|  |  |
| --- | --- |
| PROGRAMA DE FORMACIÓN | Modelado digital de productos industriales |

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| COMPETENCIA | 220101013 - Digitalizar dibujo de acuerdo con las técnicas de modelación virtual y los manuales técnicos. | RESULTADOS DE APRENDIZAJE | 220101013-01 Crear modelos digitales de producto en 3D con base en sistemas CAD paramétricos. |

|  |  |
| --- | --- |
| NÚMERO DEL COMPONENTE FORMATIVO | CF04 |
| NOMBRE DEL COMPONENTE FORMATIVO | Teoría general de sistemas láser escáner 3D |
| BREVE DESCRIPCIÓN | El proceso de escaneo 3D ha cobrado importancia debido al rápido desarrollo tecnológico de los últimos años. Gracias a esto, han tenido más pluralidad las industrias donde tiene utilidad la digitalización de objetos 3D. Además, dicho proceso ha disminuido el precio, aumentado la calidad y la precisión, lo que le permite estar al alcance en cualquier institución para el I+D+I, empresas e incluso hogares. Algunas de los sectores más importantes son aviación, salud, mantenimiento, realidad virtual, arquitectura, entre otros. |
| PALABRAS CLAVE | Escáner, gemelo digital, nube de puntos, láser. |

|  |  |
| --- | --- |
| ÁREA OCUPACIONAL | Procesamiento, fabricación y ensamble. |
| IDIOMA | Español |

**Tabla de contenidos**

**Introducción**

1. **Toma de datos con un láser escáner 3D.**
   1. Teoría de nubes de puntos, referenciación y comprobación de errores.
   2. Tratamiento y limpieza de nubes de puntos de láser escáner 3D.
   3. Generación y exportación de productos derivados.
   4. Toma de datos con un escáner 3D de luz blanca estructurada para objeto cercano.
2. **Herramientas de dibujo paramétrico: generalidades, aplicaciones, entornos, comandos.**
3. **Técnicas de modelación tridimensional: definición y tipos.**

**Introducción**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Bienvenido a este recurso educativo, a continuación, aprenderá sobre la manera en que la digitalización de objetos en 3D se ha convertido en una herramienta significativa para varios sectores de la industria, ya que ha permitido el avance y mejora de procesos industriales, así como el rápido desarrollo de prototipos y nuevos productos, comprenderá el funcionamiento de los escáneres 3D y sobre el modelado de productos. Le invitamos a ver el siguiente video que hace una introducción a los temas que se estudiarán. |

**Guion de video introductorio**

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Video spot animado | | | |
| **NOTA** | **La totalidad del texto locutado para el video no debe superar las 500 palabras aproximadamente** | | | |
| **Título** | Sistemas láser escáner 3D | | | |
| **Escena** | **Imagen** | **Sonido** | **Narración (voz en off)** | **Texto** |
| **1** | Producción: como sugerencia, por favor, crear una secuencia entre las imágenes que se presentan en cada una de las escenas. Utilizar efectos como *fade in* y *fade out* entre cada paso de imagen o video para generar una adaptación amable entre ellos. Si se puede, crear acercamientos o barridos de las imágenes. Utilizar el texto en pantalla para que complemente la voz en off en el momento en que se escuche. Se acepta con agradecimiento el dinamismo y efecto que puedan generar basados en sus conocimientos. Gracias. | Colocar si habrá un sonido o música de fondo | Los sistemas de medición por láser se han utilizado en diversas industrias durante muchos años, los primeros instrumentos para esto aparecieron en los años 80. El escaneo 3D se aplicó por primera vez en la industria de la arquitectura, la ingeniería y construcción en la década de 1990, con la llegada de los primeros sistemas integrados para escaneo 3D. Este fue el detonante para el desarrollo de esta industria como se conoce hoy.  Los primeros usos de la tecnología fueron en las aplicaciones de plantas industriales para capturar las condiciones existentes, donde la escasa documentación disponible dificultaba las modificaciones y el mantenimiento de los equipos industriales. Sin embargo, la velocidad y la calidad han incrementado desde sus inicios y estos desarrollos han influido directamente en el avance de la tecnología de escaneo 3D en muchas áreas de la industria como la arquitectura, la salud e incluso el arte. | Digitalización de objetos para rediseño y fabricación.  Maquinaria antigua sin documentación que requiere piezas de recambio. |
| **2** |  | Colocar si habrá un sonido o música de fondo | La medición de formas en 3D juega un papel importante en muchas aplicaciones. Hoy en día se le da diversos usos, algunos que nadie imaginaba hace una década, como: la inspección metrológica, la digitalización de obras arquitectónicas, digitalización 3D desde imágenes, el TAC en la medicina, la medición de desgaste en partes de aeronaves y muchas más. Por su parte, el crecimiento exponencial del costo y tiempo de escaneo, abre a diario las puertas para su uso en otras industrias y sectores. | Post-procesamiento de nubes de punto crea objetos 3D. |
| **3** |  | Colocar si habrá un sonido o música de fondo | Un escáner láser 3D es una herramienta capaz de digitalizar la forma de un objeto, edificio, parte del cuerpo, etc. Para construir un modelo tridimensional de él, gracias a un *software* de post-procesamiento, con este es posible conocer la profundidad desde un punto al escáner. Es también una tecnología sin contacto y que captura digitalmente la forma utilizando una línea de luz láser, creando lo que se conoce como nube de puntos.  Esta nube de puntos repartida en un plano de 3 dimensiones es la representación de cada una de las mediciones que hizo el láser con respecto a un punto, la cuales pueden ser miles por segundo. Sin embargo, y si bien la nube de punto deja ver con claridad la figura 3D, se requiere un *software* de post-procesamiento para organizar esta nube; convirtiéndola en un sólido que se puede parametrizar, ajustar medidas, materiales y otras características. | Los procesos de restauración de la catedral de Notre Dame se llevan a cabo gracias a los modelos digitales que se tenían con escáner 3D. |
| **4** |  | Colocar si habrá un sonido o música de fondo | Los sistemas de escaneo 3D actuales han permitido el desarrollo de nuevas tecnologías, como: la realidad virtual, los gemelos digitales, así como el desarrollo de videojuegos; permitiendo emular objetos y lugares en ambientes virtuales con un alto nivel de detalle con respecto a la realidad. Todo esto hace parte de la versatilidad de la tecnología y seguramente en un futuro próximo se tendrán aplicaciones representativas en otras áreas**.**  Por su parte, los gemelos digitales son la columna vertebral de la innovación del futuro, ya que ofrecen representaciones virtuales de productos, sistemas y ciudades del mundo real. ​Tienen un gran impacto en el desarrollo, la producción, las operaciones y el comportamiento de un producto, debido a que, se puede simular y probar mucho antes de que se construya un prototipo físico. | Realidad virtual  Videojuegos  Gemelos digitales |
| **Nombre del archivo** | **225223\_ v1** | | | |

