

**Universidad Internacional de La Rioja (UNIR)**

**Escuela de Ingeniería**

**Máster universitario en elearning y redes sociales**

Modelo de enseñanza de  
geometría descriptiva utilizando  
SketchUp y video mapping  
Interactivo

**Trabajo Fin de Máster**

**Presentado por:** Betancur Sánchez, Jaime Humberto

**Directora:** Padilla Zea, Natalia

**Ciudad:** Medellín, Colombia

**Fecha:** 20 de julio de 2017

# Contenido

<b>Resumen .....</b>	<b>9</b>
<b>Abstract .....</b>	<b>9</b>
<b>Capítulo 1: Introducción.....</b>	<b>10</b>
<b>Capítulo 2: El Contexto y estado del arte.....</b>	<b>13</b>
<b>2.1 El Contexto .....</b>	<b>13</b>
2.1.1 Reseña de la Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente .....	13
2.1.2 Contexto educativo nacional. ....	14
2.1.3 Contexto social: Medellín construye un sueño .....	14
2.1.4 El método tradicional de educación. ....	15
2.1.5 Enfoques tradicionales para la enseñanza de las matemáticas .....	15
2.1.6 Estrategias para lograr un aprendizaje significativo .....	16
<b>2.2 Estado del arte .....</b>	<b>18</b>
2.2.1 B-Learning como alternativa educativa. ....	18
2.2.2 Herramientas tecnológicas aplicadas a la enseñanza de las matemáticas.....	19
2.2.3 Experiencias con el uso de herramientas de diseño digital y 3D en el aprendizaje. .....	20
2.2.4 Video mapping y su impacto en las nuevas tecnologías. ....	22
<b>2.3 Conclusiones.....</b>	<b>24</b>
<b>Capítulo 3: Objetivos .....</b>	<b>27</b>
<b>3.1 Objetivo general .....</b>	<b>27</b>
<b>3.2 Objetivos específicos .....</b>	<b>27</b>
<b>3.3 Metodología de trabajo.....</b>	<b>27</b>
<b>Capítulo 4: Piloto experimental con el uso de SketchUp y video mapping interactivo.....</b>	<b>29</b>
<b>4.1 Tecnología seleccionada para ejecutar el piloto experimental.....</b>	<b>29</b>
4.1.1 Requerimientos de Hardware .....	29
4.1.2 Requerimientos de Software.....	30
<b>4.2 Organización del Piloto Experimental .....</b>	<b>33</b>
4.2.1 Metodología experimental con uso de SketchUp y video mapping interactivo .....	33
4.2.2 Metodología tradicional .....	34
4.2.3 Personalización de contenidos .....	34
4.2.4 Distribución de estudiantes .....	35
4.2.5 Selección de la muestra .....	35

<b>4.3 Preparación de la experiencia .....</b>	<b>35</b>
4.3.1 Red social de aprendizaje: Edmodo .....	35
4.3.2 Test de actitud. Escala Likert .....	37
4.3.3 Manual 1. Metodología experimental: SketchUp .....	38
4.3.4 Manual 2. Metodología tradicional. ....	39
4.3.5 Paquete Scorm.....	40
4.3.6 Video tutoriales.....	40
4.3.7 Video mapping interactivo .....	42
<b>4.4 Etapa de Implementación .....</b>	<b>45</b>
4.4.1 Itinerario de trabajo .....	45
4.4.2 Test de actitud. Escala Likert .....	46
4.4.3 Test estilos de aprendizaje Modelo VAK .....	46
<b>4.5 Sesiones: Grupo experimental y grupo de control .....</b>	<b>47</b>
4.5.1 Sesión 1: Creación de eje Isométrico y composición 1 .....	47
4.5.2 Sesión 2: Composición 2, Interpretación de vistas. ....	49
4.5.3 Sesión 3: Composición 3, Interpretación de vistas. ....	50
4.5.4 Sesión 4: Taller de vistas Isométricas, Video Mapping Interactivo.....	52
4.5.5 Test final de actitud. Evaluación cuantitativa.....	57
<b>4.6 Descripción de los resultados.....</b>	<b>58</b>
4.6.1 Test de actitud. Escala Likert. Grupo experimental.....	58
4.6.2 Test de actitud. Escala Likert. Grupo de control.....	60
4.6.3 Resultado test de estilos de aprendizaje: VAK.....	63
4.6.4 Resultados evaluación cuantitativa. ....	63
<b>4.7 Discusión .....</b>	<b>66</b>
4.7.1 Análisis comparativo escala de actitud.....	66
4.7.2 Análisis comparativo evaluación cuantitativa. ....	69
4.7.3 Discusión final .....	69
<b>Capítulo 5: Conclusiones y trabajo futuro .....</b>	<b>71</b>
<b>Bibliografía .....</b>	<b>73</b>
<b>Anexos.....</b>	<b>78</b>
<b>1.1 Test de Actitud Impreso. Escala Likert .....</b>	<b>78</b>
<b>1.2 Test de Actitud Online. Escala Likert: .....</b>	<b>78</b>
<b>2. Manual 1. Metodología experimental con uso de SketchUP .....</b>	<b>79</b>
<b>3. Manual 2. Metodología Tradicional.....</b>	<b>94</b>
<b>4. Taller Final: Vistas Isométricas .....</b>	<b>120</b>

**5. Evaluación cuantitativa ..... 121**

## Lista de figuras

<b>Figura 1:</b> Panel de control para el docente. Edmodo .....	36
<b>Figura 2:</b> Carpetas creadas en Edmodo para subir los manuales .....	36
<b>Figura 3:</b> Entorno de trabajo programa SketchUp pro 2016.....	39
<b>Figura 4:</b> Metodología tradicional, construcción de figuras isométricas. Fuente: propia. ....	39
<b>Figura 5:</b> Menú de inicio, paquete Scorm. ....	40
<b>Figura 6:</b> Video tutorial alojado en YouTube.....	41
<b>Figura 7:</b> Asignación con video tutorial enlazado en Edmodo.....	41
<b>Figura 8:</b> Secuencia. Calibración de sensor Leap Motion. Fuente: propia. ....	42
<b>Figura 9:</b> Secuencia. Calibración de sensor Leap Motion. Fuente: propia. ....	43
<b>Figura 10:</b> Objeto tridimensional para el video mapping .....	43
<b>Figura 11:</b> Secuencia. Creación de Video Mapping Interactivo. Fuente: propia. ....	44
<b>Figura 12:</b> Sesión 1. Grupo experimental .....	47
<b>Figura 13:</b> Sesión 1. Grupo de control .....	48
<b>Figura 14:</b> Sesión 2. Grupo experimental .....	49
<b>Figura 15:</b> Sesión 2. Grupo de control .....	50
<b>Figura 16:</b> Sesión 3. Grupo experimental .....	51
<b>Figura 17:</b> Sesión 3. Grupo de control .....	52
<b>Figura 18:</b> Sesión 4. Panel de control Video Mapping Interactivo.....	53
<b>Figura 19:</b> Sesión 4. Video mapping interactivo .....	54
<b>Figura 20:</b> Sesión 4. Taller de vistas isométricas. Video mapping .....	54
<b>Figura 21:</b> Sesión 4. Interactividad.....	55
<b>Figura 22:</b> Sesión 4. Análisis colaborativo entre alumnos. ....	55
<b>Figura 23:</b> Sesión 4. Taller de vistas isométricas finalizado .....	56

<b>Figura 24:</b> Sesión 4. Taller de vistas isométricas grupo de control.....	57
<b>Figura 25:</b> Escala de actitud inicial y final. Grupo experimental .....	59
<b>Figura 26:</b> Escala de actitud inicial y final. Grupo de control.....	61
<b>Figura 27:</b> Escala de actitud final. Grupo experimental y grupo de control.....	62
<b>Figura 28:</b> Resultados test VAK. Grupo Experimental.....	63
<b>Figura 29:</b> Resultados evaluación cuantitativa. Grupo experimental .....	64
<b>Figura 30:</b> Resultados evaluación cuantitativa. Grupo de control .....	64
<b>Figura 31:</b> Resultados evaluación cuantitativa. Grupo experimental y grupo control .....	65

## Lista de tablas

<b>Tabla 1:</b> Requerimientos de hardware.....	30
<b>Tabla 2:</b> Requerimientos de software .....	33
<b>Tabla 3:</b> Distribución de estudiantes. Grado noveno .....	35
<b>Tabla 4:</b> Selección de la muestra .....	35
<b>Tabla 5:</b> Test de actitud. Escala Likert.....	37
<b>Tabla 6:</b> Asignación de puntajes, categoría positiva .....	38
<b>Tabla 7:</b> Asignación de puntajes, categoría negativa. ....	38
<b>Tabla 8:</b> Títulos de video tutoriales y enlaces .....	42
<b>Tabla 9:</b> Diagrama de Gantt. Itinerario de trabajo. ....	45
<b>Tabla 10:</b> Resultados escala de actitud inicial. Grupo experimental .....	58
<b>Tabla 11:</b> Resultados escala de actitud final. Grupo experimental.....	59
<b>Tabla 12:</b> Resultados escala de actitud inicial. Grupo control .....	60
<b>Tabla 13:</b> Resultados escala de actitud final. Grupo control.....	60
<b>Tabla 14:</b> Resultados escala de actitud. Grupo control y Grupo Experimental .....	62
<b>Tabla 15:</b> Rúbrica de evaluación .....	64
<b>Tabla 16:</b> Resultados evaluación cuantitativa. Grupos control y experimental. ....	65

## Ecuaciones

<b>Ecuación 1:</b> Formula para obtener el valor del porcentaje de actitud positiva .....	58
<b>Ecuación 2:</b> Porcentaje de actitud positiva inicial. Grupo experimental.....	58
<b>Ecuación 3:</b> Porcentaje de actitud positiva final. Grupo experimental .....	59
<b>Ecuación 4:</b> Porcentaje de actitud positiva inicial. Grupo control.....	60
<b>Ecuación 5:</b> Porcentaje de actitud positiva final. Grupo control .....	61



## Resumen

El presente Trabajo Fin de Máster, expone el desarrollo de un piloto experimental que implementa un nuevo procedimiento, con el uso de nuevas tecnologías, aplicadas a la enseñanza de la geometría descriptiva, en contraste con un modelo de enseñanza tradicional, para estudiantes de grado noveno de bachillerato. El modelo orientado a multi-dispositivo y multi-formato emplea tecnologías de eLearning, y una red social de aprendizaje con contenidos personalizados.

El itinerario se ejecuta en cuatro sesiones, tanto el modelo experimental como el tradicional, utilizan manuales, y se aplica un test de actitud en la primera y última sesión respectivamente. Se utiliza el software SketchUp, y un video mapping con interactividad para el modelo experimental. Para el modelo tradicional se utiliza el tablero, lápiz, regla, y escuadra. Posterior a la intervención, se realiza un análisis para comprobar si el procedimiento experimental mejora el aprendizaje de los estudiantes, obteniendo datos positivos en este sentido.

**Palabras Clave:** Geometría, SketchUp, video, mapping, interactividad.

## Abstract

The present Final Master's Work exposes the development of an experimental pilot who implements a new procedure, using new technologies, applied to the teaching of descriptive geometry, in contrast to a traditional teaching model, for ninth grade students of high school. The multi-device and multi-formatted model uses eLearning technologies, and a social learning network with personalized content.

The itinerary is run in four sessions, both experimental and traditional, use manuals, and an attitude test is applied in the first and last session respectively. SketchUp software is used, and a video mapping with interactivity for the experimental model. For the traditional model the board, pencil, ruler, and square are used. After the intervention, an analysis is made to verify if the experimental procedure improves the students' learning, obtaining positive data in this sense.

**Keywords:** Geometry, SketchUp, video, mapping, interactivity.

## Capítulo 1: Introducción

La geometría descriptiva es un conjunto de técnicas geométricas que permite representar el espacio tridimensional sobre una superficie bidimensional y que se imparte, en Colombia, a los alumnos de bachillerato.

Como guía para que los docentes trabajen con los mismos estándares, los docentes que pertenecen a la secretaria de educación de Medellín reciben un documento orientador que contiene las competencias y lineamientos del ministerio de educación nacional, llamado Expedición Currículo.

A lo largo de diversos años, en la Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente se ha observado que los conceptos geométricos y espaciales presentan, para algunos estudiantes, un alto grado de complejidad para interpretar figuras tridimensionales en el papel; a menudo se confunden con los conceptos teóricos y no logran alcanzar los objetivos propuestos. Las herramientas básicas con las cuales se enseña la geometría descriptiva son: lápiz, papel, regla y escuadra. El modelo de educación de esta enseñanza es el modelo tradicional.

De acuerdo a un estudio realizado por la Organización para la Cooperación y el Desarrollo Económico (OCDE), (Mariño, 2006) cita cuales son las principales ventajas educativas que ofrecen las nuevas tecnologías, según el estudio:

- Independencia en tiempo y en espacio: aprender en cualquier sitio y momento.
- Acceso de todos a la educación.
- Acceso a través de Internet a recursos y servicios educativos en permanente crecimiento.
- Potencial para un aprendizaje basado en tareas utilizando software rápido de búsquedas y recuperación, o para el trabajo de investigación.
- Formación bajo demanda.
- Enseñanza / aprendizaje a distancia mediante las TIC.

Tras un análisis de distintas herramientas de diseño asistido por computador, para que los alumnos creen objetos tridimensionales, se ha escogido el programa SketchUp, que es un software de modelado en tres dimensiones y diseño gráfico. Con SketchUp los estudiantes

crearán objetos tridimensionales siguiendo manuales creados por el docente. Por medio de un video mapping, figuras creadas en SketchUp serán proyectadas para que el alumno interactúe con ellas utilizando un sensor de movimiento y, de esta forma, lograr un mejor aprendizaje de los conceptos y mejorar sus indicadores de desempeño.

El modelo de aprendizaje propuesto será expuesto al alumno de la siguiente forma:

Orientado a multi-dispositivo: El alumno puede ingresar al contenido desde el computador de la institución o desde su casa por medio de otros dispositivos como móviles, tablets, portátiles o computadores de escritorio.

Orientado a multi-formato. El alumno tiene a su disposición diferentes formatos:

- Audiovisuales: El alumno puede ver el contenido desde las web con videos de los temas del modelo.
- Formato web: El alumno navega por las páginas web del material, donde accede a otros recursos, desde el mismo espacio de trabajo (Edmodo).
- Formato impreso: El estudiante puede seleccionar diferentes capítulos para imprimirlos, el contenido se encuentra en formato PDF o Word.
- Formato 3D: Donde el alumno puede realizar actividades de diseño tridimensional en SketchUP.
- Video Mapping Interactivo: El alumno, por medio de sensores, modela y manipula el diseño tridimensional en un video mapping con figuras reales.

Los alumnos tendrán contenidos personalizados, que serán definidos a partir de un test de estilos de aprendizaje. Además, tendrán a su disposición tecnología que facilite la visualización y simulación, por ejemplo, proyectores de video, sensores de movimiento y herramientas de creación 3D anteriormente mencionadas.

Elementos como itinerarios, interfaz y accesibilidad, serán analizados para una correcta preparación de contenidos. El uso de una red social de aprendizaje, como Edmodo, permite hacer el seguimiento de usuarios, con estadísticas de fecha de ingreso y datos sobre la ejecución de actividades y evaluaciones.

Por tanto, se plantea un curso donde se aplique una metodología experimental a un grupo de alumnos frente a un grupo de control, para que aprendan los conceptos básicos de la geometría descriptiva y modelen objetos tridimensionales en un programa de diseño asistido por computador, para finalmente manipular estos objetos en un video mapping interactivo, para que el alumno refuerce sus conocimientos.

Para comprobar los resultados se trabajará con dos grupos: en el primer grupo, el tema de geometría descriptiva se impartirá por medio del método tradicional, en el salón de clase utilizando clásicas para el estudio de la geometría; con el segundo grupo, que será el grupo experimental, se utilizarán las herramientas propuestas como novedad para comparar si este modelo supone una mejora en el aprendizaje del alumno.

El resto del trabajo se estructura de la siguiente forma: en el capítulo 2 se presentan el contexto y estado del arte. Se presentan diversos aportes de otros autores y se definen los antecedentes, estudios actuales y, en general, la base teórica. Al final del capítulo se presentan las conclusiones obtenidas de esta revisión bibliográfica y se sientan las bases para el diseño experimental. En el capítulo 3, se incluyen los objetivos concretos y metodología de trabajo. En el capítulo 4, se presenta el desarrollo específico de la contribución, desarrollado en cuatro etapas: tecnología seleccionada, organización del piloto experimental, preparación de la experiencia e implementación de las sesiones de trabajo. Se detallan de igual forma, los resultados, presentando ecuaciones, tablas y gráficos, para finalizar el capítulo con un análisis y discusión, a partir de los resultados obtenidos. Finalmente, el capítulo 5 contiene las conclusiones y trabajo futuro en función de los objetivos planteados y, además, se hace una prospectiva frente a los resultados obtenidos.

## **Capítulo 2: El Contexto y estado del arte**

El trabajo desarrollado en este TFM se enmarca en el modelo pedagógico desarrollista social y su contribución específica es el trabajo con un piloto experimental, por lo que es importante definir el contexto educativo y social en el cual se va a desarrollar. Igualmente, los antecedentes y estudios actuales que componen la base teórica servirán para definir el método y las herramientas óptimas para el desarrollo de este trabajo.

### **2.1 El Contexto**

#### **2.1.1 Reseña de la Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente**

La Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente de la ciudad de Medellín, se basa en los principios éticos que conllevan a la formación de nuestros educandos con calidad humana, generando en ellos una actitud crítica frente al acontecer diario, libres, promotores del bien y el progreso en medio de la sociedad; buscando el cambio constante de la realidad social en bien de la persona humana y llegar así a convertirse en los ciudadanos del mañana como lo es para los estudiantes, con un fortalecimiento en todos y cada uno de los campos de acción que conllevan a los adultos a convivir en una sociedad llena de valores.

#### **Misión**

La Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente es una institución inclusiva que forma personas íntegras, en los niveles de Preescolar, Básica Primaria, Básica Secundaria y Media, además de la formación de adultos; apoyada en procesos innovadores de carácter pedagógico, científico y con espíritu investigativo que permita a sus estudiantes desarrollar habilidades y competencias para construir sus proyectos de vida de forma coherente y pertinente, lo que les permitirá desempeñarse, en el medio laboral y académico, como líderes y dinamizadores del cambio social que requiere su comunidad.

#### **Visión**

Para el año 2018, la Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente, será reconocida por la excelencia en todas las acciones y procesos educativos certificados por los resultados de las pruebas externas y por la formación de líderes comprometidos con los cambios sociales a partir de una formación integral que reconozca la diversidad y la diferencia, en donde el diálogo, la reflexión y la concertación, serán herramientas suficientes para la resolución de conflictos, la sana convivencia y la construcción de un proyecto de vida digno.

### **2.1.2 Contexto educativo nacional.**

En los colegios públicos de Colombia hay una tendencia a trabajar por contenidos asociados a logros, a unidades temáticas, a cronogramas, a fechas de evaluaciones o a pruebas de estado, gestionadas por el instituto (ICFES, 2017), como las pruebas de calidad, afectando los procesos individuales tanto de docentes como de estudiantes.

Por lo tanto, el consejo académico de la institución educativa donde se desarrollará el piloto experimental propuesto en este trabajo determinó, en consenso, elegir el modelo pedagógico desarrollista social (PEI, 2015), que concluye afirmando que su modelo se ubica dentro de una corriente activa y contextual social: *activa* porque prevalece la acción y la participación del estudiante en todos los eventos que promuevan un aprendizaje significativo; *contextual social*, por la realidad social en la cual el individuo ve inmersa su acción humana.

Además, este modelo se enmarca en la corriente constructivista. Como indica Rodríguez (2004), se considera el constructivismo como una epistemología que concibe al conocimiento como una construcción personal que desarrolla el hombre en interacción con el mundo circundante. Cada persona *construye* su realidad, su representación del mundo, por lo que no cabe en la opción constructivista hablar de verdad absoluta o de objetividad del conocimiento.

Con relación al conocimiento, (Carretero, 2000) va más allá y plantea que el conocimiento no es una imitación de lo real, al contrario, es una edificación propia de cada persona. Entonces, es importante que este conocimiento tenga también un elemento social que le permita al estudiante actuar como ser social, consciente de que su conocimiento es una herramienta para crecer como ser intelectual pero también como ser social.

### **2.1.3 Contexto social: Medellín construye un sueño**

La ciudad de Medellín, adonde pertenece la institución educativa donde se desarrolla la experiencia, por varios años ha sufrido la inclemencia de la violencia: familias enteras han tenido que desplazarse a diversos sectores de la ciudad. Este fenómeno ha creado sectores de culturas diversas, presentándose la necesidad de unificar conceptos por parte de la secretaría de educación de la ciudad.

En el departamento de Antioquia, más precisamente en la ciudad de Medellín, existe el documento llamado Expedición Currículo (Medellín, 2014), cuyo fin es mejorar la calidad de la educación en el municipio. Es por esto que un grupo de docentes del sector, reunidos con este fin, desarrollaron unos lineamientos (Currículo, 2014) para estandarizar lo que se debe enseñar y sugerencias de cómo hacerlo, para lo que se plantearon inquietudes educativas

tales como: ¿Qué enseñar a nuestros estudiantes? ¿Cómo enseñar de manera tal que se fomente un aprendizaje con sentido en los niños, niñas y jóvenes? ¿Cómo enseñar en y para la vida en sociedad desde un enfoque de las habilidades sociales y la ética para el cuidado? ¿Qué y cómo evaluar los saberes adquiridos por los educandos en la escuela?

#### **2.1.4 El método tradicional de educación.**

En cuanto al método tradicional de educación, (Venturelli, 2000) indica que en este tipo de educación, los estudiantes no están llamados a saber sino a memorizar los contenidos dichos por el maestro, dejando atrás procesos de análisis por parte de los estudiantes, ya que sólo emula el contenido que presenta el profesor y no se elabora un análisis y reflexión crítica del contenido expuesto por parte del alumno ni del docente. Por lo tanto, en el nombre de una *preservación de la cultura y del conocimiento*, tenemos un sistema que no logra un conocimiento verdadero ni tampoco una cultura real.

Conviene subrayar que (Venturelli, 2000) no duda en criticar la educación tradicional y lo denomina como un concepto que es viejo como el mundo y que no es tan innovador. Por ello, propone que las instituciones deben aplicar un aprendizaje basado en problemas. Esta forma de aprendizaje, añade (Venturelli, 2000), es la que usamos todos, analfabetos incluidos, como la forma más normal y eficiente de aprender lo que se necesita en el trabajo y en el diario vivir.

#### **2.1.5 Enfoques tradicionales para la enseñanza de las matemáticas**

Se hace indispensable exponer el contexto de la geometría descriptiva, materia escolar que se encuentra desarrollada en el área de las matemáticas y que es objeto de este trabajo. Indica (Santos M. , 2001), citado en (Araya, 2007), que una forma tradicional de enseñanza de las matemáticas se concreta sólo en la repetición de pasos para lograr un resultado. Siempre seleccionan el método, el procedimiento y las operaciones adecuadas, por lo que los estudiantes se crean la falsa idea de que resolver problemas es el acto de seleccionar una serie de *trucos* que son accesibles sólo a unos cuantos. Aunque muchas veces los alumnos manipulen y respondan con acierto varios de los ejercicios propuestos por su profesor (los cuales no toman en cuenta los aspectos de comprensión sino el manejo algebraico) ello no garantiza que el concepto hubiese sido interiorizado por el estudiante.

Concebir la enseñanza de la matemática como un cuerpo de conocimiento que surge de la elaboración intelectual y se aleja de la vida cotidiana, es como mutilar su fin en sí misma y tornarla en un conjunto de conocimientos abstractos de difícil comprensión y, más aún, de difícil uso práctico que amerite su estudio. Por esto, los Estándares básicos de competencia en matemática plantean un contexto particular que dota de significado el conocimiento

matemático desarrollado en el acto educativo, como lo indica el Ministerio de Educación Nacional Colombiano (Medellín, 2015).

En términos del pensamiento espacial y sistemas geométricos, el Ministerio de Educación Colombiano (MEN, 2006) define: “Se hace énfasis en el desarrollo del pensamiento espacial, el cual es considerado como el conjunto de los procesos cognitivos mediante los cuales se construyen y se manipulan las representaciones mentales de los objetos del espacio, sus relaciones, sus transformaciones y las diversas traducciones o representaciones materiales. El componente geométrico del plan permite a los estudiantes examinar y analizar las propiedades de los espacios bidimensional y tridimensional, así como las formas y figuras geométricas que se hallan en ellos”. Aunque se habla de construcciones geométricas, el MEN no indica o recomienda el uso de recursos digitales para la elaboración de estas construcciones.

### **2.1.6 Estrategias para lograr un aprendizaje significativo**

Antes de definir las estrategias, es importante definir el rol del profesor, ya que se encuentra en un mundo cambiante y, como vimos anteriormente, el método tradicional está en conflicto con la forma en que los jóvenes asimilan la información. A partir de la perspectiva pedagógica, (Arceo, 2000) plantea diversos roles para el profesor: transmisor de conocimientos, instructor, guía de proceso de aprendizaje e, incluso, investigador educativo.

La necesidad de un nuevo rol docente, como indica (Torres, 2017), ocupa un lugar destacado en la retórica educativa actual, sobre todo de cara al siglo XXI y a la construcción de una nueva educación.

Algunas estrategias, definidas por (Guerrero Ortiz, 2003), buscan generar alternativas al modelo de educación tradicional. Estas estrategias se exponen a continuación:

1. Aprendizaje basado en problemas: Consiste en proponer a los alumnos un problema desafiante, que carece de solución conocida o de información suficiente para elaborar una. Exige organizar grupos para analizarlo, hacer predicciones, indagaciones y poner en práctica nociones, datos, técnicas. Exige, así mismo, poner en juego todas las habilidades del grupo para construir soluciones colaborativamente a partir de la información reunida.
2. Aprendizaje por proyectos: Consiste en proponer a los alumnos la elaboración de un producto en forma planificada y concertada. El producto puede ser un objeto o una actividad que responde a un problema o atiende una necesidad. Los proyectos permiten desarrollar habilidades específicas para planificar, organizar y ejecutar tareas en entornos reales. Exige equipos de trabajo, distribución de



responsabilidades individuales y grupales, indagaciones, solución de problemas y colaboración mutua durante todo el proceso.

3. Aprendizaje colaborativo: Consiste en formar equipos de trabajo para lograr un aprendizaje común, pero asumiendo cada miembro del grupo la responsabilidad por el aprendizaje de sus demás compañeros. Esto exige intercambiar información, ayudarse mutuamente y trabajar juntos en una tarea, hasta que todos la hayan comprendido y terminado, construyendo sus aprendizajes a través de la colaboración.
4. Aprendizaje por investigación: Consiste en realizar procesos de investigación en ámbitos de interés para los alumnos, construyendo respuestas a interrogantes basándose en hechos o evidencias.
5. Aprendizaje por discusión o debate: Consiste en defender o rebatir un punto de vista acerca de un tema controversial, bajo la conducción de una persona que hace de interrogador. Permite aprender a discutir y convencer a otros, a resolver problemas y reconocer que los conflictos pueden ayudarnos a aprender cosas nuevas y mejorar puntos de vista. Enseña a ponerse en el lugar del otro, a escuchar y respetar opiniones diferentes a las propias.

En el libro Psicología Educativa (Woolfolk, 2010), indica que se han definido varios principios para la interacción con los estudiantes y utilizar las estrategias previamente definidas:

1. Se debe exponer a los estudiantes a varias estrategias diferentes, no sólo a estrategias generales de aprendizaje, sino también a tácticas muy específicas para materias particulares, como las estrategias gráficas.
2. Se debe enseñar a los estudiantes conocimiento autorregulatorio (condicional) acerca de cuándo, dónde y por qué utilizar diversas estrategias. Aunque esto parecería obvio, los profesores a menudo excluyen este paso. Existen mayores probabilidades de que una estrategia se mantenga y se utilice si los estudiantes saben cuándo, dónde y por qué utilizarla.
3. Quizá los estudiantes sepan cuándo y cómo utilizar una estrategia pero, a menos que también desarrollen el deseo de emplear estas habilidades, la capacidad general de aprendizaje no mejorará. Varios programas de estrategias de aprendizaje incluyen un componente de entrenamiento motivacional.
4. Los estudiantes deben recibir instrucción directa de conocimiento esquemático, el cual suele ser un componente esencial del entrenamiento en estrategias. Para identificar las ideas principales (una habilidad fundamental para muchas estrategias de aprendizaje), se debe tener un esquema adecuado para darle sentido al material, es decir, necesita conocimientos.

Estas estrategias deben apuntar, esencialmente, a una o varias competencias de aprendizaje que son definidas, para el caso Colombiano, en el Plan de área de la secretaria de educación de cada ciudad. Concretamente, con la puesta en marcha de aprendizajes significativos, se permite al alumno una construcción del significado. Esto incrementa el desarrollo cognitivo y social, mejorando su identidad como ser social. De esta manera, los tres aspectos clave que debe favorecer el proceso instruccional serán el logro del aprendizaje significativo, la memorización comprensiva de los contenidos escolares y la funcionalidad de lo aprendido (Barriga & Gerardo, 2004).

En su libro *Psicología y Curriculum*, el autor (Coll, 1988) define el hecho anteriormente expuesto: “la finalidad última de la intervención pedagógica es desarrollar en el alumno la capacidad de realizar aprendizajes significativos por sí sólo en una amplia gama de situaciones y circunstancias (aprender a aprender)”.

## **2.2 Estado del arte**

En este apartado se describen experiencias con relación a las herramientas y la metodología aplicada a la enseñanza de las matemáticas, incluyendo los antecedentes existentes y enfoques metodológicos.

### **2.2.1 B-Learning como alternativa educativa.**

El uso de diferentes tecnologías como apoyo al sistema educativo, incluso para reemplazar actividades con el uso de nuevas herramientas, es un método educativo llamado B-Learning o Blended Learning (Rendón-Mesa & Molina-Toro, 2016), que combina la asistencia presencial por parte de los alumnos con diversos contenidos online como apoyo educativo. Este tipo de aproximaciones también reciben el nombre de entornos mixtos de aprendizaje.

El aprendizaje semipresencial, requiere, según (Zamora & Núñez, 2017), una planeación en la elaboración del diseño, coherencia con el modelo educativo, y un enfoque pedagógico para incorporar las herramientas a la institución, para de esta forma, evitar que se haga un uso equivocado de las herramientas. En cuanto a la labor del profesor, debe servir de acompañante para el uso y sentido que el alumno aplica en la tecnología, todo esto en torno a su proceso de formación. es por esto que la relación maestro-alumno, se aleja del enfoque tradicional en este tipo de aprendizaje.

Las redes sociales como apoyo educativo, afirma (Gómez, 2012), favorecen la publicación de información, el aprendizaje autónomo, el trabajo en equipo, la comunicación, la realimentación, el acceso a otras redes afines y el contacto con otros expertos, entre otros elementos. Todo ello, tanto entre estudiantes en general, como entre el binomio estudiante y profesor, lo cual facilita el aprendizaje constructivista y el aprendizaje colaborativo

Entre las redes sociales con énfasis en el aprendizaje, encontramos: The Capsuled (The Capsuled, 2017), Brainly (Together, 2017), Docsity (Ladybird, 2017), Schoology (Schoology, 2017), y Edmodo (Edmodo, 2017). Entre ellas, por ser más conocida y tener características de redes sociales como Facebook, nos resulta especialmente interesante Edmodo. Edmodo permite crear un entorno de aplicación con características visualmente similares a Facebook, pero con contenido direccionado a la educación. Además, Edmodo presenta un entorno de fácil accesibilidad, permite elaborar y calificar evaluaciones, soporta envío de archivos para ser calificados y soporta la formación de grupos de estudio. Además, mantiene un enlace entre docentes y padres de familia y permite integrar contenido de terceros.

Desde la perspectiva del aprendizaje online, (Burgos & Corbalan, 2006) indican que diseñar escenarios pedagógicos reales fundamentados en una teoría educativa sólida nos permitirá obtener posteriormente una conceptualización de los mismos y facilitará la definición de patrones de enseñanza y de aprendizaje con las consiguientes ventajas, como son la reutilización y la interoperabilidad

### **2.2.2 Herramientas tecnológicas aplicadas a la enseñanza de las matemáticas.**

Para (Araya, 2007) el uso de la tecnología ha generado cambios sustanciales en la forma en la que los estudiantes aprenden matemáticas. Cada uno de los ambientes computacionales que se pueden emplear proporcionan condiciones para que los estudiantes identifiquen, examinen y comuniquen distintas ideas matemáticas.

GeoGebra, es una programa para el análisis y diseños geométricos utilizado por (García & Izquierdo, 2017), como herramienta que involucra experiencias innovadoras en la educación de las matemáticas. Al utilizar el programa GeoGebra en las clases, identificaron que el alumno tenía mayor motivación para recibir las clases del docente y la de clase matemáticas se volvió más amena para el estudio, al involucrar clases interactivas y conceptos matemáticos aplicados a la vida cotidiana, como por ejemplo, el análisis de geométrico de un objeto que se encuentra en sus hogares. De esta forma el alumno, enlaza las matemáticas con vivencias y problemas reales.

Es notable destacar, también, las conclusiones de (González, 2014), en donde establece que en la actualidad, tanto los matemáticos como los educadores y los planificadores de la enseñanza de la matemática, están participando en un movimiento de amplitud mundial donde procuran modernizar y estructurar su enseñanza. Cada vez se siente más la necesidad de una reforma en contenido y metodología, de tal manera que responda, entre otras cosas, al acelerado cambio tecnológico de nuestra época. Esta necesidad se hace más evidente en los niveles de primaria y secundaria, por cuanto es aquí donde está, no

sólo la posibilidad de formar actitudes positivas hacia la matemática, sino también de aprovechar las aptitudes naturales de nuestros estudiantes para brindarles una educación con enseñanza adecuada para el aprendizaje de la matemática.

Por otro lado, algunos programas han sido creados para el aprendizaje de las matemáticas, según indican (Alfaro, 2004): The Geometer's Sketchpad y Cabri Géomètre, pueden ayudar a la enseñanza de la geometría en aspectos tales como construcciones, visualización de algunos conceptos y propiedades. Mathematica, Maple y Derive pueden proporcionar ayuda a los alumnos en el cálculo de expresiones aritméticas, algebraicas, logarítmicas, trigonométricas, así como el cálculo de las soluciones reales de ecuaciones y de sistemas de ecuaciones. Mathcad para funciones y gráficas creados para el estudio e interpretación, gráfica y numérica, de funciones reales. Excel, pueden ser de gran ayuda en la enseñanza de estadística y en el tema de funciones.

### **2.2.3 Experiencias con el uso de herramientas de diseño digital y 3D en el aprendizaje.**

Las herramientas de diseño asistido por computador, o *Computer-aided design* (CAD), son utilizadas para animación, efectos especiales en películas, publicidad y productos de diferentes industrias, donde el software realiza cálculos para determinar una forma y tamaño óptimo para una variedad de productos y aplicaciones de diseño industrial (Siemens, 2017).

Algunos beneficios del diseño asistido por computador, como añade (Siemens, 2017), son:

- El software CAD ofrece gran exactitud, esto permite reducir los errores de diseño
- El software CAD brinda una documentación más sencilla y robusta del diseño, incluyendo geometría y dimensiones, lista de materiales, etc.
- El software CAD permite una reutilización sencilla de diseños de datos y mejores prácticas.

