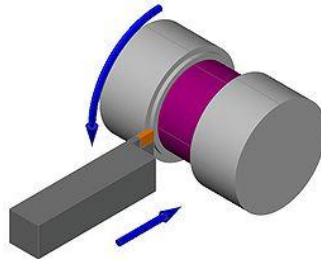


Fuente. Fuente. Tomado de internet.

Esta operación también es muy utilizada en los procesos del torno manual. Consiste en el corte de material frontal de la pieza. Es decir la herramienta hace un desplazamiento perpendicular al eje de giro, logrando una cara plana en la pieza final de trabajo. Así como el cilindrado se trabaja mediante la reducción de material con la diferencia que el refrentado trabaja sobre las superficies planas del material. El principal inconveniente que tiene esta operación es la disminución de la velocidad de corte conforme se avanza hacia el centro de la pieza.

### 3.2.3 Ranurado

Figura 3. Representación proceso ranurado



Fuente. Fuente. Tomado de internet.

Este proceso es muy similar al cilindrado. Su principal característica es la realización de ranuras con anchuras y profundidades variables en la pieza que se tornean. Existen varios tipos de ranurado que varían de acuerdo a la herramienta que se utilice y las funcionalidades de este proceso son muchas entre las que están: alojar un junta tórica, salida de rosca, arandelas de presión entre otras.



### 3.2.4 Roscado

El roscado es un proceso mediante el cual, se realiza un roscado en una pieza por revolución. En la actualidad existen dos sistemas de roscado que se pueden hacer: utilizando la caja de Norton (mecanismo compuesto por varios engranajes que se acomodan de acuerdo a los diferentes pasos de las piezas a roscar), y el roscado realizado en torno CNC donde todo el proceso están completamente programado. Sin importar el sistema que se utilice, existen dos tipos de roscado, los exteriores para la realización de tornillos o los internos para la realización de tuercas.

Específicamente en el torno paralelo o torno manual, sin importar si son roscas exteriores o interiores, se usa la Caja Norton, que facilita la tarea y evita el cambio de engranajes cada que haya que realizar algún tipo de roscado. Normalmente para su realización se tienen que realizar otros tipos de operaciones como el cilindrado, el refrentado y ranurado. [8]

### 3.3 Torno

El torno es una máquina compuesta por engranajes que hace girar un cilindro alrededor de un eje, y actúa sobre la resistencia de una cuerda que se enrolla en un cilindro. En la industria es utilizado principalmente para el mecanizado geométrico de algunas piezas. Su funcionamiento básico consiste en girar una pieza sobre un eje, mientras una herramienta de corte arranca viruta según lo deseado. Existen diversos tipos de tornos que se explican a continuación:

El torno usado en alfarería, es una máquina de tracción con una platina soldada a un eje. Esta platina gira con una velocidad que el operador puede variar, mientras modela y trabaja en arcilla o pastas cerámicas.

El torno dental, usado principalmente en odontología, fue creado partiendo del mecanismo de un reloj de cuerda para hacer girar una pequeña herramienta sobre los dientes.

El torno revolver, diseñado para trabajar simultáneamente con varias herramientas sobre una misma pieza, tiene como objetivo la optimización de tiempos de trabajo, disminuyendo considerablemente el tiempo de mecanizado sobre una misma pieza. Su diseño tiene un aspecto similar a un casquillo, de forma tubular hecha en diferentes materiales como plástico, metal o cobre.

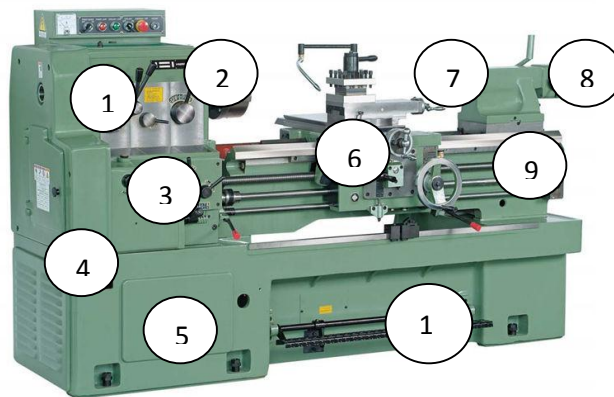
La disposición de las herramientas de trabajo de este torno, es mediante un carro con una torreta giratoria de forma hexagonal. También podemos trabajar de forma individual la pieza, fijándolas a un plato con un mecanismo hidráulico que lo mantiene en su posición.

Otro tipo de torno es el automático, que permite trabajar de forma completamente automática, desde el mecanizado hasta la alimentación de la barra para el trabajo de cada pieza. Se pueden dividir en dos grupos que son, los tornos automáticos con un solo husillo, que se usan principalmente para el trabajo con piezas de pequeñas dimensiones, para producciones en masa o los tornos automáticos con varios husillos que se utilizan con piezas de mayor tamaño y permite mecanizar cada parte por separado. Una de las mayores ventajas de este torno con respecto al torno manual es el ahorro de tiempo que representa el trabajo en ambas máquina. Sin embargo, esta máquina requiere un trabajo adicional de mantenimiento de personal especializado.

El torno vertical, posee un eje vertical, y fue diseñado con el fin de mecanizar piezas de tamaños considerablemente grandes, y difíciles de manipular en otras posiciones. [9]

### 3.3.1 Partes del Torno Paralelo

Figura 4. Torno Virtual, enumeración de las partes.



Fuente. Tomada a internet

La figura anterior es la configuración más común del torno manual, que se encuentra en el mercado, y en la mayoría de las universidades para su

enseñanza. A continuación se hará una pequeña explicación de cada una de las partes que lo componen:

1. Motor de accionamiento y cabezal.
2. Husillo principal
3. Caja de velocidades
4. Caja velocidad de avance
5. Transmisión
6. Carro longitudinal, carro transversal, carro compuesto y torreta
7. Contrapunta
8. Guía de bancada
9. Tornillo patrón, eje de transmisión y Barra de avance
10. Freno de emergencia

Es importante conocer los conceptos básicos que componen un torno manual, para poder entender mejor su funcionamiento y saber cuál es el límite que tiene la máquina. Dentro de las acciones más comunes del torno manual, están el refrentado, torneado cilíndrico, torneado cónico, troceado, ranurado, moleteado, entre otras.

- Bancada: Es un zócalo de fundición soportado por uno o más pies, que sirve de apoyo y guía a las demás partes principales del torno. La fundición debe ser de la mejor calidad; debe tener dimensiones apropiadas y suficientes para soportar las fuerzas que se originan durante el trabajo, sin experimentar deformación apreciable, aún en los casos más desfavorables. Para facilitar la resistencia suele llevar unos nervios centrales. Las guías han de servir de perfecto asiento y permitir un deslizamiento suave y sin juego al carro y contracabezal. Deben estar perfectamente rasqueteadas o rectificadas. Es corriente que hayan recibido un tratamiento de temple superficial, para resistir el desgaste. A veces, las guías se hacen postizas, de acero templado y rectificado.
- Cabezal: Es una caja fijada al extremo de la bancada por medio de tornillos o bridas. En ella va alojado el eje principal, que es el que proporciona el movimiento a la pieza. En su interior suele ir alojado el mecanismo para lograr las distintas velocidades, que se seleccionan por medio de mandos adecuados, desde el exterior. El mecanismo que más se emplea para lograr las distintas velocidades es por medio de trenes de engranajes.

- Eje principal: Es el órgano que más esfuerzos realiza durante el trabajo. Por consiguiente, debe ser robusto y estar perfectamente guiado por los rodamientos, para que no haya desviaciones ni vibraciones. Para facilitar el trabajo en barras largas suele ser hueco. En la parte anterior lleva un cono interior, perfectamente rectificado, para poder recibir el punto y servir de apoyo a las piezas que se han de torneear entre puntos. En el mismo extremo, y por su parte exterior, debe llevar un sistema para poder colocar un plato portapiezas.
- Contracabezal o cabezal móvil: El contracabezal o cabezal móvil, llamado impropriamente contrapunta, consta de dos piezas de fundición, de las cuales una se desliza sobre la bancada y la otra puede moverse transversalmente sobre la primera, mediante uno o dos tornillos. Ambas pueden fijarse en cualquier punto de la bancada mediante una tuerca y un tornillo de cabeza de grandes dimensiones que se desliza por la parte inferior de la bancada.
- Carros: En el torno la herramienta cortante se fija en el conjunto denominado carro.
- Carro principal: Consta de dos partes, una de las cuales se desliza sobre la bancada y la otra, llamada delantal, está atornillada a la primera y desciende por la parte anterior. El delantal lleva en su parte interna los dispositivos para obtener los movimientos automáticos y manuales de la herramienta, mediante ellos, efectuar las operaciones de roscar, cilindrar y refrentar.
- Carro transversal: El carro principal lleva una guía perpendicular a los de la bancada y sobre ella se desliza el carro transversal. Puede moverse a mano, para dar la profundidad de pasada o acercar la herramienta a la pieza, o bien se puede mover automáticamente para refrentar con el mecanismo ya explicado.
- Torreta: El carro orientable o torreta, llamado también carro portaherramientas, está apoyado sobre una pieza llamada plataforma

giratoria, que puede girar alrededor de un eje central y fijarse en cualquier posición al carro transversal por medio de cuatro tornillos. El movimiento no suele ser automático, sino a mano, mediante un husillo que se da vueltas por medio de una manivela o un pequeño volante. [10]

Después de realizar una pequeña descripción de las partes más importantes que componen el torno, ya se tiene una base sólida para su utilización y manejo. Sin embargo a continuación se hará una pequeña explicación para el uso adecuado de un torno manual.

Al momento de manejar un torno manual, es de vital importancia la concentración en todo el manejo de la máquina, desde la utilización de cada herramienta hasta la dirección de rotación que debe girar el torno para un corte apropiado. El torno puede cambiar su dirección de giro (en sentido de las manecillas del reloj o hacia el lado contrario) si el operador lo desea, pero está sujeto al tipo de cortador que se esté utilizando.

Adicional a esto se puede llevar un control preciso de las dimensiones de la pieza que se están mecanizando mediante las ruedas del micrómetro incluidas en el torno. Sin embargo, es recomendable llevar adicionalmente el control con un calibrador para una mayor exactitud.

### 3.3.2 Instrucciones de Uso

Usa una llave de mandril específicamente diseñada para que tu torno abra las mordazas en el husillo principal para introducir el material en crudo para tornearse. Este paso es de vital importancia ya que se podrá evitar el deslizamiento de la pieza y no provocar daños en la máquina o las herramientas de corte.

Cierra las mordazas girando la llave en la dirección opuesta. Si estás sosteniendo un pedazo sólido de metal, puedes utilizar tanta fuerza como sea necesaria. Sin embargo, hay que tener precauciones si el material es hueco o es de un metal suave.

Enciende el torno accionando la palanca adecuada en la máquina. Los tornos tienen diferentes configuraciones, así que es de vital importancia localizar la palanca de arranque del torno. Hay que estar pendiente de la dirección de giro del husillo, ya que de esto dependerá la escogencia de la herramienta adecuada.

Al momento de tener el torno en funcionamiento, localizar la herramienta de corte escogida, cerca del material que se quiere mecanizar. Eliminar material en crudo para tener un mejor espacio de trabajo y establecer las coordenadas de inicio para tener una mayor precisión.

Realizar cortes moviendo el carro principal, para realizar el proceso de mecanizado. Hay que tener en cuenta que este proceso se realiza en dos etapas. La primera que consiste en desbaste de material, donde el acabado es muy áspero. El segundo que consiste en un pulir el material, la superficie tendrá un acabado fino, propicio para realizar otros trabajos de mecanizado. [11]

Estos fueron algunos de los pasos más representativos para el uso de un torno manual. Puede variar de acuerdo a la herramienta de corte escogida, o el proceso a mecanizar que se desee realizar.

### **3.4 Realidad Virtual**

La realidad virtual se podría definir como un sistema informático que genera en tiempo real representaciones de la realidad, que de hecho no son más que ilusiones ya que se trata de una realidad perceptiva sin ningún soporte físico y que únicamente se da en el interior de los ordenadores. En términos generales es un mundo virtual generado por computadora, en donde el usuario tiene la sensación de estar en el interior del mismo, con la posibilidad de interactuar con el mundo y los objetos que lo componen.

La simulación que hace la realidad virtual se puede referir a escenas virtuales, creando un mundo virtual que sólo existe en el ordenador de lugares u objetos que existen en la realidad. También permite capturar la voluntad implícita del usuario en sus movimientos naturales proyectándolos en el mundo virtual que estamos generando.

Adicionalmente estos ambientes nos permiten hundirnos en los nuevos mundos, desconectando los sentidos completamente de la realidad, teniendo la sensación de que este nuevo escenario virtual es la realidad.

Dentro de las aplicaciones que se desarrollan en la actualidad podremos destacar la reconstrucción de herencia cultural simulando piezas únicas de la antigüedad y la medicina simulando virtualmente el cuerpo humano, recreando en tres dimensiones con mucha exactitud las diferentes partes de cuerpo.

La realidad virtual se puede dividir según el tipo de inmersión y si es individual o compartida.