**Desarrollo de contenido**

**1. Toma de datos con un láser escáner 3D**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Los escáneres láser 3D se basan en la triangulación para capturar con precisión y convertir formas 3D en millones de puntos de datos. Más precisamente, funciona proyectando un punto o línea láser sobre un objeto y capturando su reflejo con un sensor. Dado que el sensor está ubicado a una distancia conocida de la fuente láser, se pueden realizar mediciones puntuales y precisas calculando el ángulo de reflexión de la luz láser. Al conocer la distancia desde el escáner hasta el objeto, el *hardware* de escaneo puede mapear la superficie del objeto para desarrollar un modelo digital.  Este método se denomina triangulación porque el punto (o línea) del láser, el sensor y el emisor del láser forman un triángulo, como se muestra en la siguiente imagen.    Hay muchos tipos diferentes de escáneres láser 3D en el mercado, se puede elegir entre escáneres 3D portátiles, de escritorio o profesionales. Hay que tener en cuenta que suelen trabajar en distancias cortas. |

|  |  |
| --- | --- |
| Tipo de recurso | Cajón de texto de color |
| El **escáner láser 3D** es una tecnología que **captura digitalmente la forma de un objeto con una luz láser**, creando lo que se conoce como nube de puntos. Un escáner 3D es un dispositivo que analiza un objeto o escena para recopilar datos sobre su forma y, en ocasiones, su color. Utilizando la información obtenida, se pueden construir modelos digitales tridimensionales para diversas aplicaciones. En resumen, se puede decir que funciona proyectando un punto láser sobre el objeto del que obtiene información. En un principio, su aplicación se limitaba al ámbito industrial. Hoy, gracias a sus avances e innovaciones, se utiliza en actividades como la arquitectura, la ingeniería, la arqueología y la recreación. | |

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Acordeón tipo 1 |
| **Introducción** | A continuación, se muestran las características principales de un escáner 3D: |
| **Imagen 225223\_ i2** | |
| **Precisión**  Los escáneres láser 3D cuentan con una gran precisión, gracias a la cantidad de mediciones por segundo que hace el dispositivo. | |
| **Visualización**  Permite visualizar en tiempo real la información que se está obteniendo. | |
| **Velocidad**  Velocidad en el procesamiento de imágenes y nubes de puntos, el *software* captura la medición y la ubica en un plano tridimensional en tiempo real. | |
| **Calidad y detalle máximo**  Se puede obtener una mayor cantidad de información, por lo que genera detalles específicos con una amplia precisión. | |
| **Alcance**  El alcance es bastante amplio, casi no requiere de andamios y demás estructuras para tomas altas. | |
| **Versatilidad**  Se adapta a todo tipo de terreno o ambiente donde se escanea. | |
| **Portabilidad**   * Portabilidad: Son equipos con bajo peso y medianas dimensiones, lo que facilita su transporte hasta los objeto o sitios que se van a digitalizar * Flexibilidad: No requiere mayor instalacion ni preparacion para iniciar el proceso, al ser portable no hay mayores restricciones en tamaño del objeto a escanear. | |
| **Simplificación**  Simplificación en la captura de datos en tiempo real. | |

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Con el empleo del escáner está demostrado un aumento de la productividad y la mejora en los tiempos de implementación de nuevos productos o servicios. |

**¿Qué sectores usan el escaneo 3D?**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Slider pasos | |
| **Introducción** | Las aplicaciones del escáner láser 3D son muy variadas, se utilizan principalmente en: | |
| **Slide 1** | **Patrimonio arquitectónico**  Para las labores de conservación y divulgación del patrimonio arquitectónico. Un claro ejemplo de las ventajas de la tecnología es el papel clave que jugó el escaneo 3D en la reconstrucción de la catedral de Notre Dame, en donde se usaron modelos 3D hechos con anterioridad para videojuegos y otras aplicaciones. | Catedral de Notre Dame en Ile de la Cite en el corazón de París, Francia  **Imagen:** 225223\_ i3 |
| **Slide 2** | **Arquitectura**  Mediciones, visitas virtuales, control de construcción y diseño en edificios existentes. El uso del *software* en la arquitectura ha cobrado gran relevancia, ya que permite evaluar las condiciones de construcciones antiguas, para procesos de remodelación o reforzamiento, visitas 3D, entre otras. | mostrar su modelo Simular sobre el concepto arquitectónico de planos, enfoque suave  **Imagen:** 225223\_ i4 |
| **Slide 3** | **Ingeniería**  Control de calidad, ingeniería inversa y modelado sobre equipos existentes. Las aplicaciones en ingeniería son innumerables, ya que este ha facilitado los procesos de ingeniería inversa, también ha acortado los tiempos en el desarrollo de nuevos productos; sin olvidar las aplicaciones de inspección metrológica para los procesos de mantenimiento. | Estudiantes de ingeniería usando una innovadora impresora 3D en el laboratorio  **Imagen:** 225223\_ i5 |
| **Slide 4** | **Metrología**  Con el escaneo 3D, se pueden recopilar los datos necesarios para generar una imagen 3D de un objeto, entorno o cuerpo. El escáner 3D también recopila datos de forma y color simultáneamente, lo que da como resultado un registro de textura del objeto que se escanea. El sistema se basa en la adquisición de nubes de puntos en el espacio tridimensional. El escáner 3D proyecta el láser sobre el objeto, registra la distancia desde el punto de emisión hasta cada punto del objeto y, al mismo tiempo, convierte los puntos de información en un archivo digital de modelado tridimensional, que se puede denominar digitalización. Este proceso se realiza mediante un dispositivo llamado escáner 3D. Los escáneres 3D portátiles se están convirtiendo en una herramienta imprescindible para cualquiera que busque hacer el mejor producto posible con el mínimo costo y tiempo. | Brazo robot con escáner 3D. Análisis automatizado.  **Imagen:** 225223\_ i6 |