Algunas experiencias que involucren el uso de herramientas de diseño 3D en la enseñanza de las matemáticas, específicamente de la geometría, se pueden evidenciar en el trabajo de (Sánchez & Romero, 2014), haciendo uso del programa AutoCad en la enseñanza del dibujo técnico en los niveles escolares de bachillerato. El resultado de incorporar esta herramienta en los niveles escolares, se traduce en una mejora significativa en el tiempo de desarrollo de las actividades propuestas, la asimilación de los conceptos teóricos, y la mejora en el desarrollo de las capacidades de visualización espacial, tanto para los alumnos destacados, como para aquellos con falencias en la asimilación del contenido visto en las clases.

Una de las actividades que se pueden desarrollar con Blokify, indican (Diezmann & Lowrie, 2009), es la introducción a las vistas normalizadas como planta, alzado y perfil. La

enseñanza de las vistas normalizadas. O la interpretación de un objeto de tres dimensiones a partir de las tres vistas. Concluyen, sobre la interpretación de los gráficos, que es compleja y requiere conocimientos específicos y habilidades espaciales.

Para el modelado e impresión 3D, la propuesta de (Torre-Cantero, 2015), consiste en utilizar el programa Maya, para generar un objeto tridimensional a partir de imágenes del patrimonio escultórico, y luego con una impresora 3D de bajo costo, generar la impresión del objeto. Esta actividad se realizó con 141 alumnos, divididos en 10 grupos de niveles educativos comprendidos entre 1º y 4º de la ESO, incluyendo 12 profesores. Concluyen que este proceso se puede realizar de igual forma con un programa de diseño 3D gratuito.

El programa Solid Edge, es propuesto por (Ugalde, 2016) para ser utilizado en un grupo de estudiantes de segundo de la ESO, con el fin de mejorar la comprensión de la proyección de caras no paralelas, con respecto a planos de referencia isométricos. Añade también, que el programa Solid Edge, mejoró el rendimiento en estudiantes de la asignatura de Tecnología.

Para usuarios que inician el estudio espacial y geométrico, SketchUp, fue creado para quien quiere producir objetos 3D de manera intuitiva, rápida y fácil (Gaspar, 2015). El programa tiene una interfaz simple, donde la creación, manejo y edición de elementos se hacen de manera diferente a cualquier otro software.

Como recurso educativo, (Morelli & Ctenas, 2013) señalan que el programa SketchUp potencia su funcionalidad gracias a “scripts” o complementos programados en lenguaje Ruby, más precisamente llamados “Scripts Ruby”. Además de las herramientas Ruby que brindan los desarrolladores del software, cualquier experto Ruby puede crear complementos y ponerlos a disposición de la comunidad de usuarios. No es necesario ser programador o expertos para utilizar estos scripts.

Por otro lado, los estudiantes necesitan estar motivados para lograr un aprendizaje significativo, indica (Liceaga, 2016), sobre el programa SketchUp, que es importante elegir una metodología que sea agradable para el alumno y lo motive. Concluye señalando, que la necesidad de este estudio proviene del análisis de la actitud en el aula por parte de los alumnos y de su falta de motivación en la resolución de proyectos.

Una de las nuevas tecnologías, que permite presentar imágenes tridimensionales, proyectadas sobre superficies regulares o irregulares, es el video mapping.

#### **2.2.4 Video mapping y su impacto en las nuevas tecnologías.**

El video Mapping es una proyección dinámica de video 3D, que da una nueva forma a objetos o incluso edificios a través de cambiar la perspectiva sólida del objeto, dando una impresión de movimiento sólo con la proyección de luz (Orengo, 2005). También es definido por (Tepedino, 2014) como la proyección de un video en una superficie haciendo que éste interactúe sobre la misma dándole sensación de tridimensionalidad y de que se está desarrollando algún tipo de acción. Puede estar acompañada de música u otros elementos visuales como láseres.

Como el video mapping es una tecnología relativamente nueva, no se da una definición concreta, aunque existen diferentes propuestas:

“Proyección de gran magnitud sobre un edificio utilizando la arquitectura como base escénica y generando imágenes que hibridan soportes analógicos y digitales” (Simari, 2011).

“El uso de interfaces naturales de usuario como alternativas para el desarrollo de entornos ubicuos capaces de capturar información a través de sensores se han convertido en estrategias de interacción que permiten innovar en los entornos educativos, fomentando una nueva experiencia de enseñanza aprendizaje que refuerzan los modelos pedagógicos” (Montané, Toledo, Alonso, & Hernández, 2015)

Un estudio realizado por (Lescano, Mamani, & Illatopa, 2016), concluyen que estas herramientas permiten crear recursos digitales que son bien recibidos por los alumnos, recursos que pueden ser integrados a las competencias de cada institución y a los lineamientos del Ministerio de Educación.

El uso de herramientas de tecnología emergente como videojuegos, aplicaciones de realidad aumentada, Kinect y video mapping, se fundamentan en que éstas constituyen por sí mismas elementos motivadores altamente aceptados por los estudiantes y proporcionan suficiente atractivo como para aumentar la motivación en los estudiantes, en contraposición con la desmotivación que se puede observar en la aulas cuando se utilizan únicamente las herramientas tradicionales (Padilla-Zea, Medina, Paderewski, López-Arcos, Núñez, & Rienda, 2015). Además, se podrían usar fuera de los ambientes formales de enseñanza para reforzar los conceptos aprendidos en el aula como complemento educativo para que el aprendizaje sea duradero y, además, lúdico (Melero & Hernández-Leo, 2013).

En la actualidad, el video mapping se posiciona como un arte que mezcla imagen y video, es extendido su uso en instalaciones de arte, en proyecciones de fachadas de edificios

emblemáticos de las ciudades y sobre superficies representativas de cada región. Empresas de diversas industrias, como la textil, automotriz, o calzado, entre otros, utilizan en la presentación de sus productos, un video mapping para generar fuerza y recordación de su producto.

El uso de tecnologías que involucren sensores y que permitan interactividad, como el caso de la realidad aumentada, definida por (Ierache, et al., 2014) como medios comunicativos donde se agrupan aquellas tecnologías que permiten la superposición de contenido virtual sensible al contexto sobre imágenes del mundo físico en tiempo real, genera en el espectador una percepción de inmersión. Estas tecnologías que involucran sensores acercan más al usuario a un entorno de interactividad, donde se puede manipular en tiempo real objetos tridimensionales, texturas, luces, intensidad y un número grande de variables según la instalación creada.

Con relación a los recursos digitales interactivos, recurso en el cual está incluido el video mapping interactivo, (Padilla-Zea, Medina, Paderewski, López-Arcos, Núñez, & Rienda, 2015) indican que éstos permiten involucrar a estudiantes, profesores, especialistas, investigadores, además del equipo desarrollador, en su desarrollo. Por esta razón, estos recursos se convierten en instrumentos de enseñanza con mucha potencialidad, que usados de forma complementaria con otros métodos de instrucción tradicionales, pueden conseguir que la motivación de los estudiantes no decaiga a medida que se progresa en la materia estudiada.

Así pues, si vemos el video mapping como un instrumento para transmitir información, es decirlo abordamos en su dimensión comunicacional y realizamos el ejercicio de intentar ubicarlo dentro de una categoría o modelo de comunicación, tendríamos la paradoja de colocarlo en la categoría de los medios masivos, como el cine y la televisión (Barber & Lafluf, 2015).

En cuanto a los nuevos medios de comunicación, (Barber & Lafluf, 2015) establecen, que por su naturaleza digital, permiten interacciones que inevitablemente desdibujan la figura de emisor y receptor, así como su representación a partir del modelo telegráfico o lineal (receptor, emisor-mensaje) propio de los medios de masas. Se aproxima a un modelo donde el proceso – participación - comunicación es más circular, propio del modelo de la retroalimentación de la cibernética de Norbert Weiner (1912-1960), que está integrada de una u otra manera en los conceptos de importantes teóricos, a la teoría de la comunicación digital

Concluye (Tepedino, 2014) sobre el video mapping, que es una técnica que no necesita de tiempo para evolucionar, porque está en constante evolución. En el mundo audiovisual aparecen innovaciones cada día y cada una de ellas puede servir de inspiración para que alguien la aplique al video mapping y surja una nueva manera de utilizarlo. Al no tener unas reglas fijas, unos cánones preestablecidos ni nada que lo limite, las posibilidades de creación de esta técnica son casi infinitas, por lo que no se puede hablar de una época fija del video mapping, ya que es algo que no para, cada día sigue creciendo y superándose más y más.

Garagecube es una empresa fundada en el 2005 en Ginebra, que se dedica a la creación de programas para video mapping y apoyar la corriente de artistas visuales llamados también VJ's o video jockeys, que son definidos por (Pérez Bustamante, 2010) como artistas de video que realizan una performance en tiempo real mediante la manipulación de imágenes, videos y/o animaciones cortas previamente seleccionados. Sus productos principales son Modul8 y Madmapper.

Modul8 es un software diseñado para instalaciones de video en tiempo real. Ha sido adoptado por cientos de usuarios que buscan una herramienta de fácil respuesta, flexible y fácil de usar. Utilizado en dominios tan diversos como la mezcla de video en tiempo real (veejaying), arte contemporáneo, actuaciones en vivo, teatro y producción de vídeo. Este software ha demostrado capacidad en cientos de proyectos alrededor del mundo por una comunidad de usuarios increíblemente activa (Garagecube, 2017).

Por otra parte, el programa MadMapper nace como una extensión del Modul8 para facilitar la creación de video mapping, cuando se requiere proyectar en superficies irregulares. Es definido por sus creadores (Garagecube, 2017) como: “un programa creado por artistas para artistas, para utilizar el tiempo en la creación del contenido, y hacer la experiencia de mapear texturas a objetos físicos en tiempo real, más que resolver problemas técnicos”.

## **2.3 Conclusiones**

En primer lugar, se sustenta la necesidad que existe en el entorno educativo de implementar un modelo más llamativo y motivador para el estudiante, ya que el modelo tradicional supone para el estudiante una carga poco atractiva, que no genera en él una búsqueda del aprendizaje; al contrario, sólo es una obligación a superar sin que se obtenga un aprendizaje significativo.

El estudio de la geometría descriptiva es indispensable para el alumno ya que pruebas de estado aplican estos conceptos en pruebas de razonamiento abstracto y es el tema que, según los docentes, más se les dificulta estudiar a los alumnos.



El uso de recursos y herramientas digitales en el área de las matemáticas es muy básico, sobre todo, en el área de Medellín, donde se realiza la experiencia. Es por esto que se va a implementar el modelo de B-Learning donde se mezcla el aprendizaje por medio de clases presenciales con contenido online por medio de una plataforma LMS, o una red social de aprendizaje, para nuestro caso Edmodo. Esta herramienta supone una innovación educativa en la Institución donde se va a desarrollar el piloto experimental, ya que no disponía de un gestor de aprendizaje y, en el presente año, el área de tecnología, implementó esta herramienta para los grados de educación básica y media. Edmodo es una herramienta gratuita que puede ser utilizada por cualquier docente y cualquier alumno con la aprobación de su padre de familia, si se trata de un alumno menor de edad.

Para el presente trabajo, que propone implementar las construcciones tridimensionales, y espacios en el entorno de la geometría descriptiva, es necesario indagar en las herramientas digitales disponibles y su aplicación en la enseñanza escolar. En el mercado existen muchos programas para la creación de objetos 3D. Cada programa en cuanto a su uso, tiene un grado de diferente dificultad en función del público al que va dirigido, que generalmente es un público profesional o universitario. En cualquier caso, a la vista de las diferentes opciones disponibles, se hace necesario un análisis previo de las diferentes herramientas de diseño asistido por computador, para identificar la que mejor se adapte a las necesidades. Este estudio, se presenta en el capítulo 4.

También se evidenció cómo el video mapping crea una nueva forma de narrativa audiovisual, acercando a grandes públicos los eventos culturales en las ciudades. Los eventos que involucran video mapping, en los que se interviene una escultura, o la fachada de un edificio representativo, se hace con el fin de conmemorar o rendir homenaje, pero se logra en el espectador un interés en lo expuesto, las imágenes y videos alusivos a un contenido son una forma de enseñanza novedosa.

Las cualidades expresivas del video mapping serán utilizadas como herramienta educativa para que el alumno manipule las figuras creadas previamente en un programa de diseño tridimensional asistido por computador y tenga un acercamiento más interactivo con la geometría descriptiva.

Como resultado del análisis de este contexto se propone desarrollar un piloto experimental, donde la teoría de la geometría descriptiva se aborde desde una perspectiva nueva, con el uso de los medios tecnológicos más actuales al momento de desarrollarlo: un programa de creación de objetos tridimensionales de fácil adaptabilidad, para que el alumno asimile fácilmente los conceptos básicos de la geometría descriptiva, y el apoyo en nuevas

Jaime Humberto Betancur Sánchez. Máster universitario en eLearning y Redes Sociales.

herramientas de comunicación digital para este caso el video mapping, dado que su uso genera en el espectador una inmersión visual, que esperamos en este trabajo permita una asimilación más amplia de los conocimientos.

## Capítulo 3: Objetivos

### 3.1 Objetivo general

Implementar un modelo de enseñanza experimental, orientado a multi-dispositivo y multi-formato con el uso de una herramienta de diseño asistido por computador y video mapping interactivo que mejore el aprendizaje y la satisfacción de los estudiantes de grado noveno de bachillerato frente a la clase de geometría descriptiva.

### 3.2 Objetivos específicos

1. Implementar el modelo de enseñanza de geometría descriptiva utilizando el programa de diseño asistido por computador, con personalización de contenidos, itinerarios e interfaces, en un grupo de alumnos que conforman el piloto experimental, frente a un grupo de control con metodología tradicional.
2. Adaptar un video mapping interactivo, para exponer a los estudiantes los conceptos de geometría descriptiva en función a las vistas isométricas.
3. Realizar una evaluación cuantitativa para el grupo experimental y el grupo de control.
4. Analizar y comparar los resultados obtenidos en el piloto experimental frente al grupo de control al aplicar la encuesta de actitud y evaluación cuantitativa.

### 3.3 Metodología de trabajo

La metodología aplicada en el presente trabajo se fundamenta en una revisión bibliográfica, un análisis del problema, la aplicación de un modelo de aprendizaje innovador y la posible mejora frente a un modelo tradicional.

El repositorio institucional de la universidad internacional de La Rioja (UNIR), Google académico, al igual que libros impresos de las bibliotecas de la Universidad de Antioquia, Universidad nacional sede Medellín y la biblioteca técnica de la fundación EPM, fueron consultados para la revisión bibliográfica. Los lineamientos del Ministerio de Educación Nacional Colombiano y de la Secretaria de Educación de Medellín, también fueron materia de consulta, con relación a las disposiciones nacionales para la educación de las matemáticas.

Con la revisión bibliográfica se seleccionan las herramientas y se generan, para el grupo experimental, los contenidos multi-dispositivo y multiformato, que incluyen: manuales, video tutoriales y la producción de un video mapping interactivo. Para el grupo de control, se generan los manuales, que servirán de guía para el desarrollo de una clase tradicional.

A continuación, a partir de los resultados obtenidos en el trabajo previo, se diseña un nuevo modelo de aprendizaje que involucre tecnologías de información y la comunicación para mejorar el aprendizaje de los alumnos de la Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente, del corregimiento de San Cristóbal, municipio de Medellín, Colombia, quienes presentan unos bajos índices académicos en el área de matemáticas, en especial de la geometría descriptiva. Es en esta institución donde se realizó el piloto experimental, seleccionando dos grupos: un grupo experimental para aplicar el modelo propuesto y un grupo de control para realizar un análisis comparativo de los resultados.

En relación con la aplicación del modelo de enseñanza planteado, luego de definido un itinerario de trabajo de cinco semanas, se realiza una recogida de datos inicial, con un test de actitud y un test de estilos de aprendizaje. Luego de esto, los alumnos de los dos grupos participan de sesiones de trabajo con el modelo experimental y tradicional, respectivamente, para finalizar con una recogida de datos, con el test de actitud y una evaluación cuantitativa para medir, de manera numérica, la diferencia en los niveles de actitud y realizar un análisis de los resultados evaluativos.

## Capítulo 4: Piloto experimental con el uso de SketchUp y video mapping interactivo

En este capítulo se exponen las tecnologías utilizadas, la organización de los grupos, los datos demográficos, la ejecución del piloto experimental, los instrumentos de seguimiento y evaluación y, finalmente, la descripción y análisis de resultados, para los grupos de trabajo.

### 4.1 Tecnología seleccionada para ejecutar el piloto experimental.

A la vista de las conclusiones obtenidas en el capítulo 2, se hace uso de las siguientes herramientas, que ha suministrado la Institución donde se realiza la experimentación y el docente encargado del piloto experimental.

#### 4.1.1 Requerimientos de Hardware

Los requerimientos de hardware permiten que el estudiante tenga a su disposición la tecnología necesaria para emprender la metodología propuesta:

- **Computadores de escritorio:** Procesador Intel Core i3, disco duro de 500GB, memoria RAM DDR2 de 1GB, con sistema operativo Windows 7, y con el programa SketchUp y Scorm Player Instalado, entre otras herramientas ofimáticas como el paquete de Microsoft office.
- **Computador Personal:** Macbook Pro, utilizado por el docente para llevar el control del proceso de aprendizaje y ejecutar el video mapping interactivo.
- **Sensor Leap Motion:** Conectado al Macbook Pro para que los alumnos tengan interactividad con el video mapping. es un sensor de movimiento de las manos del usuario.
- **Proyector:** Utilizado para el video mapping, proyectando el contenido sobre el tablero del salón de clase.
- **Adaptador Mini DisplayPort y Cable HDMI:** Para realizar las conexiones entre el computador personal y el proyector.

La Tabla 1 presenta la cantidad requerida y el encargado de proporcionar cada herramienta de hardware. Se requieren 45 computadores de escritorio para el trabajo de los alumnos ya que el computador personal lo utiliza el docente. El sensor, adaptador, cable HDMI y proyector son necesarios para el montaje del video mapping interactivo.

**Tabla 1:** Requerimientos de hardware

Requerimientos	Cantidad	Institución	Docente Investigador
Computadores de Escritorio	45	X	
Computador Personal	1		X
Sensor Leap Motion	1		X
Adaptador Mini Displayport	1		X
Cable HDMI	1		X
Proyector	1	X	

#### 4.1.2 Requerimientos de Software

En el capítulo 2, se concluyó que era necesario analizar varias herramientas de diseño asistido por computador para seleccionar la que mejor se adapte a la enseñanza de la geometría para los estudiantes. Para esto, se instalaron cuatro programas y, sobre estos, se realizó la construcción de un objeto, para identificar sus ventajas y desventajas. Se descarta para el análisis, el programa Blokify, que aunque tiene las características necesarias, su uso es únicamente para tablets con sistema operativo IOS, y la institución solo cuenta con computadores de escritorio, y tablets con sistema operativo Windows.

con lo siguientes resultados:

Entre las principales herramientas CAD, disponibles en el mercado tenemos:

1. **Solid Edge**, (Siemens, 2017), es un paquete de herramientas de software que se ocupa de todos los aspectos del proceso de desarrollo de productos: diseño 3D, simulación, fabricación, gestión del diseño y más, gracias a un creciente ecosistema de aplicaciones. Solid Edge combina la velocidad y la simplicidad de modelado directo con la flexibilidad y el control del diseño paramétrico, gracias a synchronous technology. Tiene una interfaz que resultaría compleja y con muchas opciones, para un estudiante escolar. El aprendizaje de esta herramienta es para un nivel intermedio. El programa requiere una instalación en un sistema operativo de 64 bits, y con memoria RAM superior a las 8 GB. Se descarta este programa, por su alto costo para la institución y porque los requerimientos exceden las características de los computadores institucionales.
2. **Maya**, (Autodesk, 2017), el software de renderización, simulación, modelado y animación 3D Maya® ofrece un conjunto de herramientas integrado y potente, que puede usar para crear animaciones, entornos, gráficos de movimiento, realidad virtual y personajes. Al igual que Solid Edge, es creado para usuarios intermedios o avanzados, es una herramienta destinada a la animación. Aunque este programa

permite la instalación en un sistema operativo de 32 bits, requiere la instalación de una tarjeta grafica. Por complejidad de manejo, y requisitos gráficos que la institución no puede costear, este programa no se adapta a las necesidades escolares.

3. **Cinema 4D**, (Maxon, 2017), Creado para principiantes como los profesionales experimentados pueden beneficiarse de la amplia gama de herramientas y funciones de Cinema 4D para alcanzar rápidamente resultados impresionantes. La reconocida fiabilidad de Cinema 4D también hace que sea una aplicación ideal para exigentes producciones en 3D, de ritmo rápido. Herramienta creada especialmente para crear animaciones y efectos cinematográficos. Al igual que los dos primeros programas testeados, tiene una licencia de prueba y luego debe ser comprada. Requiere un mínimo de 4 GB de memoria RAM. Aunque es de fácil manejo, el hecho de requerir 4 GB de memoria RAM, hace inviable el uso en los equipos de la institución que tienen 2 GB de memoria RAM. El factor económico afecta la elección de este programa, por el alto costo que representa para la institución.
4. **Autocad**, (Autodesk, 2017), utilizado por estudiantes universitarios y profesionales del diseño, principalmente para la arquitectura y modelado 3D. Al igual que Solid Edge, los requerimientos en cuanto a memoria RAM exceden las características de los computadores de la Institución, 8 GB como minimo requiere el programa.
5. **SketchUp Pro**, (Trimble, 2017), es útil desde las primeras etapas de diseño esquemático hasta el final de la administración de la construcción. Programación, diagramación, formación, desarrollo del diseño, detalles, documentación, responder a RFI. Herramienta creada para usuarios principiantes, orientado a la creación de objetos y estructuras solidas. El programa puede ser instalado en sistemas operativos de 32 bits, requiere 2 GB de memoria RAM, y no necesita tarjeta de video. Además se encuentran en el mercado versiones gratuitas de este programa, por lo que es el mejor candidato para nuestro estudio.

Es consecuencia y, de acuerdo a las conclusiones encontradas por (Liceaga, 2016), SketchUp es la herramienta elegida para implementar la metodología propuesta en este trabajo. Entre sus ventajas frente a los otros programas tenemos:

Frente a las conveniencia del uso del programa SketchUp, señala (Flores, 2014), en la enseñanza de Tecnología en 4 de la ESO, dicho software fomenta la capacidad espacial de los alumnos a través del trabajo en el entorno 3D, mejora la motivación de los alumnos acerca del uso de TIC en el aula de Tecnología y resulta útil para el aprendizaje de dicha asignatura.

Otras características del programa SketchUP:

1. Está disponible una versión educativa de SketchUp.
2. La interfaz esta en idioma español.
3. Existe una comunidad de apoyo donde compartir creaciones y solucionar inquietudes.
4. Multiplataforma, compatible con equipos con sistema operativo MacOS X y Windows
5. Fácil Instalación.
6. Los requisitos son mínimos, en los computadores de la Institución se permite la instalación.

Es importante que al momento de trabajar con SketchUp los alumnos se sientan libres de experimentar y de crear nuevos elementos. Es por esto que (Medrano Sanz, 2009) argumenta que SketchUp permite crear modelos completamente precisos desde el principio (hasta con 6 decimales de precisión), o bien permite diseñar el modelo “a ojo” y, posteriormente, si se desea, es posible redimensionarlo para que se ajuste a unas medidas determinadas. Adicionalmente, al arrancar SketchUp se muestra la figura de una persona cuyo tamaño es posible tomar como referencia visual para el modelo o bien eliminarla sin más.

Como apoyo al diseño de modelos tridimensionales, se planea la presentación de estos modelos de una forma innovadora e interactiva, para que el alumno manipule objetos tridimensionales de una forma simple, y que le permita reconocer las vistas que componen figura geometría: vista superior, inferior y lateral.

A continuación, se exponen los requisitos de otros programas necesarios para dar inicio a la fase de implementación del piloto experimental:

- **Scorm Player:** Como se ha seleccionado la herramienta SketchUp, surge la necesidad de utilizar un programa que presente de manera práctica las principales características de SketchUp y sirva de introducción al manejo de las principales características del software. Se crea entonces, un archivo SCORM sobre el manejo de SketchUP, que se instala en los computadores de escritorio de la institución. Dicho archivo se reproduce con el programa Scorm Player.
- **MadMapper:** Programa para la creación de video mapping, permite la interconexión de otros dispositivos como el Leap Motion para crear eventos interactivos.



De la Tabla 2 se infiere que el programa SketchUP y Scorm Player, serán instalados en los computadores de escritorio de la Institución y servirán para el trabajo de construcción de figuras geométricas (SketchUP), y la reproducción del archivo Scorm (Scorm Player).

El programa MadMapper, será instalado en el computador del Docente, y su uso permitirá a los alumnos participar en un video mapping interactivo.

**Tabla 2:** Requerimientos de software

Requerimientos	Cantidad	Institución	Docente Investigador
SketchUP	45	X	
Scorm Player	45		X
MadMapper	1		X

## 4.2 Organización del Piloto Experimental

En este capítulo se expone el diseño de un nuevo modelo de aprendizaje, orientado a multi-dispositivo y multi-formato, además de la organización y producción de los contenidos, que involucra tecnologías de eLearning y una red social de aprendizaje, todo esto aplicado según un itinerario de trabajo.

### 4.2.1 Metodología experimental con uso de SketchUp y video mapping interactivo

El piloto experimental presenta al alumno las pautas para el diseño de figuras tridimensionales en un espacio isométrico con el uso del programa de diseño asistido por computador SketchUP. Además, para el desarrollo del piloto experimental, se utilizan los siguientes elementos:

- Un paquete SCORM con la presentación del programa SketchUP.
- Un manual en formato Pdf y Word para la construcción de tres objetos tridimensionales utilizando el programa SketchUp.
- Video tutoriales para la construcción de tres objetos por cada video.
- Edmodo como red social de aprendizaje, para gestionar los recursos, anteriormente nombrados, además de hacer seguimiento al proceso de aprendizaje.
- Video mapping interactivo, donde los alumnos manipulan los objetos tridimensionales creados en SketchUp para relacionar las vistas principales del objeto: alzado, perfil, y planta.

El lugar donde se desarrolla el piloto experimental es en la sala de informática de la Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente, con un grupo de alumnos del grado noveno, con el tema de Geometría descriptiva, que pertenece al área de matemáticas.

#### **4.2.2 Metodología tradicional**

El método tradicional de enseñanza de la geometría descriptiva, en relación a la construcción de cuerpos tridimensionales sobre superficies bidimensionales en el grado noveno de educación básica secundaria en Colombia, se realiza utilizando lápiz, regla, escuadra y papel para el caso de los alumnos; el docente, por su parte, utiliza el tablero, ya sea verde para dibujar con tiza, o el tablero acrílico para dibujar con marcadores de tinta borrrable.

#### **4.2.3 Personalización de contenidos**

Como el modelo institucional es desarrollista social, se adapta a este modelo una personalización de contenidos, para que el alumno seleccione el contenido que se adapte a su estilo de aprendizaje y, de esta forma, aprenda más fácilmente. Para definir los estilos de aprendizaje se aplica un test con el modelo VAK (Bandler & Grinder, 1988): visual, auditivo y kinestésico. Luego de definir los estilos de aprendizaje, se personalizan los contenidos de la siguiente forma:

- **Alumnos Visuales:** Con una gran capacidad para analizar información. El seguimiento de manuales se adapta al aprendizaje a los alumnos con estilo de aprendizaje visual. En consecuencia, el piloto pone a disposición manuales en formato Word y pdf para que los alumnos realicen las composiciones propuestas, y aprendan con mayor efectividad según este estilo de aprendizaje.
- **Alumnos Auditivos:** Aprenden mejor escuchando las instrucciones del profesor. Seguir un tutorial con contenido audiovisual, como el caso de video tutoriales, se adapta al estilo de aprendizaje de los alumnos auditivos, de esta forma, el alumno, tiene a su disposición cuatro video tutoriales, que lo guían en la creación de objetos tridimensionales y análisis geométricos. Se invita a los alumnos, llevar auriculares para ver este tipo de contenido.
- **Alumnos Kinestésicos:** Aprenden mejor involucrando en su aprendizaje, actividades que involucren movimientos corporales. Un juego que involucre el movimiento de alguna parte del cuerpo, como un video mapping interactivo, ayuda a que el alumno kinestésico aprenda más rápido.

En cuanto a la accesibilidad, puesto que en la institución no se cuenta con alumnos con disfunciones auditivas o visuales, la interfaz se presenta teniendo en cuenta propiedades

como el color, tamaño del texto para su correcta navegabilidad. Además, conviene subrayar que todos los alumnos tienen a su disposición el mismo contenido, pero presentando en diferentes formatos, según el estilo de aprendizaje de cada alumno.

#### 4.2.4 Distribución de estudiantes

Los estudiantes del grado noveno de la Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente, constituyen una población de 181 alumnos, distribuidos en 4 grupos de la siguiente forma:

**Tabla 3:** Distribución de estudiantes. Grado noveno

<b>Grado Noveno</b>	<b>Estudiantes</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Hombres</b>
Grupo: 090100	45	23	22
Grupo: 090200	46	26	20
Grupo: 090300	45	26	19
Grupo: 090400	47	25	22

Es importante destacar que el nombre de los grupos conserva la nomenclatura de la institución, esto con el fin de seguir los lineamientos de la Institución.

#### 4.2.5 Selección de la muestra

Los grupos 090100 y 090300 tienen una cantidad de 45 alumnos por salón, por consiguiente, se selecciona el grupo 090100 como grupo que trabajará el método experimental, que será llamado desde ahora **Grupo Experimental**, y el grupo 090300 se ejecutará el método tradicional, y será llamado desde ahora **Grupo de control**.

**Tabla 4:** Selección de la muestra

<b>Grupo</b>	<b>Mujeres</b>	<b>Hombres</b>	<b>Total Alumnos</b>
Grupo Experimental	23	22	45
Grupo de Control	26	19	45
<b>TOTAL MUESTRA</b>			90

### 4.3 Preparación de la experiencia

Previo a la implementación del piloto experimental, es importante presentar el material creado para dar apoyo al piloto experimental, así como la plataforma para la gestión del aprendizaje.

#### 4.3.1 Red social de aprendizaje: Edmodo

Edmodo será utilizada como red social de aprendizaje, para gestionar los recursos que serán entregados a los alumnos: manuales, test y video tutoriales. También servirá para

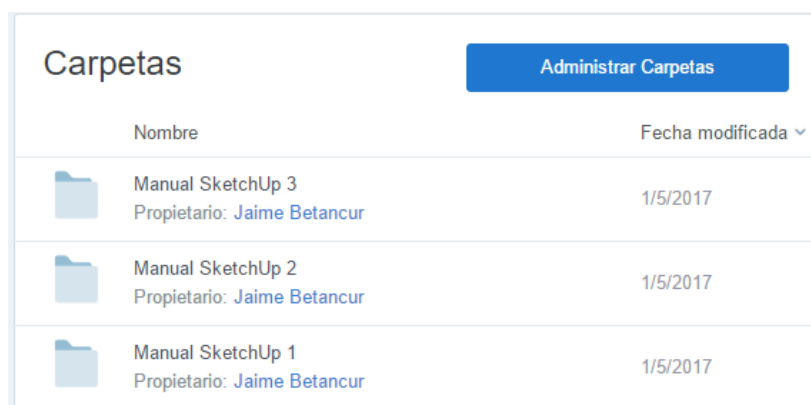
controlar el ingreso de los alumnos y como herramienta para los alumnos que quieran consultar los contenidos desde lugares remotos a la Institución Educativa.



**Figura 1:** Panel de control para el docente. Edmodo

Como se aprecia en la Figura 1, el grupo creado se llama Grupo 3D – SketchUp, cada alumno ingresará con la invitación que el docente les indique. Las herramientas de Edmodo que el docente puede aplicar son:

- Mensajes: Para enviar mensajes, asignar tareas, compartir video tutoriales, crear pruebas, elaborar encuestas y hacer un análisis estadístico.
- Carpetas: Para compartir el material los manuales en formato Word y Pdf.



**Figura 2:** Carpetas creadas en Edmodo para subir los manuales

#### 4.3.2 Test de actitud. Escala Likert

Se utiliza una rúbrica que define la actitud de los alumnos frente a la geometría descriptiva. Este test se mide mediante la escala Likert (Likert, 1932), que es una reconocida herramienta para medir la actitudes de una persona frente a un tema específico.

El test se le presenta al alumno de dos formas:

- **Grupo de Control:** Test impreso en papel. El test online e impreso, se encuentra en el Anexo 1.1, al final de este trabajo.
- **Grupo Experimental:** Test online realizado desde el computador de la institución, por medio de la aplicación de formularios de Google (ver Anexo 1.2). Enlace: <http://bit.ly/2rE9NRP>

Las preguntas que componen el test, se presentan a continuación:

**Tabla 5:** Test de actitud. Escala Likert

PREGUNTA	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1. Es interesante realizar construcciones de objetos tridimensionales.					
2. Estoy dispuesto a construir dibujos tridimensionales en clase					
3. No me interesan las clases de Geometría Descriptiva					
4. Estoy dispuesto a escuchar las clases de Geometría Descriptiva por parte del profesor.					
5. No me interesa realizar dibujos tridimensionales					
6. Me gusta participar en actividades grupales que involucren el desarrollo de objetos tridimensionales					
7. Prefiero no tener clases de Geometría Descriptiva					
8. Analizar las vistas de un objeto, me parece importante					
9. No veo la Geometría Descriptiva como una materia que me sirva en un futuro					
10. Si es necesario, complemento mi estudio de la Geometría, consultando en la biblioteca del Colegio					

En la Tabla 5, se presentan las preguntas del test, con las opciones de respuesta para los alumnos: totalmente en desacuerdo, en desacuerdo, ni de acuerdo ni en desacuerdo, de acuerdo, y totalmente de acuerdo. Para el análisis, cada respuesta tiene un valor numérico que luego será analizado para calcular la tendencia.

Existen dos categorías en el test: categoría actitud positiva y categoría actitud negativa.

Las preguntas: 1, 2, 4, 6, 8 y 10 hacen parte de la categoría de preguntas de actitud positiva, esto es, la calificación es directa según la respuesta del encuestado.

**Tabla 6:** Asignación de puntajes, categoría positiva.

Categoría positiva	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Puntaje	1	2	3	4	5

Las preguntas: 3, 5, 7 y 9 hacen parte de la categoría de preguntas de actitud negativa, esto es, la calificación es inversa según la respuesta del encuestado.

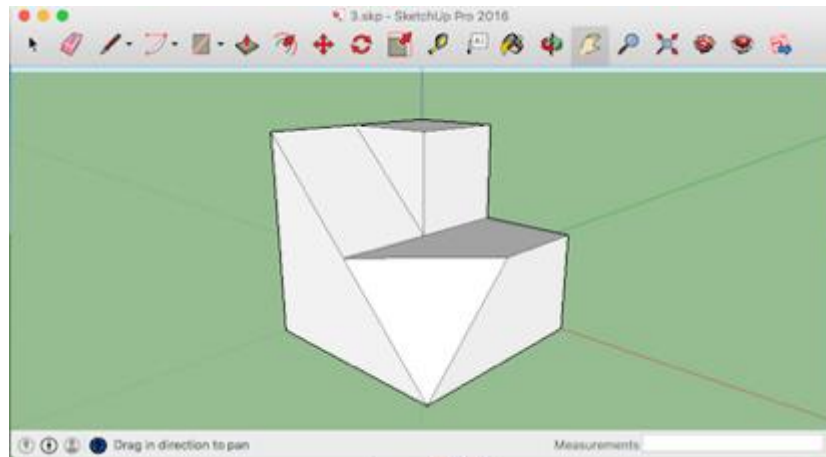
**Tabla 7:** Asignación de puntajes, categoría negativa.