**Realidad Virtual Inmersiva:** Se consigue inmersión total mediante periféricos como cascos, gafas, posicionadores, etc. Hasta el punto de sentirse fuera de la realidad.

**Realidad Virtual Semiinmersiva:** Es una interacción con un mundo virtual, pero sin estar sumergido en el mismo, por ejemplo a través de un computador o una pantalla de televisión. El ejemplo más claro de este tipo de realidad virtual son los videojuegos de la actualidad que no requieren de ningún hardware especializado.

**Realidad Virtual Humano-Maquina:** Solo puede interactuar una persona por mundo virtual, como por ejemplo los juegos que no permite el multi-jugador, o los cinemas en 3D.

**Realidad Virtual Humanos-Maquina:** Brinda la posibilidad de que varias personas compartan el mismo mundo virtual teniendo la libertad de interactuar al mismo tiempo con los demás usuarios.

Llevando la realidad virtual a otro nivel de complejidad, podemos encontrar sistemas inteligentes en el manejo de la información del usuario, que nos permite interactuar con dicha información de una manera inmersiva, donde literalmente se desconectan los cinco sentidos de la realidad, y se genera la sensación de estar dentro del mundo computacional. [12]

### 3.4.1 Ambiente Virtual

La principal interacción de forma hombre computador, es la inmersión humana en entornos computarizados, donde el computador está en la capacidad de generar estímulos sensoriales capaces de confundir los sentidos y por consecuencia a todo el cuerpo. Estos estímulos deben ser capaces de ser decodificados por el sistema perceptivo del humano y así generar una realidad alterna.

### 3.4.2 Rasgos Básicos de un Sistema de Realidad Virtual (RV).

El termino de realidad virtual, ya que ha sido empleado para describir varios tipos de sistemas gráficos, genera confusión al momento de evaluar, un ambiente virtual. Sin embargo, se han desarrollado algunas características con las que se podría definir un sistema como realidad virtual. Estas son las características:

- Ubicación de un objeto real en un mundo virtual, mediante envío de información con diferentes herramientas de realidad virtual.

- Lograr una interacción al momento de cambiar coordenadas de un objeto real en el ambiente virtual.
- Generar una respuesta en el mundo real, si existe alguna alteración o interacción dentro del mundo virtual
- Permitir el manejo e interacción de gráficas tridimensionales en tiempo real.

### 3.4.3 Áreas de Aplicación

Las principales áreas de aplicación son en el entrenamiento y educación superior, en ingeniería y planeación. Puede combinarse para la construcción, visualización y procesos de interacción para áreas como:

- Planeación de ciudades
- Planeación ambiental
- Arquitectura
- Diseño interior
- Administración de plantas eléctricas
- Ingeniería Civil y Mecánica

Los aspectos específicos incluyen la construcción, ensamblaje/desarme y evaluación de diseños y alternativas.

## **3.5 Metodología Estrategica para a Incorporación Virtual a los Procesos de Aprendizaje**

El ritmo evolutivo de la sociedad, hoy en día pone ante todos nosotros una tarea inmensa para no ser inferiores a las circunstancias. La revolución tecnológica, siendo una de las expresiones más claras de la grandeza del hombre, ha marcado nuevas pautas de desarrollo en todas nuestras sociedades de tal forma que ha reorganizado la forma como vivimos, comunicamos y por su puesto aprendemos.

La educación siendo pilar importante dentro de las culturas de los pueblos, no puede abstraerse de esta realidad. El surgimiento continuo de nuevos conocimientos, el manejo de grandes cantidades de información y las posibilidades de acceso a estas, plantean nuevas perspectivas sobre la forma como el hombre hacia futuro debe asumir sus procesos de aprendizaje.

Desde la educación presencial hasta las recientes formas educativas desarrolladas en entornos virtuales, las nuevas tecnologías de la información entran a formar parte de sus realidades. Es por esto que aquí se entra a

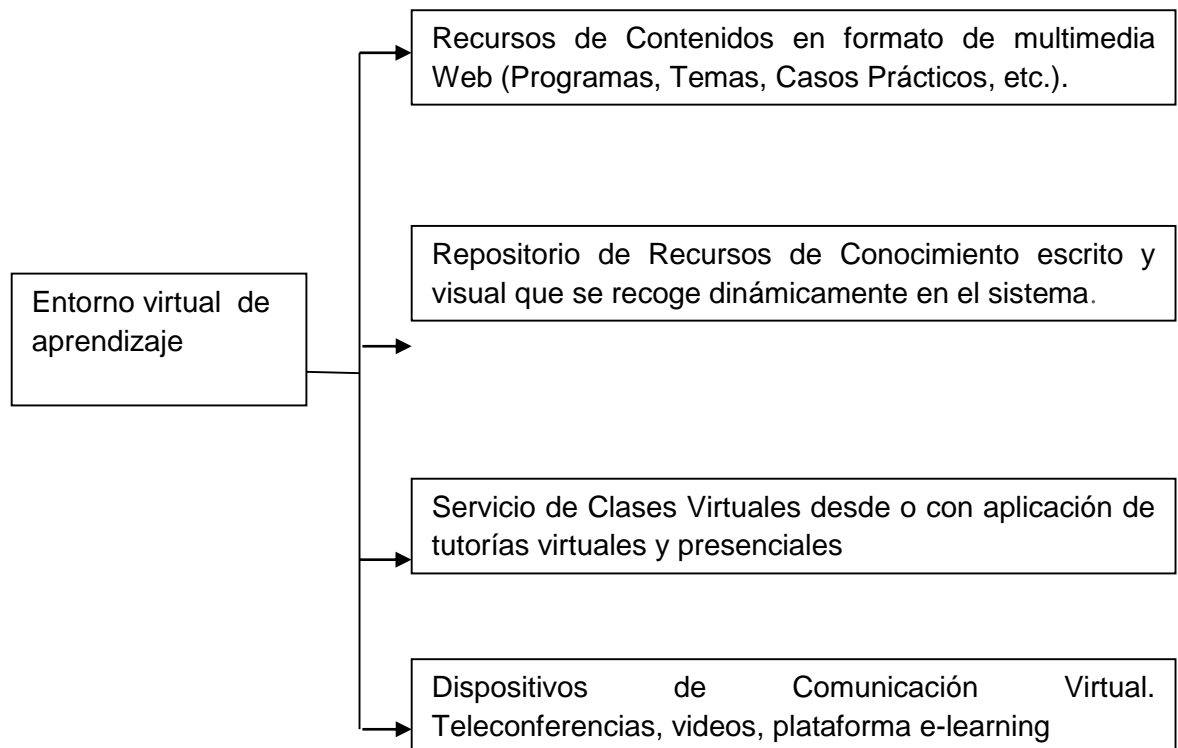


cuestionar si las teorías pedagógicas actuales que describen los principios y procesos de aprendizaje realmente responden a esta nueva coyuntura. Cómo y de qué manera la realidad tecnológica que se vive, es reflejada en los procesos de enseñanza y aprendizaje. Y por último, ¿existen mecanismos eficaces para introducir la educación virtual dentro los mismos paradigmas de las teorías pedagógicas desarrolladas desde el siglo pasado?

Pensamos que sí, está en hacer los procesos de educación ligados a la tecnología, de esta forma muchos de estos principios sirven de soporte a los cambios que los procesos educativos han tenido en los últimos tiempos. Muchas veces la educación detrás de la tecnología dado que ésta ha venido siendo una ciencia adscrita a otras, como la psicología.

Un nuevo modelo de Educación ha venido involucrándose dentro de los procesos de enseñanza–aprendizaje en las empresas y entidades académicas del mundo, que permite logros significativos en aumentos de calidad y cobertura: La Educación Virtual

Dentro de estos cambios y beneficios que podrán percibir con esta modalidad tenemos:



## Ventajas de la educación virtual incluyendo elementos tecnológicos

- Ubicación organizada y funcional del contenido escrito y virtual – La información básica que se presenta en los cursos es consistente para todos los estudiantes reduciendo la posibilidad de errores de interpretación. También es consistente entre grupos diferentes del mismo curso.
- Personalización de los recursos de comunicación virtual – La información puede adaptarse a los diferentes usuarios debido a la modularidad de los contenidos. Los cursos y programas pueden ser modificados teniendo en cuenta el público al que van dirigidos. Un mismo curso puede ser adaptado, por ejemplo, para abogados o para médicos, con elementos adecuados a cada uno.
- Actualización rápida – Los cursos no son estáticos ni cerrados. Los profesores diseñadores instruccionales y adecuadores pueden actualizar los contenidos día a día y cada nuevo grupo de participantes obtiene la versión más reciente del curso.
- Modularidad de la presentación – Los cursos se pueden construir con una arquitectura de módulos intercambiables, lo que facilita el desarrollo de nuevos eventos de aprendizaje de diferente tamaño y duración. Tomando módulos de aquí y de allá, se puede construir un curso con un contenido diferente en muy corto plazo.
- Administración y seguimiento – Los sistemas de recursos virtuales permiten la medición y el seguimiento de la efectividad de un curso. Toda la actividad de los participantes y la interacción entre estos y tutores es registrada, de manera que se pueden detectar y corregir las debilidades de un recurso multimedial o de un evento de comunicación virtual rápidamente.
- Control y manejo de la información – A medida que nuevos productos educativos son desarrollados y las versiones viejas se vuelven obsoletas, se crea el reto para los administradores de los contenidos de mantener su biblioteca de cursos actualizada y completa. La compañía se ve obligada a crear un sistema organizado y efectivo de archivo digital incluyendo lo que se pueda registrar desde el ámbito presencial
- Aporte colaborativo - El archivo de documentos y módulos educativos se enriquece constantemente con los aportes no solo de los tutores, sino también de los participantes. Cada nuevo curso incluido dentro de lo multimedial y lo presencial es más completo y actual. Un glosario de términos de una disciplina, por ejemplo, se va construyendo con nuevos vocablos en cada edición del curso a partir de los aportes de los participantes.

- Patrimonio académico - Una de las grandes ganancias al permitir el acompañamiento de los cursos al mundo digital es que la entidad comienza a tener un registro tangible de su patrimonio académico. La base de su talento educativo ya no está solamente en las mentes, seguramente geniales, de sus maestros, sino que se transfieren a un sistema de administración de contenidos efectivo y perdurable.
- La modernización en la infraestructura – Implementar este proyecto abre el camino para que toda la entidad modernice su infraestructura tecnológica y este a la vanguardia frente a las demás entidades.
- Responsabilidad social - generando un cambio de mentalidad en la cultura pedagógica y computacional de los directivos y cuerpo de capacitadores y facilitadores quiénes son los responsables de la transferencia del conocimiento hace que los autores desarrollen cursos virtuales y presenciales que realmente satisfagan las necesidades educativas de los participantes convirtiéndose en embajadores del uso de las nuevas tecnologías, del presente y del futuro, a nuevas generaciones de educandos con la posibilidad de establecer o conformar redes interinstitucionales para ofrecer un mayor número y mejores programas académicos.

### 3.5.1 Modelo Presencial Clásico

La “educación presencial” es la tradicional, donde alumno y profesor comparten un espacio físico común, y el contexto del aprendizaje se da allí.

### 3.5.2 Modelo a Distancia

La “Educación a distancia” ya introduce la diferencia de que alumno y profesor no necesitan concurrir físicamente a un mismo espacio (aula). Por ejemplo se envía material por correo (físico o por mail) y los alumnos devuelven, por el mismo mecanismo los ejercicios o trabajos resueltos. Por ahí también puede incluir algún encuentro físico en oportunidades especiales (clases de apoyo – tutoriales – exámenes, etc)

### 3.5.3 Modelo Virtual

Por último la “Educación virtual”, surge como una de las más modernas formas de enseñanza-aprendizaje a través de redes actuales de comunicación, eliminando

todo obstáculo que signifique el acercamiento físico, (distancias) como asimismo insumo de tiempos estáticos (hora de clase física), tiempos asignados al proceso de aprendizaje y objetivos personales (librados al interés/posibilidades del alumno), y por supuesto los costos emergentes de esta actividad, entre muchas otras ventajas.

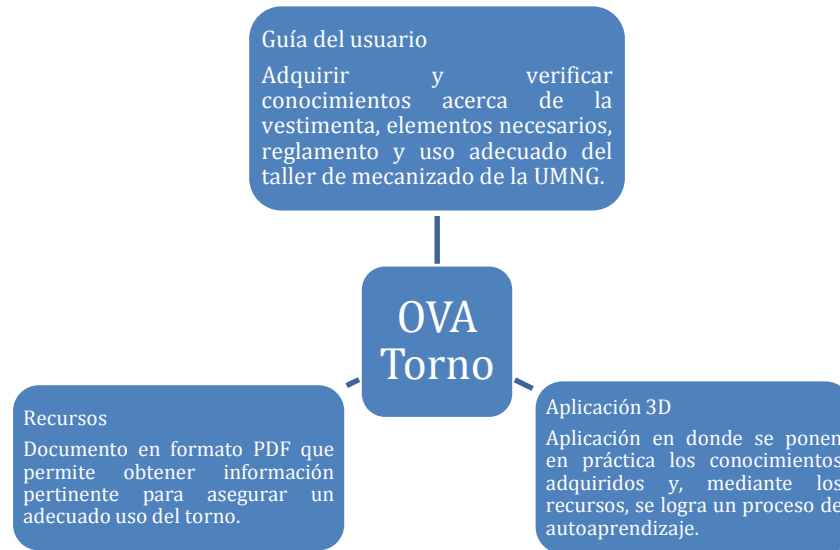
### **3.6 ¿Qué es un Objeto Virtual de Aprendizaje?**

OVA son las siglas para Objeto Virtual de Aprendizaje. Es un material digital de aprendizaje fundamentado en el uso de recursos tecnológicos, se plantea en función de una necesidad de aprendizaje específica y puede ser empleado gran cantidad de veces y en múltiples plataformas. [13]

Mediante la implementación de recursos multimedia se desarrolló un material de aprendizaje, el cual, a través de una guía virtual y un torno implementado en 3D y enfocado al taller de mecanizado de la Universidad Militar Nueva Granada permite adquirir conocimientos y realizar prácticas virtuales que faciliten el proceso de aprendizaje; igualmente se brinda como un recurso con disponibilidad permanente, dándole al estudiante la facilidad de acceder a información de manera constante y siempre que éste lo requiera; de esta forma se asegura que el alumno cuente con las herramientas necesarias para afianzar conocimientos.