**¿Cuáles son las ventajas de medir con un escáner 3D?**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Slider pasos | |
| **Introducción** | A la hora de utilizar un escáner 3D para la medición o toma de datos, se pueden encontrar varias ventajas, que se resumen en las siguientes: | |
| **Slide 1** | **Más sobre el control de calidad**  Esta tecnología permite capturar 2 millones de puntos por segundo, con una precisión de un milímetro. Esto se ha vuelto fundamental para que los diferentes sectores industriales puedan trabajar con el mayor grado de detalle y precisión, brindando información que no está disponible de otra manera. | Vista lateral de las manos de una ingeniera o inspector, lista para escribir un informe técnico sobre el proceso de fabricación en una fábrica contemporánea  **Imagen:** 225223\_ i7 |
| **Slide 2** | **Optimización en la fase de fabricación**  El escáner 3D permitirá reducir los costes de explotación y fabricación, gracias a una rápida comparación con un modelo 3D en el que se puede detectar de forma óptima, los fallos en las distintas fases de fabricación y montaje. La calidad del diseño, la escala y la estabilidad del producto se pueden verificar con precisión milimétrica. El escaneo 3D permite verificar la forma completa de un producto fabricado con el diseño CAD original y detectar inmediatamente las desviaciones al mostrar los datos en un mapa de color 3D completo. | Pieza de alta precisión en 3D para ingeniería inversa  **Imagen:** 225223\_ i8 |
| **Slide 3** | **Rapidez**  Si se necesita ahorrar y ganar dinero, la lectura de velocidad del escáner 3D asegura una herramienta muy poderosa para ayudar a acelerar el proceso de medición. Por otra parte, los escáneres 3D, también ahorran tiempo cuando es necesario realizar modificaciones en los diseños existentes. Un ejemplo, es cuando se necesita cambiar el grosor de un anillo o de una pieza de un automóvil, los escáneres 3D funcionan más rápido que los cálculos manuales. | Hombre que usa escáner portátil para importar el modelo CAD 3D de pieza mecánica compleja en el ordenador - Imagen  **Imagen:** 225223\_ i9 |
| **Slide 4** | **Versatilidad**  El uso de un escáner láser 3D como herramienta es ideal para todo tipo de terrenos y situaciones. La movilidad del escáner y su capacidad para escanear incluso en ausencia total de luz, hacen el resto. | Corazón humano digital azul anatómicamente correcto. La tomografía computarizada cardíaca de partículas futuristas escanea la representación 3D. Futuro de resonancia magnética, tratamiento de enfermedades, atención médica y concepto médico en 4k  **Imagen:** 225223\_ i10 |
| **Slide 5** | **Comparación de diseños con productos existentes**  Gracias al uso del escaneo 3D, se garantiza que el producto fabricado cumple exactamente con los requisitos deseados. Esto es así porque este servicio permite comparar el modelo inicial con el modelo fabricado. | Escáner 3d, impresora 3d y monitor de ordenador, procesamiento 3D aislado en fondo blanco  **Imagen:** 225223\_ i11 |
| **Slide 6** | **Posibilidad de remanufacturar piezas sin CAD**  Esta tecnología permite remanufacturar la pieza creada sin el modelo CAD. Los escáneres 3D ofrecen la opción de utilizar *software* de ingeniería inversa, para crear réplicas exactas de piezas antiguas. De esta manera, los nuevos prototipos se pueden comparar con escaneos de la pieza original. | Professional, engineering 3D measurement for plastic moldings, development concept  **Imagen:** 225223\_ i12 |
| **Slide 7** | **Mejorar la imagen de la empresa**  Aplicar servicios técnicos de alta precisión dará confianza a los clientes y garantizará una mayor visibilidad frente a competidores directos. Esto ayudará a mejorar la reputación de la empresa, al asegurar a los clientes el nivel de calidad de los artículos que están buscando. (Vector cero metrología, 2022). | Un buen dentista masculino muestra el modelo digital de los dientes de una paciente mujer hecho por un escáner 3d.  **Imagen:** 225223\_ i13 |

**1.1 Teoría de nubes de puntos, referenciación y comprobación de errores**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| La **nube de puntos** *(Point Cloud*) es una base de datos que contiene los puntos en un **sistema de coordenadas tridimensional**. Sin embargo, desde la perspectiva del flujo de trabajo típico, la nube de puntos es un **registro digital de un objeto o lugar**, que contiene una gran cantidad de puntos que detecta una medición láser, con respecto a un punto.    Los puntos en una nube de puntos, se ubican en las superficies externas de los objetos visibles, porque estos son los puntos donde el rayo que refleja el láser detecta su distancia. En pocas palabras el láser hace miles de mediciones por segundo, y cada medición es registrada como un punto en un espacio de 3 dimensiones.  A veces llamada visualización 3D, una nube de puntos 3D es el primer paso para crear un modelo 3D preciso del mundo real. Es el punto de partida de la realidad digital, un mapa de puntos en el espacio, procesado en un modelo 3D de casi cualquier objeto. En gran medida, esto incluye edificios, fábricas, plantas de fabricación, escenas de crímenes/accidentes, infraestructura civil, sitios históricos, paisajes urbanos y más. |

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Si el tamaño de puntos individuales es grande y están lo suficientemente unidos, la nube de puntos podría percibirse como una superficie continua. Si la distancia entre los puntos es ligeramente mayor, entonces se puede ver que esta imagen está hecha de puntos individuales, pero, aun así, se percibe la forma del objeto. |

|  |  |
| --- | --- |
| Tipo de recurso | Cajón de texto de color |
| Es esencial comprender que la nube de puntos es un conjunto de puntos, con posición y color definidos. Esto hace que las nubes de puntos sean fácilmente manipulables. | |

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Es aquí, en este proceso donde los *softwares* de post-procesamiento, construyen un objeto a partir de las nubes detectadas. Dichas herramientas permiten establecer parámetros en el objeto, para poder abrirlo en el *software* CAD especializado; bien sea de arquitectura o mecánico. |