Categoría positiva	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
Puntaje	5	4	3	2	1

#### **4.3.3 Manual 1. Metodología experimental: SketchUp**

Los alumnos tienen acceso a un manual dividido en tres partes. Cada parte indica la construcción de un objeto tridimensional en un espacio isométrico. Este manual, además, contiene indicaciones del manejo de la herramienta y forma correcta de configuración, previa al inicio del trabajo. Al final de cada construcción, se hace un análisis de las vistas isométricas del objeto: alzado, planta y perfil. La Figura 3, presenta el entorno de trabajo del programa SketchUp.

Como el diseño del modelo experimental está orientado a multi-formato, el manual también está disponible en formato: Pdf, Word y Video tutorial.

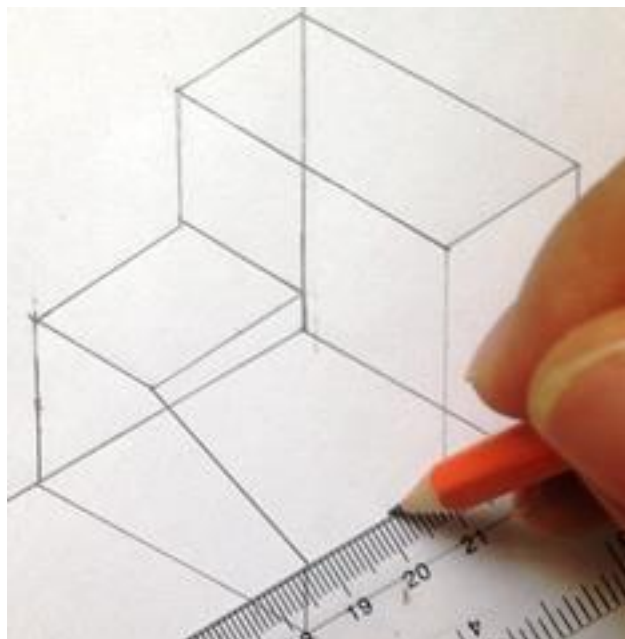


**Figura 3:** Entorno de trabajo programa SketchUp pro 2016

El Manual 1, Metodología experimental con uso de SketchUP, se encuentra en el Anexo 2, al final de este trabajo.

#### **4.3.4 Manual 2. Metodología tradicional.**

En la metodología tradicional, el profesor utiliza el tablero, dibuja el eje isométrico, y sobre éste, construye el objeto tridimensional. Los alumnos proceden a secundar el diseño del profesor y a dibujar en sus cuadernos el objeto. El manual presentado como método tradicional presenta la guía para construir tres objetos isométricos, mismos los mismos objetos que son creados para el grupo experimental, con la diferencia que estas construcciones se realizar con papel, lápiz y escuadra. La Figura 4, presenta un segmento del procedimiento tradicional para la creación de un objeto isométrico.



**Figura 4:** Metodología tradicional, construcción de figuras isométricas. Fuente: propia.

El Manual 2, Metodología tradicional, se encuentra en el Anexo 3, al final de este trabajo.

#### 4.3.5 Paquete Scorm

Como alternativa al manual de SketchUp, se ofrece al alumno la herramienta Scorm (*Sharable Content Object Reference Model*). Este archivo scorm, a modo de presentación, expone al alumno los pasos básicos para la construcción de figuras isométricas, previo a la creación de objetos propuestos en los manuales.

Será utilizado como recurso educativo para los alumnos que opten por una alternativa a los videos o manuales y que propongan otros diseños de objetos, sobre todo, para aquellos con estilo de aprendizaje visual y auditivo. El archivo Scorm contiene al final un test de conocimientos para que al alumno confronte su conocimiento.

El contenido del paquete Scorm se encuentra alojado en el siguiente enlace: <http://bit.ly/2qt1UiK>. La Figura 5, presenta el menú principal del archivo SCORM, que se compone de tres capítulos, y una evaluación de contenidos.

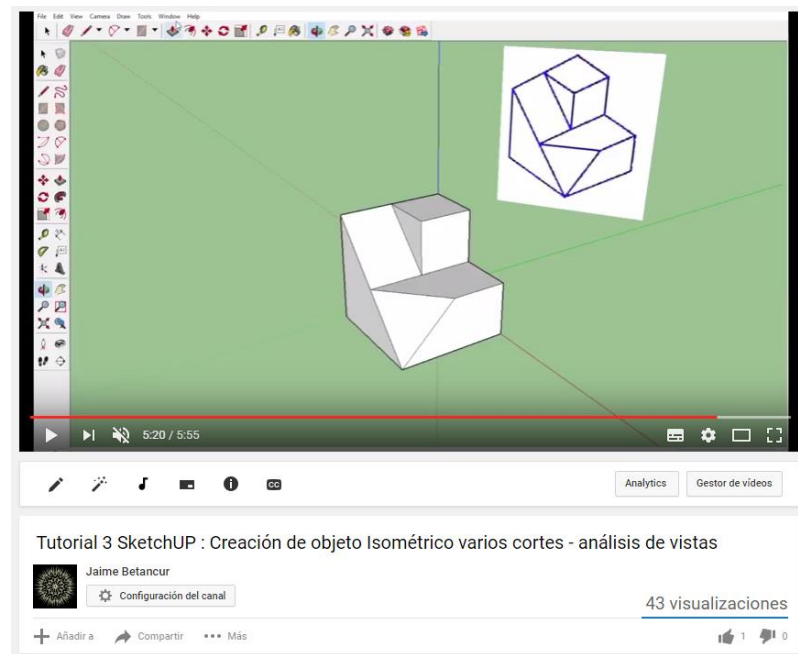


**Figura 5:** Menú de inicio, paquete Scorm.

#### 4.3.6 Video tutoriales

Como una alternativa a los manuales de creación de objetos en Word y pdf, el estudiante puede acceder a cuatro video tutoriales que se encuentran enlazados desde la red social Edmodo: los primeros tres video tutoriales presentan la construcción de objetos tridimensionales con la interpretación de las vistas; el cuarto video tutorial presenta formas alternativas de construir objetos y recomendaciones finales, como se aprecia en la Figura 6.





**Figura 6:** Video tutorial alojado en YouTube

Los video tutoriales de autoría propia, fueron creados capturando la pantalla del computador, mientras una voz en off narra los procedimientos. Luego de esto, en Edmodo, como red social de aprendizaje seleccionada para el piloto experimental, se asigna la actividad, y se invita al alumno a la construcción del objeto, proporcionando el enlace al video tutorial, como se observa en la Figura 7.



**Figura 7:** Asignación con video tutorial enlazado en Edmodo.

La Tabla 8, presenta los títulos de los video tutoriales y sus respectivos enlaces a YouTube, donde se encuentran alojados. Estos videos fueron subidos a YouTube, debido a su facilidad de acceso y alojamiento.

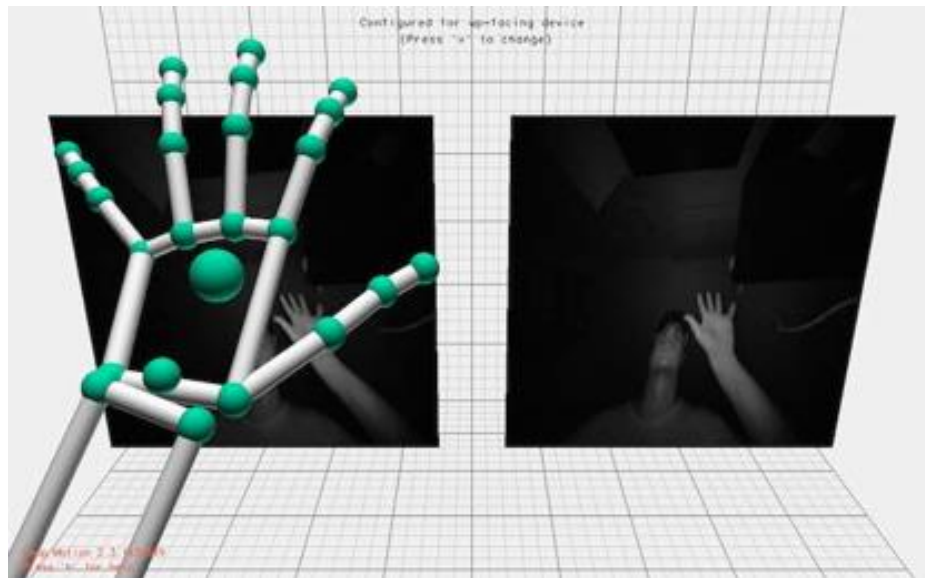
**Tabla 8:** Títulos de video tutoriales y enlaces

Título del Video Tutorial	Enlace
Tutorial 1 SketchUP : Pasos básicos	<a href="https://youtu.be/vFRuwHyCvMo">https://youtu.be/vFRuwHyCvMo</a>
Tutorial 2 SketchUP: Creación de objeto Isométrico - análisis de vistas.	<a href="https://youtu.be/Mz8foFzggvI">https://youtu.be/Mz8foFzggvI</a>
Tutorial 3 SketchUP : Creación de objeto Isométrico varios cortes - análisis de vistas	<a href="https://youtu.be/VXDfk7QzdtE">https://youtu.be/VXDfk7QzdtE</a>
Tutorial 4 SketchUP : Varias formas de construcción - Análisis de vistas Isométricas	<a href="https://youtu.be/G3vVXIOMLvM">https://youtu.be/G3vVXIOMLvM</a>

Los video tutoriales constituyen un recurso de aprendizaje adaptado para alumnos con estilo de aprendizaje visual y auditivo.

#### 4.3.7 Video mapping interactivo

Como señalan (Lescano, Mamani, & Illatopa, 2016), el uso de herramientas digitales interactivas, como el video mapping, se pueden incorporar como recursos educativos que den apoyo a procesos de aprendizaje en ámbitos escolares.



**Figura 8:** Secuencia. Calibración de sensor Leap Motion. Fuente: propia.

El primer paso en la creación de la interactividad es utilizar un sensor de movimiento. Para este trabajo, se seleccionó el sensor Leap Motion. Este dispositivo captura los movimientos de la mano, y los convierte en señales digitales que podemos utilizar, según el propósito. En la Figura 8 se aprecia el trabajo de calibración del sensor.

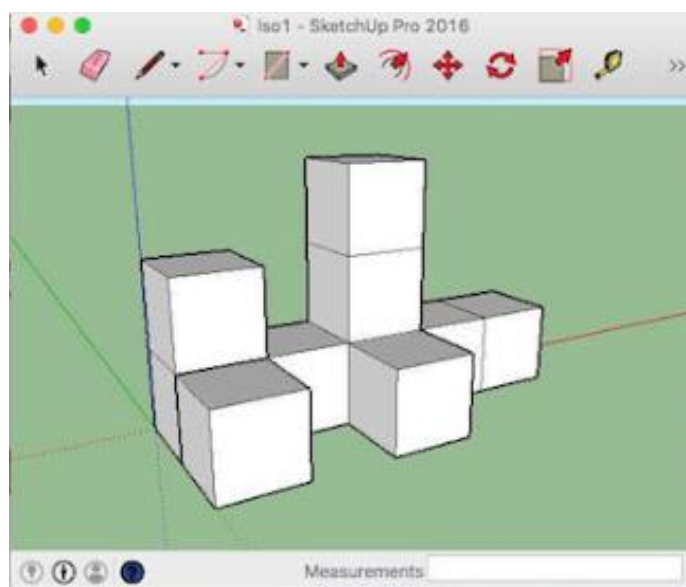
La etapa de calibración consiste en analizar los movimientos de las dos manos y el porcentaje de respuesta correcta del sensor. Al calibrar el sensor con un 80% de efectividad en la captura del movimiento, se procede a guardar los cambios y mantener esa herramienta con los valores de calibración óptimos. El programa de calibración es una aplicación propia del sensor.

En la figura 9, se aprecia la secuencia de calibración del sensor, utilizando dos manos, se observa como el sensor identifica los movimientos de la palma y dedos de las manos.



**Figura 9:** Secuencia. Calibración de sensor Leap Motion. Fuente: propia.

El segundo paso, es la creación de los objetos tridimensionales (Figura 10). El programa SketchUp permite exportar archivos con extensión \*.obj, formato que es compatible con múltiples programas, incluido el MadMapper, que es el programa encargado del montaje del video mapping.

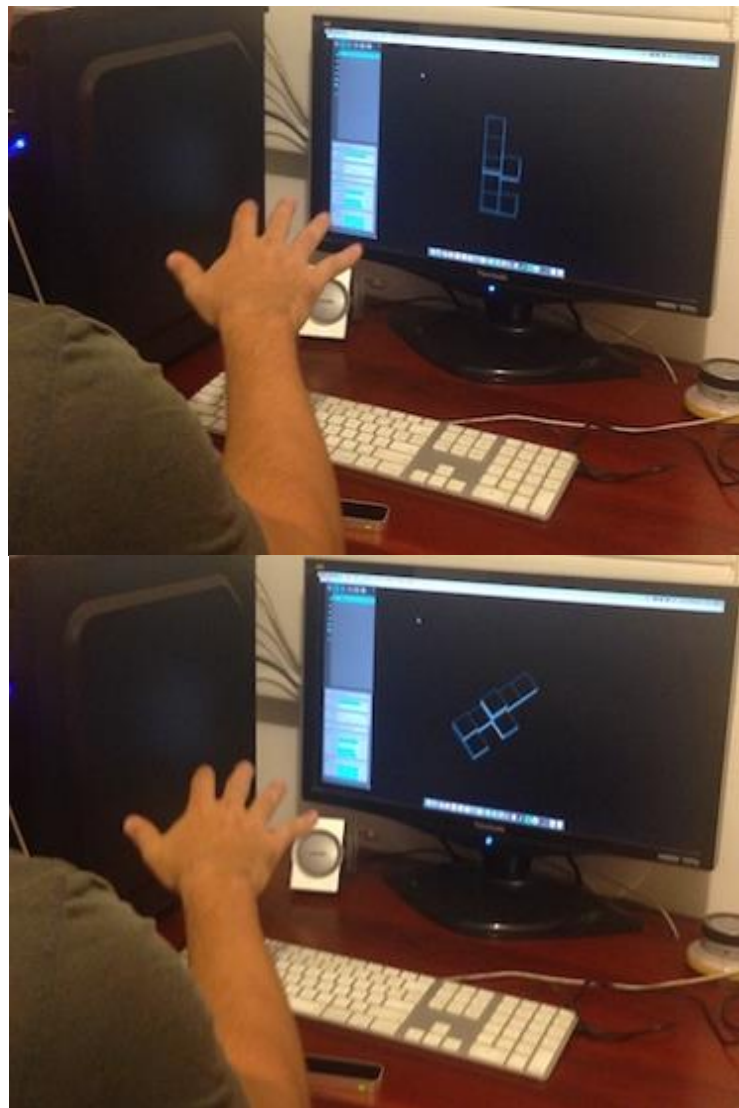


**Figura 10:** Objeto tridimensional para el video mapping

En la producción del video mapping interactivo intervienen tres elementos:

- Creación de objeto tridimensional en formato \*.obj
- Montaje del video mapping, importando el archivo \*.obj en el programa MadMapper
- Configuración del sensor de movimiento Leap Motion para crear interactividad.

Como se aprecia en la Figura 10, se creó un objeto tridimensional en el programa SketchUp, que debe exportado con la extensión \*.obj. Con el programa MadMapper se abre este archivo y se configura el sensor Leap Motion, como control de movimiento, de tal forma que podemos manipular el objeto en los ejes X e Y con el movimiento de la mano, como se observa en la secuencia de imágenes de la Figura 11.



**Figura 11:** Secuencia. Creación de Video Mapping Interactivo. Fuente: propia.

El video mapping interactivo, a modo de juego o reto entre los alumnos, tiene la siguiente dinámica:

- Se proyecta un video mapping en el salón de clase.
- Un miembro de cada grupo, manipula un objeto proyectado.
- Los demás miembros del equipo definen cuales son las vistas del objeto: Alzado, Perfil Izquierdo, y Planta.
- Los alumnos de los otros equipos son libres de intervenir.
- Al final todos los equipos entregan los diseños de los seis objetos.

Tendrán prioridad en la interactividad con el video mapping, aquellos alumnos con un estilo de aprendizaje kinestésico.

## 4.4 Etapa de Implementación

En esta etapa, todo el material creado es aplicado a la enseñanza con los estudiantes. El proceso se hace en forma paralela, esto es, se imparte una sesión de la metodología experimental en un grupo y, finalizada la sesión, se imparte la metodología tradicional en un grupo de control.

### 4.4.1 Itinerario de trabajo

La Tabla 6 presenta mediante un diagrama de Gantt el itinerario de trabajos para los grupos. El itinerario de trabajo inicia para el grupo experimental (cuadro azul), con un test de actitud y de estilos de aprendizaje siguiendo el modelo VAK. Y para el grupo de control (cuadro naranja), el trabajo inicia con un test de actitud.

**Tabla 9:** Diagrama de Gantt. Itinerario de trabajo.

ACTIVIDAD	SEMANA 1	SEMANA 2	SEMANA 3	SEMANA 4	SEMANA 5
Test de actitud - Grupo experimental.					
Test estilos de aprendizaje Modelo VAK - Grupo experimental.					
Test de actitud - Grupo control.					
Sesión 1: Creación de eje Isométrico y composición1. Grupo experimental.					
Sesión 1: Creación de eje Isométrico y composición1. Grupo control.					
Sesión 2: Composición 2, Interpretación de vistas. Grupo experimental.					
Sesión 2: Creación de Figura 2, Interpretación de vistas. Grupo control.					
Sesión 3: Creación de Figura 3, Interpretación de vistas. Grupo experimental.					
Sesión 3: Creación de Figura 3, Interpretación de vistas. Grupo control.					
Sesión 4: Repaso de conceptos, Video Mapping. Grupo experimental.					
Sesión 4: Repaso de conceptos. Grupo control.					
Sesión 5: Test final de Actitud. Grupo experimental.					
Sesión 5: Test final de Actitud. Grupo control.					
Sesión 5: Evaluación cuantitativa. Grupo experimental.					
Sesión 5: Evaluación cuantitativa. Grupo control.					

A continuación se describen cada una de las etapas.

#### **4.4.2 Test de actitud. Escala Likert**

El test se realiza siguiendo el itinerario, aplicado al grupo experimental y grupo de control. El grupo de control realiza el test en una hoja impresa, donde se les indica que las respuestas son anónimas. El grupo experimental realiza el test de forma virtual, lo pueden realizar desde sus casas, con la única condición que lo deben realizar antes del inicio de la primera sesión. Se verifica que todos los alumnos realizaron el test para dar inicio a las sesiones.

#### **4.4.3 Test estilos de aprendizaje Modelo VAK**

Este test se utiliza identificar los estilos de aprendizaje de cada alumno: Visual, Auditivo, y Kinestésico. El test se aplica únicamente a los alumnos del Grupo Experimental, por medio de la aplicación web: Google Forms: <http://bit.ly/2rz1XH5> y se realiza en la misma semana en la que se realiza el test de actitud, siguiendo el itinerario presentado en la Tabla 9.

Como resultado del test, cada alumno del grupo experimental, reconoce su estilo de aprendizaje y selecciona los recursos disponibles en la red social de aprendizaje Edmodo.

Los resultados de este test se exponen en la sección 4.6.3, descripción de resultados. Luego de realizados los test, se procede a realizar las sesiones de trabajo con los dos grupos.



## 4.5 Sesiones: Grupo experimental y grupo de control

En este subcapítulo se presenta el lugar y fecha de las sesiones con el grupo experimental y el grupo de control, así como la síntesis de cada una de ellas.

### 4.5.1 Sesión 1: Creación de eje Isométrico y composición 1

- **Lugar:** Sala de Informática, Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente.
- **Grupo:** Experimental
- **Fecha:** 16 de mayo de 2017



**Figura 12:** Sesión 1. Grupo experimental

#### Síntesis de la sesión:

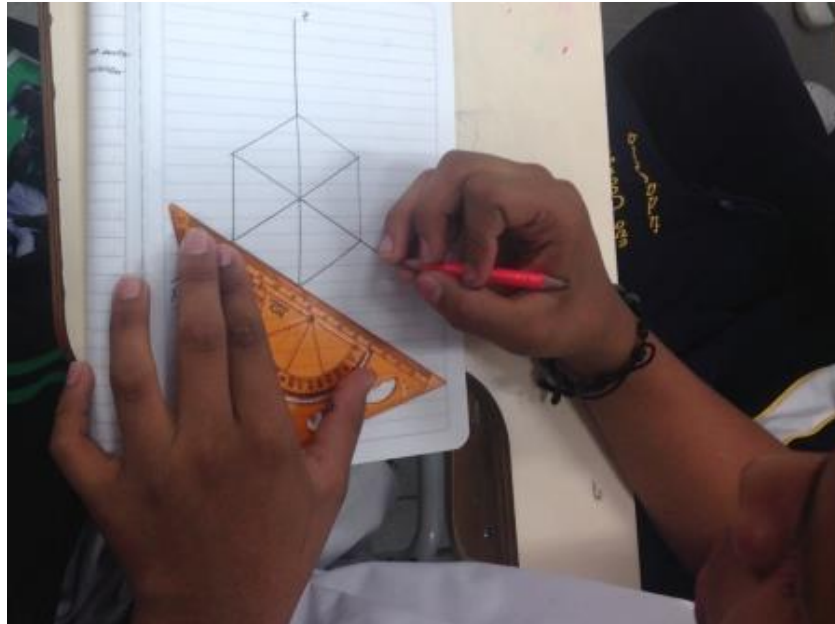
Los alumnos reciben, por parte del docente, una inducción al trabajo que van a realizar en las sesiones. Éstos ingresaron a la plataforma Edmodo, y según su estilo de aprendizaje, seleccionan el recurso educativo que mejor se adapte a su estilo.

Algunos alumnos trabajan en parejas, otros prefieren trabajar solos. Se les proporcionan audífonos a aquellos alumnos que lo solicitan. El trabajo es realizado por los alumnos, cualquier duda solicitada es resuelta por el docente, prevaleciendo en ellos el trabajo autónomo.

Terminado de crear el objeto, los alumnos deben subir la evidencia de la creación, adjuntando el archivo de creación del programa a la asignación 1, de la plataforma Edmodo.

Algunos alumnos solicitan el programa SketchUp para instalarlo en sus hogares y poder trabajar desde un lugar adicional a la Institución.

- **Lugar:** Salón de clase, Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente.
- **Grupo:** Control
- **Fecha:** 16 de mayo de 2017



**Figura 13:** Sesión 1. Grupo de control

### **Síntesis de la sesión:**

Los alumnos reciben por parte del docente una inducción al trabajo que van a realizar en las sesiones. Cada alumno trabaja en su puesto y debe tener los útiles escolares necesarios para llevar a cabo el primer dibujo geométrico: lápiz, regla, escuadra, y cuaderno. La sesión se plantea con el siguiente orden:

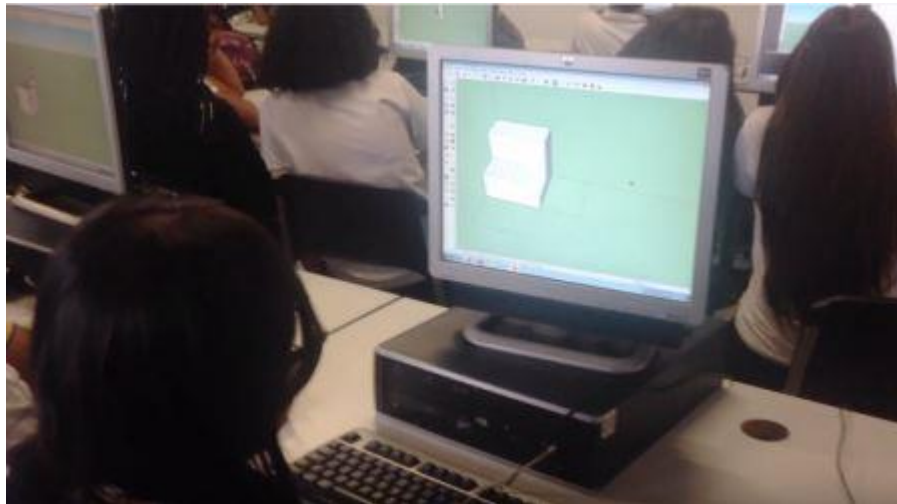
1. Introducción a la Geometría Descriptiva.
2. Creación de eje isométrico.
3. Recomendaciones para la construcción de un objeto tridimensional.
4. Paralelismo.
5. Creación del primer objeto isométrico.
6. Revisión de dibujos por parte de los alumnos.

El profesor realiza en el tablero el dibujo del eje isométrico y, sobre éste, dibuja el objeto 1. Los alumnos proceden a realizar la figura y, aunque algunos alumnos presentan más habilidades que otros en cuanto al dibujo, todos realizan la figura propuesta.



#### 4.5.2 Sesión 2: Composición 2, Interpretación de vistas.

- **Lugar:** Sala de Informática, Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente.
- **Grupo:** Experimental
- **Fecha:** 23 de mayo de 2017



**Figura 14:** Sesión 2. Grupo experimental

#### Síntesis de la sesión:

Los alumnos comprenden mejor la metodología de las sesiones. Por tal motivo, ingresan a la red social Edmodo, donde se encuentra la segunda actividad y proceden a realizarla. Algunos alumnos comparan su trabajo con otros y crean entre ellos un ambiente colaborativo con aquellos alumnos que tienen dudas respecto al procedimiento.

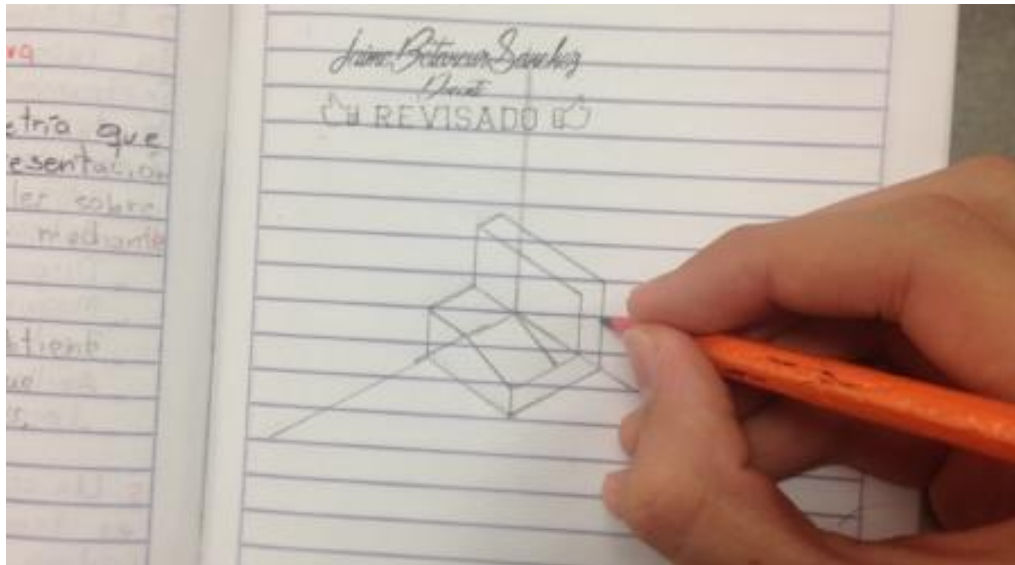
La sesión transcurre en el siguiente orden:

1. Ingreso a la sala de informática, conservando el orden de la primera sesión.
2. Ingreso a la plataforma Edmodo.
3. Inicio del manual 2 y del video tutorial 2, según el estilo de aprendizaje de los alumnos.

Los alumnos realizan adecuadamente el segundo objeto y analizan las vistas del objeto. La actividad finaliza con una reflexión por parte del profesor y se responden inquietudes.

Algunos alumnos le indican al docente que les suministre el software para la instalación del programa SketchUp.

- **Lugar:** Salón de clase, Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente.
- **Grupo:** Control
- **Fecha:** 23 de mayo de 2017



**Figura 15:** Sesión 2. Grupo de control

#### **Síntesis de la sesión:**

Se continúa con la dinámica de dibujar el dibujo en el tablero por parte del profesor y los alumnos replican en sus cuadernos el objeto.

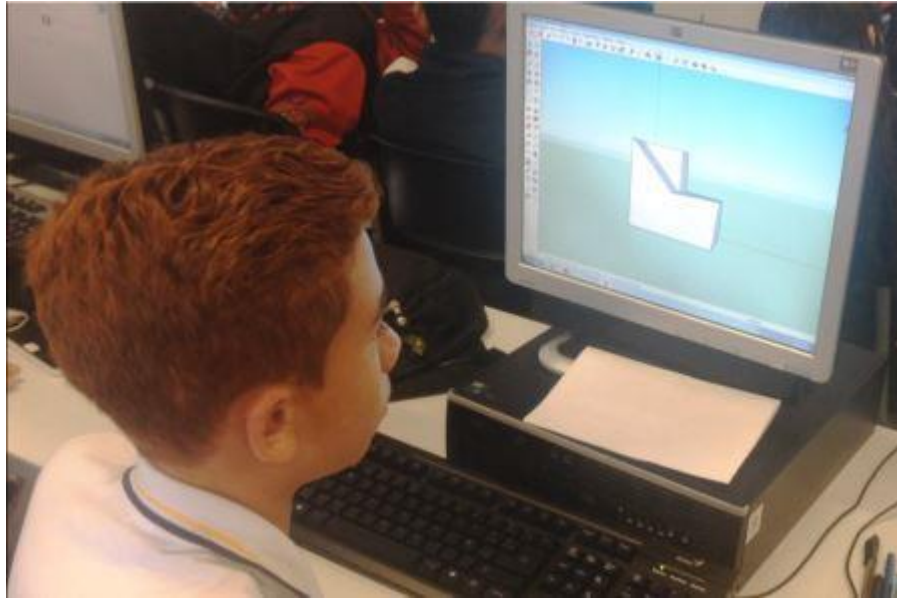
La sesión se plantea siguiendo el mismo esquema de la sesión 1, para la composición 2.

Después de analizar los dibujos de los alumnos, se revisan y se aplica un sello a los trabajos finalizados.

Algunos alumnos presentan cierta apatía frente a la clase y no quieren dibujar el objeto. Según algunos alumnos, se les presenta mucha dificultad para hacer el dibujo en el cuaderno, aunque algunos alumnos se ofrecen para ayudar a sus compañeros que presentan dificultades.

#### **4.5.3 Sesión 3: Composición 3, Interpretación de vistas.**

- **Lugar:** Sala de Informática, Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente.
- **Grupo:** Experimental
- **Fecha:** 30 de mayo de 2017



**Figura 16:** Sesión 3. Grupo experimental

#### **Síntesis de la sesión:**

En la creación de la figura 3, los alumnos ya presentan un trabajo autónomo, algunos proponen nuevas creaciones y prueban con herramientas adicionales del programa SketchUp. El trabajo de todos los alumnos transcurre según la agenda y, al final, los alumnos como evidencia, suben el archivo generado en el programa a la plataforma Edmodo.

Algunos alumnos que han terminado la actividad antes de la finalización de la sesión, ingresan a YouTube y buscan videos para adelantar sus conocimientos y aprender nuevas técnicas en la creación de objetos en SketchUp.

- **Lugar:** Salón de clase, Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente.
- **Grupo:** Control
- **Fecha:** 30 de mayo de 2017



**Figura 17:** Sesión 3. Grupo de control

#### **Síntesis de la sesión:**

Para el tercer dibujo, los alumnos presentan una mejora en la técnica y algunos alumnos ayudan a sus compañeros. Luego de terminado el dibujo, se revisa el trabajo de los alumnos y se marca el cuaderno con un sello de revisado.

Algunos alumnos vienen preparados para la clase, llevan consigo el eje isométrico a manera de plantilla, agilizando el tiempo de trabajo para los alumnos. Esto lo justifican diciendo que necesitan más tiempo para dibujar el objeto y la construcción del eje les lleva un tiempo adicional para la creación.

Es notable el avance por parte de algunos alumnos; otros, en cambio, manifiestan que no les gusta dibujar.

#### **4.5.4 Sesión 4: Taller de vistas Isométricas, Video Mapping Interactivo.**

- **Lugar:** Salón de clase, Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente.
- **Grupo:** Experimental
- **Fecha:** 6 de junio de 2017

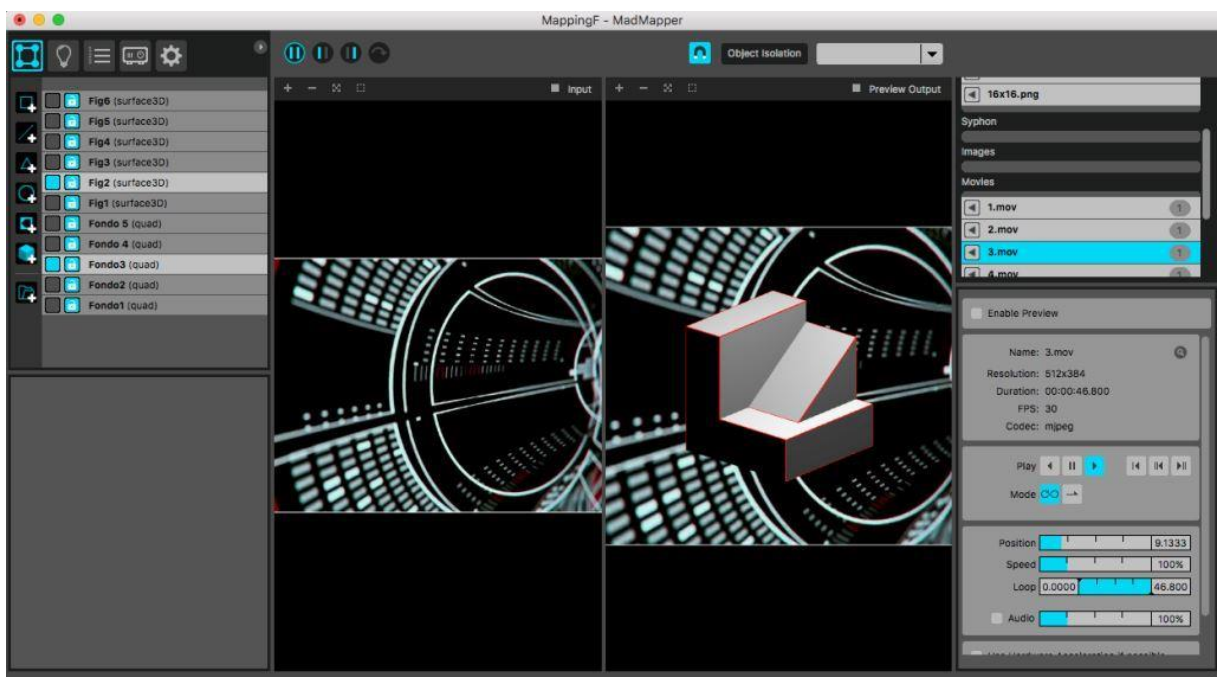
Como actividad final, se propone un video mapping interactivo donde los alumnos pueden manipular seis objetos creados en SketchUp.

La configuración del video mapping es la siguiente:

- Seis objetos tridimensionales que serán manipulados por los alumnos

- Cinco fondos animados, para crear la sensación de profundidad e inmersión en el alumno.
- Salida configurada a una resolución de 800x600 pixeles, que es la máxima permitida por el proyector de la institución.
- Antes de iniciar la proyección se prueba el sensor Leap Motion, para verificar su correcta calibración.
- Se proyecta el video mapping en el tablero del salón de clases.

La Figura 18, muestra el panel de control del video mapping, con el programa MadMapper. Se observa en la izquierda del panel, que la presentación de los objetos se realiza seleccionando los objetos que se quieren presentar, con una ventana izquierda de previsualización, y una ventana derecha de video presentado en tiempo real.