El material acá presentado puede ser ajustado y modificado de acuerdo a las características que el docente o la asignatura requiera; por tanto es un material en constante actualización y que puede ser retroalimentado por futuros estudiantes y/o egresados de la Universidad.

Figura 5. Esquema OVA Torno



Fuente. Realizada por el autor.

### 3.6.1 Ventajas

- Permite integrar procesos formativos con el uso de las nuevas tecnologías de la información y la comunicación.
- Es un material reutilizable; puede ser aplicado a varios grupos de estudiantes de diferentes asignaturas.
- Es de fácil actualización, pudiéndose acomodar a las necesidades del momento.
- Puede adaptarse a múltiples fines educativos, plataformas y sistemas, lo que facilita su transmisión y aumenta el alcance que ésta puede tener.
- Ofrece un ahorro de tiempo tanto para docentes, alumnos e investigadores; al obtener la información de forma rápida y pertinente.
- Permite acceso simultáneo al material por parte de grandes cantidades de personas.
- Promueve el aprendizaje autónomo, significativo y el trabajo colaborativo. Lo cual se refleja en un proceso de aprendizaje hecho a la velocidad de cada estudiante.
- Objeto adaptable a los objetivos y/o metas de aprendizaje. [14]

### 3.6.2 ¿Cómo se puede integrar al uso de un curso de pregrado?

La integración de esta OVA para el aprendizaje en el funcionamiento y manejo del torno puede emplearse como un recurso didáctico incluido dentro del curso on-line en la plataforma Moodle.

De igual forma puede integrarse como un recurso que facilite la gestión del conocimiento por parte de los estudiantes convirtiéndose en una herramienta didáctica complementaria al modelo presencial de la asignatura.

## 4 Diseño de la Solución

El desarrollo del prototipo mecatronico es basado en software, es decir, que no realizara una aplicación física. Sin embargo, al ser el primer ejemplar que se realiza, y que sirve de molde para la creación de nuevos proyectos, presenta características básicas del concepto de prototipo. Este prototipo se divide en dos etapas para un mejor manejo de recursos gráficos y un acoplamiento situacional de la implementación de un torno virtual.

### 4.1 Desarrollo del Torno Virtual

Al momento de elaborar el torno en un ambiente virtual, se realizo una pequeña investigación de cuál sería la mejor herramienta en cuento a modelado y programación de la máquina. En este caso se tomo en cuenta programas que tienen una gran importancia en el campo de la realidad virtual

En cuanto a los programas especializados en modelado, se analizaron los siguientes programas. Blender, una herramienta gratuita que permite realizar trabajos de modelado de baja complejidad, ideal para trabajos pequeños. 3dMax, una herramienta muy completa, sin embargo es muy compleja de utilizar, lo que genera complicaciones al trabajar proyectos de gran escala. Finalmente, esta Maya, una herramienta con una interfaz gráfica muy amigable en comparación con la competencia, con una ventaja adicional del buen manejo que tiene en el campo de la animación.

En cuanto a los motores de realidad virtual, se eligió entre dos herramientas. La primera es UDK, especializada en modelados 3D y que permite manejar una mejor creatividad en los proyectos, en pocas palabras, es un sistema especializado en organizar los personajes, armas, música, entre otras cosas, dentro de un entorno virtual. [15]

Por otro lado esta Unity, un motor de videojuegos que se especializo en optimizar recursos, reducir el peso del proyecto y administra geometrías de forma inteligente, resultados que se ve en el producto final en diferentes computadores.

Unity es un ecosistema de desarrollo de juegos: un poderoso motor de renderizado totalmente integrado con un conjunto completo de herramientas intuitivas y flujos de trabajo rápido para crear contenido 3D interactivo; publicación multiplataforma sencilla; miles de activos de calidad, listos para usar en la Tienda de Activos y una Comunidad donde se intercambian conocimientos.

Para desarrolladores independientes y estudios, el ecosistema democratizador de Unity hace añicos las barreras de tiempo y costos para crear juegos singularmente bellos. Ellos utilizan Unity para ganarse la vida haciendo lo que les encanta: crear juegos que enganchan y deleitan a los jugadores en cualquier plataforma. [16]

Debido a esto se decide utilizar dos herramientas muy potentes, y que beneficiaban el proyecto desde el punto de vista funcional. Para este desarrollo se requirió de varias fases y procedimientos a describir.

#### 4.1.1 Investigación

En primera medida se realiza la recopilación de la información necesaria para el diseño, así como la búsqueda de imágenes y/o planos para facilitar la labor de modelado. Para éste caso se buscaron fotos panorámicas de la Universidad Militar Nueva Granada, buscando así desarrollar un modelo ajustado a la realidad; también se buscaron e hicieron registros fotográficos del taller de mecanizado para generar un ambiente visual en el cuál fuera sencillo ubicarse. Finalmente se realizó la búsqueda de imágenes de un torno de iguales características a los pertenecientes a la Universidad.

Figura 10. Torno Manual



Fuente. Imagen tomada de Internet

#### 4.1.2 Modelado

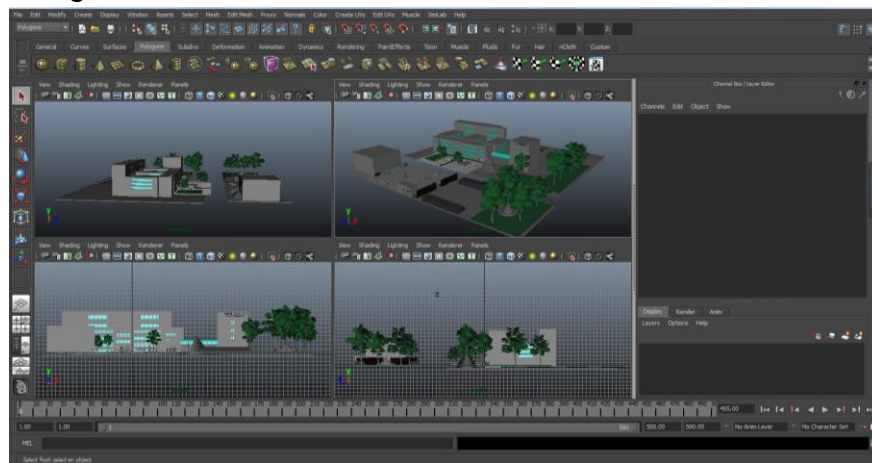
El modelado de la planta física de la Universidad Militar Nueva Granada, el taller de mecanizado, el torno y la pieza se realizaron en su totalidad en Maya Software



mediante polígonos editados por subdivisión, extrusión y transformación hasta alcanzar los respectivos modelados. Para la exportación a Unity, fue necesario trabajar los modelados en 3 partes:

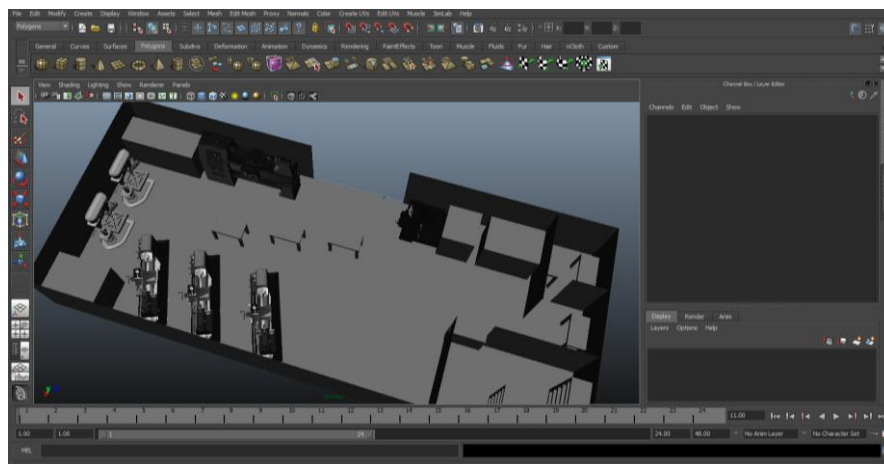
La Universidad Militar Nueva Granada junto con el taller de mecanizado, el cuál contó con una cámara que se desplazaba por todo el escenario, haciendo un seguimiento a un recorrido virtual que va desde la entrada de la universidad, pasando por la plaza cervantes hasta la entrada del bloque E, localizando el taller de mecanizado en ese sótano, y finalmente guiando al usuario hasta la ubicación del torno dentro del taller.

Figura 11. Modelado Universidad Militar Nueva Granada.



Fuente. Realizada por el autor

Figura 12. Modelado del taller de mecanizado de la Universidad Militar Nueva Granada



Fuente. Realizada por el autor

El torno, para el cuál fue necesario separar adecuadamente todas las piezas, facilitando así la programación.

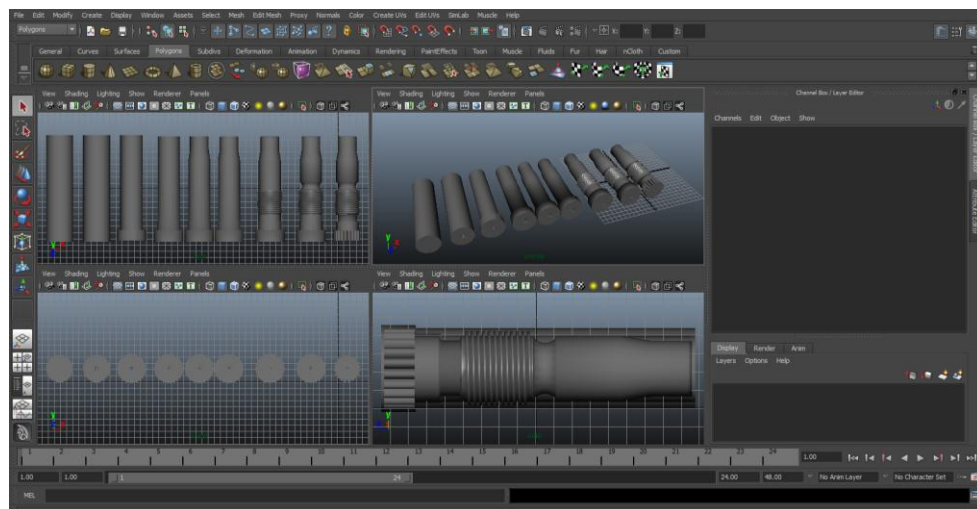
Figura 13. Modelado torno manual



Fuente. Realizada por el autor

Cada una de las piezas (9) donde se ve el proceso de edición y creación paso a paso, estas fueron exportadas en archivos por separado.

Figura 14. Modelado de una pieza en cada etapa del mecanizado.



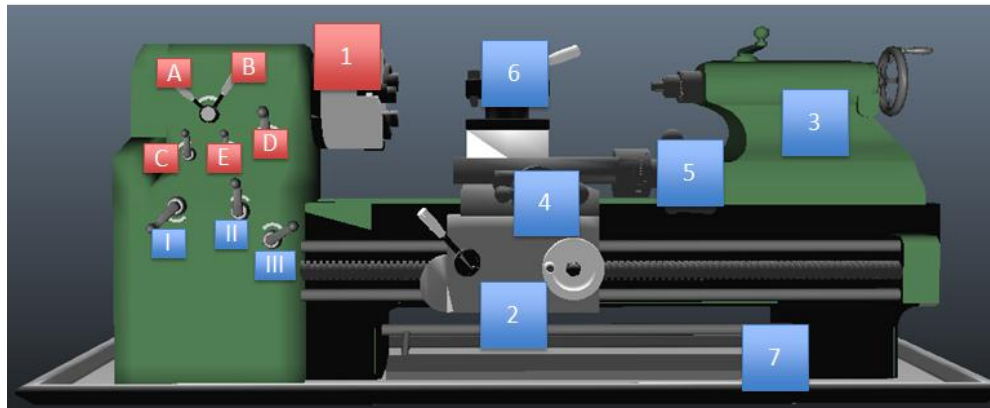
Fuente. Realizado por el autor

Todos los modelados fueron exportados en un formato admitido por Unity para la importación.