**1.2 Tratamiento y limpieza de nubes de puntos de láser escáner 3D**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Al momento de realizar el escaneo de un objeto, se genera una nube de puntos que debe ser editada a través de una herramienta de post-procesamiento, la cual transforma estos puntos repartidos en un **plano de 3 dimensiones** en un objeto editable, en un programa **CAD**. Sin embargo, cuando se importan nubes de puntos grandes que exceden la capacidad de procesamiento del computador donde se va a editar, se debe usar una herramienta robusta que permita cargar parcialmente los datos para procesarlos por secciones.  Mientras trabaja con una nube de puntos, la aplicación la divide inteligentemente, por lo tanto, se pueden importar tamaños de datos de nube de puntos casi ilimitados, en función capacidad de nube de puntos ilimitada. Esto sucede cuando se digitalizan objetos muy grandes y con demasiada complejidad, como edificios, esculturas, partes de aeronaves, barcos o similares.  **¿Como se obtiene la nube de puntos?**  Se obtiene de un levantamiento utilizando un escáner láser 3D u otra tecnología, y contiene toda la información del levantamiento útil para la representación 3D de objetos existentes (edificios, monumentos, plazas, etc.), incluidas superficies con información de color. Suele tener extensiones de tipo: (.LAS, .LAZ, .E57, .PLY, .PTS, .XYZ.). Las técnicas de medición con escáner láser y la generación de nubes de puntos, representan una de las mejores formas de adquisición de datos que existen en la actualidad, ya que los datos adquiridos contienen toda la información geométrica del objeto inspeccionado.  Las ventajas también son significativas: el tiempo de adquisición se reduce y el resultado final es realista y versátil. |

**¿Para qué sirve?**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Tarjetas Avatar | |
| **Introducción** | Una nube de puntos de cualquier objeto se puede utilizar para una variedad de propósitos, (Accasoftware, 2021), que incluyen: | |
| Navegue libremente a través de los objetos escaneados. | | preferencias icono gratis  **Imagen** 225223\_ i16 |
| Realice un análisis preciso del modelo. | | preferencias icono gratis  **Imagen:** 225223\_ i17 |
| Tome medidas en el modelo, incluso en puntos que no son realmente accesibles. | | preferencias icono gratis  **Imagen:** 225223\_ i18 |
| Conocer el estado real de la obra (infraestructura, edificaciones, etc.). | | preferencias icono gratis  **Imagen:** 225223\_ i19 |
| Compara varios modelos. | | preferencias icono gratis  **Imagen:** 225223\_ i20 |
| Utilice estos puntos como guía para dibujar y restaurar el terreno. | | preferencias icono gratis  **Imagen:** 225223\_ i21 |
| Interprete los datos de color o reflectancia para varios tipos de análisis. | | preferencias icono gratis  **Imagen:** 225223\_ i22 |
| Genere un modelo de malla (un modelo de superficie que consta de polígonos cuyos bordes son segmentos de línea que conectan los puntos de la nube y cuyos vértices son puntos en la propia nube). | | preferencias icono gratis  **Imagen:** 225223\_ i23 |
| Desarrollar un modelo BIM "inteligente" que contenga toda la información sobre las características de los objetos detectados. | | preferencias icono gratis  **Imagen:** 225223\_ i24 |
| Imprima en 3D el modelo detectado. | | preferencias icono gratis  **Imagen:** 225223\_ i25 |

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Con algunas nubes de puntos, la cantidad de detalles captados en la medición, hace que se observe una gran nube de puntos sin un orden o ubicación determinada. Es por eso que las herramientas de procesamiento permiten dar un color y sombra a cada punto, dependiendo de la distancia a la que se encuentre del punto de referencia. Es así que, los puntos más cercanos se muestran en negro y los puntos más lejanos se muestran en gris, con relación a la dirección de la vista. |

|  |  |
| --- | --- |
| Tipo de recurso | Cajón de texto de color |
| Si los puntos están fuera del rango de profundidad, desaparecerán de la vista del modelo. Esto se puede utilizar para centrarse en áreas específicas, eliminando que fueron escaneadas y no pertenecen al objeto. | |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Slider Imagen | |
| **Introducción** | Otra forma de visualizar las nubes de puntos es la vista de **rayos X**, este modo muestra áreas específicamente y hace transparentes las áreas más cercanas y más alejadas del área seleccionada. | |
| Esta vista es útil cuando se puede escanear al interior de un edificio; por ejemplo, puede ser difícil ver el interior debido a las paredes exteriores, o cuando se escanea un automóvil donde se requiere identificar piezas del interior. | | **Imagen:** 225223\_ i26 |
| Se puede usar la función de rayos X del *software* de procesamiento, para hacer que las paredes sean transparentes, lo que le permite ver el interior con claridad. | | Rayo X del coche eléctrico con chasis aislado en el fondo negro. ilustración 3D  **Imagen:** 225223\_ i27 |
| Ejemplo de rayos x | | Cabeza humana en vista de rayos X. Ilustración 3D médicamente precisa  **Imagen:** 225223\_ i28 |

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Otra forma con la que se puede usar una nube de puntos para visualizar, es con el color de los puntos, que cambia en función de su altura desde la dirección Z. Con este método de sombreado, puede distinguir fácilmente el suelo. |

**1.3 Generación y exportación de productos derivados**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| En el video a continuación, se analiza la información sobre generación y exportación de productos derivados: |