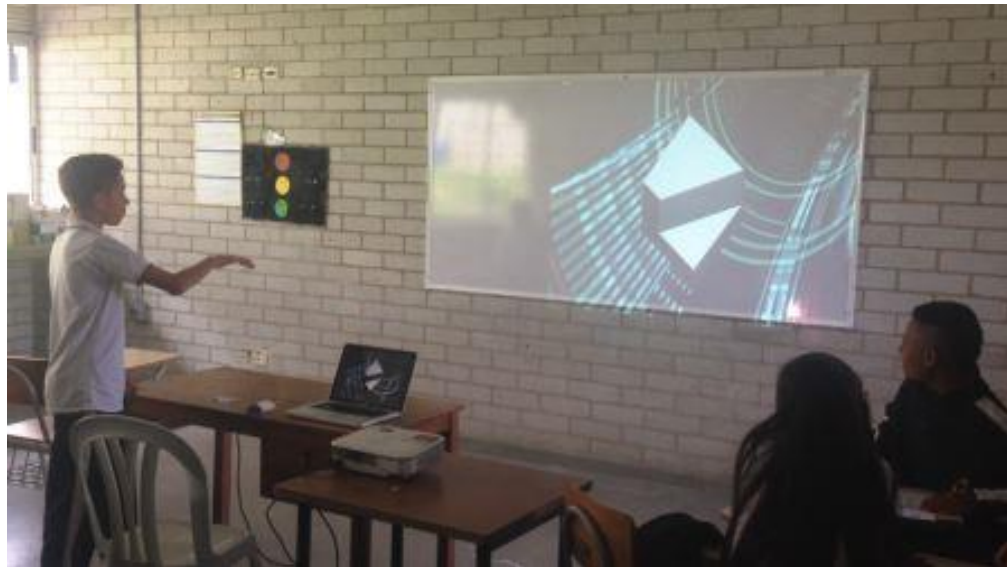
**Figura 18:** Sesión 4. Panel de control Video Mapping Interactivo

### Síntesis de la sesión:

La dinámica de la clase es la siguiente:

1. Se organiza la clase en seis grupos. Cada grupo debe tener al menos un alumno con un estilo de aprendizaje kinestésico, quien será el encargado de salir y manipular el objeto.





**Figura 19:** Sesión 4. Video mapping interactivo

2. Cada grupo recibe una hoja con el taller de vistas isométricas. Anexo 4, al final de este trabajo.



**Figura 20:** Sesión 4. Taller de vistas isométricas. Video mapping

3. Los alumnos observan a los miembros de cada equipo manipular una figura; de ser necesario, solicitan mover el objeto para apreciar las vistas.



**Figura 21:** Sesión 4. Interactividad.

4. Al finalizar la intervención de todos los alumnos con estilo de aprendizaje kinestésico, algunos alumnos solicitan intervenir el video mapping e interactuar con el objeto.



**Figura 22:** Sesión 4. Análisis colaborativo entre alumnos.

5. Un grupo de trabajo solicita manipular algunas figuras en el video mapping, para confirmar que su trabajo este correcto. Cuando todos los grupos terminan el taller, éste es entregado al docente.



**Figura 23:** Sesión 4. Taller de vistas isométricas finalizado

Los alumnos trabajaron muy concentrados con la actividad. El video mapping, como herramienta, permitió a los alumnos resolver el taller (Anexo 4), que implicaba analizar 6 objetos isométricos, y seleccionar correctamente las 3 vistas principales a partir de un grupo de 18 vistas presentadas aleatoriamente. Los alumnos, con estilo de aprendizaje kinestésico, se mostraron muy dispuestos a participar en la actividad, interactuando con el video mapping.

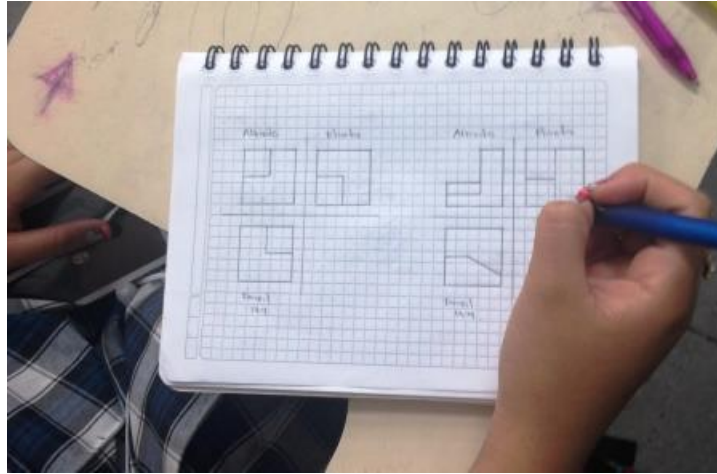
- **Lugar:** Salón de clase, Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente.
- **Grupo:** Control
- **Fecha:** 6 de junio de 2017

Para el grupo de control, se utiliza de igual forma el taller de vistas isométricas, que se encuentra en el Anexo 4, al final de este trabajo.

La dinámica de la clase es la siguiente:

- Los alumnos pueden hacer uso de la notas del cuaderno.
- Se conforman seis grupos
- Cada grupo resuelve las seis figuras
- Al completar el taller el profesor socializa los resultados de cada grupo.





**Figura 24:** Sesión 4. Taller de vistas isométricas grupo de control

#### 4.5.5 Test final de actitud. Evaluación cuantitativa

- **Lugar:** Salón de clases, Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente.
- **Grupo:** Experimental y Control
- **Fecha:** 9 de junio de 2017

Para la finalización de este piloto experimental, se procede a realizar nuevamente el test de actitud y una evaluación, que se encuentra en el Anexo 5 al final de este trabajo.

La evaluación es cuantitativa y el instrumento seleccionado para este tipo de evaluación es la selección simple, busca medir el logro de: “Identificar correctamente las vistas isométricas de un cuerpo tridimensional: Alzado, perfil y planta.”

Los resultados del test de actitud y evaluación final, se presentan a continuación.

## 4.6 Descripción de los resultados

En este subcapítulo se exponen los resultados obtenidos. Se presentan en estricto orden cronológico, según el itinerario de trabajo realizado, además de la valoración y justificación de los resultados

### 4.6.1 Test de actitud. Escala Likert. Grupo experimental

Luego de realizado el test inicial y final de actitud, para el grupo experimental se obtienen los siguientes resultados: con los valores de las Tablas 6 y 7, se asignan el puntaje, según la cantidad de respuestas. El resultado de la escala de actitud inicial para el grupo experimental se presenta a continuación:

**Tabla 10:** Resultados escala de actitud inicial. Grupo experimental

Pregunta	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Puntaje
1 Categoría (+)	5	18	60	28	20	131
2 Categoría (+)	7	16	63	24	15	125
3 Categoría (-)	5	12	78	20	5	120
4 Categoría (+)	5	24	69	12	10	120
5 Categoría (-)	5	60	75	4	2	146
6 Categoría (+)	9	16	57	24	15	121
7 Categoría (-)	5	12	75	18	7	117
8 Categoría (+)	7	20	72	12	5	116
9 Categoría (-)	20	20	57	18	8	123
10 Categoría (+)	10	34	42	12	5	103
TOTAL						1222

Para calcular el porcentaje de actitud para el resultado obtenido, utilizamos una regla de tres, donde el 100% de actitud positiva, se calcula como el producto de los alumnos, por las preguntas, y por el máximo valor por pregunta, como se aprecia a continuación:

$$Actitud_{positiva} = \frac{PuntajeTotal * 100}{(total\ de\ alumnos) * (total\ de\ preguntas) * (valor\ maximo\ por\ pregunta)}$$

**Ecuación 1:** Formula para obtener el valor del porcentaje de actitud positiva

Resolviendo la ecuación, tenemos el porcentaje de actitud positiva para el grupo experimental:

$$Actitud_{positiva} GrupoExperimental = \frac{1222 * 100}{(45) * (10) * (5)} = 54.31\%$$

**Ecuación 2:** Porcentaje de actitud positiva inicial. Grupo experimental

El resultado para el test de actitud final se presenta a continuación:

**Tabla 11:** Resultados escala de actitud final. Grupo experimental

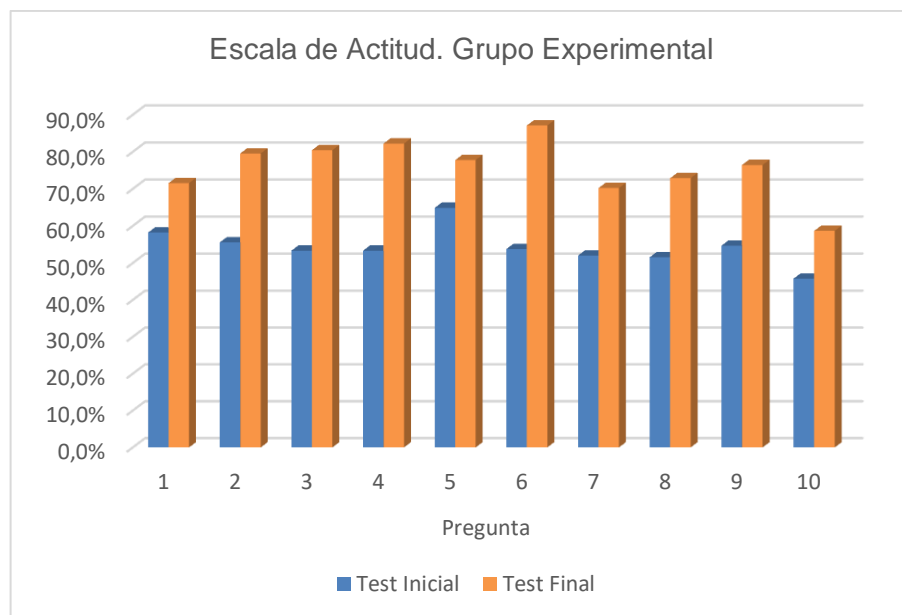
Pregunta	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Puntaje
1 Categoría (+)	0	6	45	100	10	161
2 Categoría (+)	0	2	36	76	65	179
3 Categoría (-)	85	64	27	4	1	181
4 Categoría (+)	0	0	36	64	85	185
5 Categoría (-)	75	48	48	4	0	175
6 Categoría (+)	0	0	6	100	90	196
7 Categoría (-)	50	32	69	6	1	158
8 Categoría (+)	3	14	24	48	75	164
9 Categoría (-)	75	36	57	4	0	172
10 Categoría (+)	3	22	54	48	5	132
TOTAL						1703

Resolviendo la ecuación 1, tenemos el porcentaje de actitud positiva final para el grupo experimental:

$$Actitud_{positiva} Grupo Experimental = \frac{1703 * 100}{(45) * (10) * (5)} = 75.7\%$$

**Ecuación 3:** Porcentaje de actitud positiva final. Grupo experimental

La siguiente grafica muestra el porcentaje de actitud positiva por pregunta, en el test de actitud realizado al inicio y al final del piloto, en el grupo experimental.



**Figura 25:** Escala de actitud inicial y final. Grupo experimental

#### 4.6.2 Test de actitud. Escala Likert. Grupo de control

De igual forma al inicio del piloto, al grupo de control se aplicó del test, obteniendo los siguientes resultados:

**Tabla 12:** Resultados escala de actitud inicial. Grupo control

Pregunta	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Puntaje
1 Categoría (+)	6	12	63	32	20	133
2 Categoría (+)	9	14	51	16	40	130
3 Categoría (-)	20	20	66	14	8	128
4 Categoría (+)	8	24	72	4	0	108
5 Categoría (-)	15	48	69	6	4	142
6 Categoría (+)	9	12	75	16	5	117
7 Categoría (-)	30	28	69	12	3	142
8 Categoría (+)	5	24	72	12	5	118
9 Categoría (-)	30	16	54	16	9	125
10 Categoría (+)	15	36	27	8	5	91
TOTAL						1234

Con la ecuación 1, y los valores obtenidos en el test con el grupo de control obtenemos:

$$Actitud_{positiva} GrupoExperimental = \frac{1234 * 100}{(45) * (10) * (5)} = 54.5\%$$

**Ecuación 4:** Porcentaje de actitud positiva inicial. Grupo control

El resultado para el test de actitud final se presenta a continuación:

**Tabla 13:** Resultados escala de actitud final. Grupo control

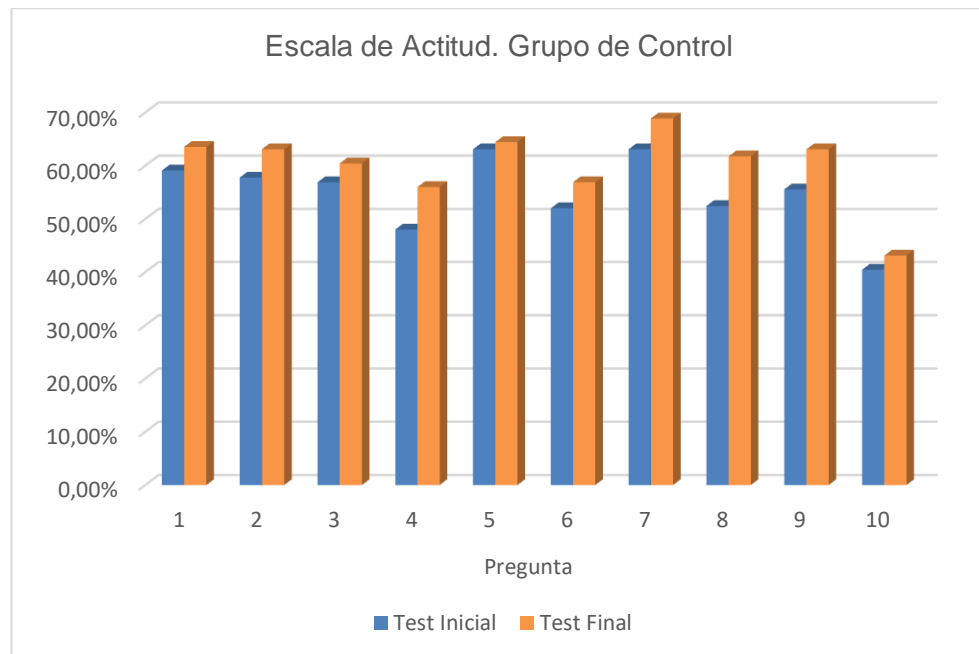
Pregunta	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo	Puntaje
1 Categoría (+)	1	12	78	32	20	143
2 Categoría (+)	3	8	84	12	35	142
3 Categoría (-)	15	24	84	10	3	136
4 Categoría (+)	5	20	69	12	20	126
5 Categoría (-)	25	36	75	6	3	145
6 Categoría (+)	8	8	69	28	15	128
7 Categoría (-)	45	36	66	6	2	155
8 Categoría (+)	3	14	69	28	25	139
9 Categoría (-)	30	24	78	6	4	142
10 Categoría (+)	12	34	33	8	10	97
TOTAL						1353

Con la ecuación 1, y los valores obtenidos en el test de actitud final con el grupo de control obtenemos:

$$Actitud_{positiva Grupo Experimental} = \frac{1353 * 100}{(45) * (10) * (5)} = 60.1\%$$

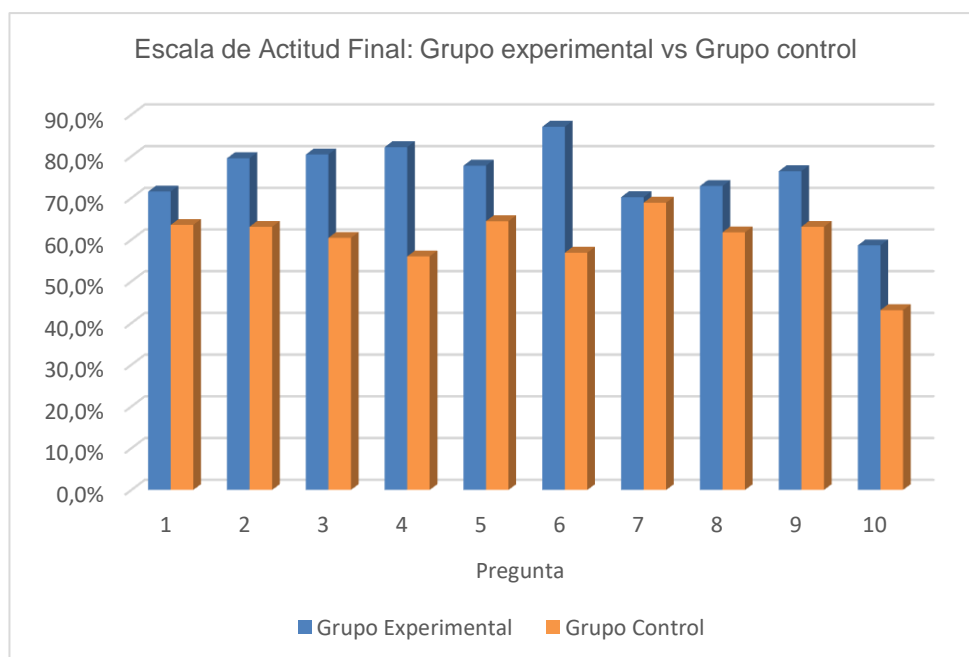
**Ecuación 5:** Porcentaje de actitud positiva final. Grupo control

La siguiente grafica muestra el porcentaje de actitud positiva por cada pregunta, para el test de actitud realizado al inicio y al final del piloto experimental, realizado en el grupo de control.



**Figura 26:** Escala de actitud inicial y final. Grupo de control

Con los resultados obtenidos en los test de actitud final, para los grupos experimental y control, se genera la siguiente grafica comparativa:



**Figura 27:** Escala de actitud final. Grupo experimental y grupo de control

En la Figura 27 se observa cómo los valores del grupo experimental, son superiores al grupo de control en todas las preguntas. La siguientes tablas exponen de forma numérica los resultados:

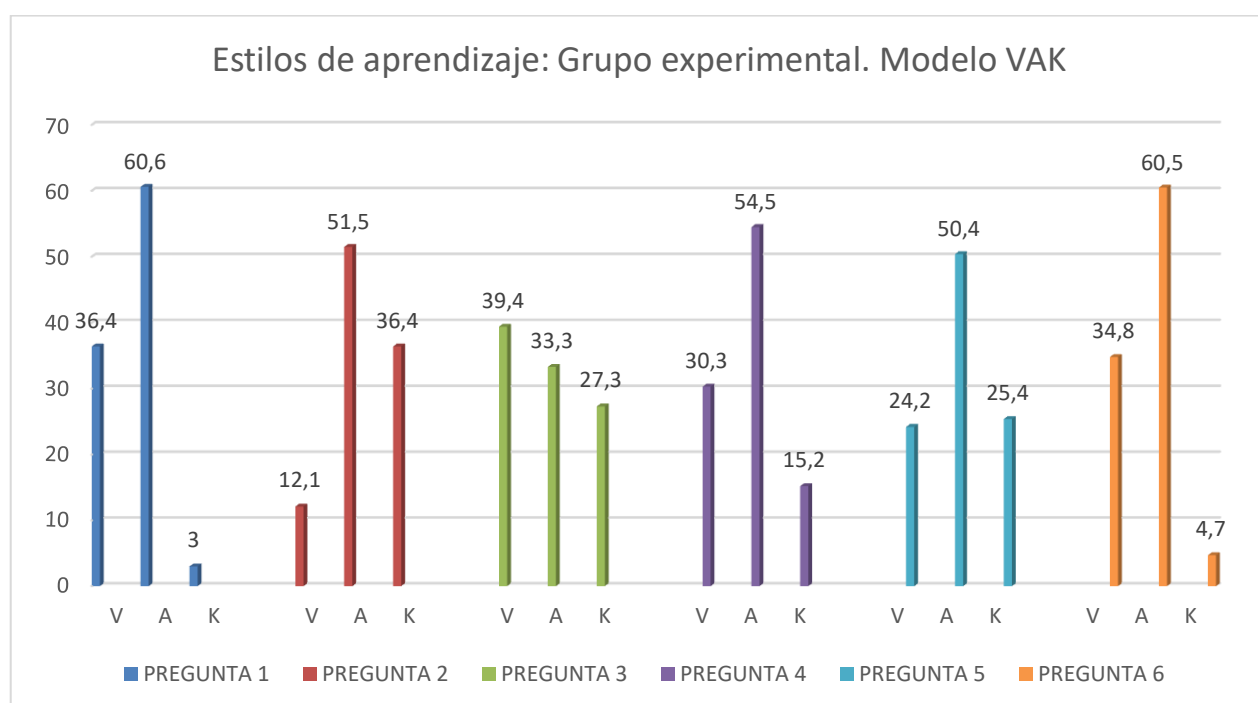
La Tabla 14, presenta los valores de los resultados para el test de actitud inicial y final, realizado en el grupo de control y experimental. Igualmente, presenta el porcentaje de aumento respectivo.

**Tabla 14:** Resultados escala de actitud. Grupo control y Grupo Experimental

Pregunta	Grupo Control			Grupo Experimental		
	Test Inicial	Test Final	Aumento	Test Inicial	Test Final	Aumento
1	59.11%	63.56%	<b>4.44%</b>	58.22%	71.56%	<b>13.33%</b>
2	57.78%	63.11%	<b>5.33%</b>	55.56%	79.56%	<b>24.00%</b>
3	56.89%	60.44%	<b>3.56%</b>	53.33%	80.44%	<b>27.11%</b>
4	48.00%	56.00%	<b>8.00%</b>	53.33%	82.22%	<b>28.89%</b>
5	63.11%	64.44%	<b>1.33%</b>	64.89%	77.78%	<b>12.89%</b>
6	52.00%	56.89%	<b>4.89%</b>	53.78%	87.11%	<b>33.33%</b>
7	63.11%	68.89%	<b>5.78%</b>	52.00%	70.22%	<b>18.22%</b>
8	52.44%	61.78%	<b>9.33%</b>	51.55%	72.89%	<b>21.34%</b>
9	55.56%	63.11%	<b>7.56%</b>	54.67%	76.44%	<b>21.78%</b>
10	40.44%	43.11%	<b>2.67%</b>	45.78%	58.67%	<b>12.89%</b>

#### 4.6.3 Resultado test de estilos de aprendizaje: VAK

Se aplica el test VAK para identificar los estilos de aprendizaje a los alumnos del grupo experimental. El test se compone de preguntas simples sobre su disposición frente a ciertos eventos que ocurren en una clase, como son la explicación del profesor sobre un tema, los distractores, la memorización de conceptos y las preferencias de actividades escolares. El resultado del test, que corresponde al porcentaje de alumnos con un estilo de aprendizaje: visual, auditivo o kinestésico, según sus respuestas a seis preguntas específicas, se muestra en la Figura 28.



**Figura 28:** Resultados test VAK. Grupo Experimental

#### 4.6.4 Resultados evaluación cuantitativa.

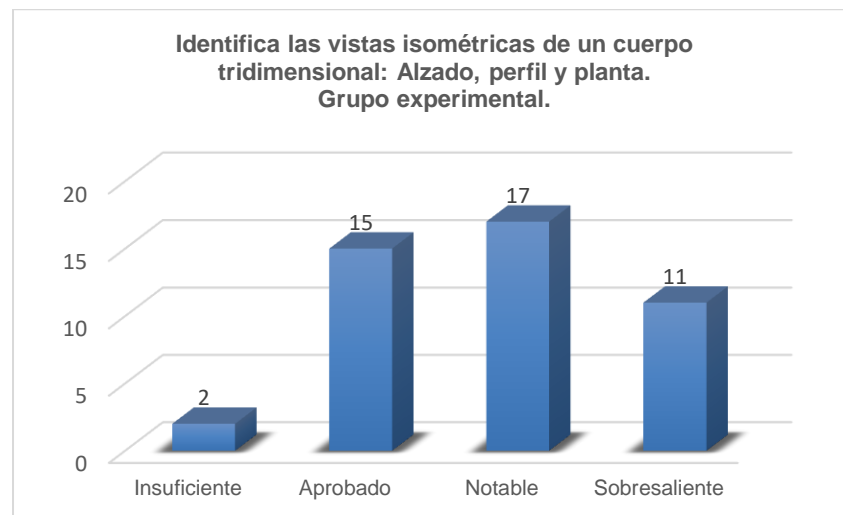
La evaluación cuantitativa se aplicó como actividad final del piloto experimental. El instrumento seleccionado para este tipo de evaluación es la selección simple y el logro de que se evalúa es: "Identifica las vistas isométricas de un cuerpo tridimensional: Alzado, perfil y planta."

La evaluación se encuentra en el Anexo 5 al final de este trabajo y se califica mediante la siguiente rúbrica, expuesta en la Tabla 15:

**Tabla 15:** Rúbrica de evaluación

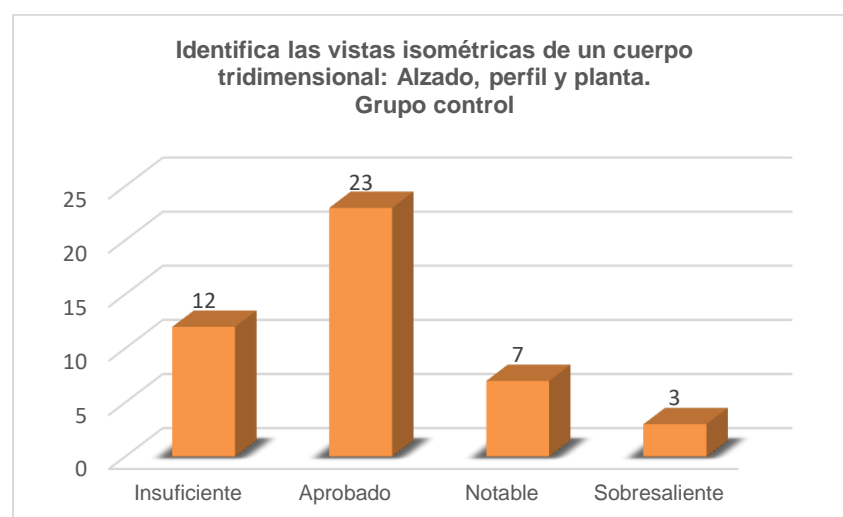
Indicador	Insuficiente	Aprobado	Notable	Sobresaliente
Identifica las vistas isométricas de un cuerpo tridimensional: Alzado, perfil y planta.”	1 a 6 respuestas correctas	7 a 8 respuestas correctas	9 a 10 respuestas correctas	11 a 12 respuestas correctas

El siguiente grafico representa en índice de resultados de la evaluación cuantitativa para el grupo experimental.



**Figura 29:** Resultados evaluación cuantitativa. Grupo experimental

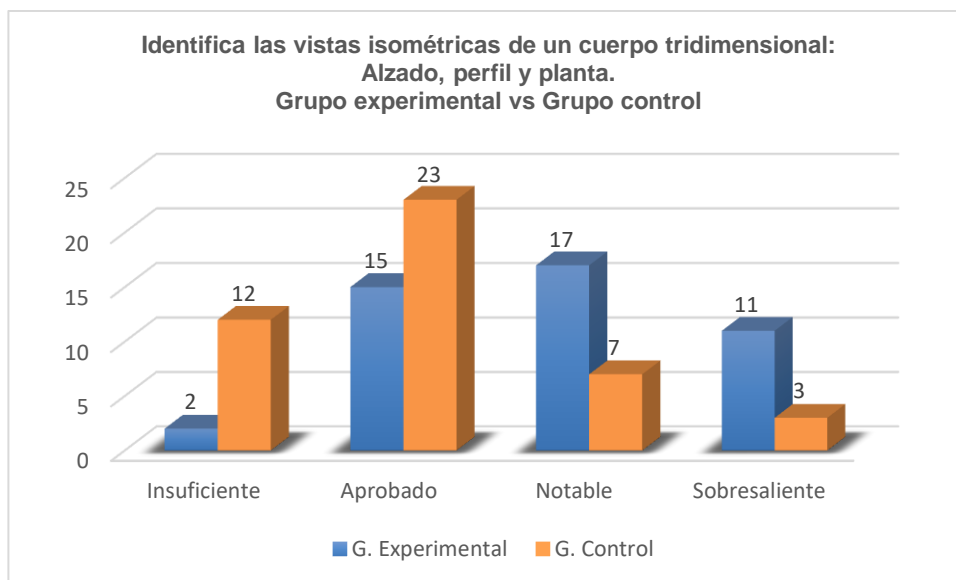
Por otro lado, el siguiente grafico representa en índice de resultados de la evaluación cuantitativa para el grupo de control.



**Figura 30:** Resultados evaluación cuantitativa. Grupo de control



Con los resultados obtenidos en la evaluación cuantitativa, para los grupos experimental y control, se genera la siguiente grafica comparativa:



**Figura 31:** Resultados evaluación cuantitativa. Grupo experimental y grupo control

Como se aprecia en la Figura 31, los resultados en el grupo experimental, frente a la evaluación cuantitativa son más satisfactorios frente al grupo de control.

La Tabla 16 presenta los resultados de la evaluación cuantitativa para los dos grupos, donde solo dos alumnos presentaron un resultado insuficiente en el grupo experimental, y 12 alumnos para el grupo de control. Por otro lado para el resultado sobresaliente, el grupo experimental es casi cuatro veces superior en resultados al grupo de control.

**Tabla 16:** Resultados evaluación cuantitativa. Grupos control y experimental.

Indicador	Grupo control			
	Insuficiente	Aprobado	Notable	Sobresaliente
Identifica las vistas isométricas de un cuerpo tridimensional: Alzado, perfil y planta."	12	23	7	3
	Grupo experimental			
	Insuficiente	Aprobado	Notable	Sobresaliente
	2	15	17	11

## **4.7 Discusión**

Se realiza una discusión teniendo en cuenta los resultados obtenidos de los test de actitud al inicio y final del itinerario, y la evaluación final.

### **4.7.1 Análisis comparativo escala de actitud.**

Se hace un análisis detallado de los resultados de la escala de actitud realizado al inicio y al final del itinerario, para el grupo experimental y grupo de control.

#### **Pregunta 1: Es interesante realizar construcciones de objetos tridimensionales.**

Para la Pregunta 1, que define el interés del alumno por la construcción de objetos tridimensionales. Hemos observado que el grupo experimental ha incrementado su motivación en un 13.33%, muy superior al grupo de control, con un 4.44%. En el transcurso de las sesiones, alumnos del grupo experimental, comentaron que la forma de construcción de objetos tridimensionales utilizando el programa SketchUp resultaba muy agradable, algunos incluso instalaron el programa en sus hogares para trabajar fuera del Colegio. Algunos integrantes del grupo de control, indicaron que la construcción de objetos tridimensionales en papel

#### **Pregunta 2: Estoy dispuesto a construir dibujos tridimensionales en clase.**

La Pregunta 2, que busca medir la disposición para trabajar en la construcción de objetos tridimensionales, obtuvo un valor muy alto para el grupo experimental, que incrementó su actitud positiva en un 24%, lo que reflejó, un interés general por el diseño de los objetos, y en algunos casos, alumnos solicitaban al profesor indicaciones para crear nuevos modelos desde sus hogares. Al contrario del grupo de control, que incrementó esta actitud en sólo 5.33%. Se puede suponer el incremento en el grupo de control, para el caso de los alumnos con un gusto particular por el dibujo, los cuales realizaban las actividades siguiendo las indicaciones. Algunos en cambio, manifestaban su desinterés por realizar dibujos.

#### **Pregunta 3: No me interesan las clases de Geometría Descriptiva.**

Como el enunciado de esta pregunta contiene una negación, el resultado de esta pregunta es inverso, es decir, los valores representan el incremento en el interés por la clase de Geometría. Este resultado resulta muy valioso para los profesores del área de matemáticas de la institución, ya que el grupo experimental aumentó su interés por esta asignatura en un 27.11%, frente al resultado del 3.56% del grupo de control, que con un método tradicional, el interés sigue siendo un bajo. Se puede justificar el incremento en el grupo experimental, con la aplicación de una nueva estrategia para el aprendizaje (Woolfolk, 2010), para generar en el alumno un estímulo que despierte el gusto por esta área.

**Pregunta 4: Estoy dispuesto a escuchar las clases de Geometría Descriptiva por parte del profesor.**

Hemos observado para la Pregunta 4, un aumento en la disposición de los alumnos por recibir las clases de geometría, en un 28.89%. Esto se traduce en una actitud positiva por la asignatura de geometría, y la motivación para recibir las clases presentadas por el profesor, además de explicaciones, asignaciones y contenido propio del área, en contraste con el grupo de control, con un aumento del 8%, estos valores reflejan una indiferencia marcada de los alumnos del grupo de control frente a las clases de geometría del profesor. Esto se ratifica en el resultado final del test, que marcó un 56% para el grupo de control, frente a un 82.22% para el grupo experimental,

**Pregunta 5: No me interesa realizar dibujos tridimensionales**

Para el grupo de control, el interés por realizar figuras tridimensionales, solo se incrementó en un 1.33%, lo que refleja un desinterés general por la realización de figuras tridimensionales, esto puede ocurrir por que las clases no son llamativas, ni presentan un contenido que pueda despertar el interés en los alumnos. Caso contrario, es el interés que generó la realización de objetos tridimensionales con una herramienta de diseño asistido por computador, el proceso de diseño y modelado, despertó el interés general de los alumnos, y la actitud se incrementó en un 12.89%.

**Pregunta 6: Me gusta participar en actividades grupales que involucren el desarrollo de objetos tridimensionales**

Hemos observado para la Pregunta 6, que el trabajo grupal para el grupo experimental es el que más aumento obtuvo, con un 33.33%. esto se debe a que la actividad que involucra el video mapping, tuvo una aceptación general, y el trabajo grupal tuvo un efecto colaborativo, donde los alumnos trabajaban en conjunto para la solución de la actividad planteada. En oposición al trabajo cooperativo del grupo de control, que consistió en que cada alumno resolvía una parte del trabajo y luego reunían los resultados. El aumento del grupo de control fue 4.89%.

**Pregunta 7: Prefiero no tener clases de Geometría Descriptiva.**

Los alumnos del grupo experimental, aumentaron en un 18.22% su preferencia por tener clases de geometría descriptiva, lo que refleja en muchos alumnos, una diferenciación de la materia frente a otras, y que esta asignatura supone en el alumno un contenido más llamativo e interesante frente a otras materias escolares. Por otro lado el grupo de control tuvo un aumento del 5.78%, una tercera parte del aumento del grupo experimental. Este

hecho se confirma con la actitud de inicio de las sesiones, el grupo experimental en general, recibía con alegría y entusiasmo, las indicaciones sobre el trabajo propuesto para el día. Caso contrario, el grupo de control, donde algunos alumnos manifestaba su poco gusto por la realización de las actividades.

**Pregunta 8: Analizar las vistas de un objeto, me parece importante.**

Para la pregunta 8, hemos observado un aumento en la importancia que los alumnos le dan al análisis geométrico, de un 21.34% en el grupo experimental, lo que refleja una apropiación del conocimiento por parte de los alumnos de este grupo, y ven estos temas, importantes para su desarrollo académico. El grupo de control, después del trabajo realizado, tuvo un aumento del 9.33% de actitud positiva, esto puede deberse, a que el grupo de control, solo ven el tema de esta asignatura, como un tema adicional al área de matemáticas que debe ser aprobado, sin considerar si el tema es importante o no.

**Pregunta 9: No veo la Geometría Descriptiva como una materia que me sirva en un futuro**

Al inicio del piloto, ambos grupos consideraban la geometría descriptiva como una materia, indiferente y de poca importancia en el futuro, con un valor de 55.55% para el grupo de control, y 54.66% para el grupo experimental, valores muy similares para ambos grupos. Al final del piloto experimental, se observa un cambio importante en el grupo experimental, con un aumento del 21.78%, por consiguiente, un 76.44% de actitud positiva del grupo experimental. Para el grupo de control, un aumento del 7.56%, con un 63.11% de actitud positiva para el final del piloto. Esto demuestra que el grupo experimental percibe, luego de trabajar las sesiones, un campo de acción futuro para sus estudios. Se confirma este hecho, con las experiencias finales de los alumnos, que solicitaban al profesor asesoría sobre cómo la herramienta SketchUp podría ser utilizada en el campo de los videojuegos o la arquitectura, profesiones que algunos alumnos comienzan a elegir como futuros estudios. En oposición al grupo de control, que según el resultado y conversaciones con los alumnos, sólo estaban dispuestos a realizar las actividades por la nota, sin demostrar en ningún momento un interés sobre posibles aplicaciones futuras de la geometría.