### 4.1.3 Integración

Se procedió primero a realizar la implementación y manejo del torno; para esto se generó una estructura que sirviera de base para la elaboración de todas las funciones:

Figura 15. Estructura Torno



Fuente. Realizada por el autor

A partir de la gráfica anterior se realizó la asignación de funciones de la siguiente forma:

#### PARTE 1

- Las llaves A, B, C, E, van a tener 3 topes de movimiento.
- La llave D tiene función de apagado/encendido del torno manual. Genera movimiento al husillo principal
- Cuando la llave A y la llave C estén en el tercer tope, la velocidad del husillo corresponderá a 500 RPM.
- Cuando la llave B se encuentre en el tope 2 y la llave C se encuentre en el primer tope, el husillo principal tendrá un velocidad de 700 RPM.
- Cuando la llave A se encuentre en el tope 2 y la llave E se encuentre en el tope 1, el husillo girará a una velocidad constante de 2700 RPM.
- Cuando la llave A y la llave E se encuentre en el tercer tope ambas, la velocidad del husillo corresponderá a 3200 RPM.
- Las llaves II y III tendrán 3 topes cada una. La llave I tendrá 9 topes.

- Cuando la llave III este en el primer tope y la llave I este en el cuarto tope el avance del carro principal será de 1´25.
- Cuando la llave III este en el segundo tope y la llave I este en el sexto tope el avance del carro principal será de 0´75.

## PARTE 2

- La llave, genera movimiento de forma manual al carro principal de derecha a izquierda.
- La palanca, le da el avance automático al carro principal dependiendo de las palancas I, II y III

## PARTE 3

- La palanca superior es un seguro.
- La llave, le da movimiento al centropunto para acercarlo o alejarlo de la pieza a mecanizar.

## PARTE 4

- Permite el movimiento al carro longitudinal, genera un movimiento de derecha a izquierda.

## PARTE 5

- Permite el movimiento al carro transversal en su dirección correspondiente.

## PARTE 6

- Seguro de la torreta, para ubicación de las herramientas de corte necesarias para el mecanizado.

## PARTE 7

- Freno de seguridad. Detiene cualquier tarea en cualquier momento del proceso de mecanizado.

Una vez se contó con el modelo se procedió a organizar y separar las piezas previo a importarlas en Unity, esta tarea se realizó agrupando cada una de las áreas o partes a realizar algún tipo de acción y/o movimiento.

Teniendo claridad sobre las tareas a ejecutar se procedió a importar el torno en Unity, primero se agrupó el torno en 5 grupos, los cuáles a su vez tienen unas subdivisiones que corresponden a las partes móviles de cada pieza principal, a cada pieza se le asignó un nombre para facilitar su reconocimiento de acuerdo a la gráfica Estructura Torno.

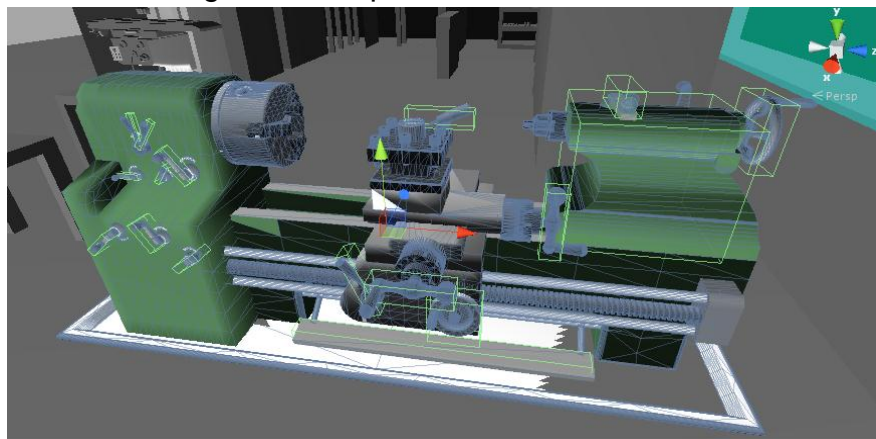
Se procedió a generar el Script para cada una de las piezas:

Se definieron 2 tipos de palancas:

- Las que se mueven por topes, es decir, que realizan una o varias paradas (stops), es decir, las palancas.
- Las que se mueven libremente, que correspondería a las llaves (piezas redondas).

Para detectar el momento en que el usuario hiciera clic sobre la pieza se requirió hacer uso de lo que se llama Collider, que gráficamente se ve representado en un rectángulo de interacción. Se ubicó en el escenario un Skybox, lo cual permitió dar un fondo a la animación que recrea un cielo real, este se modificó hasta dar la iluminación adecuada para que toda la animación se viera de forma ideal.

Figura 16. Representación de Collider



Fuente. Realizada por el autor

Se definió el movimiento para los controladores que así lo requirieran, mediante el empleo de los scripts SwitchBehaviour y LeverBehaviour.

Primero se declaró la clase LeverBehaviour para aquellas piezas que giran (ruedas):

```
using UnityEngine;
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;

public class LeverBehaviour : MonoBehaviour {
    public bool twist=true; //se va a girar o a deslizar
    private float mousePos; //posición del mouse
    public Vector3 direction; //en que eje se hará el movimiento
    //MonoBehaviour se refiere a un Script, será Slide o Rotation según el movimiento que se quiera
    MonoBehaviour move; //mueve el mismo objeto/palanca
    public MonoBehaviour externalMove; //en caso de que la palanca mueva otro objeto
```

Y se inicializó el movimiento con el mouse:

```
void Start()
{
    if(twist)
    {
        move=GetComponent<Rotation>();
        (move as Rotation).movement=direction;
    }
    else
    {
        move=GetComponent<Slide>();
        (move as Slide).movement=direction;
    }
}

void OnMouseDown()
{
    if(twist)
        if(direction.x!=0)
            mousePos=Input.mousePosition.y;
        else
            mousePos=Input.mousePosition.x;
    else
        if(direction.x!=0)
            mousePos=Input.mousePosition.x;
        else
            mousePos=Input.mousePosition.y;
}

void OnMouseDrag()
{
    float tempX=mousePos;
    float sensibility=1;
    //El movimiento de la palanca
    if(twist)
    {
        sensibility=10;
        if(direction.x!=0)
            tempX=Input.mousePosition.y;
        else
            tempX=Input.mousePosition.x;
        (move as Rotation).ToRotate((tempX-mousePos)*sensibility);
    }
```

```

    }
    else{
        sensibility=0.01f;
        if(direction.x!=0)
            tempX=Input.mousePosition.x;
        else
            tempX=Input.mousePosition.y;
        (move as Slide).Translate((tempX-mousePos)*sensibility);
    }
    //El movimiento del objeto externo
    if(externalMove!=null)
    {
        if(externalMove.GetType().Name=="Slide")
        {
            sensibility=0.002f;
            (externalMove as Slide).Translate((tempX-mousePos)*sensibility);
        }
        else if(externalMove.GetType().Name=="Rotation")
        {
            sensibility=10f;
            (externalMove as Rotation).Rotate((tempX-mousePos)*sensibility);
        }
    }
    mousePos=tempX;
}
}
}

```

También se declaró la clase SwitchBehaviour para las palancas (movimiento por topes):

```

using UnityEngine;
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;

public class SwitchBehaviour : MonoBehaviour {
    public List<Vector3> stops; //Posición de los topes en la palanca
    private int switchState=0; //Tope actual de la palanca
    public int SwitchState {
        get {return switchState;}
        set {switchState=value;}
    }
    public TextMesh text; //Texto para mostrar el estado de la palanca
    private bool justChange=true; //Si se realizó un cambio en el estado de la palanca
    public bool JustChange {
        get {return justChange;}
        set {justChange = value;}
    }
}

// Use this for initialization
void Start () {
    this.transform.localEulerAngles=stops[switchState];
    if(text!=null)
        text.text=this.name.Remove(0,5)+":"+switchState+1;
}

// Update is called once per frame
void Update () {
}

void OnMouseUpAsButton()
{
    switchState=++switchState%stops.Count;
    ToRotate();
    if(text!=null)

```

```

        text.text=this.name.Remove(0,5)+"."++(switchState+1);
    }

    public void ToRotate()
    {
        this.transform.localEulerAngles=stops[switchState];
        justChange=true;
    }
}

```

Una vez se contó con los scripts SwitchBehaviour y LeverBehaviour, se pudo obtener el movimiento deseado para los controladores, es decir las palancas y las ruedas; de forma que al hacer clic sobre alguna de estas piezas, la palanca pasara de un tope a otro y las ruedas giraran libremente con ayuda del arrastre del mouse.

Se crearon los scripts Slide para deslizarse y Rotation para rotar, las ruedas (movimiento libre) hacen un llamado al script contenido por la palanca para que esta se deslice o rote, además de eso sobre el elemento externo que controla, se hace un llamado Slide o Rotation para realizar el movimiento correspondiente.

Script Slide para realizar desplazamiento:

```

using UnityEngine;
using System.Collections;

public class Slide : MonoBehaviour {
    public Transform top1;//Tope1 hasta donde se podra deslizar
    public float offset1;//Offset del Tope1
    public Transform top2;//Tope2 hasta donde se podra deslizar
    public float offset2;//Offset del Tope2
    public Vector3 movement;//Eje donde se realizara el movimiento
    float speed=0.03f;
    public float Speed {
        get {return speed;}
        set {speed = value;}
    }
    bool sliding=false;//Si el movimiento es automatico
    public bool Sliding {
        get {return sliding;}
        set {sliding = value;}
    }
    bool toSlide=true;//Si se permite moverlo
    public bool ToSlide {
        get {return toSlide;}
        set {toSlide = value;}
    }

    // Update is called once per frame
    void Update () {
        if(sliding)
        {
            ToTranslate(IPMtoMPS(speed));
        }
        else
        {
            sliding=false;
        }
    }

    public void ToTranslate(float distance)

```



```

        {
            if(!toSlide)
                return;
            distance*=Time.deltaTime;
            if(GetOneAxisPosition(transform.localPosition,
movement)+distance>GetOneAxisPosition(top1.localPosition, movement)+offset1
                &&GetOneAxisPosition(transform.localPosition,
movement)+distance<GetOneAxisPosition(top2.localPosition, movement)-offset2)
                transform.Translate(movement*distance, Space.Self);
        }
        //Suma los valores del eje donde se hará el movimiento
        float GetOneAxisPosition(Vector3 v, Vector3 a)
        {
            float result=0;
            result+=v.x*a.x;
            result+=v.y*a.y;
            result+=v.z*a.z;
            return result;
        }

        //Convierte Pulgadas por Minuto a Metros por Segundo
        float IPMtoMPS(float ipm)
        {
            return -ipm*0.042f;
        }
    }
}

```

## Script Rotation, para realizar movimiento de rotación:

```

using UnityEngine;
using System.Collections;

public class Rotation : MonoBehaviour {
    float speed=3000;
    public Vector3 movement;//Eje donde se realizara el movimiento
    public float Speed {
        get {return speed;}
        set {speed = value;}
    }
    bool rotate=false;
    public bool Rotate {
        get {return rotate;}
        set {rotate = value;}
    }
    // Update is called once per frame
    void Update () {
        if(rotate)
            ToRotate(RPMtoAPS(speed));
    }
    //Cambia Revoluciones por Minuto a Angulos por Segundo
    float RPMtoAPS(float rpm)
    {
        return rpm*6;
    }

    public void ToRotate(float speed, Space space= Space.Self)
    {
        speed*=Time.deltaTime;
        transform.Rotate(movement*speed, space);
    }
}

```

Una vez realizadas los movimientos y enlazados con su correspondiente acción, se procedió a realizar unos Scripts más específicos llamados Control, estos fueron aplicados a las palancas que realizan la acción de activar y/o desactivar mecanismos o movimientos continuos del torno. Estos scripts toman todos los elementos y/o piezas que lo componen para definir cuál debe ser la posición de las palancas que genere el movimiento y ese movimiento sobre que piezas se verá reflejado.