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Video spot animado | | | |
| **NOTA** | **La totalidad del texto locutado para el video no debe superar las 500 palabras aproximadamente** | | | |
| **Título** | Generación y exportación de productos derivados | | | |
| **Escena** | **Imagen** | **Sonido** | **Narración (voz en off)** | **Texto** |
| **1** | Producción: como sugerencia, por favor, crear una secuencia entre las imágenes y videos que se presentan en cada una de las escenas. Utilizar efectos como *fade in* y *fade out* entre cada paso de imagen o video para generar una adaptación amable entre ellos. Si se puede, crear acercamientos o barridos de las imágenes. Utilizar el texto en pantalla para que complemente la voz en off en el momento en que se escuche. Se acepta con agradecimiento el dinamismo y efecto que puedan generar basados en sus conocimientos. Gracias. | Colocar si habrá un sonido o música de fondo | Un conjunto de puntos 3D representa una pieza o entorno real. Cada punto representa un punto digitalizado en el objeto o en el entorno y, colectivamente describe su forma y medidas. Por lo general, proviene de un escáner 3D o una máquina de medición de coordenadas (CMM). Una nube de puntos se puede construir como una malla en el *software,* generando triángulos entre puntos, un proceso conocido como triangulación. Las nubes de puntos se utilizan para la visualización de piezas o entornos reales en ingeniería inversa, para hacer un modelo CAD. Una nube de puntos, puede o no, tener información normal, según el escáner y el tipo de escaneo. Incluso si una nube de puntos no tiene información normal, se puede generar dentro de la aplicación después de importar los datos. | El escáner 3D proporciona una nube de puntos *(Point Cloud)* en un plano de 3 dimensiones.  Triangulación |
| **2** |  | Colocar si habrá un sonido o música de fondo | Con esta nube de puntos generada por el escáner 3D se procede a hacer una malla, que es un modelo poligonal, que representa un objeto físico. Una malla consta de muchos triángulos que se conectan y se pueden generar a partir de una nube de puntos. Una parte escaneada generalmente consta de varios escaneos desde diferentes direcciones, lo que requiere la alineación de los escaneos mediante la superposición y alineación de áreas comunes, en el *software* que se elija para el procesamiento de la nube de puntos. Una vez alineadas, varias mallas se pueden convertir en una sola fusionándose. | Esta nube de puntos, se transforma en una malla con polígonos que va dando forma al objeto escaneado y permite la edición de la malla para generar un objeto 3D en un *software* de procesamiento. |
| **3** |  | Colocar si habrá un sonido o música de fondo | En la práctica, se utilizan las siguientes terminologías para pasar de un punto a un objeto:   * Cara: triángulos envueltos por tres aristas. * Arista: borde de conexión entre dos vértices. * Vértice: un punto que representa una posición en el espacio 3D. * Límite: cualquier abertura en la malla, donde no hay triángulos.   Un grupo de caras se conoce como grupo de regiones. Estas últimas son una forma de agrupar conjuntos de caras que pertenecen a un objeto. Las regiones ayudan en la alineación de los datos de la malla, con el sistema de coordenadas y a convertir esta región en una superficie. Las regiones se pueden generar automáticamente analizando la curvatura en la malla. Esto depende del *software* de post- procesamiento que se usa.  Después de la generación de las caras se procede a la generación de un boceto. Se establece y define un plano y se dibujan en este, conocido como plano base. El plano base puede ser un plano de referencia, una cara de cuerpo plano o una región plana. Una vez está hecho el objeto queda listo para generar un archivo por un *software* CAD donde se puede modificar o rediseñar.  Cabe resaltar que este proceso de post-procesamiento es necesario hacerlo, sin importar la marca o el tipo de escáner que se use, ya que este, solo es una herramienta de medición que ubica el resultado en un plano de tres dimensiones, por ello la importancia de una buena herramienta que interprete los puntos generados y permita alistar el objeto para usarlo en un *software* 3D. | Finalmente se cuenta con un sólido que puede editarse o rediseñarse en un *software* CAD. |
| **Nombre del archivo** | **225223\_ v4** | | | |

**1.4 Toma de datos con un escáner 3D de luz blanca estructurada para objeto cercano**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Existe otra forma de escaneo de objetos 3D, esta se conoce como luz blanca o luz estructurada, este escáner proyecta una luz sobre el objeto a digitalizar y dos cámaras registran la variación de la luz en el objeto y calculan la distancia de cada punto, en el campo de visión. Un escáner de luz estructurada consta de un proyector y dos cámaras. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | | Pestañas o tabs Verticales |
| **Introducción** | | El proceso para escanear es el siguiente: |
| Ilustración 3d, ilustración digital. Fondo abstracto de luz neón, rayos azul rosado, láser de proyección, efecto de escaneo.  **Imagen:** 225223\_ i31 | | |
| **Nombre del botón** | Paso 1 Se proyectan diferentes patrones de luz sobre el objeto. | |
| **Nombre del botón** | Paso 2 El escáner registra cómo y dónde se tuercen estos patrones de luz en el objeto. | |
| **Nombre del botón** | Paso 3 Se calcula la distancia y la ubicación de miles de puntos de datos en función de dónde incide la luz, usando trigonometría simple. | |
| **Nombre del botón** | Paso 4 Los puntos se triangulan debido a las dos cámaras que el escáner usa como referencia. | |

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| El resultado final es una nube de puntos que representa la geometría del objeto. Una vez que haya terminado con un ángulo del objeto, se debe girar el objeto o el proyector para capturar un ángulo diferente. Se capturan más ángulos de esta manera, hasta una rotación de 360 ​​grados. Al final del proceso, el escaneo 3D se puede limpiar y estar listo para usar. |

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Esta luz, en la práctica puede ser blanca o azul y se proyecta, como una serie de rayas o una matriz de puntos. Este tipo de escáner suele usarse para objetos más pequeños. (Tresde, 2019). Los escáneres de luz blanca y luz azul son muy similares entre sí. La luz blanca es la predecesora del escaneo de luz azul, que se creó como una mejora con respecto al escaneo de luz estructurada original. Por su parte, la luz azul produce una mayor resolución y precisión en sus escaneos. Esto condujo a la interrupción gradual de la luz blanca. Dado que la luz blanca utiliza todo el espectro visible, se compone de todas las diferentes ondas de luz visible. Como resultado, la luz de estos escáneres es más propensa a distorsionarse, lo que genera modelos 3D menos precisos. La luz azul, por otro lado, solo funciona con un color de luz con una longitud de onda más corta. Debido a que estos rayos son más cortos, es menos probable que se reflejen, lo que brinda una mayor precisión al escanear. |

**Ventajas y desventajas del escáner de luz blanca estructurada**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Una de las principales ventajas es la velocidad con la que se crea la nube de puntos, esto es gracias a que los algoritmos para las mediciones de la deformidad de la luz emitida, al igual que el escáner láser, son muy precisas y con una altísima resolución. No obstante, tienen limitaciones con las condiciones de luminosidad, desventaja que no tiene su contraparte con el láser. Otra de las ventajas de los escáneres de luz estructurada es la calidad del escaneo. Algunos productos incluso pueden capturar la textura y el color, utilizando proyecciones de color después de rayas de luz.  Como ocurre con la mayoría de los escáneres láser, la principal desventaja es la mala detección de superficies transparentes o reflectantes. Sin embargo, el problema suele resolverse colocando un polvo blanco sobre el objeto. |

**2. Herramientas de dibujo paramétrico: generalidades, aplicaciones, entornos, comandos**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| El diseño paramétrico es un método de diseño que depende de ciertas características, algunas de ellas se observan en la siguiente infografía: |