**Pregunta 10: Si es necesario, complemento mi estudio de la Geometría, consultando en la biblioteca del Colegio**

La pregunta final, busca medir la actitud de los alumnos para complementar su estudio. Para el caso de los alumnos de ambos grupos, el lugar más cercano para hacer esto en la Institución es la biblioteca. El grupo de control obtuvo un aumento en la actitud de un 2.67%.

El incremento del grupo experimental, fue de 21.78%. Esto puede ocurrir, porque muchos alumnos demostraron un interés por complementar sus estudios, tanto en comunidades online, como en libros de apoyo. Aunque en la biblioteca Institucional no existen libros de diseño tridimensional, sí existen libros de geometría descriptiva y planos arquitectónicos, que algunos alumnos consultaron para proponer en uno de sus proyectos de investigación, un modelado tridimensional de la planta física de la Institución educativa, a partir del conocimiento adquirido en el transcurso del piloto.

#### **4.7.2 Análisis comparativo evaluación cuantitativa.**

Finalizadas las sesiones de trabajo con los dos grupos, se procede a realizar una evaluación individual y cuantitativa de doce preguntas.

El resultado de alumnos que superan la prueba es superior en los alumnos del grupo experimental, al igual que los puntajes sobresalientes. La nota media del grupo de control se sitúa en el valor de 7.11 puntos correctos, que según nuestra rúbrica, es una calificación de Aprobado, pero se encuentra muy próxima a la calificación Insuficiente que se aplica a 6 respuestas correctas.

Para el grupo experimental, el puntaje medio es de 9.15 puntos correctos, lo que sitúa la calificación global del grupo experimental en un valor Notable.

#### **4.7.3 Discusión final**

El uso de contenido adaptado según el estilo de aprendizaje de los alumnos, en conjunto con el uso de tecnologías, como SketchUp, video mapping interactivo, y una red social de aprendizaje, ha permitido que las calificaciones positivas aumenten.

Se destaca la pregunta enfocada a medir la percepción que tienen los alumnos con la actividad grupal que involucra los conceptos de creación de figuras tridimensionales y uso del video mapping interactivo para la interpretación de las vistas geométricas de los objetos trabajados. La respuesta a esta pregunta tuvo un incremento superior, comparado con las otras preguntas.

Es importante también destacar que la geometría, vista como asignatura, generó un interés general en los alumnos del grupo experimental. Se observaba trabajo colaborativo y la creación de una red de trabajo, en la red social de aprendizaje, donde exponían sus trabajos y daban propuesta de diseño a sus compañeros. En oposición al grupo de control, que se presentaba con poca disposición y apatía frente a el trabajo realizado en el grupo.

En cuanto a la evaluación final, como se aprecia en la Figura 31, el porcentaje de alumnos con resultados sobresalientes fue superior para el grupo de control, y el número de alumnos

con notas inferiores, es menor en el grupo experimental. Esto, unido a los resultados de actitud, sugiere que para los alumnos del grupo experimental, la metodología propuesta fue atractiva, despertó el interés y supuso una mejora en el aprendizaje. Por su parte, el grupo de control presentó unos resultados iguales al promedio de años pasados, por lo que deducimos que la implantación del método experimental podría mejorar los resultados globales de los estudiantes.

## Capítulo 5: Conclusiones y trabajo futuro

En este trabajo, hemos presentado la importancia de incorporar mecanismos que permitan a los alumnos aprender de acuerdo a su estilo de aprendizaje, incorporando, además, distintos formatos y herramientas que favorezcan el acceso a la información. Para ello, se ha realizado una revisión de la literatura, concluyendo que la integración de contenido educativo con nuevas tecnologías de la información y la comunicación, para generar nuevos instrumentos de enseñanza, permiten que la motivación del alumno frente a una asignatura se mantenga. Para lograr esto, se utilizó la herramienta SketchUp para el diseño de modelos tridimensionales, y un video mapping interactivo, para que el alumno refuerce el conocimiento aprendido y manipule los objetos creados en la herramienta 3D.

A partir de estas conclusiones, se ha diseñado un piloto experimental siguiendo un itinerario de trabajo establecido para ser ejecutado en la Institución Educativa Ciudadela Nuevo Occidente, contó con el apoyo de los directivos y coordinadores, los cuales, durante cinco semanas, permitieron el trabajo con noventa alumnos del grado noveno de bachillerato, divididos en dos grupos, uno experimental y otro de control. El trabajo realizado con el grupo experimental, transcurrió entre el salón de clase y la sala de informática. El grupo de control estuvo durante todo el piloto en el salón de clases. Tanto los test realizados, como el trabajo y evaluación hecho por los alumnos, fue entregado a los coordinadores académicos, los cuales, luego de vistos los resultados positivos, pretenden socializar la experiencia con directivos de otras instituciones.

En consecuencia, luego del análisis de los resultados del modelo experimental, se ha llegado a las siguientes conclusiones:

El aprendizaje y satisfacción de los alumnos del grado noveno de bachillerato, del grupo que trabajo con el modelo de enseñanza experimental, aumentó considerablemente. Este aumento se puede evidenciar en los resultados de los test de actitud y evaluación final. Indicadores que demuestran que las herramientas innovadoras como son el SketchUp y el video mapping interactivo ayudan sustancialmente al alumno en su aprendizaje.

El entorno de trabajo del modelo de enseñanza experimental, se aleja del uso exclusivo de papel y lápiz, razón por la cual, los alumnos se enfrentan a un nueva dinámica de trabajo, para el aprendizaje de las matemáticas, específicamente para la geometría. Esta dinámica resultó ser positiva para el alumno y el reflejo de esto son los indicadores positivos en las evaluaciones.

El video mapping interactivo, resultó una herramienta amigable para los alumnos, ya que no necesitaron instrucciones para su operación. Únicamente se les indicaron las reglas explícitas de operación; las reglas implícitas, que tienen que ver con la precisión del movimiento, fueron descubiertas con facilidad por los alumnos. Como resultado, las sesiones de trabajo con el video mapping, se convirtieron en una especie de juego, en la cual los alumnos aprendieron los conceptos con facilidad.

Es de resaltar que durante la experiencia, el grupo experimental no solicitó calificaciones durante las sesiones que contenían actividades, únicamente al momento de realizar la evaluación cuantitativa, caso opuesto al grupo de control, que solicitaba una nota finalizada cada clase.

Los resultados de la evaluación final y de actitud fueron entregados a la coordinación académica donde fue realizado el piloto experimental. Los resultados fueron muy bien recibidos por parte de las directivas de la institución, que proponen realizar un acercamiento con el área de matemáticas para estudiar la posibilidad de incluir partes del modelo de enseñanza experimental en el plan académico institucional.

La herramienta Edmodo cumplió con todas las necesidades planteadas, no obstante, la labor de generar un estilo adaptativo según el estilo de aprendizaje de cada estudiante, se realizó de forma manual. Es importante tener en cuenta para futuro, como se podría realizar esta adaptabilidad de forma automática, si se tratara de un número superior de alumnos, o para el caso de la totalidad de la institución. El estudio de un gestor de aprendizaje con mas opciones de personalización, podría suplir esta necesidad.

Algunos docentes de otras áreas de la institución, muestran interés por el trabajo realizado con el video mapping interactivo y solicitan estudiar la posibilidad de implementar este trabajo en sus áreas, como por ejemplo, el cuerpo humano en ciencias naturales, o la simulación de leyes físicas de manera interactiva.



## Bibliografía

- Rodríguez, P. (2004). *Revisión de las teorías del aprendizaje más sobresalientes del siglo XX*. Mexico: Tiempo de Educar.
- PEI. (2015). *Proyecto Educativo Institucional*. Medellín: Ciudadela Nuevo Occidente.
- Venturelli, J. (2000). *Educación: Nuevos enfoques, metas y métodos*. Canadá: PALTEX.
- Woolfolk, A. (2010). *Psicología Educativa*. Mexico: Prentice Hall.
- Guerrero Ortiz, L. (2003). *Repertorio de estrategias pedagógicas*. Piura: Promeb.
- Resnick, L. (1987). *Learning in school and out*. Educational Researcher.
- Santos, M. (2001). *Potencial didáctico del software dinámico en el aprendizaje de las matemáticas*. Avance y perspectiva.
- Araya, R. G. (2007). *USO DE LA TECNOLOGÍA EN LA ENSEÑANZA DE LAS MATEMÁTICAS*. Universidad Nacional.
- Santos, M. (2001). *Students' use and understanding of different mathematical representations of tasks in problem solving instruction*. ERIC Clearinghouse for Science, Mathematics, and Environmental Education.
- Alfaro, A. (2004). *Enseñanza de las Matemáticas en Costa Rica: Elementos para un Diagnóstico*. Heredia: Universidad Nacional.
- Ferrer, D. M. (2007). Las nuevas tecnologías y el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación* .
- Williamson, S., & Kaput, J. (1999). Mathematics and virtual culture: an evolutionary perspective on technology and mathematics education. *Journal of Mathematical Behavior*, .
- Morales, R. (2015). *MODELADO PARAMÉTRICO 3D, RENDER Y ANIMACIÓN CON SOFTWARE LIBRE: INTERACCIÓN FREECAD + BLENDER*. GEOMETRIAS & GRAPHICA 2015 PROCEEDINGS.
- Gaspar, J. (2015). *Google SketchUp Pro 8 paso a paso en español*. GetProBooks.
- Morelli, R. D., & Ctenas, H. A. (2013). Enseñar utilizando programas CAD gratuitos. *X International Conference on Graphics for Arts and Design: Congreso Graphica*.

Jaime Humberto Betancur Sánchez. Máster universitario en eLearning y Redes Sociales.

Liceaga, A. A. (2016). *con SketchUp para mejorar la motivación*. Donostia-SanSebastián: Trabajo fin de máster Facultad de Educación.

Flores, E. M. (2014). *El programa de diseño 3D SketchUp como recurso educativo para la mejora de la capacidad espacial en el aula de Tecnología de 4o de la ESO*. Madrid: Trabajo fin de máster Facultad de Educación.

Medrano Sanz, I. (2009). *Google Sketchup aplicado al desarrollo de videojuegos educativos*. Madrid: Trabajos académicos Proyectos Fin de Carrera.

Orengo, e. (2005). *Mapping gestual*. Alicante: Universidad Miguel Hernández de Elche.

Montané, L., Toledo, G., Alonso, L., & Hernández, A. (2015). *Arquitectura para el desarrollo de aplicaciones educativas centradas en interfaces naturales de usuario*. Pistas Educativas.

Lescano, N. L., Mamani, S. E., & Illatopa, J. G. (2016). *Diseño de entornos educativos virtuales basados en aplicaciones interactivas de realidad aumentada, videojuego, Kinect y video mapping para el aprendizaje activo de la arqueología*. Perú: Universidad de San Martín de Porres, Perú.

Padilla-Zea, N., Medina, N. G., Paderewski, P., López-Arcos, J., Núñez, M., & Rienda, J. (2015). Evaluación continua para aprendizaje basado en competencias: Una propuesta para videojuegos educativos. *Revista Iberoamericana de Informática Educativa* , 25-38.

Melero, J., & Hernández-Leo, D. (2013). *A Model for the Design of Puzzle-based Games Including Virtual and Physical Objects*. Educational Technology & Society.

Tepedino, M. A. (2014). *El video mapping: definición, características y desarrollo*. Universidad de Valladolid.

Simari, E. (2011). La gran pantalla. Creación y Producción en Diseño y Comunicación. *Ensayos sobre la imagen. Edición IX* .

Ierache, J., Igarza, S., Mangiarua, N. A., Becerra, M. E., Bevacqua, S. A., Verdicchio, N. N., y otros. (2014). *Realidad Aumentada (RA) en el contexto de usuarios finales*. Universidad Nacional de La Matanza.

Garagecube. (2017). <http://www.modul8.ch/>. Recuperado el 16 de 05 de 2017, de <http://www.modul8.ch/>

Barber, G., & Lafluf, M. (2015). New Media Art; un abordaje al videomapping. *SIGRADI* .

Jaime Humberto Betancur Sánchez. Máster universitario en eLearning y Redes Sociales.

Pérez Bustamante, Y. (2010). *El VJ y la creación audiovisual performativa: hacia una estética radical de la postmodernidad*. Madrid: Universidad Rey Juan Carlos.

Carretero, M. (2000). *Constructivismo y educación*. Progreso.

Barriga, F. D., & Gerardo, R. (2004). *ESTRATEGIAS DOCENTES PARA UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO*. Mexico: Mc Graw Hill.

Arceo, F. D. (2000). *ESTRATEGIAS DOCENTE PARA UN APRENDIZAJE SIGNIFICATIVO*. McGRAW-HILL.

Burgos, D., & Corbalan, G. (2006). *Modelado y uso de escenarios de aprendizaje en entornos b-learning desde la práctica educativa*. Open University of The Netherlands.

Adell, J. (2000). *Tendencias en educación en la sociedad de las tecnologías de la información*. Universitat Jaume I Castelló de la Plana.

Edmodo. (1 de 05 de 2017). Obtenido de Edmodo: <https://www.edmodo.com/?go2url=%2Fhome>

González, J. E. (2014). ENSEÑANZA DE LA MATEMÁTICA. *Vida Científica Boletín de la Escuela Preparatoria No. 4*.

Medellín, A. d. (2014). *Expedición Currículo*. Medellín: Centro de innovación del maestro.

MEN. (2006). *Estándares Básicos de Competencias en Lenguaje, Matemáticas, Ciencias y Ciudadanas*.

Torres, R. M. (2017). *Nuevo rol docente:¿ qué modelo de formación, para qué modelo educativo?* Revista colombiana de educación.

Medellin, S. d. (2015). *Plan de Área Matemáticas*. Secretaria de Educación de Medellin.

Siemens. (2017). Recuperado el 15 de 05 de 2017, de [https://www.plm.automation.siemens.com/es\\_sa/plm/cad.shtml](https://www.plm.automation.siemens.com/es_sa/plm/cad.shtml)

Autodesk. (2017). Recuperado el 15 de 5 de 2017, de <https://latinoamerica.autodesk.com/products/maya/overview>

Trimble. (2017). Recuperado el 15 de 05 de 2017, de <http://www.sketchup.com/es/products/sketchup-pro>

Maxon. (15 de 05 de 2017). Recuperado el 2017, de <https://www.maxon.net/es/productos/cinema-4d/cinema-4d/>

Jaime Humberto Betancur Sánchez. Máster universitario en eLearning y Redes Sociales.

ICFES. (20 de 06 de 2017). *ICFES*. Recuperado el 2017, de ICFES: <http://www.icfesinteractivo.gov.co/>

Currículo, E. (2014). *Expedición Currículo*. Recuperado el 20 de 06 de 2017, de Expedición Currículo: <http://medellin.edu.co/escuelaentornoprotector/documentos-eep/274-1-plan-estudios-educacion-formal/file>

Sánchez, M. G., & Romero, J. J. (2014). *Reflexiones sobre la docencia del Dibujo Técnico en los niveles de Bachillerato: una propuesta metodológica basada en el Aprendizaje Cooperativo y las Nuevas Tecnologías*. Murcia: Universidad Católica San Antonio de Murcia.

García, J. G., & Izquierdo, S. J. (2017). GeoGebra, a proposal for innovating the teaching-learning of mathematics. *Revista Electrónica sobre Tecnología, Educación y Sociedad* .

Rendón-Mesa, P. A., & Molina-Toro, J. F. (2016). *Una experiencia de formación de profesores en modelación matemática en entornos mixtos de aprendizaje*. Universidad de los Andes.

Zamora, R. R., & Núñez, L. A. (2017). La modalidad B-learning como alternativa de un ambiente de aprendizaje innovador. *Revista Iberoamericana de las Ciencias Computacionales e Informática* .

Sullivan, G. M., & Artino, A. R. (2013). *Analyzing and interpreting data from Likert-type scales*.

Gómez, M. (2012). El uso académico de las redes sociales en universitarios. *Revista Científica de Educomunicación* , 132.

Díaz, E. (2012). Estilos de aprendizaje. *Revista EÍDOS* , 8, 5.

Coll, C. (1988). *Psicología y curriculum*. Barcelona: Laia.

Mariño, J. C. (2006). *B-Learning utilizando software libre, una alternativa viable en Educación Superior*. Universidad Autónoma de Tamaulipas. Mexico.

*The Capsuled*. (2017). Obtenido de <https://www.thecapsuled.com/>: <https://www.thecapsuled.com/>

Together, S. (2017). *Brainly*. Obtenido de Brainly: <https://brainly.lat/>

Ladybird. (2017). Obtenido de docsity: <https://www.docsity.com/es/>

Schoology. (2017). Obtenido de Schoology: <https://www.schoology.com/>

Jaime Humberto Betancur Sánchez. Máster universitario en eLearning y Redes Sociales.

Felder, R., & Silverman, L. (1988). Learning and Teaching Styles in Engineering Education. *Engr.Education* .

Likert, R. (1932). A technique for the measurement of attitudes. *Archives of Psychology* , 22, 55.

Ugalde, J. F. (2016). *Uso del programa solid edge para la mejora de la comprensión de la perspectiva isométrica y vistas para la asignatura de tecnología en segundo de la eso* . Bilbao: Universidad Internacional de la Rioja.


Diezmann, C. M., & Lowrie, T. (2009). Primary students' spatial visualization and spatial orientation : an evidence base for instruction. *33rd Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education*. Aristotle University of Thessaloniki.

Torre-Cantero, J. d. (2015). Creación de réplicas de patrimonio escultórico mediante reconstrucción 3D e impresoras 3D de bajo coste para uso en entornos educativos. *Arte, Individuo y Sociedad* , 27, 427-444.

Bandler, R., & Grinder, J. (1988). *La estructura de la magia*. Santiago de Chile: cuatro vientos.

## Anexos

### 1.1 Test de Actitud Impreso. Escala Likert

	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN MUNICIPAL DE MEDELLÍN	Test	
	INSTITUCIÓN EDUCATIVA CIUDELA NUEVO OCCIDENTE	Fecha aprobación:	
	Área: Matemáticas Asignatura: Geometría Descriptiva	Versión: 1	Grado: Noveno
	Construcción de figuras tridimensionales con el uso de SketchUp		

Instrucciones:

Responda cada pregunta marcando con una “X” según su criterio.


PREGUNTA	Totalmente en desacuerdo	En desacuerdo	Ni de acuerdo ni en desacuerdo	De acuerdo	Totalmente de acuerdo
1. Es interesante realizar construcciones de objetos tridimensionales.					
2. Estoy dispuesto a construir dibujos tridimensionales en clase					
3. No me interesan las clases de Geometría Descriptiva					
4. Estoy dispuesto a escuchar las clases de Geometría Descriptiva por parte del profesor.					
5. No me interesa realizar dibujos tridimensionales					
6. Me gusta participar en actividades grupales que involucren el desarrollo de objetos tridimensionales					
7. Prefiero no tener clases de Geometría Descriptiva					
8. Analizar las vistas de un objeto, me parece importante					
9. No veo la Geometría Descriptiva como una materia que me sirva en un futuro					
10. Si es necesario, complemento mi estudio de la Geometría, consultando en la biblioteca del Colegio					

Gracias!



### 1.2 Test de Actitud Online. Escala Likert:

<http://bit.ly/2rE9NRP>

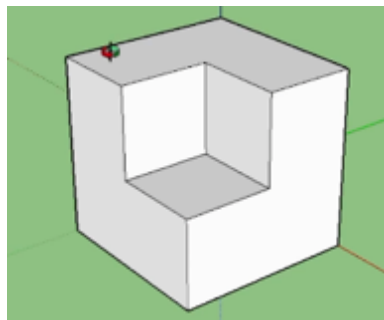
## 2. Manual 1. Metodología experimental con uso de SketchUP

	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN MUNICIPAL DE MEDELLÍN	Construcción #1	
	INSTITUCIÓN EDUCATIVA CIUDADELA NUEVO OCCIDENTE	Fecha aprobación:	
	Área: Matemáticas Asignatura: Geometría Descriptiva	Versión: 1	Grado: Noveno
	Construcción de figuras tridimensionales con el uso de SketchUp		

### Herramientas utilizadas para la construcción:

Icono								
Utilidad	Selección	Línea	Borrador	Rectángulo	Empujar	Orbita	Mover eje	Dimensión

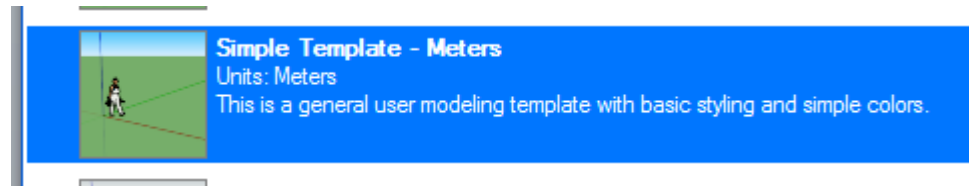
Nuestra primera construcción es un cubo tridimensional con un corte en una arista del cubo, como se aprecia en la figura:



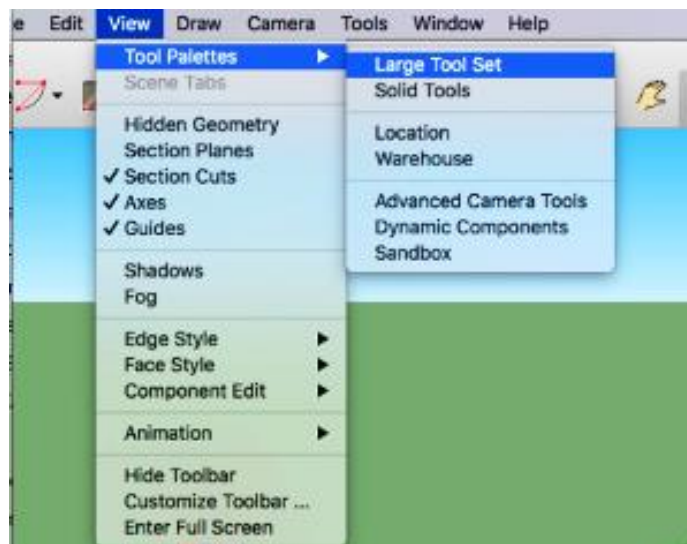
- Al iniciar el programa, nos aparece la pantalla de bienvenida, seleccionamos la opción, escoger plantilla, o choose template.



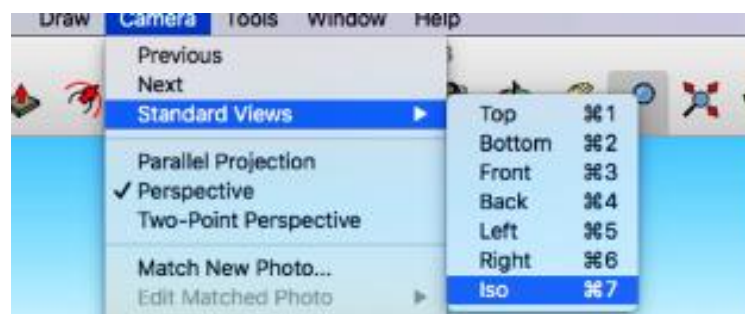
- En selección de plantilla, seleccionamos, simple template, o plantilla simple, con medida en metros.



- Antes de comenzar la construcción de nuestro objeto es importante preparar el entorno de trabajo, en la opción view, o ver, seleccionamos en tools o herramientas: conjunto grande de herramientas, esto nos permite acceder a herramientas como las de medición.

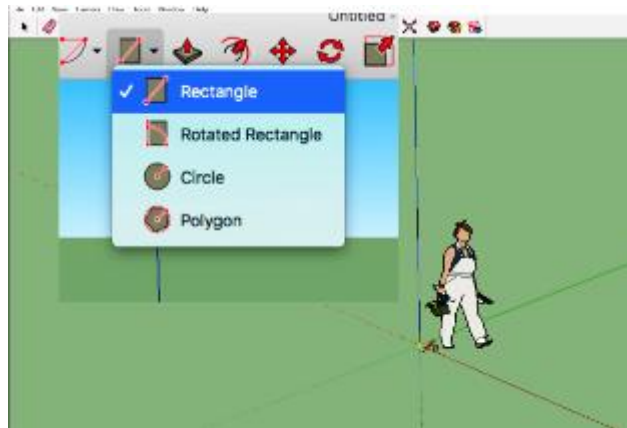


- En la pestaña de cámara, en la opción de vistas estándar, o standard views, seleccionamos Iso

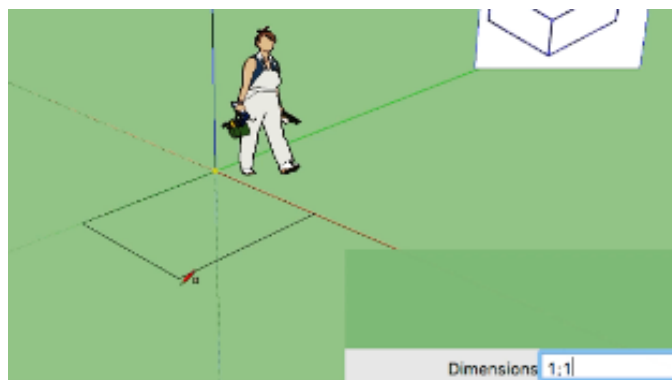




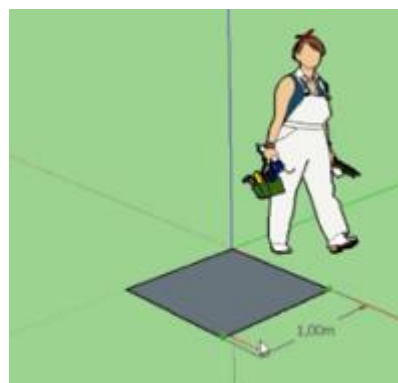
- Con la herramienta de rectángulo, dibujamos un rectángulo en el eje X, Y, para SketchUp es el eje formado por las líneas verdes y rojas.



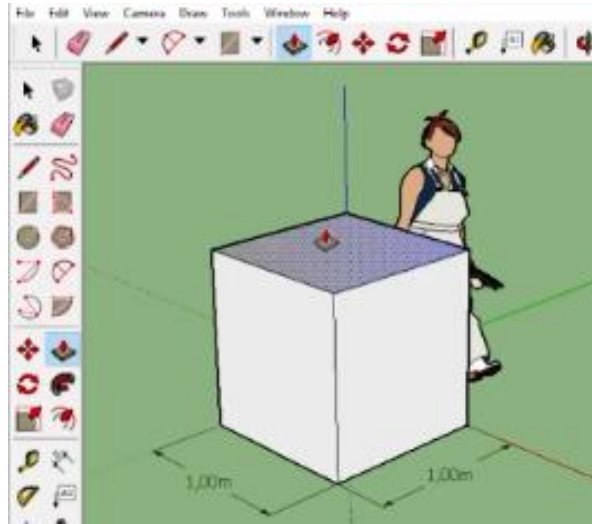
- Dibujamos un cuadro de medidas 1m x 1m, para esto, dibujamos un rectángulo, y en la barra de medidas, ubicada en la esquina inferior derecha escribimos: 1;1 y presionamos la tecla enter.



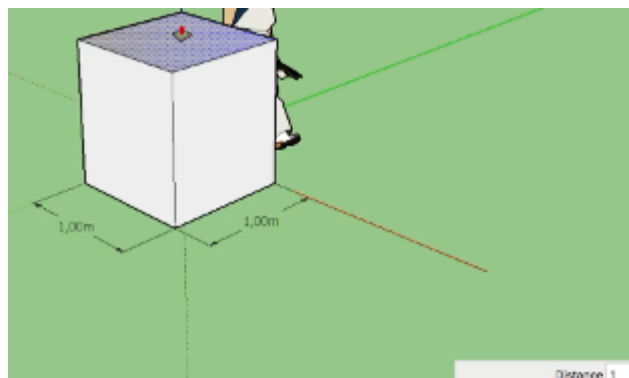
- Podemos verificar con la herramienta de Dimensión, las medidas del cuadro, ubicándonos en los dos extremos de cada lado:



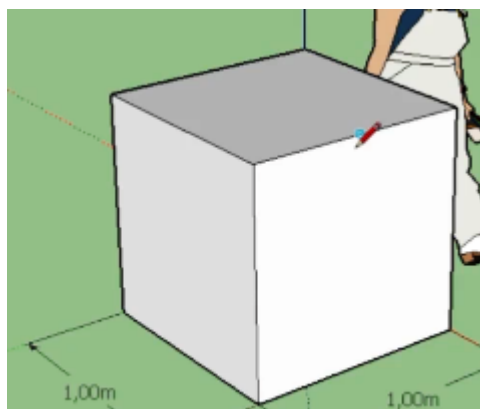
- Con la herramienta empujar, nos desplazamos por el eje z para darle volumen a nuestro cuadro, que ahora, se trata de un cubo



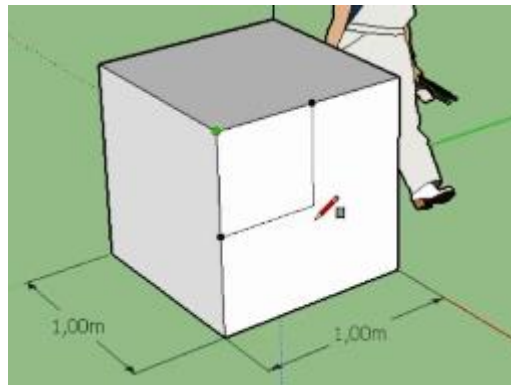
- La altura del cubo es de 1 metro, con la herramienta de distancia, escribimos el valor de 1. De esta forma el cubo construido tiene un metro cubico de volumen.



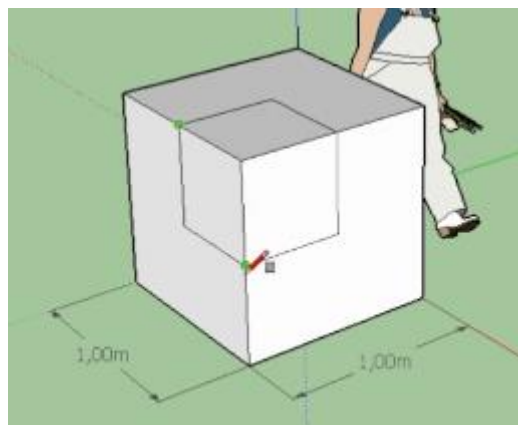
- Con la herramienta de línea, buscamos el punto medio de la línea, como se aprecia en la figura, el pasar la línea por el punto medio, este se marca como verde.



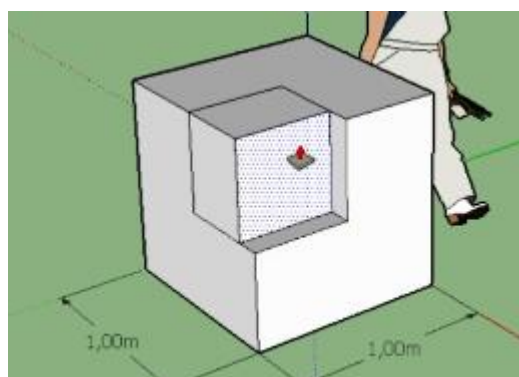
- Marcando los puntos medios de dos lados, con la herramienta de línea, dibujamos un cuadro.



- Esto lo hacemos en las otras dos caras del cubo,

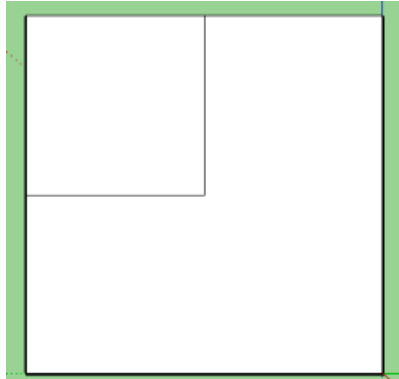


- Con la herramienta empujar, eliminamos el volumen seleccionado, de esta forma se completa la construcción del objeto.

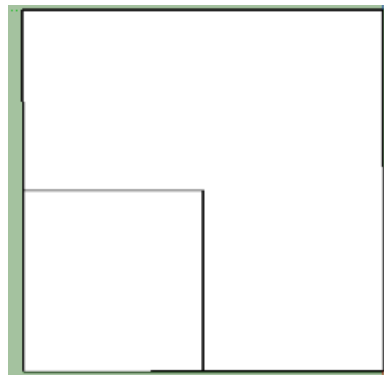


- Ahora continuamos con el análisis de las vistas del objeto, con la herramienta de orbita, buscamos una vista paralela al objeto. Para mayor exactitud, se selecciona la opción de “proyección paralela” en la herramienta de cámara.

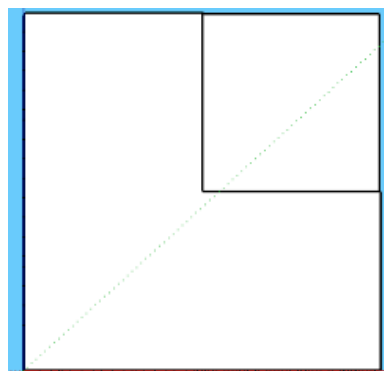
- Vista Alzado




- Vista Planta



- Vista perfil izquierdo

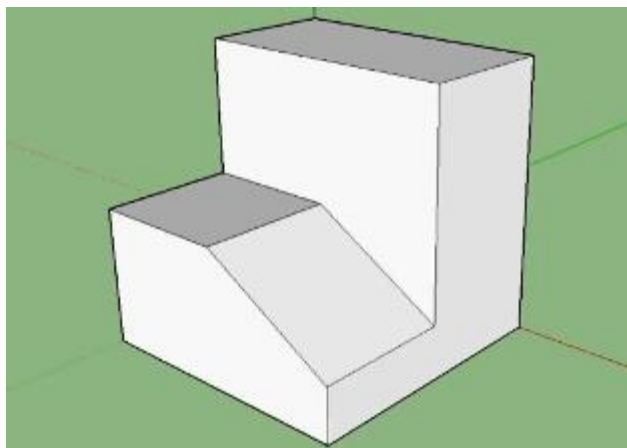


	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN MUNICIPAL DE MEDELLÍN	Construcción #2	
	INSTITUCIÓN EDUCATIVA CIUDELA NUEVO OCCIDENTE	Fecha aprobación:	
	Área: Matemáticas Asignatura: Geometría Descriptiva	Versión: 1	Grado: Noveno
	Construcción de figuras tridimensionales en perspectiva Isométrica		

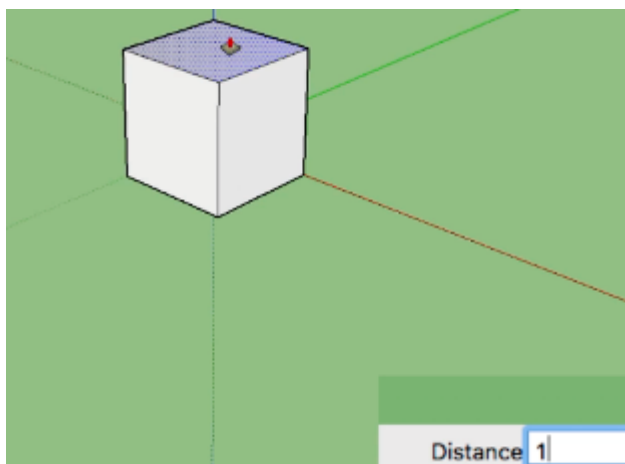
## Herramientas utilizadas para la construcción:

Icono								
Utilidad	Selección	Línea	Borrador	Rectángulo	Empujar	Orbita	Mover eje	Dimensión

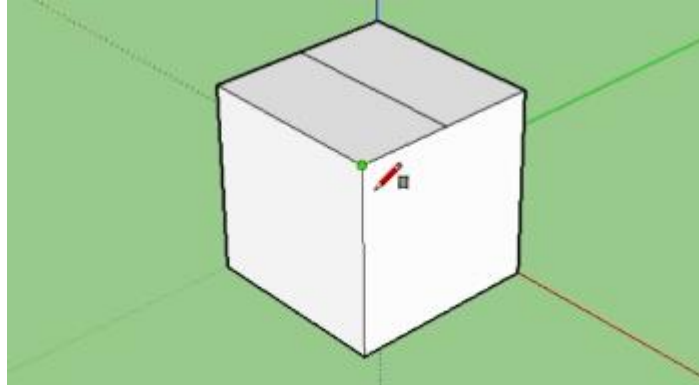
Vamos a construir la siguiente figura, como en la construcción #1, debemos preparar primero el lugar de trabajo, con la vista isométrica.