El control1, aplica el movimiento de la parte 1 con las palancas A, B, C, y E de acuerdo a la Imagen Estructura Torno:

```

using UnityEngine;
using System.Collections;

public class Control1 : MonoBehaviour {
    public SwitchBehaviour[] levers=new SwitchBehaviour[4]; //Palancas que definen la velocidad
    public Rotation rotate; //Componente Rotate de objeto a mover
    SwitchBehaviour control;

    // Use this for initialization
    void Start () {
        control=GetComponent<SwitchBehaviour>();
    }

    // Update is called once per frame
    void Update () {

        if(!control.JustChange&&!levers[0].JustChange&&!levers[1].JustChange&&!levers[2].JustChange&&!levers[3].JustChange)
            return;

        if(control.SwitchState!=1)
        {
            rotate.Rotate=false;
            return;
        }

        rotate.Speed=GetSpeed(levers[0].SwitchState+1,levers[1].SwitchState+1,levers[2].SwitchState+1,levers[3].SwitchState+1);
        rotate.Rotate=true;

        control.JustChange=false;
        levers[0].JustChange=false;
        levers[1].JustChange=false;
        levers[2].JustChange=false;
        levers[3].JustChange=false;
    }
    //Velocidades de acuerdo a la combinación de palancas
    float GetSpeed(int A, int B, int C, int E)
    {
        if(A==3 && C==3)
            return 500f;
        if(A==2 && E==1)
            return 2700f;
        if(A==3 && E==3)
            return 3200f;
        if(B==2 && C==1)
            return 700f;
        return 0;
    }
}

```

```
}
```

El control2, aplica el movimiento de la parte 1 con las palancas I y III de acuerdo a la Imagen Estructura Torno:

```
using UnityEngine;
using System.Collections;

public class Control2 : MonoBehaviour {
    public SwitchBehaviour[] levers=new SwitchBehaviour[3]; //Palancas que definen la velocidad
    public Slide slide; //Componente Slide de objeto a mover
    SwitchBehaviour control;

    // Use this for initialization
    void Start () {
        control=GetComponent<SwitchBehaviour>();
    }

    // Update is called once per frame
    void Update () {

        if(!control.JustChange&&!levers[0].JustChange&&!levers[1].JustChange&&!levers[2].JustChange)
            return;
        if(control.SwitchState!=1)
        {
            slide.Sliding=false;
            return;
        }

        slide.Speed=GetSpeed(levers[0].SwitchState+1,levers[1].SwitchState+1,levers[2].SwitchState+1);
        slide.Sliding=true;

        control.JustChange=false;
        levers[0].JustChange=false;
        levers[1].JustChange=false;
        levers[2].JustChange=false;
    }
    //Velocidades de acuerdo a la combinación de palancas
    float GetSpeed(int I, int II, int III)
    {
        if(I==4 && III==1)
            return 1.5f;
        if(I==6 && III==2)
            return 0.5f;
        return 0;
    }
}
```

El control3, aplica el movimiento de la parte 7 que funciona como freno de emergencia de acuerdo a la Imagen Estructura Torno:

```
using UnityEngine;
using System.Collections;

public class Control3 : MonoBehaviour {
    //Palancas a restaurar
    public SwitchBehaviour leverD;
    public SwitchBehaviour lever2;

    void OnMouseUpAsButton()
    {
        leverD.SwitchState=0;
        leverD.ToRotate();
        lever2.SwitchState=0;
    }
}
```

```

        lever2.ToRotate();

        StartCoroutine(RestoreBreak());
    }
    //Freno regresa a la posición original después de ser presionado
    IEnumerator RestoreBreak()
    {
        yield return new WaitForSeconds(0.5f);
        SwitchBehaviour lb=GetComponent<SwitchBehaviour>();
        lb.SwitchState=0;
        lb.ToRotate();
    }
}

```

El control4, aplica el movimiento de la parte 3, específicamente la palanca de freno de acuerdo a la Imagen Estructura Torno:

```

using UnityEngine;
using System.Collections;

public class Control4 : MonoBehaviour {
    public Slide slide; //Componente Slide de objeto a mover
    SwitchBehaviour control;

    // Use this for initialization
    void Start () {
        control=GetComponent<SwitchBehaviour>();
    }

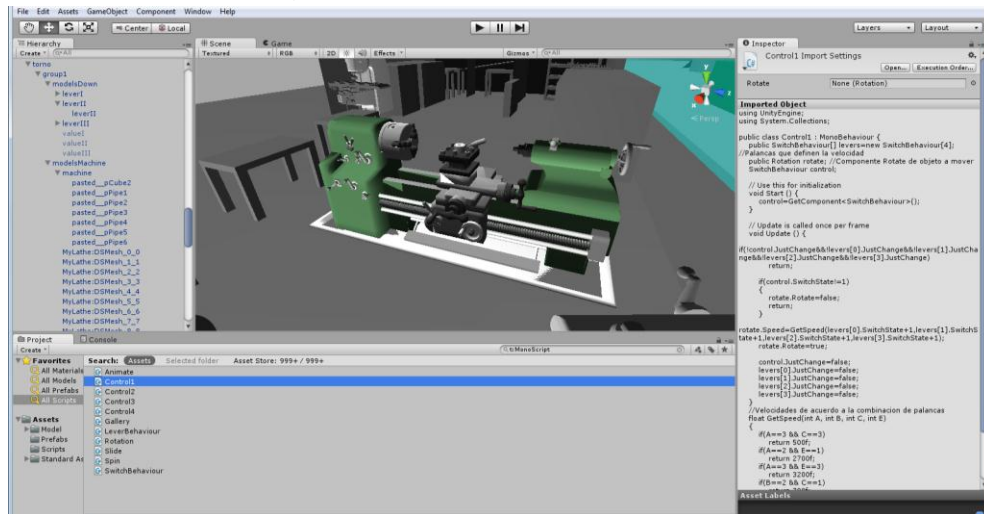
    // Update is called once per frame
    void Update () {
        if(!control.JustChange)
            return;

        if(control.SwitchState==0)
            slide.ToSlide=false;
        else
            slide.ToSlide=true;

        control.JustChange=false;
    }
}

```

Figura 17. Interfaz Gráfica UNITY.



Fuente. Realizada por el autor

Cuando el funcionamiento del torno fue el adecuado, se procedió a importar el archivo que contenía el modelado de la Universidad Militar Nueva Granada junto con el taller de mecanizado. Unity, en su versión gratuita, admite un número limitado de polígonos, por tanto el modelo fue optimizado, eliminando y reduciendo el número de caras y vectores en las áreas no visibles del modelo; dentro de esta versión de Unity no es posible la importación de texturas, por tanto se hizo uso de colores con herramientas Lambert, que permiten modificar características para aproximar el color a la realidad. El no emplear texturizados permitió optimizar la aplicación al exportar una aplicación de menor peso y que por consiguiente se ejecuta con mayor rapidez.

El modelo 3D contenía una cámara con una animación; al importarlo a Unity, la cámara junto con la animación termina siendo un objeto vacío; lo cual hace necesario que desde Unity se agregue una cámara a ese objeto vacío y por tanto la animación pasa a ser visible. Al desarrollar la animación en Maya se optimizó el número de fotogramas por segundo, llegando hasta 18, lo cual ofrecía, una animación de menor peso, con un resultado óptimo.

Se ubicó en el escenario un Skybox, lo cual permitió dar un fondo a la animación que recrea un cielo real, este se modificó hasta dar la iluminación adecuada para que toda la animación se viera de forma ideal.

Dado que el escenario se importó luego de desarrollado el torno, fue necesario que al terminar de reproducir la animación (la cual debe finalizar en una vista en

primer plano del torno) se introdujera un prefab del torno elaborado previamente para, de esta forma, poder integrar ambos proyectos.

Como herramienta de control de la aplicación se empleó el mouse, como dispositivo de uso común. Dentro de las metas a lograr mediante este proyecto, se planteó generar una guía de uso del Torno que pudiera ser accesible y que sirviera como herramienta de aprendizaje y consulta permanente para los estudiantes; de haberse empleado elementos de realidad virtual o dispositivos complementarios, la ejecución de la aplicación se hubiera visto reducida a los computadores equipados adecuadamente. Haciendo uso del mouse como controlador y al optimizar la aplicación mediante la selección de las herramientas que se consideraron más adecuadas según las necesidades, se aseguró que la guía de manejo del torno pudiera ejecutarse en múltiples escenarios con igual eficiencia.

Como última parte del proceso se introdujo la galería, para lo cual se crearon unos prefabs que contenían los modelos de cada una de las piezas junto con un Script Rotation para cada pieza que permitía rotarlos 360 grados; se programó de igual forma que las palancas, mediante la incursión de un Script Spin, permitiendo una rotación más libre, ya que el empleado con las palancas restringía el movimiento a un eje.

Se generó una galería a través de la cual es posible ver el paso a paso en la generación de la pieza:

Se declaró la clase:

```
using UnityEngine;
using System.Collections;
using System.Collections.Generic;

public class Gallery : MonoBehaviour {
    public List<GameObject> pieces;
    int currentPiece=0;
    GameObject shownPiece;
    // Use this for initialization
    void Start () {
        shownPiece=pieces[currentPiece];
        shownPiece=(GameObject)Instantiate(shownPiece);
    }

    // Update is called once per frame
    void Update () {

    }
}
```

El script de toda la galería tiene una lista con todos los prefabs a mostrar y va mostrando una por una las piezas según el orden que se les asigno en la lista. Para realizar la transición entre una pieza y otra se empearon unos botones (flechas) creadas con el sistema default de Unity.

Mediante el bloque GUI Button es posible elaborar un botón sencillo que al presionar con el mouse permite realizar una acción. En este caso se crearon dos botones para avanzar y retroceder en la galería.

```

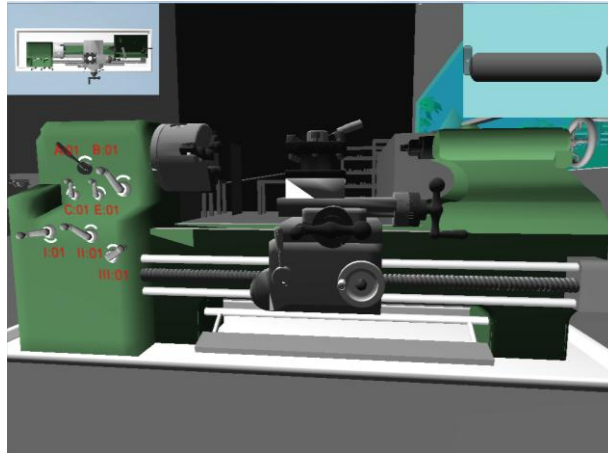
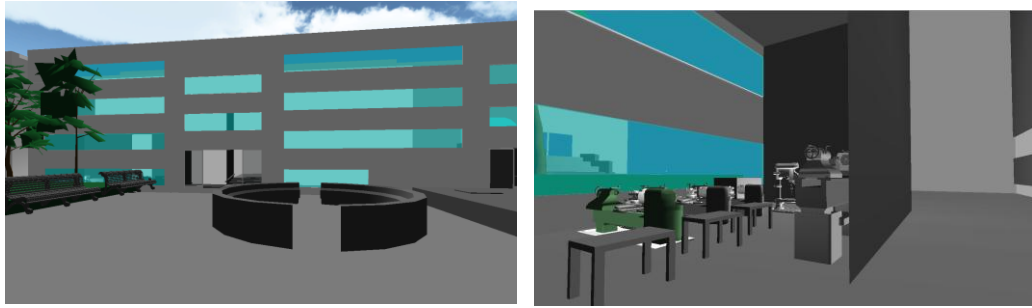
void OnGUI()
{
    if(GUI.Button(new Rect(camera.pixelRect.x+0,camera.pixelHeight/2-25,15,50), "<"))
    {
        if(currentPiece>0)
        {
            currentPiece--;
            DestroyObject(shownPiece);
            shownPiece=pieces[currentPiece];
            shownPiece=(GameObject)Instantiate(shownPiece);
        }
    }
    if(GUI.Button(new Rect(camera.pixelRect.x+camera.pixelWidth-
15,camera.pixelHeight/2-25,15,50), ">"))
    {
        if(currentPiece<pieces.Count-1)
        {
            currentPiece++;
            DestroyObject(shownPiece);
            shownPiece=pieces[currentPiece];
            shownPiece=(GameObject)Instantiate(shownPiece);
        }
    }
}
}

```

Acá se puede apreciar una vista del proyecto terminado:

Figura 18. Resultado de la Aplicación





Fuente. Realizado por el Autor

El ejecutable del proyecto, presenta el recorrido virtual, que termina en la vista de frente del torno; la pantalla pasa a tener 3 escenarios:

- La vista general del torno, con el escenario de fondo.
- Un recuadro en la parte superior izquierda que incluye una vista superior del torno, y permitiendo observar el movimiento del carro transversal del torno.
- Un recuadro en la parte superior derecha que incluye la galería con el paso a paso de la construcción de la pieza a mecanizar.

Al ir delimitando los modelos y funciones que llevaría la aplicación, se optó por emplear una combinación de herramientas, generando los modelos en maya y el diseño en Unity, porque aun cuando herramientas variadas como UDK ofrece mayores funciones en cuanto a modelado y generación de escenarios; la complejidad del proyecto requería emplear una herramienta de modelado mucho más robusta y completa.



Se seleccionó como herramienta de modelado Autodesk Maya, por encima de plataformas como 3dMax y Blender; esto en razón a varios puntos:

- Blender, aunque es una herramienta gratuita y de un bajo peso, no ofrece la complejidad requerida para un modelado tan complejo; aunque es una excelente herramienta en proyectos y trabajos pequeños. Además, esta herramienta hace empleo de muchos comandos de teclado que, de no conocerse del todo, dificulta el trabajo.
- 3dMax, es una herramienta muy compleja y muy completa, y para modelado es excelente, pero a medida que un proyecto crece se hace más dispendioso su empleo; y en lo que respecta a animación no es tan eficiente como Maya.

Se selecciona Maya, por ser una herramienta más amigable, de un uso relativamente sencillo, que permite manejar modelados de gran magnitud, lo cual se ha comprobado en producciones cinematográficas como Avatar, y que permite un manejo mucho más intuitivo en lo que respecta a la animación, para este proyecto en específico, el movimiento de la cámara a través del escenario.

En lo que respecta a la optimización en el uso de motores Unity brinda un mejor rendimiento. A medida que un proyecto aumenta en cuanto a potencia y requisitos se requiere un programa que sepa optimizar recursos y que no exija demasiado sistema, más aún, en aquellos computadores que no están diseñados para ejecutar juegos o aplicaciones de mucha complejidad.