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Infografía estática |
| **Texto introductorio** | A continuación, se pueden revisar las características del diseño paramétrico: |
| Título de la infografía:  Características del diseño paramétrico  **Imagen 225223\_ i34** Infografía de recursos humanos     1. El **diseño paramétrico** es un método de diseño en el cual, las características de un objeto se establecen para que sean cambiantes de acuerdo con los procesos algorítmicos, a diferencia del proceso de diseño directo. En este método, **los parámetros y las reglas determinan la relación entre el diseño y las condiciones iniciales que se den**. El término paramétrico se refiere a los **parámetros que se ajustan según las necesidades** y se pueden ajustar según las necesidades de los diseños. Es un recurso innovador habilitado por técnicas avanzadas de diseño digital.   Para obtener un modelo paramétrico, el operador inserta una serie de parámetros en un *software* especializado. De esta manera, puede controlar varias propiedades como la altura, la longitud, la posición, el ancho, etc. Y así se pueden crear infinitos volúmenes geométricos que transmiten movimiento y fluidez. Su relación directa con las matemáticas permite obtener resultados muy precisos, se trata de conseguir la forma a través de funciones matemáticas, que varían según los parámetros. Por tanto, es un diseño dinámico, flexible y adaptable a estos parámetros aplicados dinámicamente, según el contexto en muchos casos; pero la mejor forma de saberlo es viéndolo con los propios ojos.  **Imagen 225223\_ i35**   1. Sistemas basados en la propagación en los cuales, los algoritmos dan como resultado formas finales, según las entradas paramétricas iniciales. Permiten establecer la relación entre las medidas y los materiales.(Eman, s.f.).   **Imagen 225223\_ i36**   1. Sistemas de restricciones, en los que se establecen las restricciones finales y se utilizan algoritmos para delimitar los fundamentos (estructuras, uso de materiales, etc.) que satisfacen estas restricciones.Ayudan a definir el rango de variación que puede admitir un modelo paramétrico. El ancho del intervalo y el resultado exacto de cada cambio de geometría, están determinados por el tipo de restricciones utilizadas durante la definición de esta**.** (Les.wiki, s.f.).   **Imagen 225223\_ i37** | |
| **Código de la imagen** | 225223\_ i34 |

**3. Técnicas de modelación tridimensional: definición y tipos**

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Cuando se desea crear un objeto o figura 3D, es importante hacer un análisis amplio de la pieza a diseñar, ya que existen muchas técnicas que son de gran utilidad y ayudan a disminuir los tiempos de diseño, siempre y cuando, se elija la técnica y la herramienta *software* apropiada para el trabajo. |

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Infografía interactiva Modal | |
| **Texto introductorio** | A continuación, se encuentran algunas de las técnicas de modelamiento más utilizadas: | |
| Título de infografía: Técnicas de modelación tridimensional  Plantilla de infografía de línea de tiempo plana  Por favor poner los títulos de cada punto en los recuadros de la imagen. | | |
| **Código de la imagen** | Imagen 225223\_ i38 | |
| **Punto modal 1**  **Imagen 225223\_ i39** | **Modelado 3D con Primitivas básicas**    Cuando se requiere elaborar modelos 3D de baja complejidad se puede recurrir a este modelado, donde se combinan formas geométricas básicas como cubos, esferas, cilindros, entre otras, dicha combinación permite acercarse al modelo 3D. Los primitivos son formas 3D básicas, como cuadrados en ángulo recto, esferas, conos, cilindros o planos. En programas de modelado 3D más avanzados, se pueden construir formas muy complejas a partir de elementos primitivos. Hay dos beneficios principales y generales de usar primitivas para el modelado 3D:   * Son muy simples y no muy exigentes en el sistema. * Es fácil adaptar objetos como esferas o cilindros a una variedad de temas similares a la naturaleza y la industria.   Si se mira alrededor, se puede ver que gran parte del mundo está relativamente limitado a unos pocos tipos de patrones, formas naturales y regulares. El modelado original no es más, que dividir el tema elegido en partes simples y agregar más detalles en consecuencia. Por ejemplo, se puede convertir un cilindro en el tronco de un árbol, luego esculpir una hoja en una esfera muy modificada, o incluso en un plano. Las posibilidades son infinitas. | Número 1 |
| **Punto modal 2**  **Imagen 225223\_ i40** | **Método de modelado *Box modelling***  El modelado *Box* o cajas se usa para la creación de formas 3D a partir de cajas o cubos, a los que se le realizan extrusiones o agujeros para dar forma a los objetos deseados. La característica principal de este enfoque es comenzar a modelar a partir de una figura original, generalmente a través de una caja, de ahí el nombre, aunque a veces también se usan el resto. Se puede considerar como una técnica de esculpido de polígonos, ya que aplicará transformaciones, modificadores y operaciones a la malla base para formar superficies complejas. Los objetos 3D crecen de cierta manera. Luego pueden aplicarse diferentes tipos de modificadores a la forma 3D, para agregar más detalles a la malla. Los más comunes son:   * Doble * Afilar * Estirar * Suavizar * FFD (Deformador de forma libre)   Una vez que se define la forma aproximada, se comienza a modelar los detalles del objeto utilizando las operaciones en la malla que se vio anteriormente. Se notará la progresión desde la forma básica hasta el objeto que se tiene en mente. | Número 2 |
| **Punto modal 3**  **Imagen 225223\_ i41** | **Modelado 3D *Poly by Poly***  Es un modelo versátil en el modelado 3D. Consiste en unir cuatro vértices con sus cuatro aristas, que forman un polígono. Así se crea un *Loop,* que es la unión de muchos polígonos que se ubican en el plano de tres dimensiones, donde se diseña el modelo 3D, cada polígono se puede manipular para dar forma al modelo deseado. El término significa *"low poly"*; es decir, es un modelado creado con el menor número de polígonos posibles para el modelo 3D. Este crea un objeto con muy pocas caras y pocos vértices en la naturaleza. Es similar a cómo funciona la resolución: cuanto mayor sea la resolución, más detalles, cuanto menor sea la resolución, menos detalles. Lo que busca esta estética es una abstracción, y la forma se apodera del diseño. | Número 3 |
| **Punto modal 4**  **Imagen 225223\_ i42** | **Modelado 3D con NURBS**  Esta es una técnica poco utilizada, ya que se usa cuando se hacen figuras 3D de proporciones grandes, como partes de barcos o automóviles, en esta se crean planos de las principales caras de la figura y las caras se unen como una malla de polígonos para su manipulación. NURBS es una representación matemática de la geometría 3D capaz de describir con precisión cualquier forma, desde simples líneas 2D, círculos, arcos o curvas, hasta los más complejos sólidos 3D de forma libre o superficies orgánicas. Debido a su flexibilidad y precisión, los modelos NURBS se pueden utilizar en cualquier proceso, desde la ilustración y animación, hasta la fabricación.  La geometría NURBS tiene algunas propiedades fundamentales que la hacen ideal para el modelado asistido por computadora:   * Se utilizan varios métodos estándar de la industria para el intercambio de geometría NURBS. Por lo tanto, los usuarios pueden transferir y transfieren todos los modelos geométricos entre los diferentes programas de ingeniería de modelado, renderizado, animación y análisis del mercado. * NURBS tiene una definición precisa y conocida. La mayoría de las principales universidades enseñan matemáticas geométricas e informática NURBS. Esto significa que los proveedores de *software* profesional, los equipos de ingeniería, las empresas de diseño industrial y las empresas de animación, que necesitan crear aplicaciones de *software* específicas para sus proyectos, podrán encontrar programadores capacitados para trabajar con geometría NURBS. * NURBS puede representar con precisión objetos geométricos estándar, como líneas, círculos, elipses, esferas y anillos, así como formas geométricas libres, como carrocerías de automóviles y cuerpos humanos. | Número 4 |
| **Punto modal 5**  **Imagen 225223\_ i43** | **Modelado con escultura digital 3D**  Este es un método similar al de Primitivas básicas, ya que por lo general parten de una figura geométrica básica. La diferencia es que se cuenta con la ayuda de un dispositivo háptico, el cual simula el uso de una herramienta de esculpido o un pincel físico. La escultura digital 3D es una alternativa moderna a la escultura tradicional, utilizando materiales como arcilla, tierra y más. La diferencia es que se están manipulando materiales u objetos digitales, en cuanto a propiedades técnicas se necesita de una computadora potente y una tableta digitalizadora, para interactuar con un *software* profesional y especializado que permitirá esculpir.  La escultura digital gira en torno al uso del *software* que permite manipular mallas virtuales de alto contenido de polígonos, a través de herramientas digitales que mueven, empujan, suavizan, tiran, agregan arcilla digital, la eliminan, delinean bordes, etc. Lo que permite generar contenido. Es muy similar al enfoque tradicional, comenzando con la base y, a medida que el modelo se vuelve más complejo, se le agrega más y más material, en capas, para generar más detalles. La mayoría de estas herramientas se denominan pinceles, o pinceles en inglés, pero también se pueden encontrar innumerables opciones de personalización en los diferentes menús de cada programa. El pincel se parecerá a la herramienta de la escultura tradicional. Es importante distinguir entre la escultura digital y el modelado 3D, ya que genera mucha confusión, cuando se habla de esculpir, se hace referencia al proceso de esculpir una pieza de arcilla, como se puede ver, este proceso requiere un flujo de trabajo completamente diferente al del modelado 3D, se puede decir que es un enfoque más artístico, porque es muy similar a su contraparte tradicional. En el modelado 3D, por otro lado, se habla de un proceso más técnico en el que se manipulan directamente las caras, los vértices y los bordes de una malla poligonal, para lograr la forma que se quiere. | Número 5 |
| **Punto modal 6**  **Imagen 225223\_ i44** | **Texto 3D con extrusiones**  Este tipo de modelado 3D se utiliza para dar profundidad a textos, figuras en un plano bidimensional. Acerca del texto y biselar y extruir capas de forma. En gráficos por computadora, un objeto extruido es uno que parece ser tridimensional, este aspecto 3D se nota más cuando se mueven objetos o se mueve la cámara a su alrededor. Por su parte, bisel es un control sobre los bordes de los objetos extruidos. | Número 6 |
| **Punto modal 7**  **Imagen 225223\_ i45** | **Modelado 3D con revoluciones**  Este tipo de modelado se usa en general para el modelamiento de objetos 3D con un eje fijo, donde solamente se requiere trazar un contorno y en torno a este, generar el volumen recubriendo su forma con polígonos, desde un grado hasta 360 grados. Permite proyectar y/o rotar una forma cerrada o abierta de forma circular con respecto a un "eje" que se convertirá en el pivote de la rotación y puede ser predefinido dibujándolo, un eje de dos puntos o cartesiano también puede pertenecer al espacio de trabajo. El orden se basa principalmente en los siguientes elementos:   * Un "eje", ya sea virtual o dibujado, utilizado para girar alrededor de él durante el modelado final. * "Contorno", esta es la forma 2D que se proyecta, la cual se puede activar o desactivar. | Número 7 |