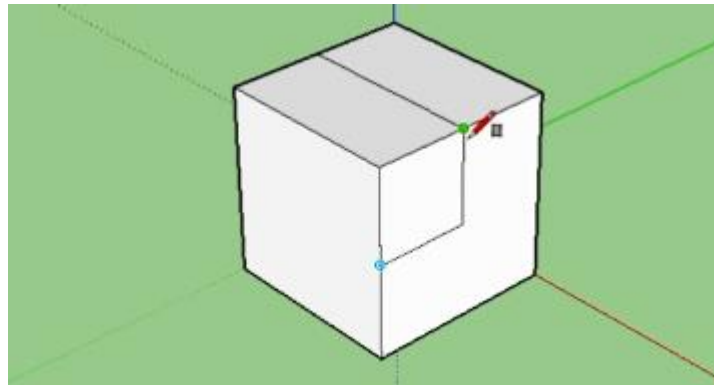
- Creamos un cubo de un metro cubico de volumen, esto quiere decir que el largo, ancho y la altura del cubo es de 1m.



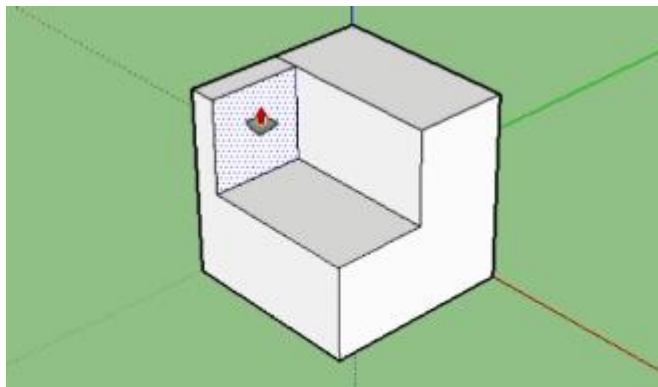
- Buscamos los puntos medios de la parte superior del cubo, y trazamos una línea entre los dos puntos opuestos, creando un rectángulo.



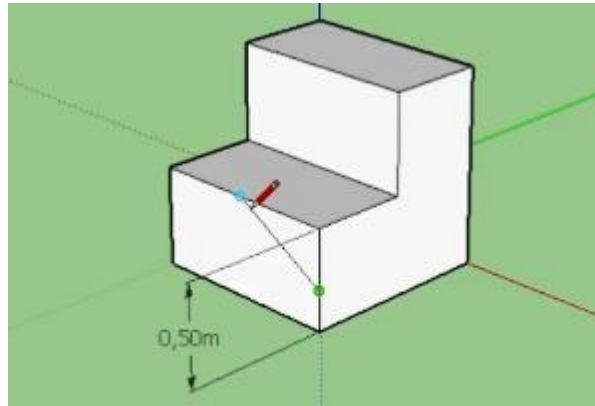
- Ahora creamos unos dos puntos medios adyacentes, de otra cara del cubo, creando un cuadro.



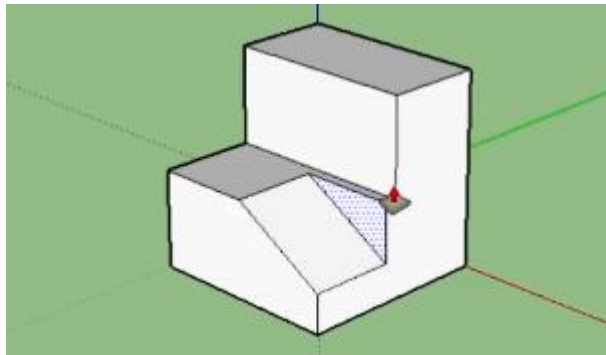
- Con la herramienta empujar, eliminamos una sección del cubo, que corresponde a la intersección del rectángulo y el cuadro dibujados



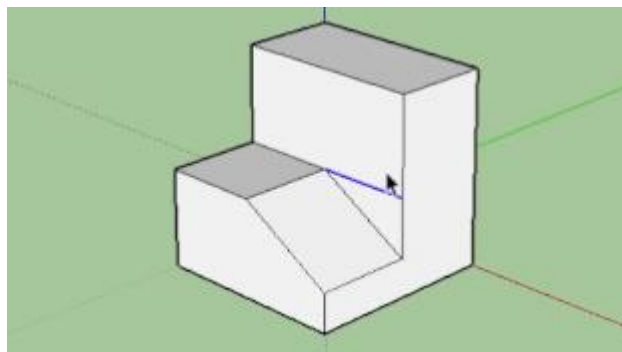
- Marcamos los puntos medios de las secciones que se aprecian en la figura, luego de marcar los puntos, trazamos una línea que los una.



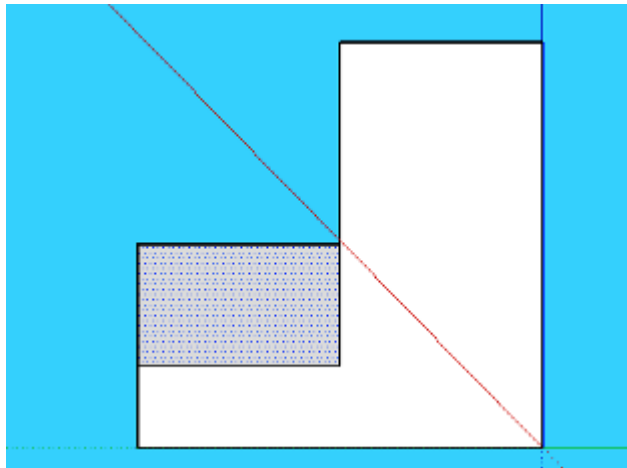
- Con la herramienta empujar, eliminamos esa sección, el límite del corte lo define el punto medio de la sección, 0.5m



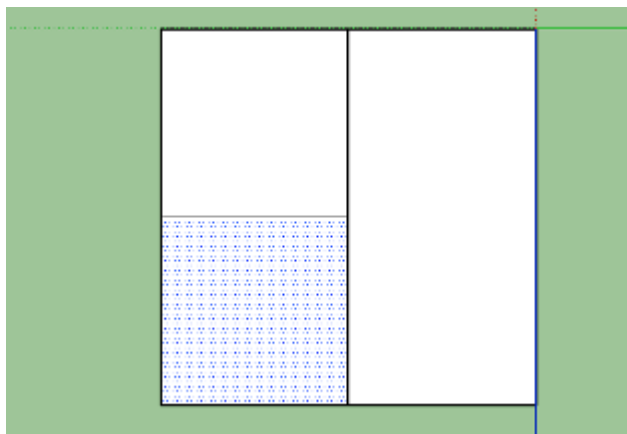
- Al completar el corte, eliminamos la línea, seleccionándola, y cuando se marque de color azul, con la tecla *del* o *delete* lo borramos, Ya queda complete nuestro objeto.



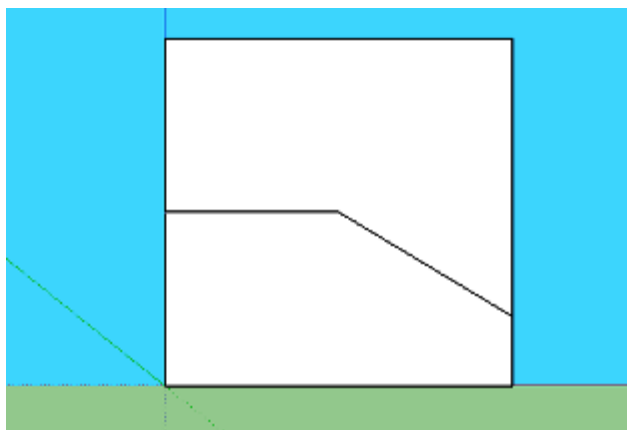
- Vista Alzado




- Vista Planta








- Vista Perfil izquierdo



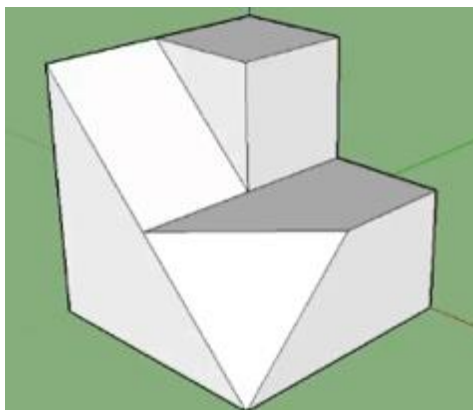


	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN MUNICIPAL DE MEDELLÍN	Construcción #3	
	INSTITUCIÓN EDUCATIVA CIUDELA NUEVO OCCIDENTE	Fecha aprobación:	
	Área: Matemáticas Asignatura: Geometría Descriptiva	Versión: 1	Grado: Noveno
	Construcción de figuras tridimensionales en perspectiva Isométrica		

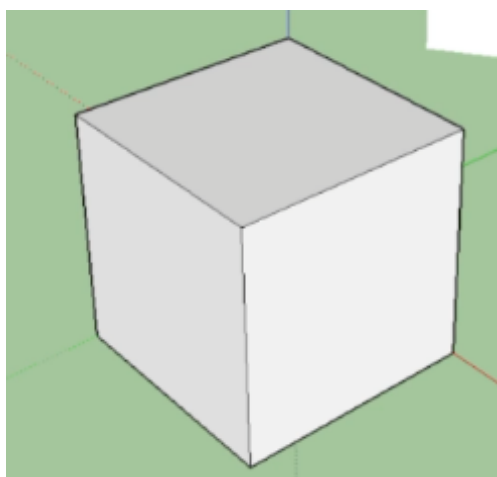
## Herramientas utilizadas para la construcción:

Icono								
Utilidad	Selección	Línea	Borrador	Rectángulo	Empujar	Orbita	Mover eje	Dimensión

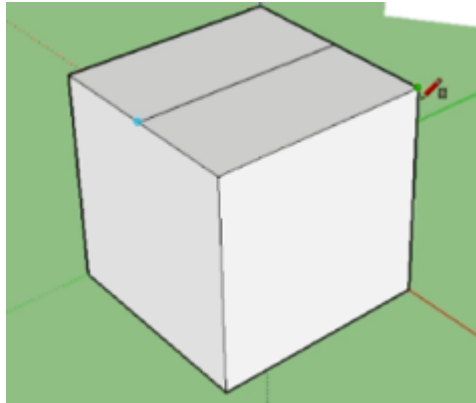
Vamos a construir la siguiente figura, como en la construcción #1, debemos preparar primero el lugar de trabajo, con la vista isométrica.



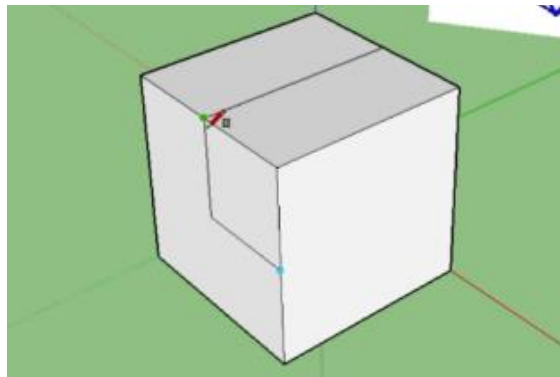
- Creamos un cubo de un metro cubico de volumen, esto quiere decir que el largo, ancho y la altura del cubo es de 1m.



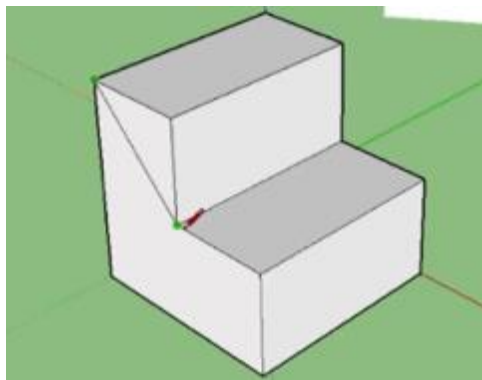
- En la parte superior del cubo, marcamos dos puntos medios, y trazamos una línea entre ellos, de esta forma, la parte superior del cubo tiene trazados dos rectángulos iguales.



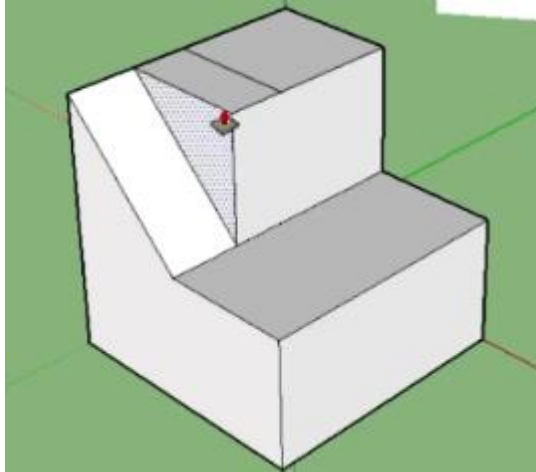
- En la cara izquierda del cubo, dibujamos un cuadro, este cuadro tiene una proporción de una cuarta parte de una cara lateral



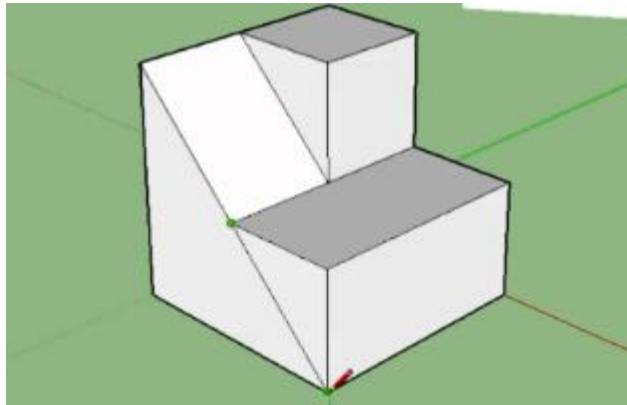
- Eliminamos con la herramienta empujar, la sección comprendida entre la intersección del cuadro y del rectángulo dibujado, luego de esto trazamos una línea diagonal entre los puntos que se indican en la imagen.



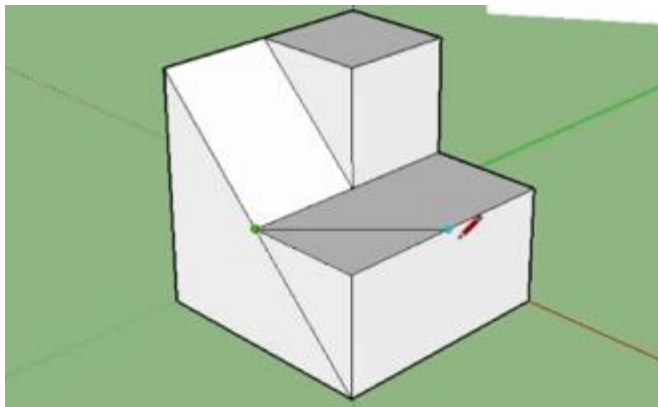
- Con la herramienta empujar, eliminamos la sección que comprende el triángulo dibujado, y el punto medio del rectángulo, como se aprecia en la figura:



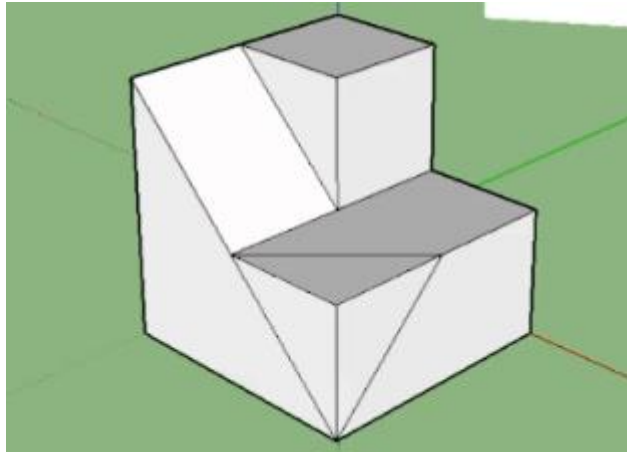
- Dibujamos una línea, que complete la figura del triángulo, en el área izquierda de nuestro cubo, como se aprecia en la imagen:



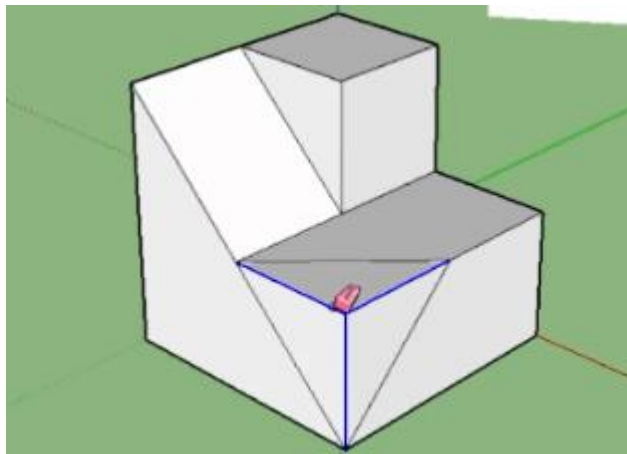
- Desde el punto medio de la hipotenusa del triángulo creado al lado izquierdo del cubo, trazamos una línea hasta el punto medio de la línea del área derecha del cubo.



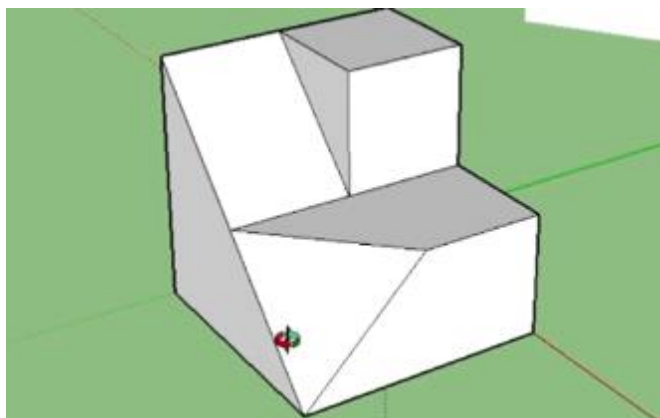
- Desde el punto final anteriormente marcado, creamos una línea hasta la parte inferior central del cubo, finalmente obtenemos un dibujo de un triángulo isósceles, visto desde la perspectiva de trabajo, como se aprecia en la figura



- Con la herramienta *borrador*, sin soltar el clic del mouse, seleccionamos las tres líneas internas del triángulo isósceles, al soltar el mouse, el volumen interno de este triángulo se elimina.

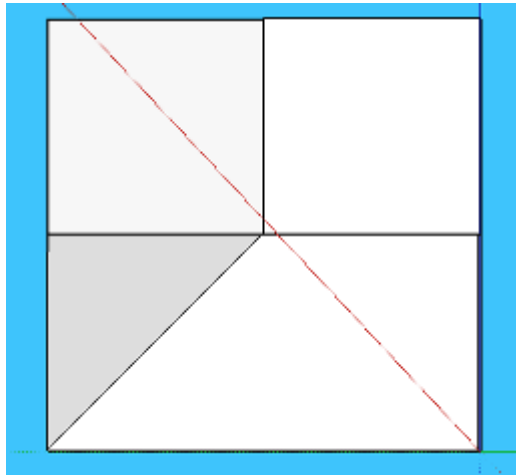


- El objeto queda completo, como se ve en la siguiente imagen:

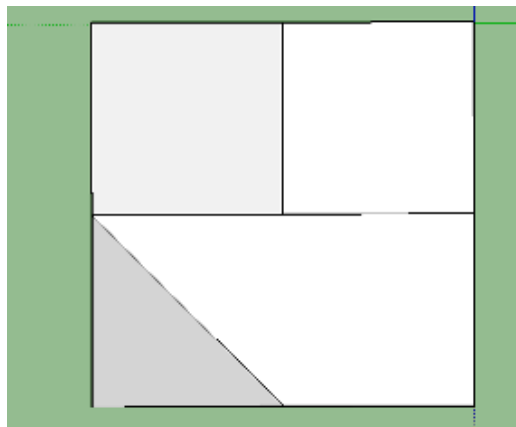


Las vistas isométricas del objeto son las siguientes:

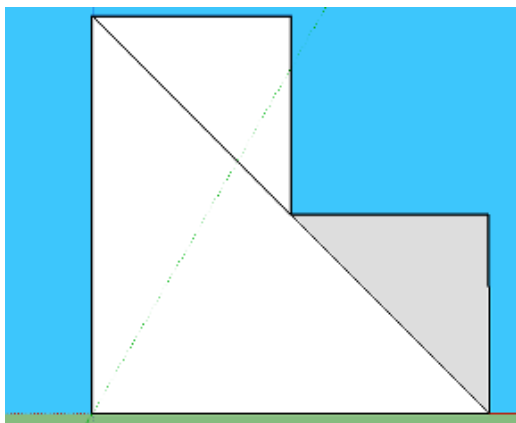
- Alzado:




- Planta:



- Perfil izquierdo



### 3. Manual 2. Metodología Tradicional.

	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN MUNICIPAL DE MEDELLÍN	Construcción #1	
	INSTITUCIÓN EDUCATIVA CIUDELA NUEVO OCCIDENTE	Fecha aprobación:	
	Área: Matemáticas Asignatura: Geometría Descriptiva	Versión: 1	Grado: Noveno
	Construcción de figuras tridimensionales en perspectiva Isométrica		

#### Materiales Necesarios:

- Lápiz
- Papel
- Borrador
- Escuadra
- Regla



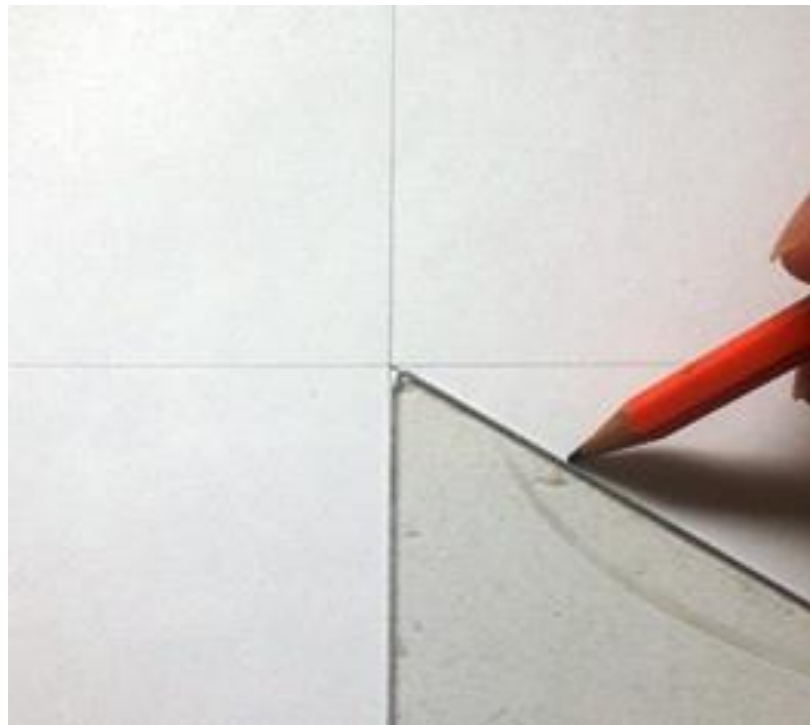
### Construcción de eje isométrico:

Para una correcta construcción del objeto tridimensional, primero debemos construir un eje isométrico, que nos servirá de guía para el dibujo utilizando relaciones de proporción y trazos paralelos a los ejes:

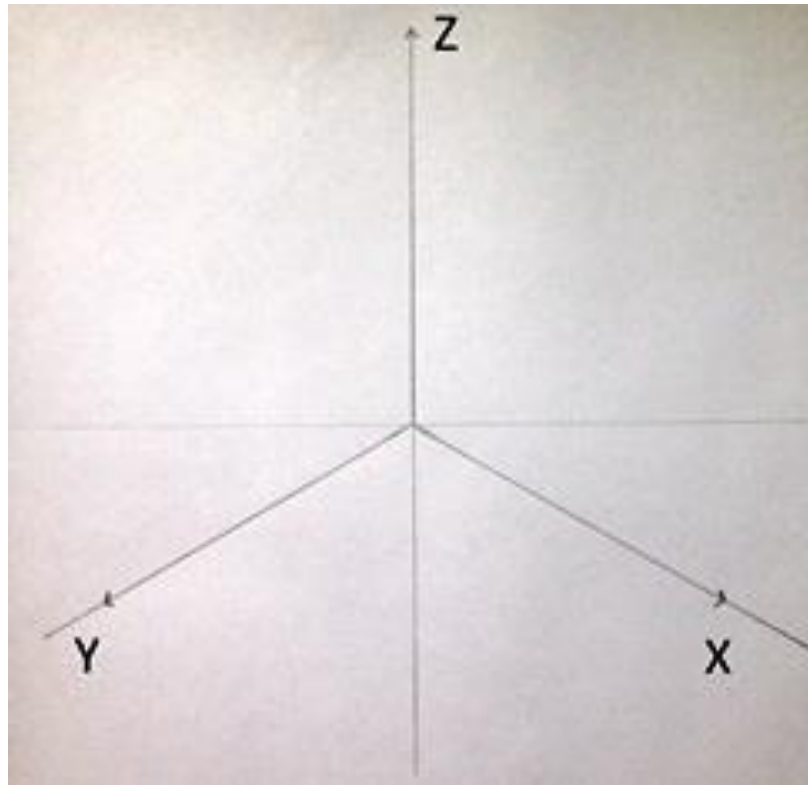
- Con ayuda de la escuadra vamos a dibujar un eje de coordenadas X y Y, dibujemos un trazo suave, ya que algunas de estas líneas los borraremos después, son líneas de apoyo.



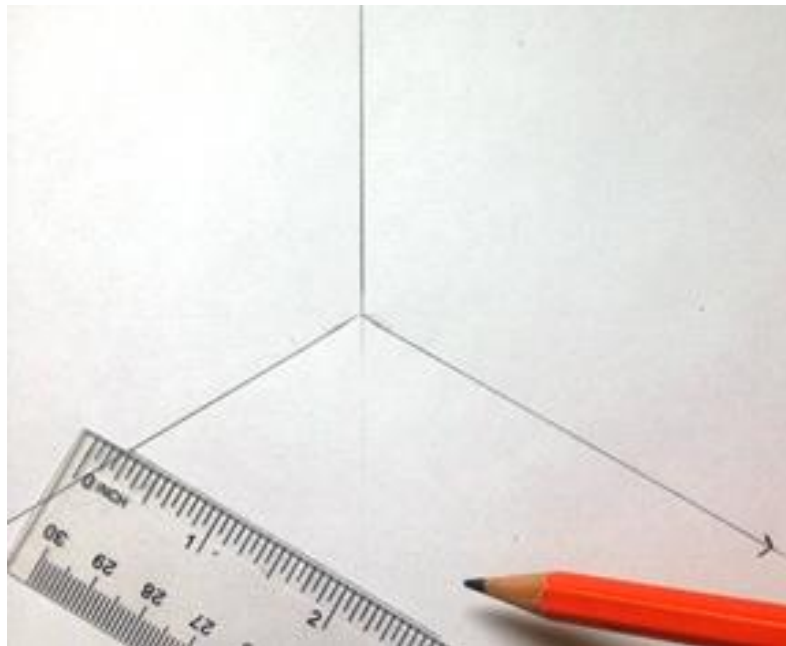
- Identificamos el lado mayor de la escuadra, para trazar dos diagonales entre el eje  $(x, -y)$  y eje  $(-x, -y)$



- El eje queda de la siguiente forma, los trazos que no hacen parte de los ejes, X, Y y Z, procedemos a borrarlos

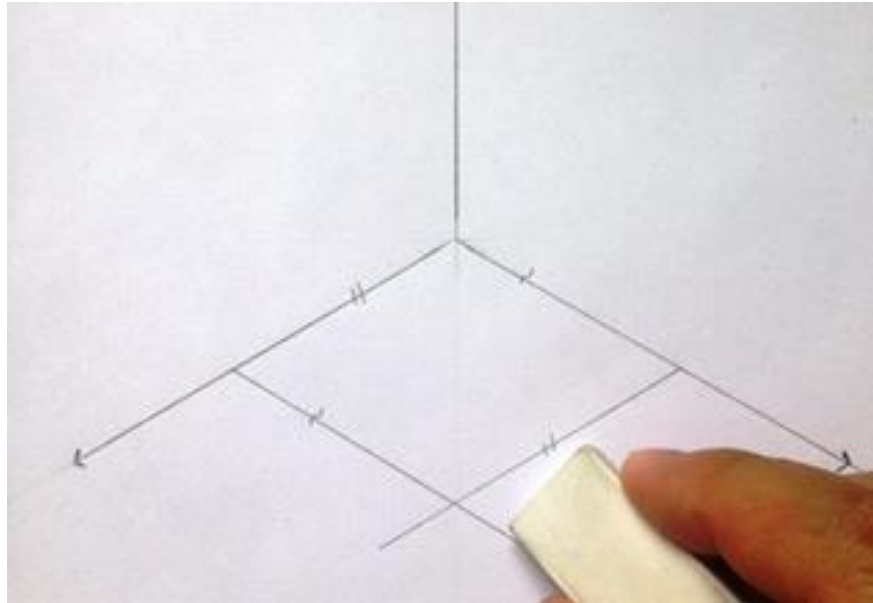


- Dibujamos dos líneas paralelas a los ejes X y Y, del mismo tamaño.

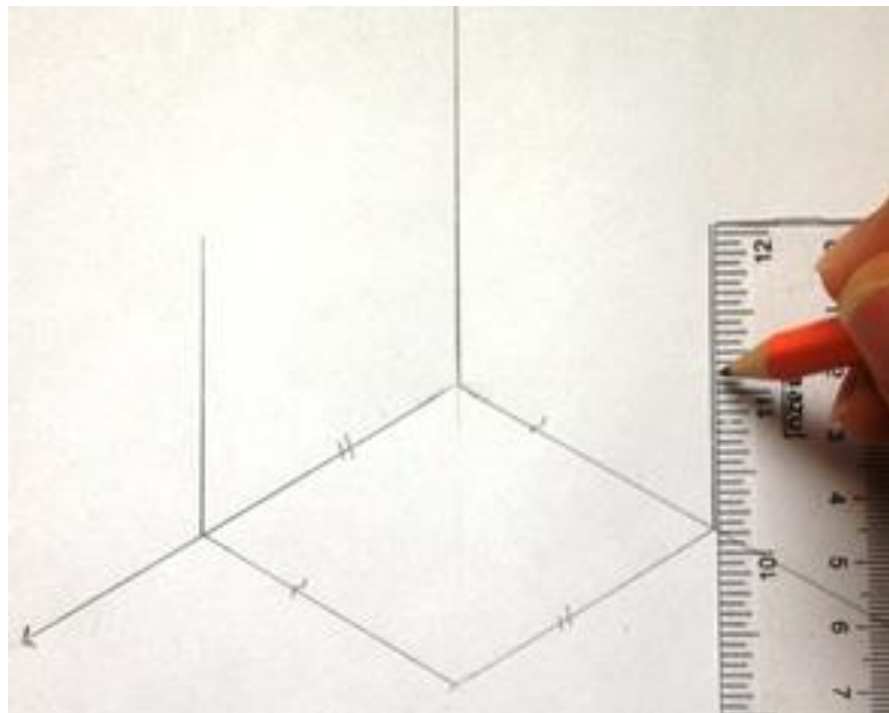




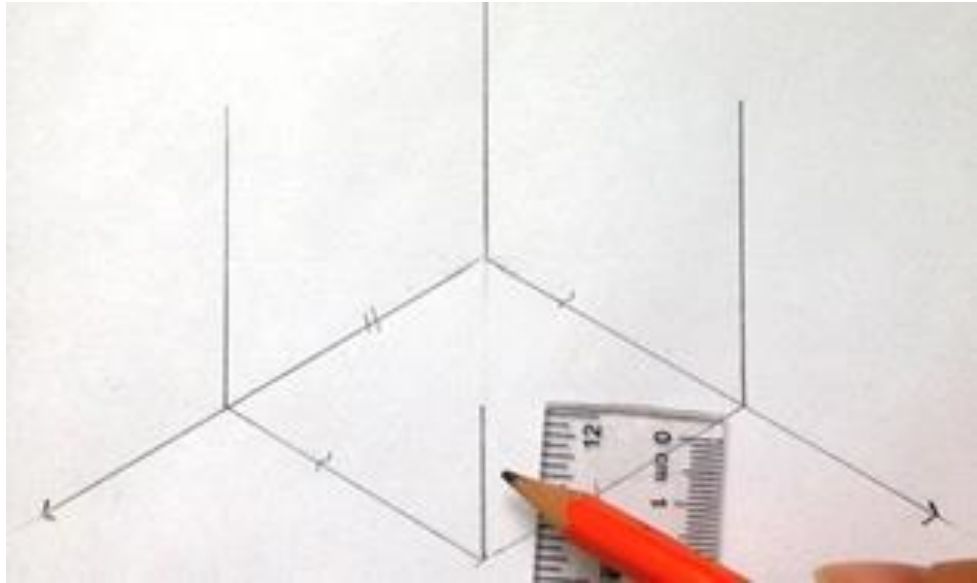
- Esas líneas forman la base de nuestra figura, por tanto es importante que las líneas sean paralelas entre los ejes. Borramos las líneas restantes del punto de cruce.