Aun cuando UDK permite mayor número de opciones en la creación y manejo de modelados 3D, se opta por el uso de Unity, que si bien es una plataforma que muchos de sus recursos los ofrece únicamente en la versión PRO, sabe optimizar recursos, reducir peso, administrar geometrías de forma inteligente; cosas que al final se reflejan en la optimización y velocidad de reproducción en distintos computadores.

## **4.2 Desarrollo de Tutorial**

Como valor agregado al desarrollo del torno virtual, en las herramientas de Maya y Unity, se desarrolla un aplicación web, pero antes se hizo una investigación de las herramientas más usadas en la elaboración de cursos virtuales para la web. La primera usando la suite de adobe, más exactamente la herramienta de diseño y programación de flash. La segunda opción fue HTML5. Después de realizar una comparación entre ambos programas, se determina las siguientes diferencias. La

principal ventaja de HTML5 es la rapidez de carga en la mayoría de los exploradores que existen en la actualidad. Sin embargo, la suite de adobe ofrece un mejor desempeño en la creatividad del curso. Debido a estas razones se decidió, trabajar en la plataforma de flash, ya que uno de los objetivos del curso es generar un gran impacto en los usuarios. Una de las principales características es el alto nivel gráfico, lo que brinda una herramienta de explicación mucho más eficiente de los diferentes temas que se están trabajando.

La elaboración del tutorial en flash está compuesta por cinco partes: La primera elaboración del contenido a exponer durante el curso, la segunda la realización del personaje guía que brinda un acompañamiento virtual del tutorial, la tercera la escogencia de las fotos que se utilizaron como fondo del curso, cuarto la elaboración de la plantilla para unificar el manejo de todos los conceptos previamente mencionados y concentrar todo el trabajo en un solo punto, y finalmente la unificación de todos los elementos antes creados.

#### 4.2.1 Elaboración de Contenido

En esta primera fase se realiza el estudio conceptual sobre la terminología básica de los elementos a utilizar. En este caso como el proyecto se basaba en la elaboración de un torno, la mayor parte del estudio se basó en comprender cada una de las partes que componen un torno, así como su funcionamiento básico para la elaboración de la programación. Adicional a esto, se incorporó en el tutorial, normas elementales del uso del taller de mecanizado, como algunos implementos de vestir, obligatorios al momento de trabajar en el taller, y las herramientas más utilizadas para un óptimo funcionamiento del torno.

Finalmente se elabora una guía para el manejo del torno. El objetivo de esta guía fue brindar una herramienta, que así como en la vida real, que sirviera como camino para lograr mecanizar una pieza de forma exitosa. La guía tenía básicamente seis partes, que se describe a continuación:

Una imagen con la pieza final a la que se quiere llegar, para poder definir los pasos y velocidades para lograr que el proceso de mecanizado sea exitoso.

La tabla de manejo del torno, con las acciones que tiene el torno al colocar las palancas y las llaves en las diferentes posiciones. Esta tabla normalmente se encuentra en un lugar visible de los tornos manuales de la realidad.

La operación que se va trabajar, para lograr el acabado deseado. Esto basado en el marco teórico sobre las diferentes acciones que se pueden realizar en un torno manual.

La velocidad del husillo principal, que variaba según el tipo de operación que se quería realizar, es decir, si la operación era de desbaste, se maneja velocidades mucho más pequeñas, para proteger la pieza, la máquina y la herramienta. Y si por el contrario la operación es de acabado, se manejan velocidad un poco mayores, para lograr la textura y el acabado deseado.

La velocidad de avance del torno, esto también dividido en dos partes dependiendo de la operación que se quería realizar. Primero el avance constante para acciones de desbaste o acabado fino, que en su mayoría es utilizado en operaciones como el cilindrado, refrentado, ranurado, entro otros. Y la operación de roscado, que va ligado a unas normas internacionales.

Finalmente una imagen guía de la pieza que se espera lograr después de cada una de las manual. operaciones.

Figura 6. Guía de Uso Torno Virtual



En el siguiente manual, encontrarás los diferentes tipos de cortes, especificando la velocidad y los avances que se deben configurar en el torno para su óptimo uso. La pieza que queremos lograr es la siguiente:



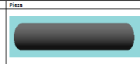



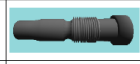


Ten en cuenta que la tabla de uso del torno virtual es la siguiente:

	C			D			E		
	1	2	3	1	2	3	1	2	3
1	100	150	200	1000	1050	1100	2400	2500	2600
2	250	300	350	1150	1200	1250	2700	2800	2900
3	400	500	600	1300	1400	1500	3000	3100	3200
4	550	650	750	1450	1550	1650	3300	3400	3500
5	700	800	900	1600	1700	1800	3600	3700	3800
6	850	950	1050	1750	1850	1950	3900	4000	4100

ROSCADO									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9
1	8	9	9.5	10	11	12	13	14	15
2	4	4.5	4.75	5	5.5	6	6.5	7	7.5
3	2	2.25	2.4375	2.5	2.75	3	3.25	3.5	3.75
4	1	1.125	1.1875	1.25	1.375	1.5	1.625	1.75	1.875
5	0.5	0.5625	0.59375	0.625	0.6875	0.75	0.8125	0.875	0.9375
6	0.25	0.28125	0.296875	0.3125	0.34375	0.375	0.40625	0.4375	0.46875

Para cada una de las etapas seguiremos los siguientes pasos:

Procedimiento	Velocidad	Avance	Finis
Para iniciar	N/A	N/A	
Cilindrado de trabajo en dos partes: 1. Desbaste 2. Pulimento	1. 500 2. 2700	1.25	
Cilindrado de trabajo en dos partes: 1. Desbaste 2. Pulimento	1. 700 2. 3200	1.25	
Cilindrado de trabajo en dos partes: 1. Desbaste 2. Pulimento	1. 500 2. 3300	N/A	
Resalado de trabajo en dos partes: 1. Desbaste 2. Pulimento	1. 700 2. 3300	0.75	
Cilindrado Circular de trabajo en dos partes: 1. Desbaste 2. Pulimento	1. 700 2. 2700	N/A	
Para finalizar	N/A	N/A	

Fuente. Realizada por el autor

#### 4.2.2 Elaboración Personaje Guía

Este personaje se realiza de manera personalizada para el tutorial, la principal función de este personaje, es dar una sensación de acompañamiento con el tutorial, donde guía al usuario a través del curso. Se plantea un boceto gráfico de

una persona joven para tener una relación mucho más cercana con las personas a las que va dirigida el curso. De una apariencia elegante, para presentar de forma formal todo el contenido así como la invitación a participar en la aplicación del torno.

Figura 7. Personaje e interfaz gráfica.



Fuente. Realizada por el autor

#### 4.2.3 Elección de Fotos Fondo del Curso

Debido a que todo el proyecto está contextualizado en las instalaciones de la Universidad Militar Nueva Granada, se escogen dos fotos que muestran claramente el lugar ya mencionado. La primera representando uno de los lugares más reconocidos de la Universidad como lo es la plaza Cervantes. Esta imagen se selecciona con el fin de ubicar espacialmente a los usuarios. Mostrar que todo se da en las instalaciones de la Universidad. En este escenario se exponen los contenidos y objetivos, una guía de navegación y la invitación a la universidad y al taller de mecanizado que es donde se va a mostrar contenidos más específicos del curso.

La segunda imagen escogida es el taller de mecanizado. El objetivo de este escenario es mostrar cómo es en la realidad el taller, y ubicar al usuario donde queda y que implementos tiene a gran escala. En este escenario se trabajan temas como las herramientas necesarias para el trabajo, el uso correcto de la ropa para trabajo, una pequeña guía de la máquina para que el usuario se familiarice con las partes del torno, y finalmente una bienvenida a la aplicación virtual del torno.

Figura 8. Fotos de la Universidad Militar Nueva Granada



Fuente. Tomadas de internet.

#### 4.2.4 Creación de un Plantilla Personalizada

La elaboración de esta plantilla, se realiza con el fin de manejar todos los contenidos, así como la aplicación del torno virtual desde un solo punto. Esta plantilla tiene las siguientes funciones:

- Dar un seguimiento a los usuarios para que sigan un hilo conductor a través de todo el tutorial
- Manejar los contenidos de una forma organizada
- Orientar al estudiante en caso de algún inconveniente dentro del curso
- Manejar los recursos adicionales como ayuda para el usuario

La plantilla está compuesta por los siguientes botones:

- Botón de menú: Despliega los contenidos que tiene todo el tutorial
- Botón de recursos: Permite descargar las ayudas del tutorial en cualquier momento del curso
- Botón de siguiente: Permite avanzar a través de los contenidos, siempre y cuando ya se haya visto todo el contenido de una página
- Botón anterior: Permite retroceder en los diferentes contenidos en cualquier momento del curso
- Numeración página: Permite al usuario ubicarse en la página del contenido que este visualizando.

Figura 9. Plantilla e interfaz gráfica del curso



Fuente. Realizada por el autor

## 5 Resultados

Para la prueba con usuarios se utiliza una plataforma basada en el manejo de competencias conocida como NetDimensions. Se realiza un Módulo de aprendizaje general, que se podría categorizar como un programa académico, donde se organiza todo el contenido del curso. Dentro de este programa se realizaron pequeños módulos que comprendían ambas partes del diseño, la aplicación en flash como guía de manejo del torno virtual y la herramienta del torno generado por Unity. Finalmente se realizó una encuesta para conocer el concepto de las personas, sobre el trabajo realizado. [17]

La encuesta cuenta con siete preguntas de tipo valoración y tres preguntas abiertas para conocer la opinión subjetiva de cada usuario que realiza la prueba. La siguiente encuesta fue la realizada para la evaluación:

### Encuesta Torno Virtual

Encuesta Torno Virtual

ID: ENCU1

1. ¿Los objetivos se presentaron con claridad?

Nada Claro	1	2	3	4	5	Muy Claro
------------	---	---	---	---	---	-----------

ID: ENCU2

2. ¿La estructura temática del taller fue clara?

Nada Claro	1	2	3	4	5	Muy Claro
------------	---	---	---	---	---	-----------

ID: ENCU3

3. ¿El orden de presentación de los temas fue acertado?

Nada Claro	1	2	3	4	5	Muy Claro
------------	---	---	---	---	---	-----------

ID: ENCU4

4. ¿Los contenidos son suficientes para lograr los objetivos del curso?

Nada Claro	1	2	3	4	5	Muy Claro
------------	---	---	---	---	---	-----------

ID: ENCU5

5. ¿El nivel académico fue adecuado?

Nada Claro	1	2	3	4	5	Muy Claro
------------	---	---	---	---	---	-----------

ID: ENCU6

6. ¿Son claras las instrucciones para el uso de las herramientas del curso?

Nada Claro	1	2	3	4	5	Muy Claro
------------	---	---	---	---	---	-----------

ID: ENCU7

7. ¿Cómo evalúa en términos generales el curso?

Excelente	1	2	3	4	5	Malo
-----------	---	---	---	---	---	------

ID: ENCU8

8. ¿Qué sugerencias propone para mejorar el curso?

Ingrese respuesta a continuación:

ID: ENCU9

9. Enumere tres cosas que más le gustaron del curso.

Ingrese respuesta a continuación:



ID: ENCU10

10. Enumere tres cosas que menos le gustaron del curso.

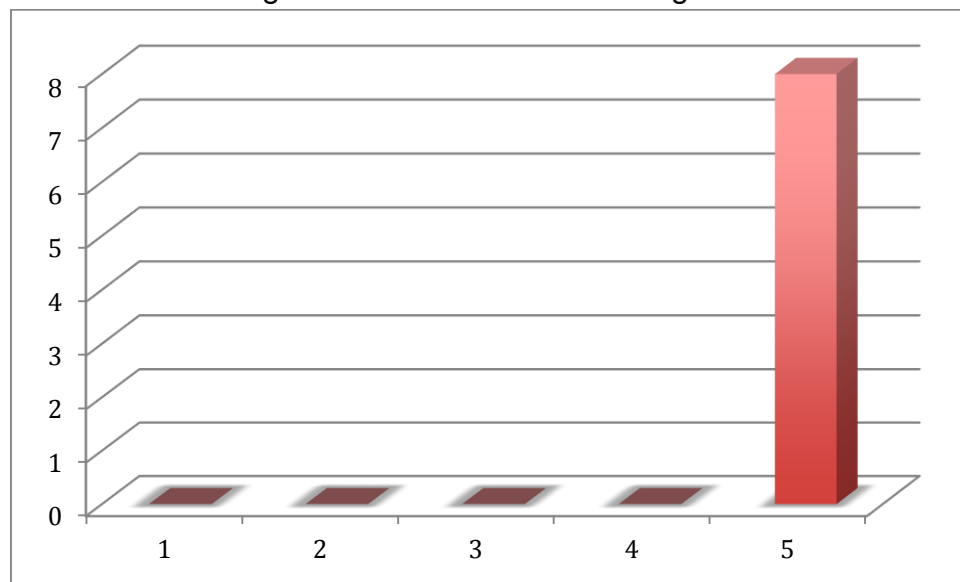
Ingrese respuesta a continuación:

Esta encuesta se realiza con el fin de conocer el impacto y la aceptación que genera esta nueva herramienta en los usuarios, teniendo en cuenta que el público encuestado se dividió en dos grupos. El primer grupo cuenta con un conocimiento previo del manejo del torno manual en la realidad, es decir, ha tenido o tiene la posibilidad de manejarlo actualmente. Y el segundo grupo, personas que probablemente es la primera vez que ven un torno manual, o que saben que es pero nunca lo han visto en funcionamiento.