|  |
| --- |
| Cuadro de texto |
| Recuerde explorar los demás recursos que se encuentran disponibles en este componente formativo, para hacerlo, diríjase al menú principal donde encontrará la síntesis, una actividad didáctica y material complementario, entre otros. |

**Síntesis**

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Síntesis |
| Modelado digital de productos industriales  Síntesis: Teoría general de sistemas láser escáner 3D | |
| **Introducción** | Se recomienda revisar la síntesis de los temas estudiados en este componente, en el mapa que se presenta a continuación: |
| **Figura 1**  *Teoría general de sistemas láser escáner 3D* | |

**Actividad didáctica**

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Actividad didáctica. Verdadero y falso | |
| Con la siguiente actividad se podrán validar algunos de los conocimientos aprendidos en este componente.  Según las siguientes afirmaciones, cuáles se consideran, que no corresponden a las características del escaneo 3D. Marque Falso o verdadero según corresponda: | | Especificar la imagen que acompañará el texto  Carácter empresarial confuso que toma una decisión importante  **Imagen:** 225223\_ i46 |
| Los escáneres de luz blanca, también llamados luz estructurada, se caracterizan por ofrecer alta resolución y rapidez sin importar las condiciones de iluminación y tamaño del objeto. | | Escáner dental 3d en el consultorio del dentista  **imagen:** 225223\_ i47 |
| **Verdadero**  ¡Incorrecto! El escáner de luz blanca, entre otras cosas, suele usarse para objetos pequeños. | | **Falso**  ¡Correcto! El escáner de luz blanca, entre otras cosas, suele usarse para objetos pequeños. |
| En un proceso de modelado con formas básicas se busca generar un objeto 3D, a partir de figuras geométricas básicas, como esferas, cubos y cilindros. | | Blank Exhibition or empty product shelf. Minimal concept with empty space. 3d render Abstract pedestal of platform display with black stand podium product on dark room & top light background.  **Imagen:** 225223\_ i48 |
| **Verdadero**  ¡Correcto! El fin del proceso de modelado con formas básicas es crear figuras como esferas, cubos y cilindros. | | **Falso**  ¡Incorrecto! El fin del proceso de modelado con formas básicas es crear figuras como esferas, cubos y cilindros. |
| La visualización de nubes de puntos con la opción de rayos X, únicamente se usa para aplicaciones médicas o la digitalización de rostros humanos, gracias a que están bien definidos los fondos de la nube de puntos. | | Nube de líneas y puntos, nubes abstractas de estructura poligonal de puntos conectados. Ilustración del vector  **Imagen:** 225223\_ i49 |
| **Verdadero**  ¡Incorrecto! La visualización de nubes de puntos con rayos X tiene diversos usos, entre ellos están el uso médico, digitalización de rostros humanos, arquitectura, etc. | | **Falso**  ¡Correcto! La visualización de nubes de puntos con rayos X tiene diversos usos, entre ellos están el uso médico, digitalización de rostros humanos, arquitectura, etc. |
| La utilización de dispositivos hápticos permite el modelado 3D, gracias a que facilita procesos de esculpido, desde formas básicas hasta geometrías complejas. | | **Imagen:** 225223\_ i50 |
| **Verdadero**  ¡Correcto! Los dispositivos hápticos simulan el uso de una herramienta de esculpido. | | **Falso**  ¡Incorrecto! Los dispositivos hápticos simulan el uso de una herramienta de esculpido. |
| Las técnicas de modelado 3D facilitan al diseñador, para que no tenga que empezar desde cero al momento de diseñar o rediseñar un objeto 3D, evitando varios pasos dentro del *software* CAD. | | Lugar de trabajo de ingeniero de cad. Cierre las manos de ingeniero trabajando en el portátil y el tablet.  **Imagen:** 225223\_ i51 |
| **Verdadero**  ¡Correcto! Las técnicas de modelado 3D permiten un trabajo fluido y práctico al diseñador, evitando los reprocesos. | | **Falso**  ¡Incorrecto! Las técnicas de modelado 3D permiten un trabajo fluido y práctico al diseñador, evitando los reprocesos. |