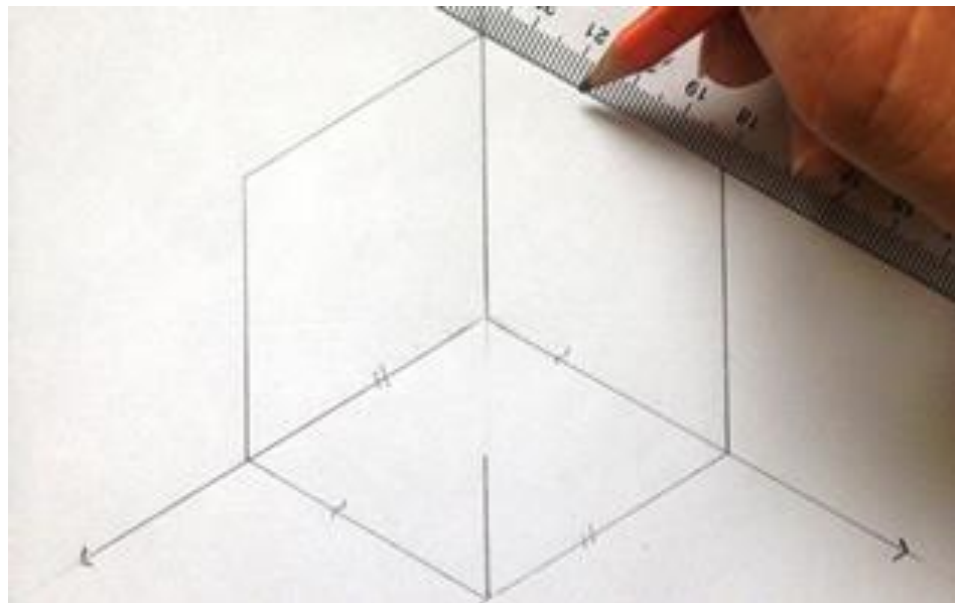
- En los puntos donde llegan las líneas de los ejes X y Y, dibujamos dos líneas, paralelas al eje Z



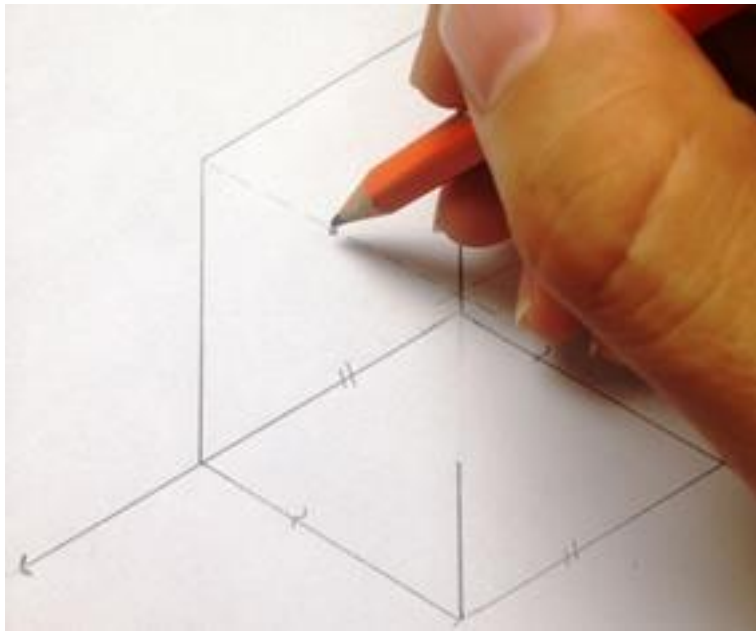
- Dibujamos una línea de la mitad del tamaño de las líneas paralelas al eje Z, para esto, medimos cualquiera de las líneas dibujadas, y tomamos la mitad de su medida.



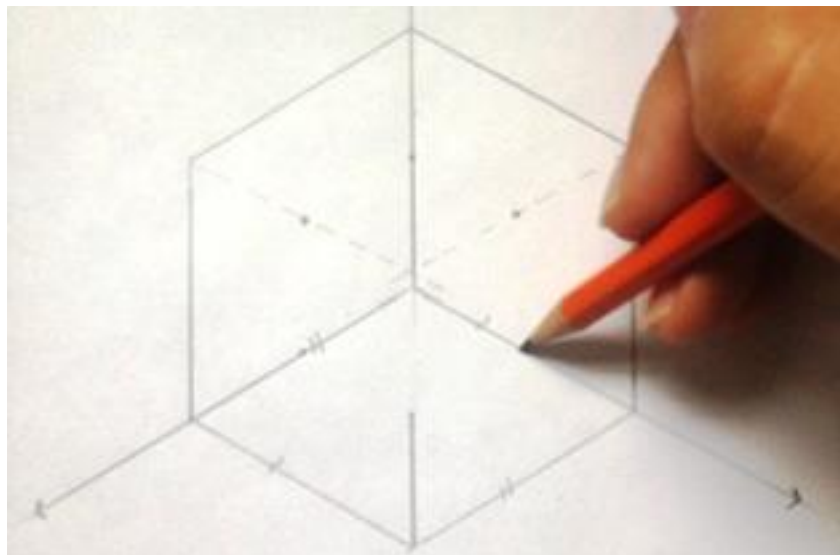
- Las líneas que parten de los ejes X y Y, las dibujamos tocando el eje Z, conservando el paralelismo con los ejes respectivos.



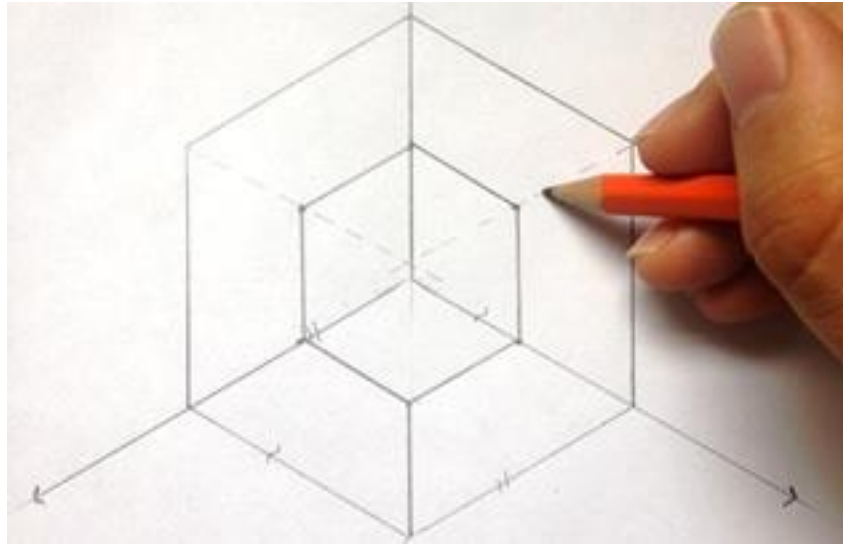
- Trazamos dos líneas punteadas desde las esquinas superiores de nuestro dibujo, hasta el eje Z, dibujamos un punto en la mitad de cada línea, como referencia.



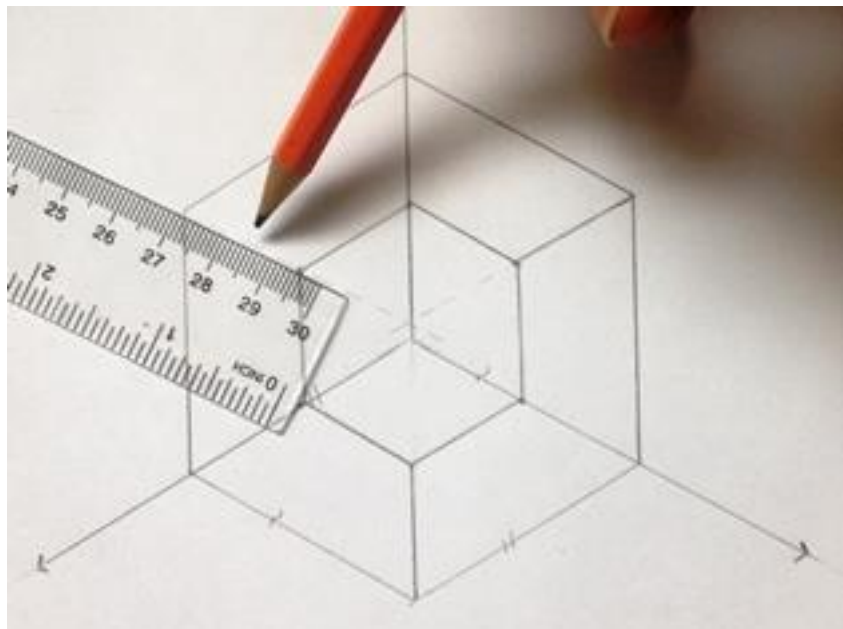
- Marcamos también, los puntos en las líneas del dibujo que están sobre el eje X y Y , respectivamente.



- Unimos los puntos, con líneas paralelas a los ejes, las líneas inferiores, formándose un pentágono en el centro de otro pentágono mayor.

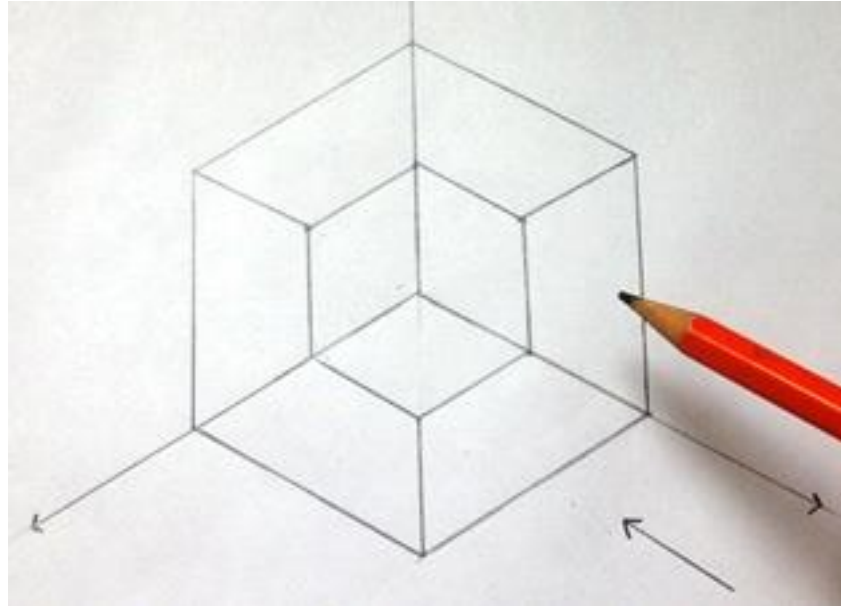


- Unimos las aristas superiores de cada pentágono.

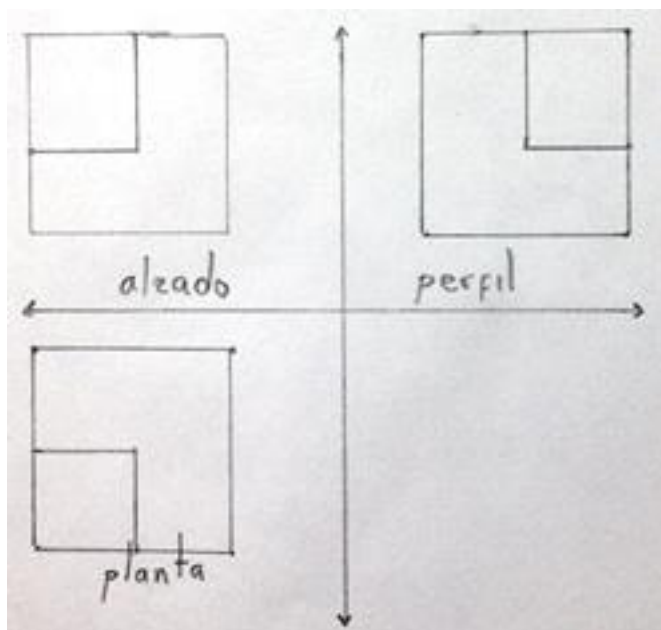



- Borramos las líneas punteadas, y finalizamos la creación de nuestro objeto, que es un cubo, con un corte en una esquina.

Ahora vamos a analizar las vistas del objeto: Alzado, Perfil izquierdo, y Planta, la vista inicial (Alzado) se analiza, como indica la flecha, ese es nuestro primer punto de referencia:



- Si nos situamos en un punto imaginario, mirando paralelamente al objeto, estas serían las vistas desde tres lugares diferentes.

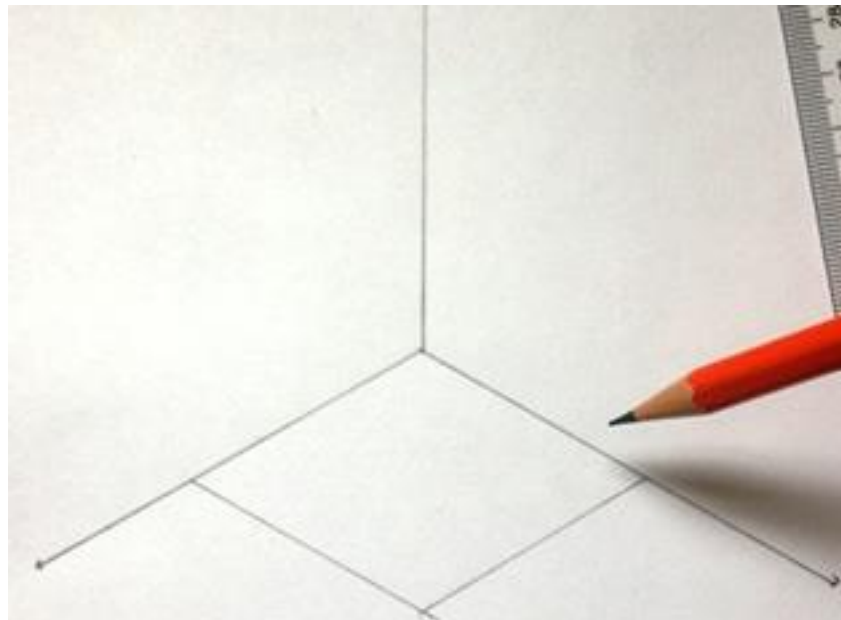


	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN MUNICIPAL DE MEDELLÍN	Construcción #2	
	INSTITUCIÓN EDUCATIVA CIUDADELA NUEVO OCCIDENTE Área: Matemáticas Asignatura: Geometría Descriptiva	Fecha aprobación:	
		Versión: 1	Grado: Noveno
	Construcción de figuras tridimensionales en perspectiva Isométrica		

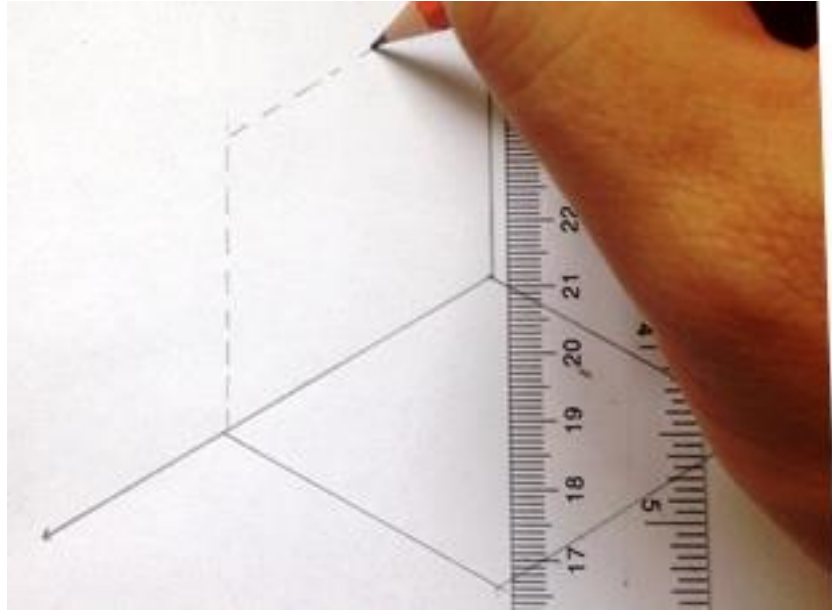
## Materiales Necesarios:

- Lápiz
- Papel
- Borrador
- Escuadra
- Regla

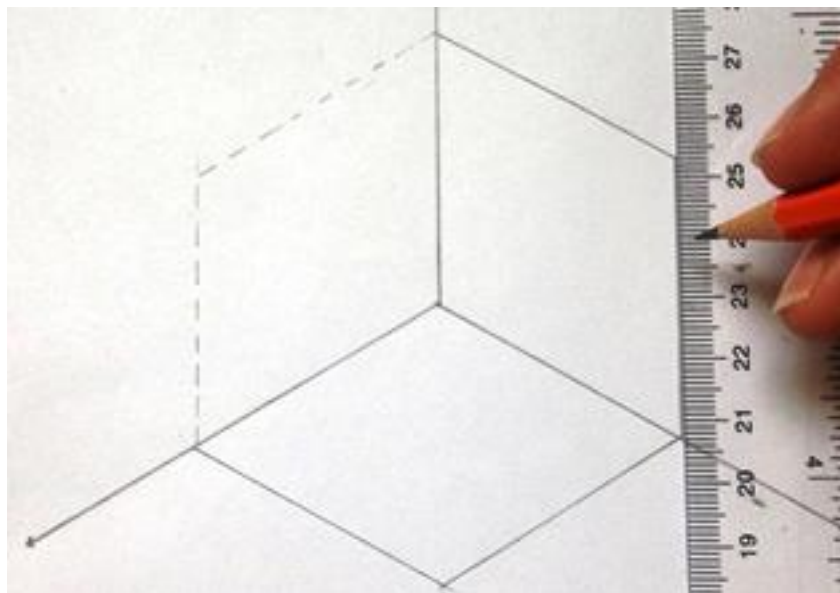
En el manual, construcción #1, aprendimos a crear un eje isométrico. Entonces comenzamos dibujando el eje X, Y y Z, incluyendo las líneas paralelas a los ejes X y Y que, formarán la base de nuestra figura.



- Dibujamos una línea punteada desde, el punto donde llega nuestra línea por todo el eje Z, conservando el paralelismo, luego nos desplazamos por el eje Y hasta tocar el eje Z.

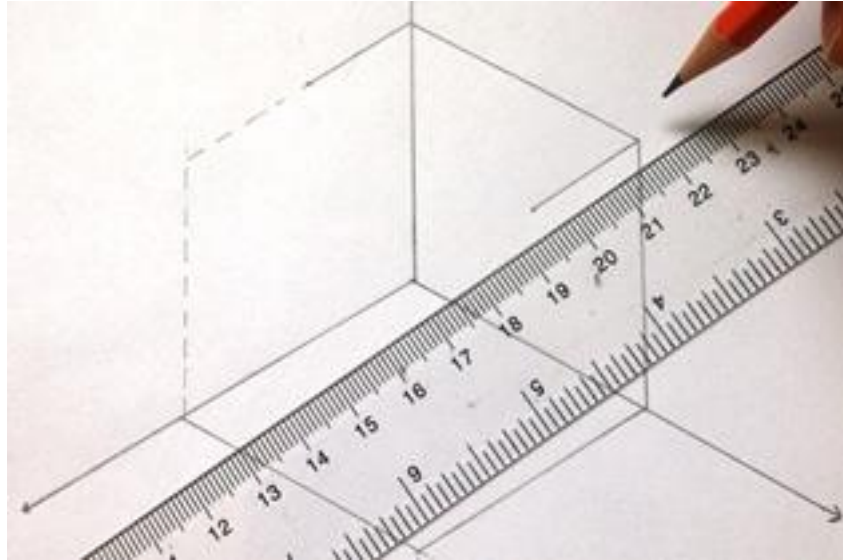


- Hacemos lo mismo con el eje X, pero con líneas finas.

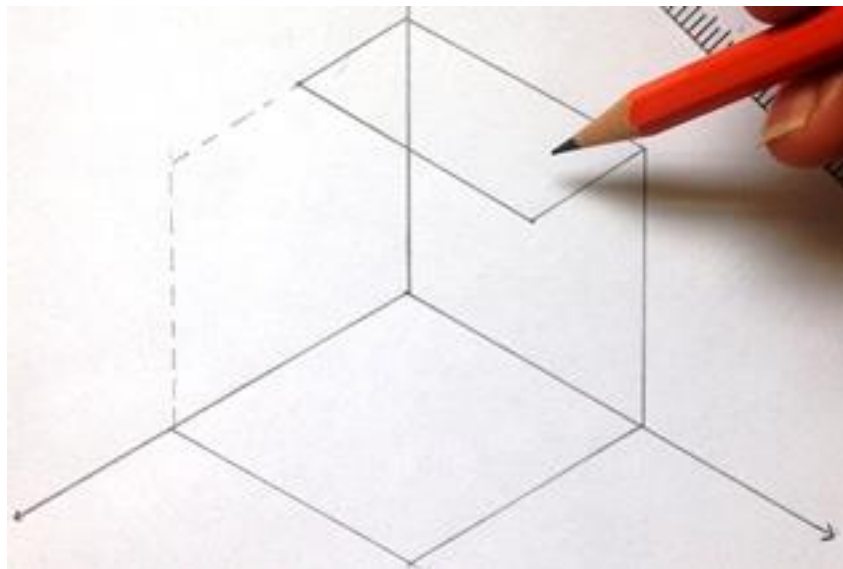




- Dibujamos dos líneas paralelas al eje Y, una parte de la arista superior central, y la otra de la arista superior derecha, el tamaño de la línea es la mitad de las líneas creadas

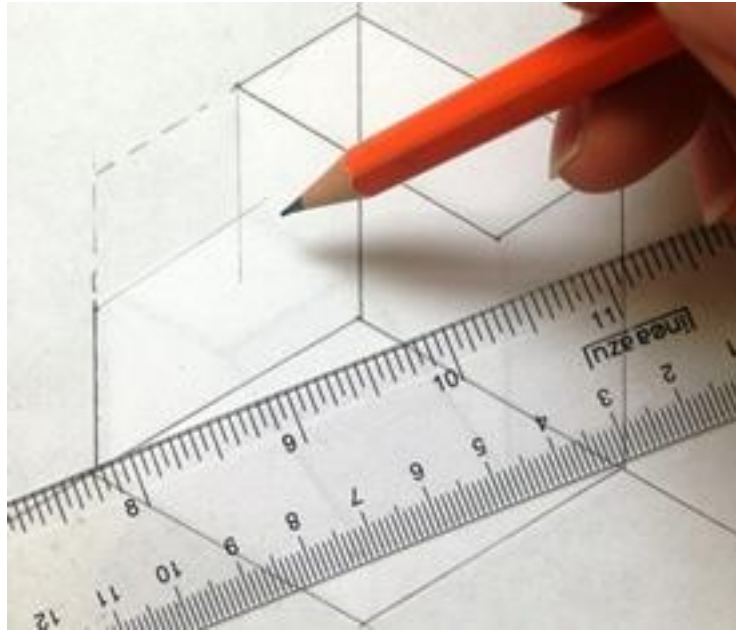


- Unimos los puntos.

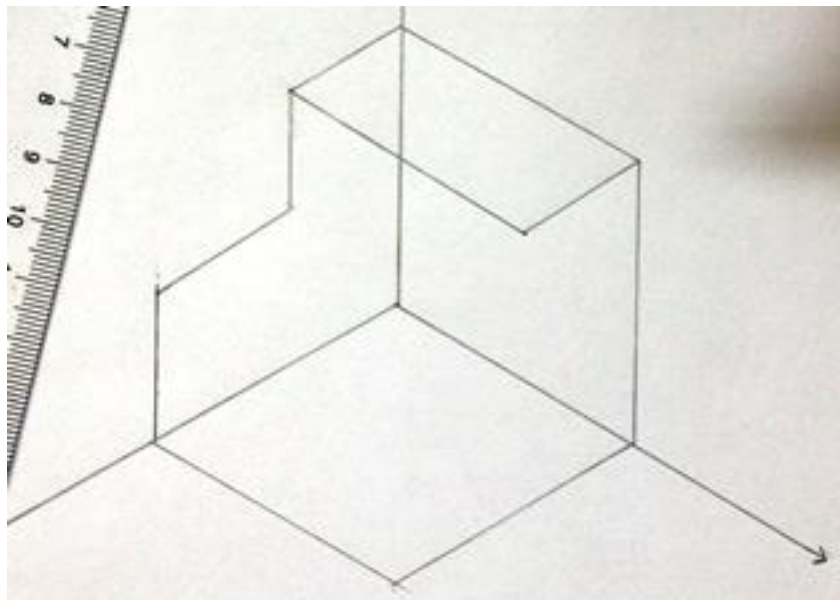




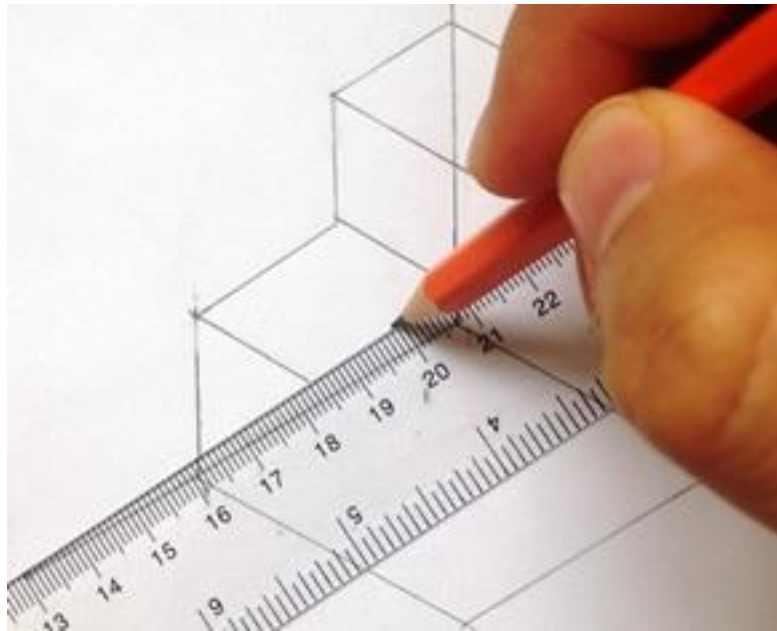
- Desde la arista superior izquierda, proyectamos una línea paralela al eje Z, y otra línea desde la línea que parte del eje Y, estas dos líneas se cruzan, y crean un paralelogramo con las líneas punteadas.



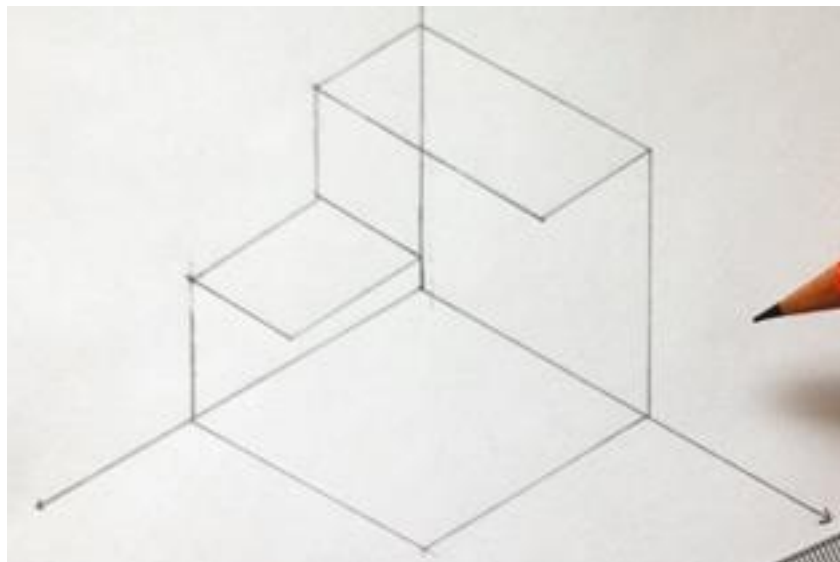
- Borramos las líneas punteadas, y las líneas que sobran del corte.



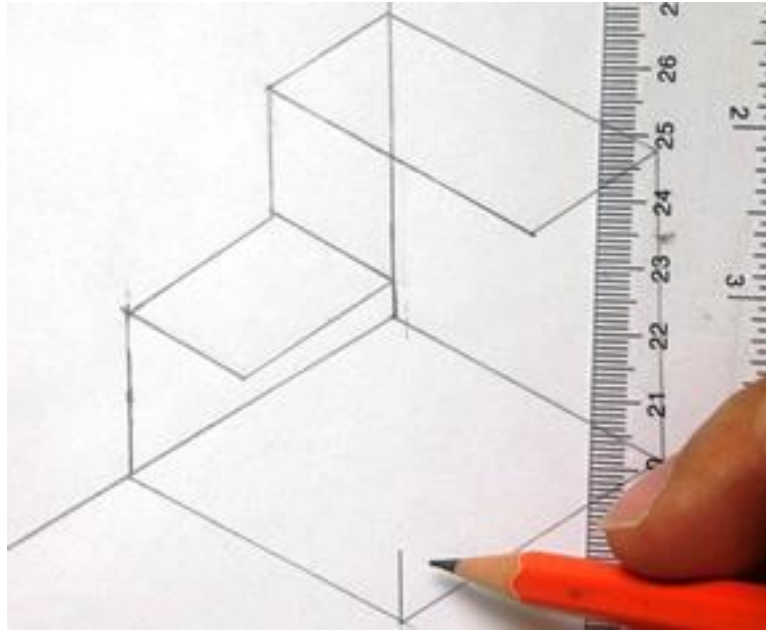
- Dibujamos una línea hacia el eje Z, y proyectamos esa línea en la arista, como se muestra en la imagen, esto crea un nuevo paralelogramo.



- El nuevo paralelogramo creado, se aprecia en la siguiente imagen.



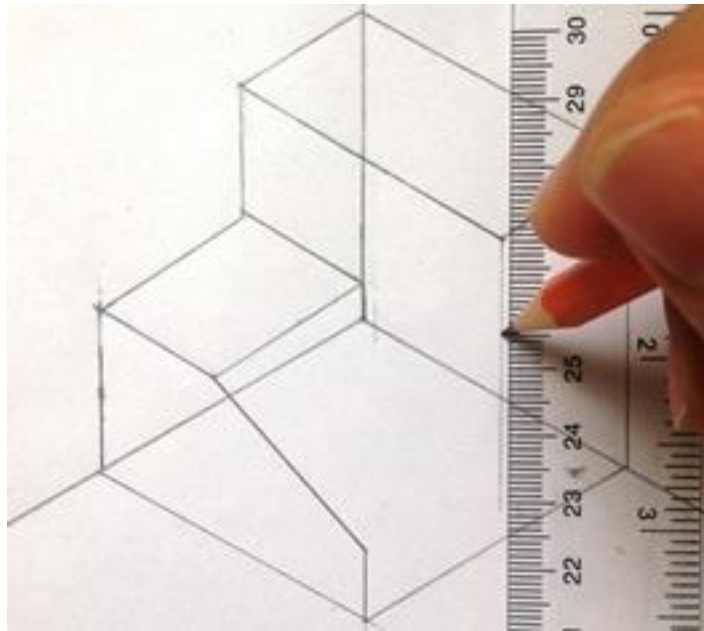
- Dibujamos una línea en la arista inferior, el tamaño en proporción, es la mitad de la línea de la izquierda, paralela al eje Z.



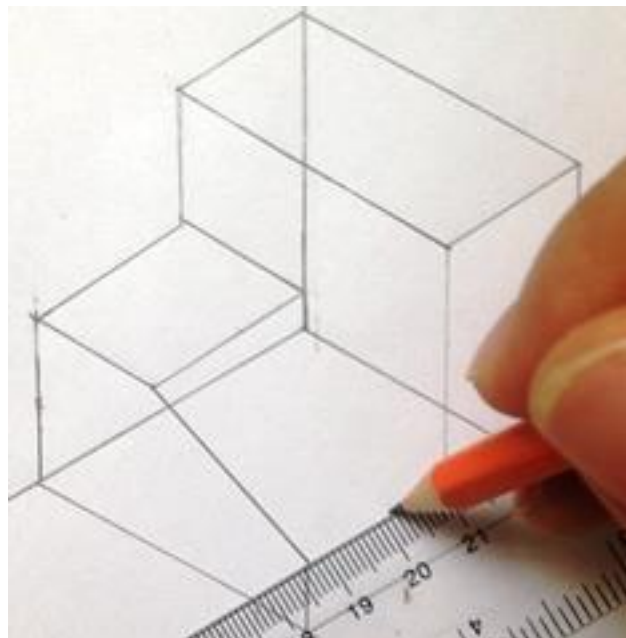
- Dibujamos ahora una línea diagonal, entre la línea creada, y la arista del paralelogramo más próximo.



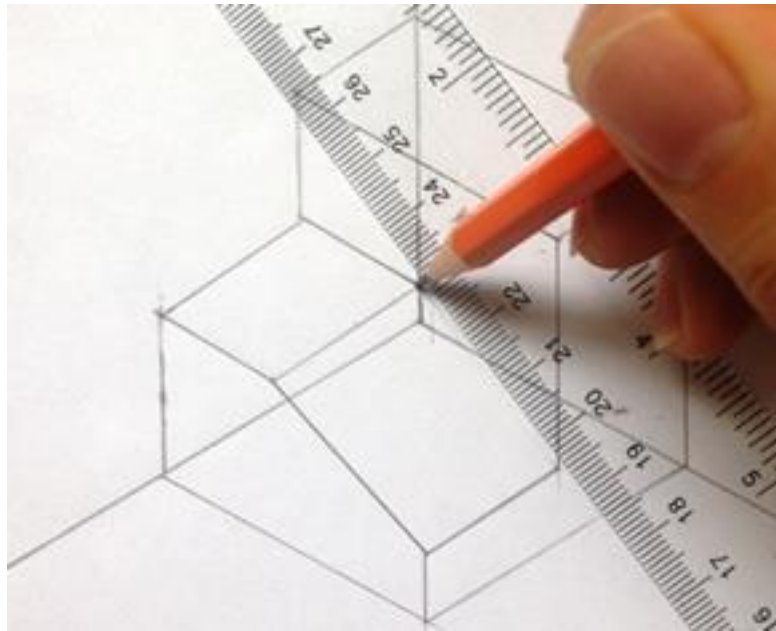
- Trazamos una línea paralela al eje Z, desde la arista que se aprecia en la imagen.



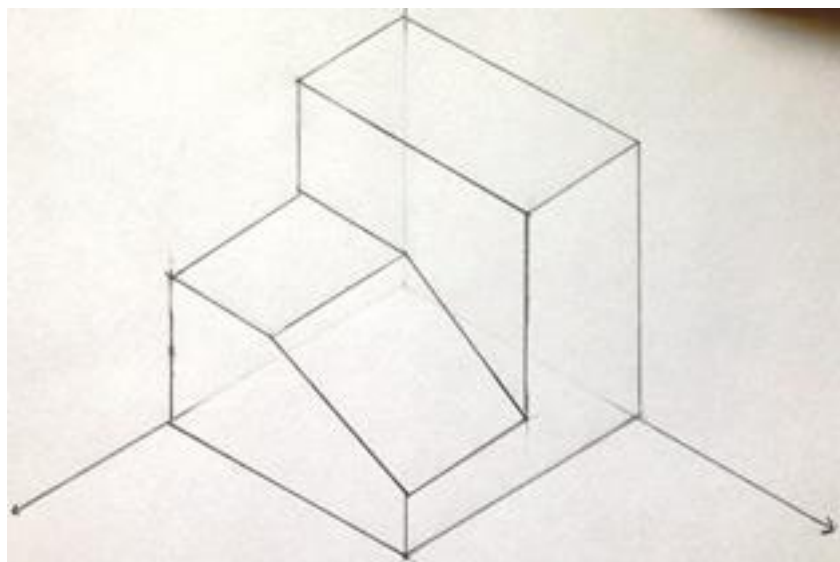
- Unimos ahora esa línea, con una línea que parte desde el punto inferior de la diagonal.



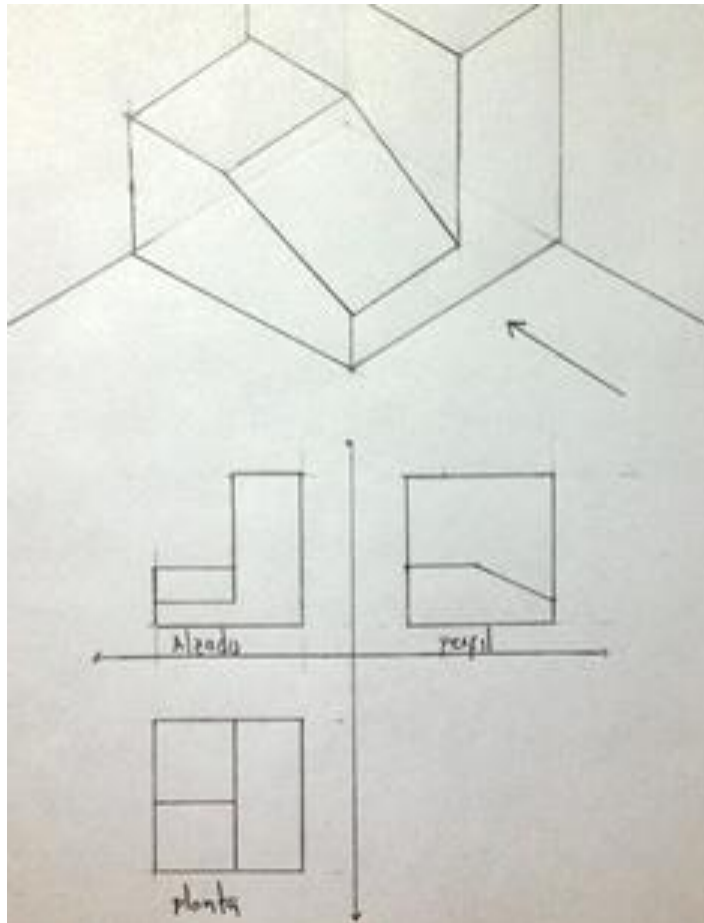
- Por ultimo dibujamos otra línea diagonal, paralela a la primera dibujada.