Los resultados de las encuestas son los siguientes:

ID: ENCU1

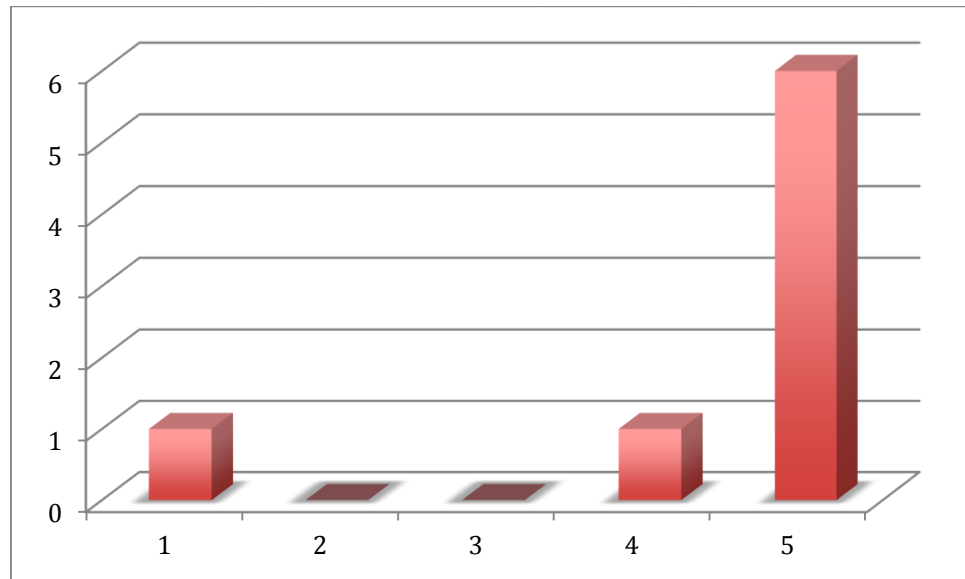
Figura 19. Gráfica Primera Pregunta



Fuente. Realizado por el autor

ID: ENCU2

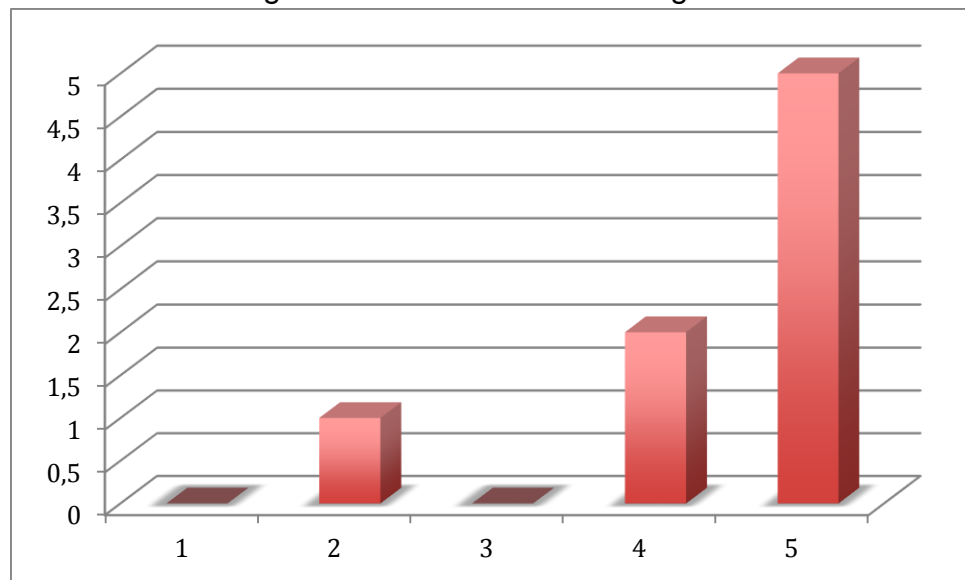
Figura 20. Gráfica Segunda Pregunta



Fuente. Realizado por el autor

ID: ENCU3

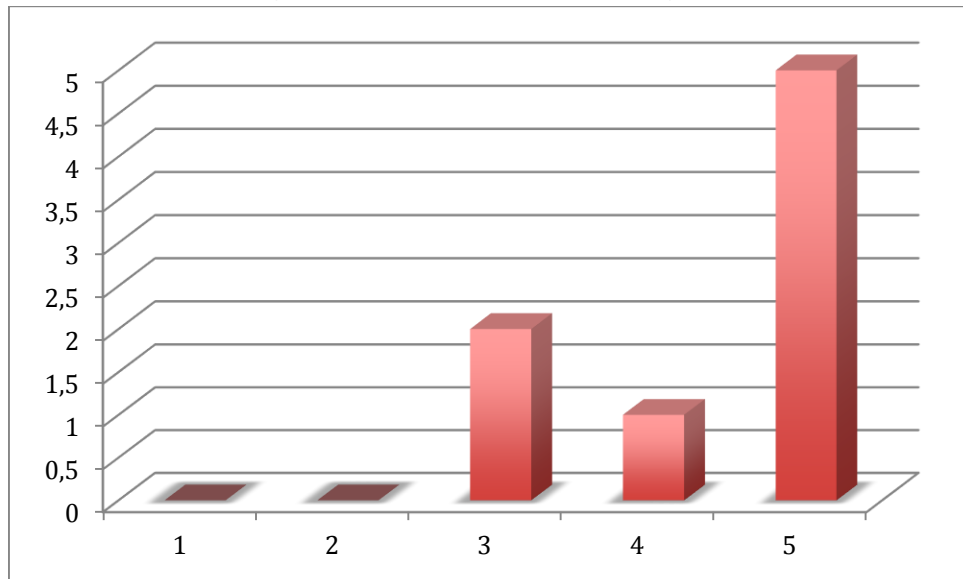
Figura 21. Gráfica Tercera Pregunta



Fuente. Realizado por el autor

ID: ENCU4

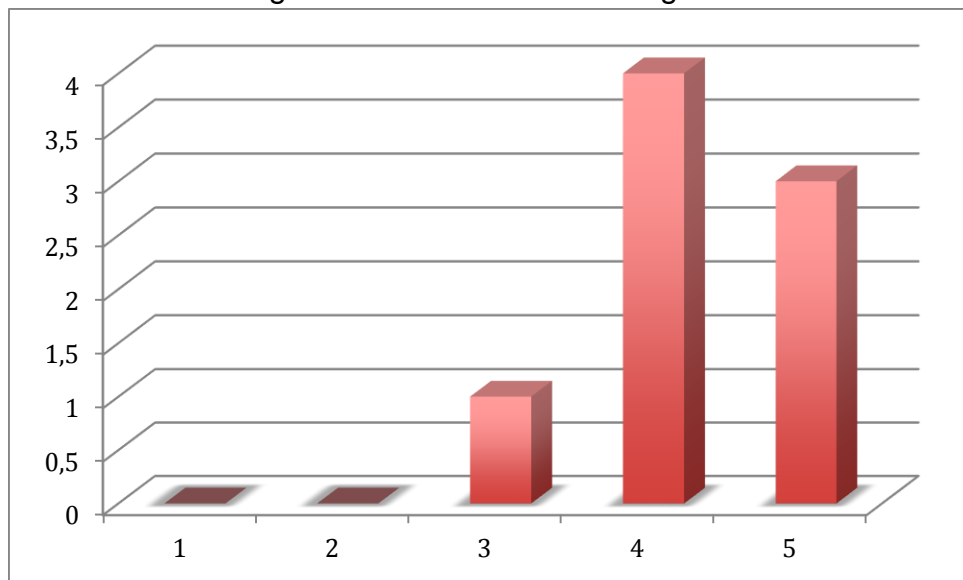
Figura 22. Gráfica Cuarta Pregunta



Fuente. Realizado por el autor

ID: ENCU5

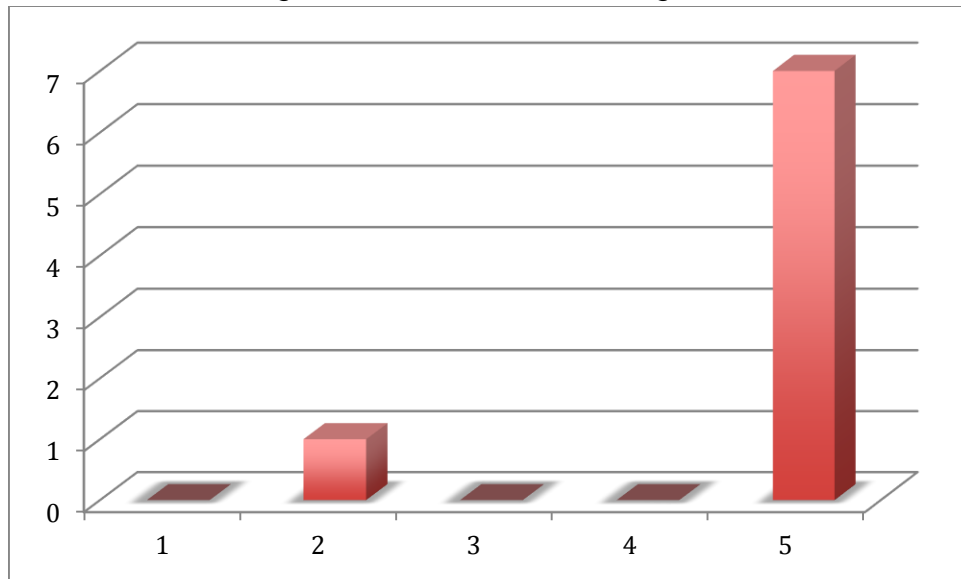
Figura 23. Gráfica Quinta Pregunta



Fuente. Realizado por el autor

ID: ENCU6

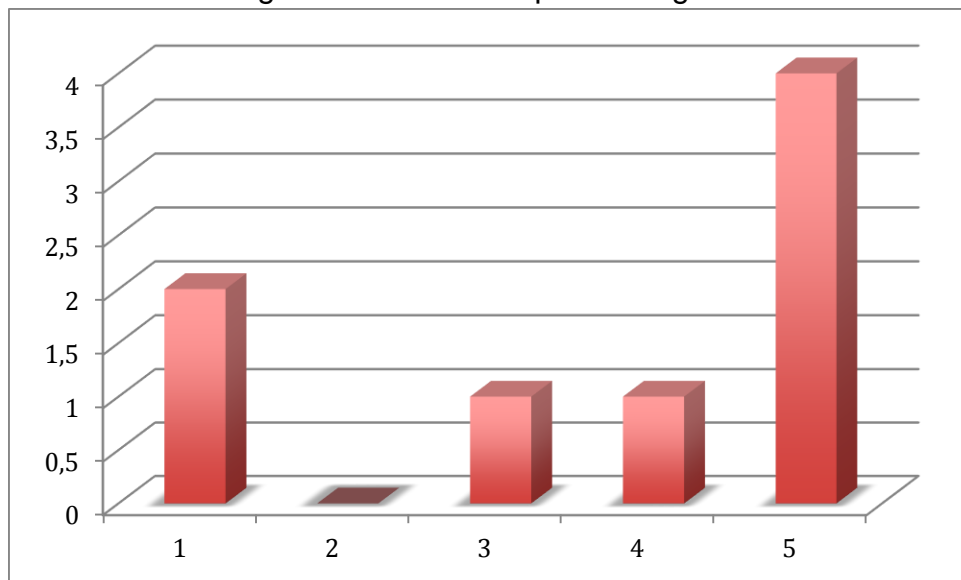
Figura 24. Gráfica Sexta Pregunta



Fuente. Realizado por el autor

ID: ENCU7

Figura 25. Gráfica Séptima Pregunta



Fuente. Realizado por el autor

Analizando los resultados de las encuestas, se puede observar que tuvo una muy buena aceptación, generando unos parámetros para mejorar en proyectos futuros que se mencionaran más adelante en este trabajo escrito. Se ha tenido la oportunidad de hablar con las personas encuestadas después de realizar la evaluación y mencionaron una confusión al momento de resolver la encuesta, debido al cambio de parámetros de las respuestas de una de las preguntas. Sin embargo, los comentarios han sido bastante favorables, para una aplicación que no se había realizado hasta el momento.

Finalmente notarán que no se han tomado en cuenta las preguntas abiertas en esta parte de los resultados. Estas respuestas se utilizarán como base de los siguientes puntos del trabajo, más exactamente en las conclusiones y trabajos futuros.

## 6 Conclusiones

Se caracterizó el proceso de torneado basándose en información recogida de algunas materias vistas en la carrera de Ingeniería en Mecatrónica, apoyándose con algunas páginas de internet que brindaron documentación con relación a los procesos que se pueden realizar en un torno real, y así poder replicarlos en un ambiente virtual. Esto facilita el desarrollo del prototipo mecatrónico, ya que entre más se conozca los procesos a desarrollar, más detalles y mejor funcionalidad se puede generar sobre el torno virtual.

Se determinó y analizó todas las opciones posibles para la realización de este prototipo mecatrónico, con el fin de lograr la mejor inmersión posible, teniendo en cuenta, que solo se llegó hasta el primer nivel de inmersión en la Realidad Virtual. A pesar de estar en el nivel básico de inmersión se puede ver una aprobación por parte de los usuarios, lo que abre las puertas a profundizar en el tema de la realidad virtual, en temas puntuales de capacitación como lo es la utilización de otras máquinas dentro del taller de mecanizado, así como otros procesos de la carrera como la electrónica e incluso procesos de control.

Se desarrolló un prototipo mecatrónico basado en software, es decir, que no requiere de un desarrollo físico, para la implementación de procesos de enseñanza, en este caso del taller de mecanizado de la Universidad Militar Nueva Granada. Se identificaron y comprendieron las principales características que se deben tener en cuenta al momento de elaborar este tipo de diseños, como lo es la caracterización del proceso, el estudio de cada uno de las partes que componen el torno virtual, y los principales factores explicativos, que le dan el valor agregado a este proyecto.

Hasta el momento podemos decir que este tipo de manejo de interacciones de realidad virtual aún se encuentra en un estado incipiente y todavía es un poco difícil realizar esta mezcla de arte y tecnología que tan pronto ha entrado a nuestro mundo, con una idea clara: La realidad virtual inundará toda nuestra vida.

Las formaciones o capacitaciones hechas en realidad virtual motivan, incentivan el aprendizaje y procura un pensamiento más crítico ante lo que se aprende.

Al desarrollar el proyecto se enfocó en la funcionalidad de un torno mecánico, dirigido a personas con un conocimiento previo sobre el tema. Sin embargo, conforme avanzaba el desarrollo del trabajo, surgió la necesidad de hacer una prueba piloto sobre un grupo de personas que no tuvieran conocimientos sobre el torno para ver que tanto impacto generaba el proyecto. En términos generales

tuve una muy buena aceptación, sin embargo, surgieron comentarios para el mejoramiento de la aplicación por la complejidad del manejo del torno.

El resultado del modelo diseñado podemos considerarlo de alta aceptación, por cuanto sugiere motivación hacia el aprendizaje, incorpora nuevos conocimientos sin necesidad de teorizar demasiado, se muestra gran aceptación por los recursos multimediales usados y la dinámica que genera; logra presentar una información antes desconocida en la recordación y el imaginario de la gente tanto conocedora del tema como la que es novata en el mismo.

## 7 Trabajos Futuros

Hasta el momento lo que se ha demostrado con este trabajo es que existe un aprendizaje posible asistido por computador, de tal manera que los recursos que se usan pueden convertirse en una lección o unidad didáctica, por ello puede ser aplicable a cualquier materia del conocimiento, además resultan fáciles y seguros en el caso de aquellos objetos que en la realidad pueden acarrear algún peligro físico.

La tecnología de realidad virtual se encuentra aún en fase inicial y más si se mira desde la perspectiva del aprendizaje, lo que siga de aquí en adelante dependerá de los avances que se puedan obtener en aplicaciones de software, como de herramientas hardware. Por ello se puede decir que a futuro los avances estarán con los siguientes conceptos:

Simulación, que se destaca por hacer procesos muy cercanos a la realidad, que le permite hacer creer al usuario que está dentro de la misma. Este proceso requiere que se cumplan ciertas leyes o normas que acercan los procesos a la realidad.

Interacción, entendida como las acciones que el usuario realice sobre el objeto de tal manera que se relaciona por ejemplo con la simulación en la medida en que se aproxime a la visión de realidad que la relación hombre- máquina pueden permitir. Se han dado guantes, trajes sensoriales a futuro se incluirán mejoras a estos y más elementos.

Percepción que es uno de los factores más importantes si no el más importante, dado que en realidad virtual se dirigen principalmente a los sentidos, estos progresivamente irán evolucionando a la apropiación y funcionalidad de los sentidos en la interacción con el sistema.

En la actualidad se usan muchas formas e implementos para organizar procesos de formación, se usan para ello herramientas sincrónicas y asincrónicas para facilitar el aprendizaje, todo dentro de una plataforma tecnológica que tiene por objeto servir de puente para que los procesos de aprendizaje se den.

Llegados a este punto podríamos hacernos la siguiente pregunta: ¿Qué puede aportar la realidad virtual a los futuros entornos de formación?

A primera instancia y que salta a la vista es un salto cualitativo muy importante dado que existen materias y estructuras que son difíciles de visualizar en la realidad o que resulta muy costoso hacerlo. La utilización de modelos virtuales permite tener la noción de tridimensionalidad que no tiene otro sistema de representación gráfica. Además que clarifica conceptos que si se explican con palabras resultan muy abstractos y aburridos. La primera consecuencia entonces



será la generación de motivación hacia el aprendizaje de los objetos y de su funcionamiento, invitan a la exploración del mundo animado y procura conocimiento al mismo tiempo. Se han hecho experimentos en los que se ha demostrado que la curva de aprendizaje es más alta cuando se hace con recursos multimediales, mucho más si estos son sensoriales.

Se puede decir que entre otras diversas ventajas en el desarrollo del modelo de la realidad virtual en los procesos de aprendizaje:

- Se usará para presentar contenido de manera más didáctica y fácil de asimilar
- Generará experiencia en el alumno de tipo vivencial que le permiten usarla en su conceptualización y evaluación.
- Permitirá a los discapacitados interactuar con sistemas que por sus condiciones es factible no sea de libre acceso para él.
- Permitirá observación y examen de áreas y acontecimientos que ya nos asequibles dado su disponibilidad nula. (eventos históricos, navegación subacuática, reconstrucción de sitios. Etc.

EL MUNDO AMPLIARÁ SUS HORIZONTES DE CONOCIMIENTO, LA INFORMACIÓN AHORA ES INFNITA, LA REALIDAD VIRTUAL LA UBICARÁ DE MANERA TAL QUE SE PODRÁ MANIPULAR E INTERACTUAR CON ELLA, NO HABRÁ FRONTERAS DE CONCOMIENTO SOLO VOLUNTAD E IMAGINACIÓN.

## 8 Glosario

**ABRASIÓN:** es una sustancia que tiene como finalidad actuar sobre otros materiales con diferentes clases de esfuerzo mecánico: triturado, molienda, corte, pulido.

**CAJA NORTON:** es un mecanismo compuesto de varios engranajes, que fue inventado y patentado en 1890 que se incorpora a los tornos paralelos y dio solución al cambio manual de engranajes para fijar los pasos de las piezas a roscar.

**CILINDRADO:** es una operación realizada en el torno realizada en el torno mediante la cual se reduce el diámetro de la barra de material que se está trabajando.

**ESTANQUEIDAD:** el concepto de estanqueidad es una propiedad de estanco o indica impermeabilidad de una estructura o mecanizado dado para evitar la entrada o salida de un fluido.

**JUNTA TÓRICA:** es hecho de goma y tiene como función la de asegurar la estanqueidad de los fluidos.

**MANDRINADORA:** se trata de una máquina con el mando manual, cuya ventaja consiste en su eficiente y sólido diseño, casi robusto, su alto nivel de universalidad del uso tecnológico y su fácil mantenimiento y manipulación. Es ideal para la producción de pieza por pieza y de pequeñas serie, con alta fiabilidad y bajos gastos de producción.

**MATERIALES DÚCTILES:** los materiales dúctiles son los que pueden ser extendidos en forma de alambres o hilos.

**MECANIZADO:** es un proceso de fabricación que comprende un conjunto de operaciones de conformación de piezas mediante la eliminación de material, ya sea por arranque de viruta o por abrasión.

**OBJETOS VIRTUALES DE APRENDIZAJE:** un objeto de aprendizaje contiene un contexto educativo, un objetivo de aprendizaje, una actividad asociada y un componente evaluativo.

**PROCESO DE TORNEADO:** el torneado es un proceso de maquinado en el cual una herramienta de una sola punta remueve material de la superficie de una pieza de trabajo cilíndrica en rotación; la herramienta avanza linealmente y en una dirección paralela al eje de rotación. El torneado se lleva a cabo tradicionalmente

en una herramienta llamada torno, la cual suministra la potencia para torneear la pieza a una velocidad de rotación determinada con avance de la herramienta y profundidad de corte específicos.

**RANURADO:** el ranurado con un solo corte es el método más económico y productivo de generar ranuras.

**REALIDAD VIRTUAL:** es una ciencia que se basa en el empleo de computadores y otros dispositivos, cuyo fin es producir una apariencia e realidad que permita al usuario tener la sensación de estar presente en ella.

**REFRENTADO:** es la operación realizada en el torno mediante la cual se mecaniza el extremo de una pieza, en el plano perpendicular al eje de giro.

**ROSCADO:** el roscado puede ser realizado con herramientas manuales o máquinas herramientas como taladradora, fresadoras y tornos.

**TORNEADO:** mecanizado de una pieza de revolución mediante dos movimientos, uno de rotación de la pieza y otro de avance de la herramienta.

**TORRETA GIRATORIA:** es un dispositivo que protege la tripulación o mecanismos de un arma lanza proyectiles y al mismo tiempo sujeta el arma y dispara en muchas direcciones

**VIRUTA:** es un fragmento de material residual con forma de lámina curvada o espiral que se extrae mediante cepillo u otras herramientas, tales como brocas.

**ZÓCALO:** es una ranura o conexión de la placa base que se utiliza para instalar el procesador también es un dispositivo de conexión para componentes electrónicos.

## 9 Bibliografía

1. This paper was presented in the Universidad Tecnológica de la Región Norte de la Montaña, en la Universidad La Salle y en la Universidad Nacional Autónoma de México
2. Wordreference. Mecanizado. [Artículo de Internet]. <http://www.wordreference.com/definicion/mecanizado>. [Consulta: 28 marzo de 2014].
3. DE MONROY, Cristóbal. Conformación por Desplazamiento de Material I. 2007. Tecnología Industrial. Departamento de Tecnología
4. DÍAZ DEL CASTILLO, Felipe. Procesos de Maquinado sin Arranque de Viruta. Cuautitlán: 2009. Facultad de Estudios superiores Cuautitlán (UNAM). Departamento de Ingeniería. Laboratorio de Tecnología de Materiales.
5. NÁPOLES ABERRO, Amelia y SALUEÑA BERNA, Xavier. Tecnología Mecánica, Módulo 5: Mecanizado por arranque de Viruta. Ediciones UPS: 2000.
6. Escuela Técnica Superior de Ingeniería. Módulo III: Mecanizado por arranque de viruta. Tema 9: Torneado (II) – Máquinas. País Vasco: 2005. Tecnologías de Fabricación y Tecnología de Máquinas.
7. Imocom. Cilindrado. [Artículo de Internet]. [http://www.imocom.com.co/productos/metalmecanica/herramientas\\_para\\_procesos\\_de\\_mecanizado/procesos\\_de\\_mecanizado/torneado/cilindrado](http://www.imocom.com.co/productos/metalmecanica/herramientas_para_procesos_de_mecanizado/procesos_de_mecanizado/torneado/cilindrado) [Consulta: 28 marzo de 2014].
8. DE MONROY, Cristóbal. Conformación por Desplazamiento de Material I. 2007. Tecnología Industrial. Departamento de Tecnología
9. WordPress. Definición Torno. [Artículo de Internet]. <http://definicion.de/torno/#ixzz2xpJtnqaO> Copyright 2008 – 2014 – Definicion.de. WordPress [Consulta: 28 marzo de 2014].
10. FERNANDEZ ORDINOLA, Eduardo. Tipos de Torno, Curso: Tecnología aplicada. Perú: 2011. Universidad Ricardo Palma.
11. WebSite by eMarjetAmerica. American Machine Tools Co. [Artículo de Internet]. [http://www.americanmachinetools.com/how\\_to\\_use\\_a\\_lathe.htm](http://www.americanmachinetools.com/how_to_use_a_lathe.htm)

Copyright © 2001-2013 American Machine Tools Co. All rights reserved  
[Consulta: 28 marzo de 2014].

12. BURDEA, Grigore y COIFFET, Philippe. Virtual Reality Technology Second Edition with CD-ROM. Wiley, New Jersey: 2003. ISBN 0471360899 Chinese Edition, 2005.
13. DÍAZ, Gustavo y CASTELLANOS, Andrés. Los Objetos Virtuales de Aprendizaje (OVAS). 2010
14. ACHICANOY MIRANDA, José Javier. Diplomado Tutor Virtual, OVAS. UNAD: 2008.
15. UDK. Definición. [Artículo de Internet].  
[http://www.cvc.uab.es/~jperalta/images/memoria\\_PFC\\_Julian\\_Marchante.pdf](http://www.cvc.uab.es/~jperalta/images/memoria_PFC_Julian_Marchante.pdf) [Consulta: 28 marzo de 2014].
16. Unity. Definición. [Artículo de Internet]. <http://unity3d.com/es/unity> [Consulta: 28 marzo de 2014].
17. Netdimensions. Utilidad. [Artículo de Internet].  
<http://www.netdimensions.com> [Consulta: 28 de marzo de 2014].