- Si borramos las líneas del eje isométrico que están sobre el objeto, obtenemos el siguiente dibujo:



- Las vistas se presentan en la siguiente imagen, por notación la vista de alzado se ubica igual que en el dibujo anterior:

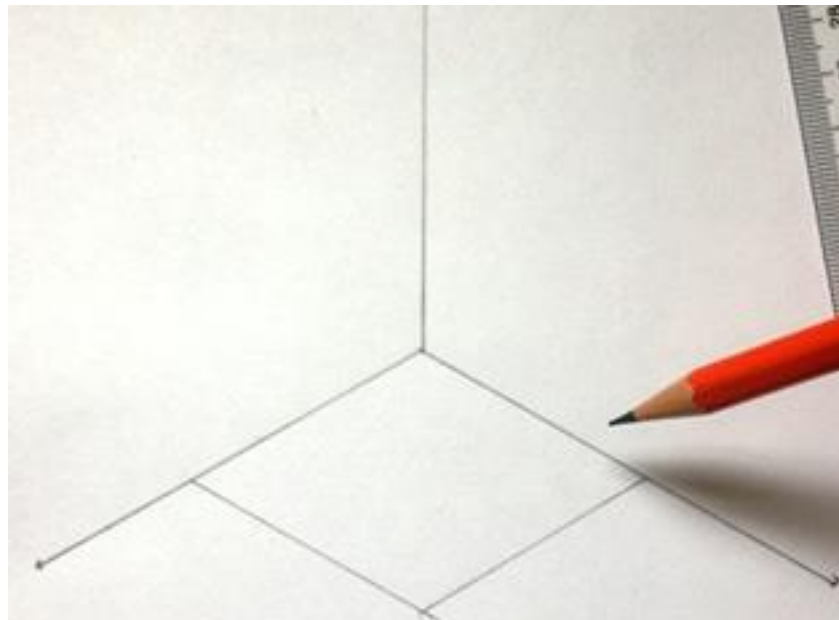


	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN MUNICIPAL DE MEDELLÍN	Construcción #3	
	INSTITUCIÓN EDUCATIVA CIUDADELA NUEVO OCCIDENTE Área: Matemáticas Asignatura: Geometría Descriptiva	Fecha aprobación:	
		Versión: 1	Grado: Noveno
	Construcción de figuras tridimensionales en perspectiva Isométrica		

## Materiales Necesarios:

- Lápiz
- Papel
- Borrador
- Escuadra
- Regla

En el manual, construcción #1, aprendimos a crear un eje isométrico. Entonces comenzamos dibujando el eje X, Y y Z, incluyendo las líneas paralelas a los ejes X y Y que, formarán la base de nuestra figura.

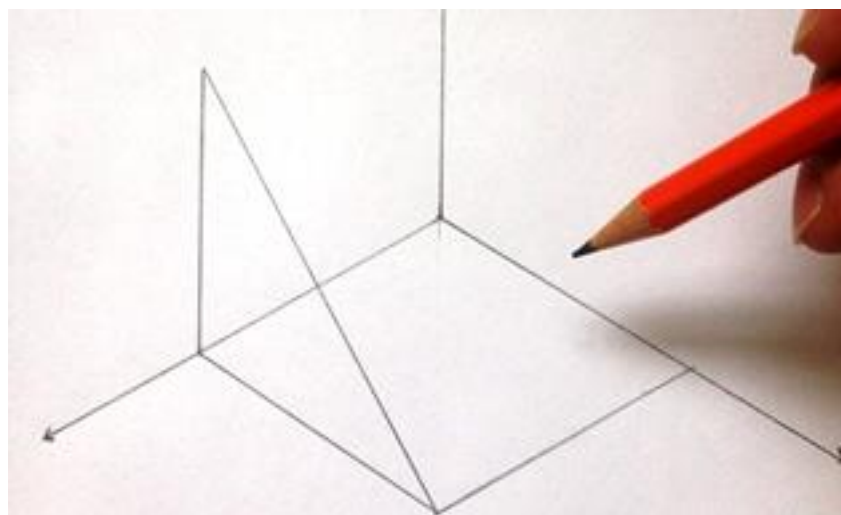




- Dibujamos una línea, paralela al eje Z, que parte de eje Y, el tamaño de la línea es igual a las líneas de la base.

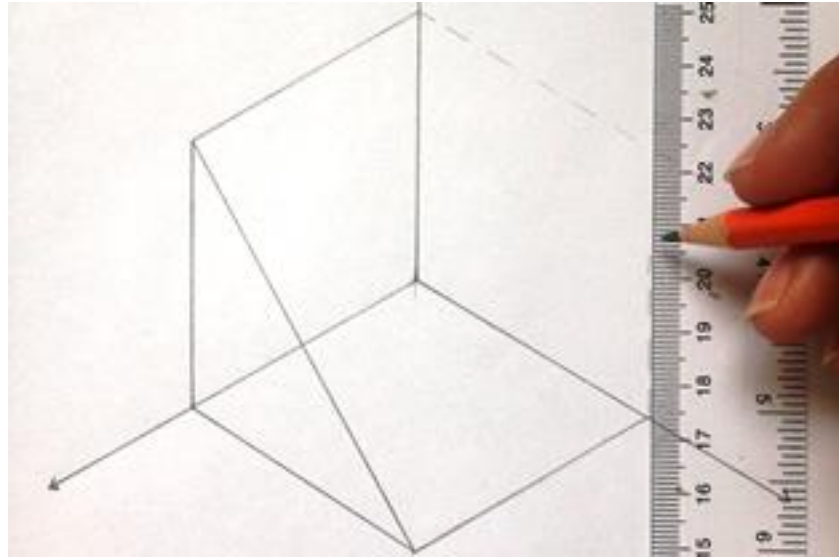


- Creamos una línea que vaya hasta la arista inferior de nuestro objeto, formado de esta forma un triángulo.

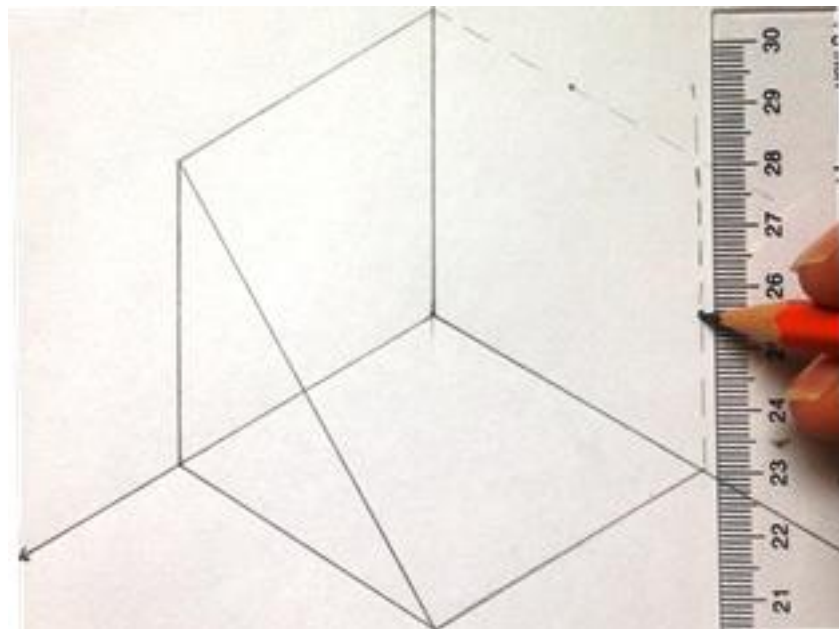




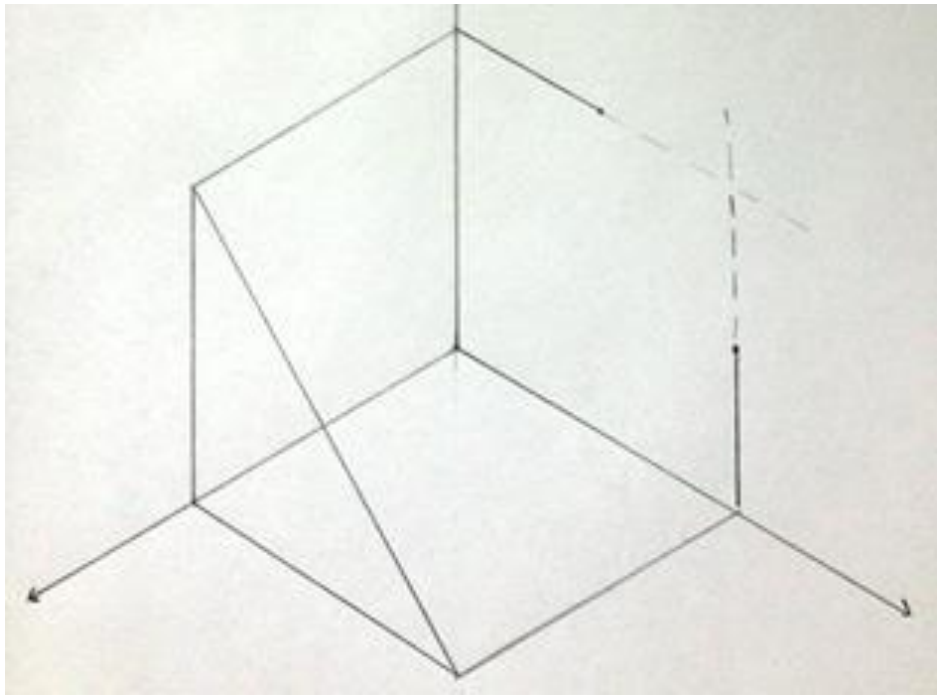
- Unimos los demás vértices de la figura para formar un pentágono, con paralelismo a todos los ejes, las líneas de la derecha las dejamos punteadas.



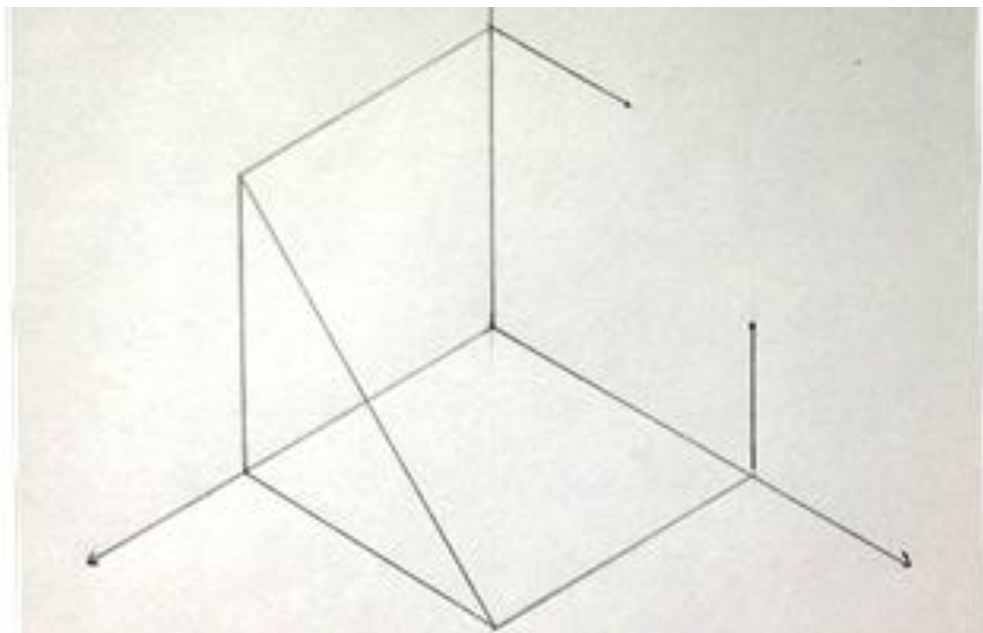
- En las líneas punteadas medimos, y marcamos el punto medio en cada una.



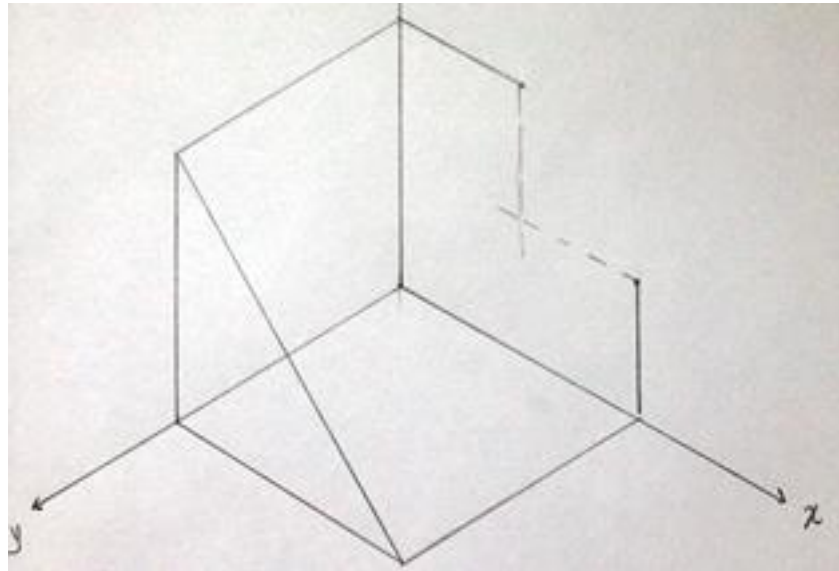
- En las líneas punteadas, dibujamos líneas finas hasta el punto medio



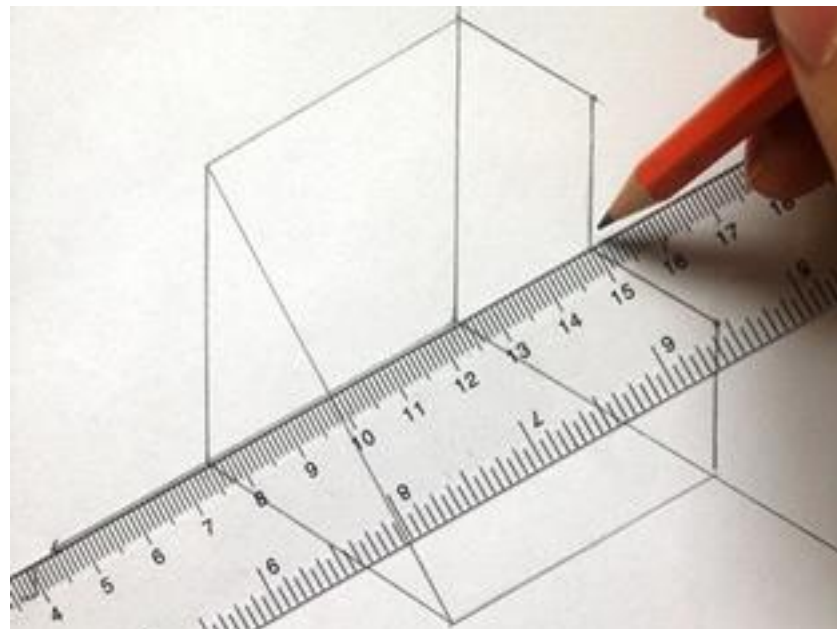
- Borramos las líneas punteadas y debemos tener hasta el momento la siguiente figura.



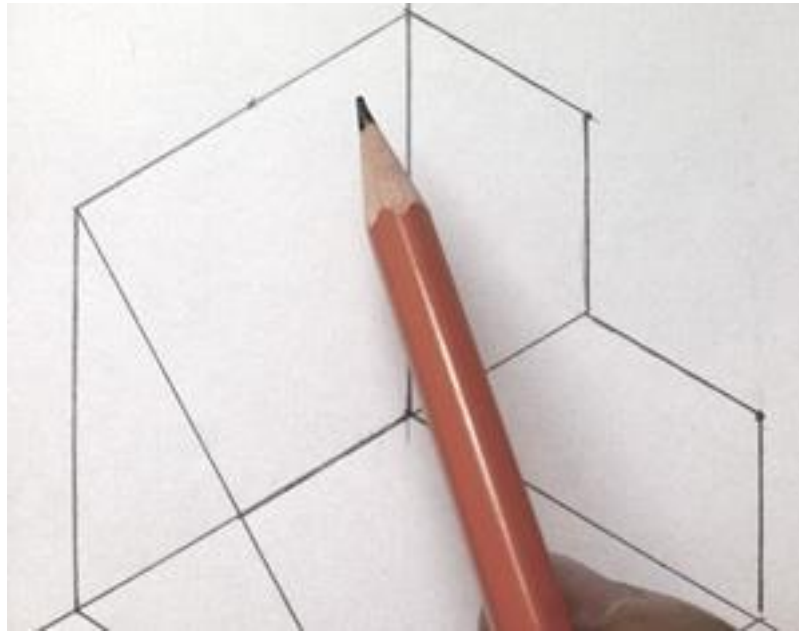
- Desde los puntos, proyectamos dos rectas paralelas, al eje X y Z, hasta que las líneas se crucen.



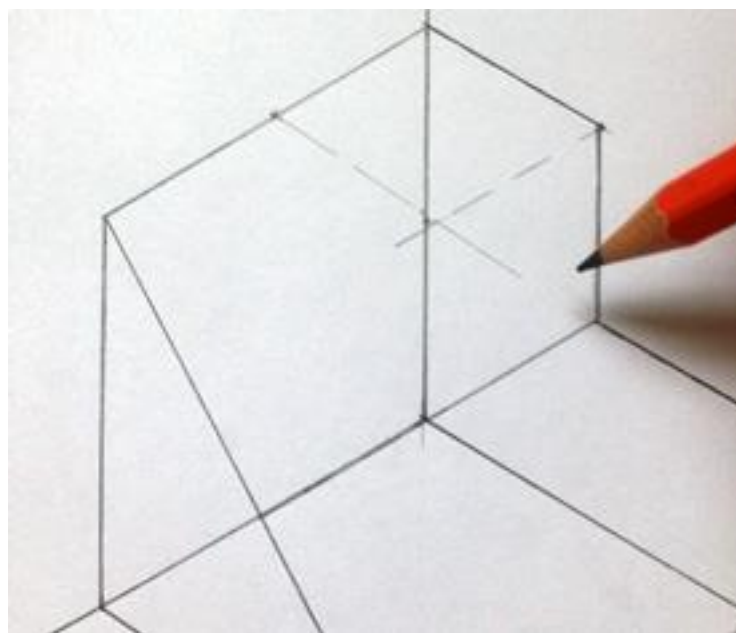
- Desde el punto de cruce, trazamos una línea que vaya hasta el punto medio de la hipotenusa del triángulo. Recordemos que se trata de un triángulo rectángulo y analizamos la vista de perfil izquierdo.



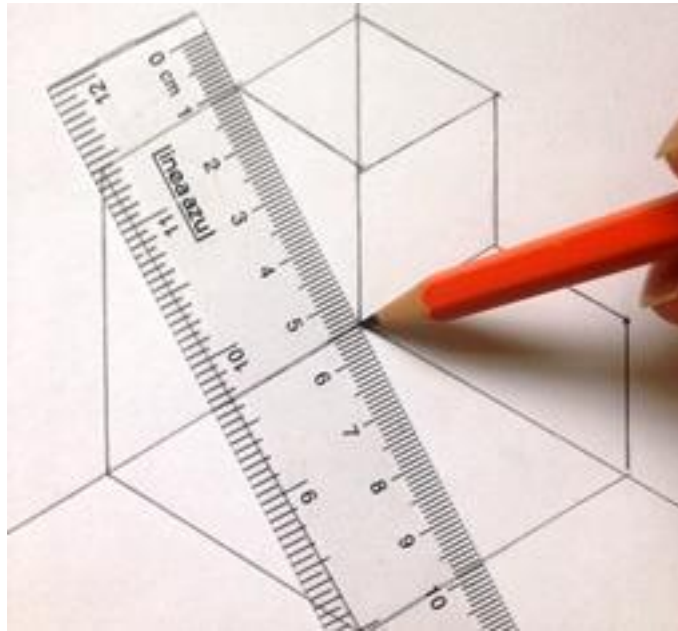
- Marcamos el punto medio de la línea superior izquierda, y creamos un paralelogramo con la línea superior del eje X y Z, como se aprecia en la imagen



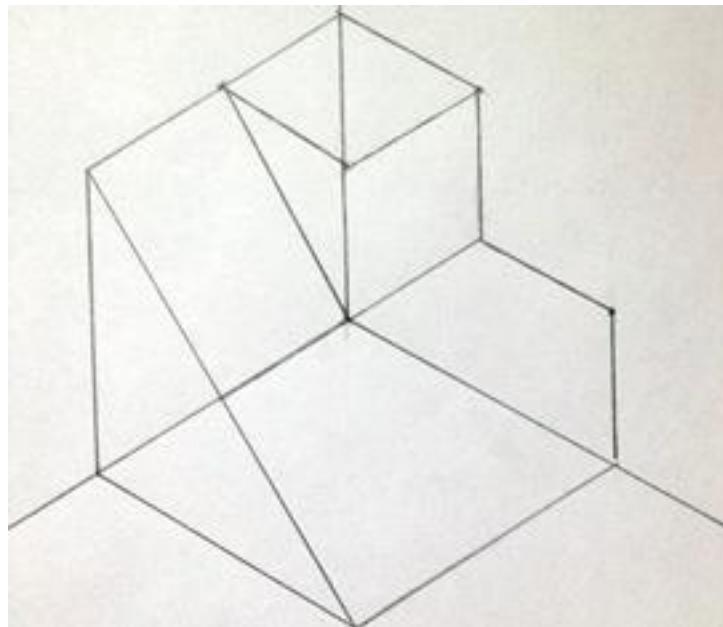
- El paralelogramo resultante es el siguiente. Procedemos ahora a dibujar líneas finas en el paralelogramo.



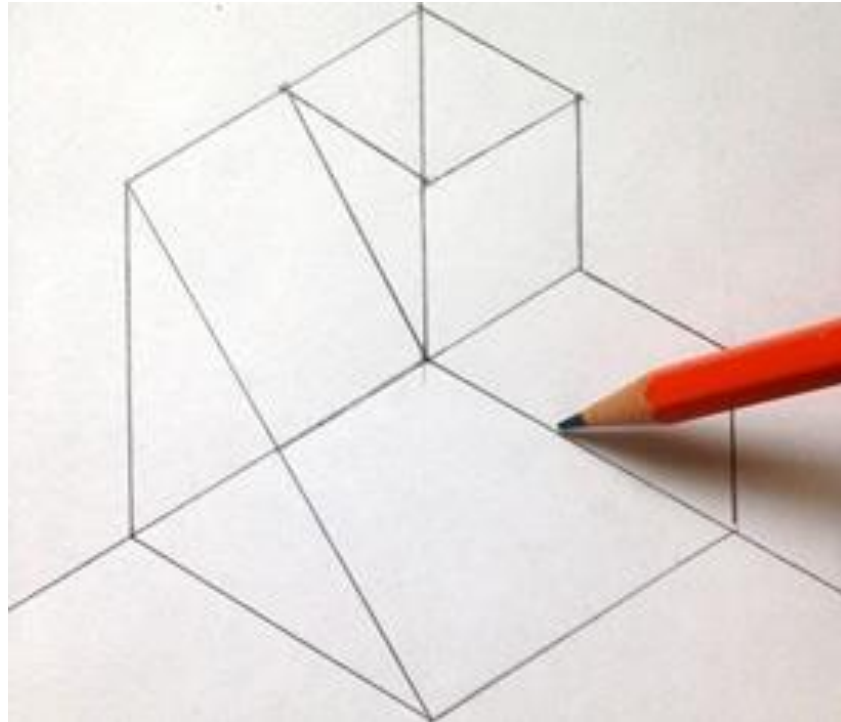
- Ahora, trazamos una línea diagonal, que mantenga paralelismo con la hipotenusa del triángulo, esta línea va hasta el punto central de los tres ejes



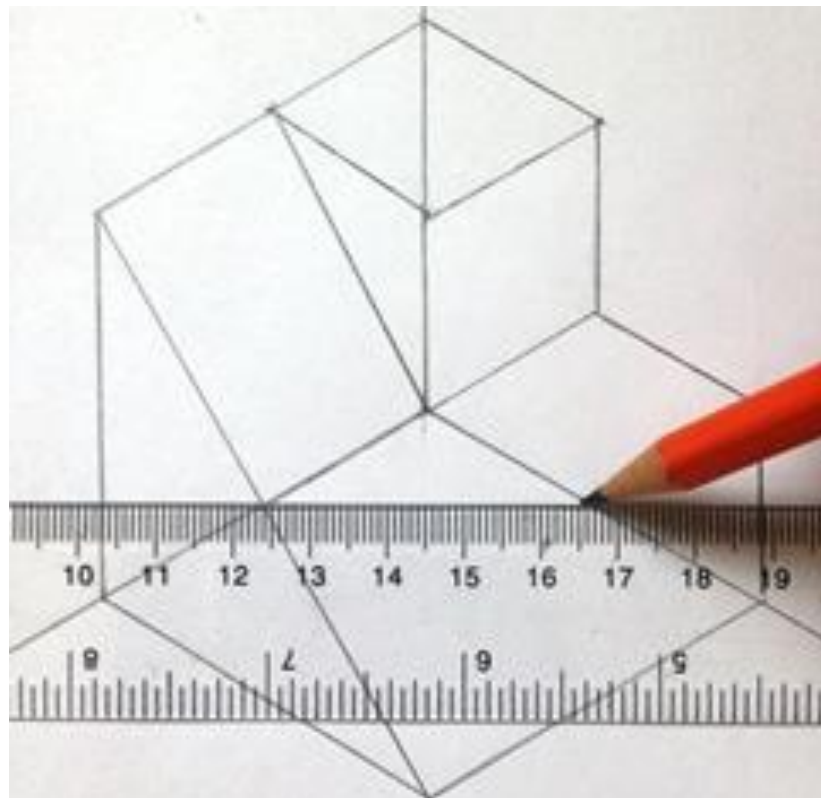
- La construcción del objeto hasta el momento debe verse como en la imagen siguiente:



- La construcción final de la figura es un triángulo isósceles, con vértice en el punto medio de la hipotenusa, la arista inferior del objeto y con el punto medio de la línea que señala el lápiz

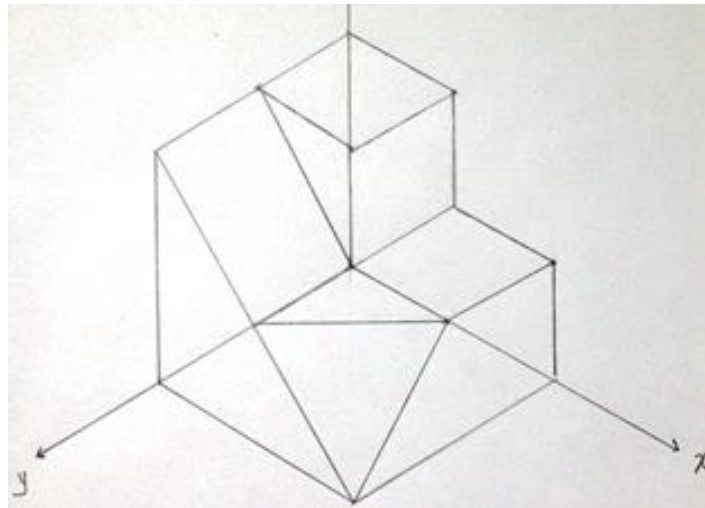


- Unimos los puntos anteriormente señalados para la construcción final

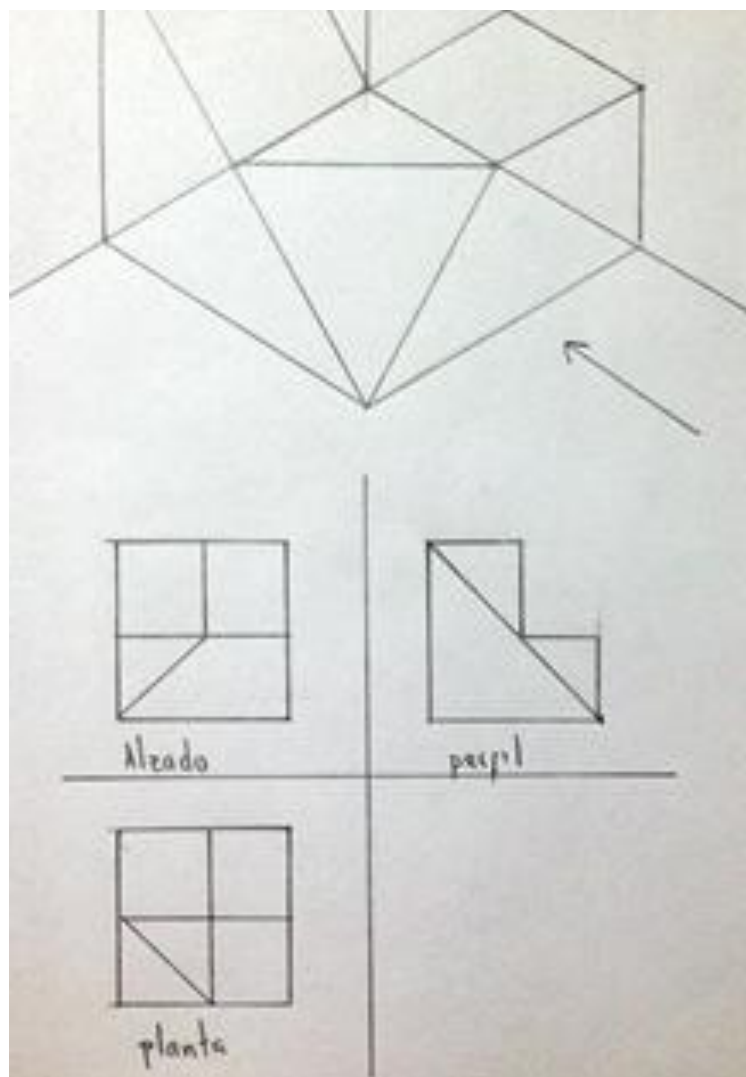





- Finalmente así queda nuestro objeto:



- Al análisis de las vista de nuestro objeto, es el siguiente:


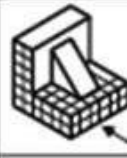
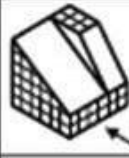
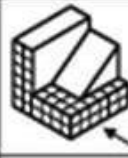

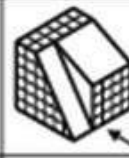


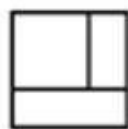
#### 4. Taller Final: Vistas Isométricas

	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN MUNICIPAL DE MEDELLÍN		Vistas Isométricas	
	INSTITUCIÓN EDUCATIVA CIUDELA NUEVO OCCIDENTE		Fecha aprobación:	
	Área: Matemáticas Asignatura: Geometría Descriptiva		Versión: 1	Grado: Noveno
	Análisis de vistas isométricas			

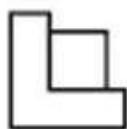
Nombre: \_\_\_\_\_ Grado: \_\_\_\_\_

Complete la siguiente tabla, indicando la vista que pertenece a cada objeto:

						
ALZADO						
PLANTA						
PERFIL						



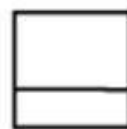
1



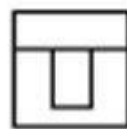
2



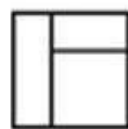
3



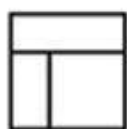
4



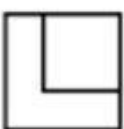
5



6



7



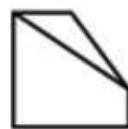
8



9



10



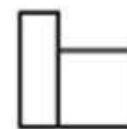
11



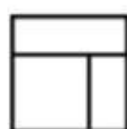
12



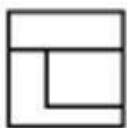
13



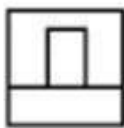
14



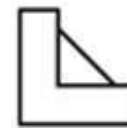
15



16




17



18



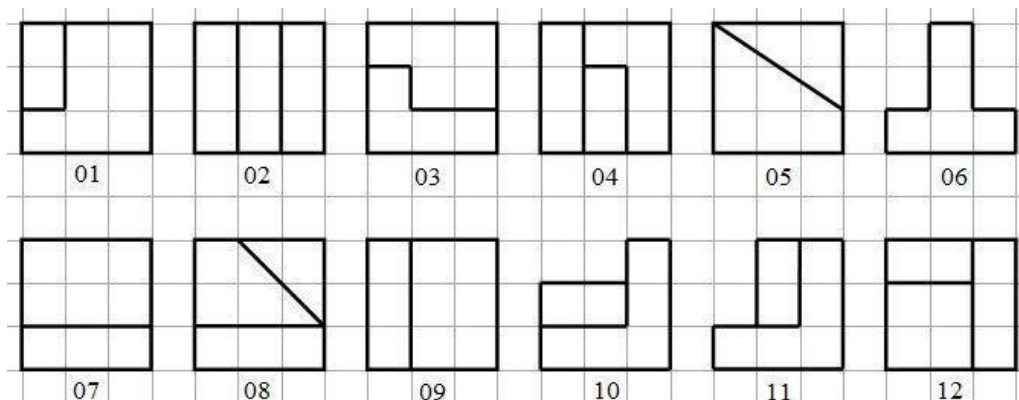
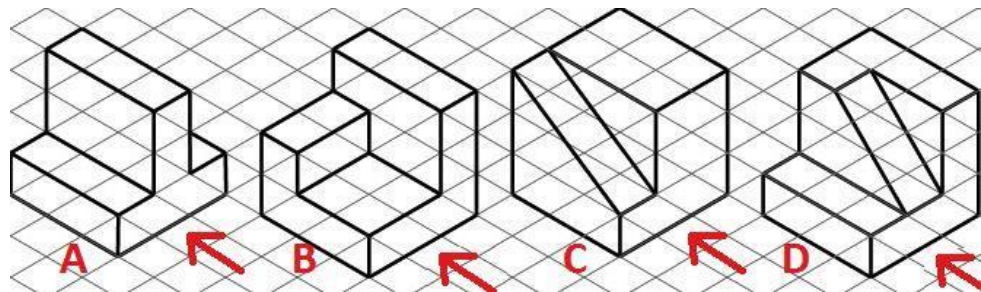
## 5. Evaluación cuantitativa

	SECRETARÍA DE EDUCACIÓN MUNICIPAL DE MEDELLÍN		Evaluación	
	INSTITUCIÓN EDUCATIVA CIUDELA NUEVO OCCIDENTE		Fecha aprobación:	
	Área: Matemáticas Asignatura: Geometría Descriptiva		Versión: 1	Grado: Noveno
	Análisis de vistas isométricas			

Nombre: \_\_\_\_\_ Grado: \_\_\_\_\_

Complete la siguiente tabla, indicando la vista que pertenece a cada objeto:

	A	B	C	D
ALZADO				
PERFIL				
PLANTA				



EXITOS!