**Material complementario**

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| Tipo de recurso | Material complementario | | |
| Tema | Referencia APA del material | Tipo | Enlace |
| Modelado 3D | ArtisticRender. (s.f.). *10 Different types of 3D modeling techniques*. Artisticrender.com. Recuperado 3 de septiembre de 2022 de: <https://artisticrender.com/10-different-types-of-3d-modeling-techniques/> | Articulo | <https://artisticrender.com/about/> |
| CAD y dibujo paramétrico | Dasault Systems. (s.f.). *Introducing solidworks*. Solidworks. Recuperado 3 de septiembre de 2022 de: <https://files.solidworks.com/pdf/introsw.pdf> | Manual | <https://files.solidworks.com/pdf/introsw.pdf> |
| Escaneo 3D | Engineering & Manufacturing Services. (s.f.). *An Introduction to 3D Scanning E-Book*. Engineering & Manufacturing Services. Recuperado 2 de septiembre de 2022 de: <https://www.ems-usa.com/tech-papers/An_Introduction_to_3D_Scanning_E-Book.pdf> | Articulo | <https://www.ems-usa.com/tech-papers/An_Introduction_to_3D_Scanning_E-Book.pdf> |

**Glosario**

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Glosario |
| Acotado: | acotar es el proceso de anotar, mediante líneas, cifras, signos y símbolos, las medidas de un objeto sobre un dibujo. |
| CAD: | diseño o dibujo asistido por computadora. |
| Despiece: | conjunto o la representación gráfica de un grupo de piezas. |
| Dibujo: | representación a escala con todos los datos necesarios para definir el objeto. |
| Escáner 3D: | dispositivo que tiene la capacidad de analizar un objeto o una escena para reunir datos sobre su forma. |
| Láser: | es un acrónimo que significa *Light Amplified by Stimulated Emission of Radiation* (Luz amplificada por emisión estimulada de radiación). |
| Modelado: | proceso de desarrollo de una representación de cualquier objeto tridimensional. |
| Norma: | es un valor establecido y conocido que se utiliza para medir una cantidad desconocida. |
| Nube de puntos: | conjunto de vértices en un sistema de coordenadas tridimensional. |
| Plano: | representación de los objetos en relación con su posición o la función que cumplen. |
| Prototipado: | un prototipo es un primer molde en que se fabrica una figura o elemento mecánico. |
| Simbología: | son básicamente pequeños pictogramas y a menudo se asemejan a los elementos reales. |
| Sólidos: | geométrica de tres dimensiones (largo, ancho y alto). |

**Referencias bibliográficas**

|  |  |
| --- | --- |
| **Tipo de recurso** | Bibliografía |
| Accasoftware. (2021, 12 julio). *Cómo visualizar una nube de puntos en línea*. BibLus. Recuperado 13 de septiembre de 2022 de:  <https://biblus.accasoftware.com/es/como-visualizar-una-nube-de-puntos-en-linea/> | |
| Arte, S. F. L. (2022). *Escáner de luz estructurada o luz blanca*. Factum arte. <https://www.factum-arte.com/pag/1415/escaner-de-luz-estructurada-o-luz-blanca> | |
| *Acerca del dibujo paramétrico y las restricciones*. (2019, 3 abril). AutoCAD 2018 | Autodesk Knowledge Network. <https://knowledge.autodesk.com/es/support/autocad/learn-explore/caas/CloudHelp/cloudhelp/2018/ESP/AutoCAD-Core/files/GUID-899E008D-B422-4DF2-AC8D-1A4F5701ED4E-htm.html> | |
| Eman. (s.f.). *¿Cuáles son las aplicaciones de un escáner láser 3D?* Eman Ingeniería. Recuperado 2 de septiembre de 2022 de:  <https://emaningenieria.com/cuales-son-las-aplicaciones-de-un-escaner-laser-3d/> | |
| Les.wiki. (s.f.). *Diseño paramétrico (Parametric design).* Les.wiki. Recuperado 2 de septiembre de 2022 de:  <https://les.wiki/detial/Parametric_design> | |
| Tresde. (2019, 5 diciembre). *Escaneo de luz estructurada: Luz Blanca vs Luz Azul.* Tresde. Recuperado 13 de septiembre de 2022 de:  <https://tresde.pe/escaneo-de-luz-estructurada-luz-blanca-vs-luz-azul/> | |
| V., C. (2019, 8 agosto). *Laser Scanner vs Structured Light Scanner: which should you choose*? 3Dnatives. [https://www.3dnatives.com/en/laser-3d-scanner-vs-structured-light-3d-scanner-080820194/#](https://www.3dnatives.com/en/laser-3d-scanner-vs-structured-light-3d-scanner-080820194/)! | |
| Vector cero metrología. (2022, April 26). *7 ventajas de la medición con Escáner 3D | BLOG Vector 0 Metrología*. vector cero metrología. Recuperado 13 de septiembre de 2022 de:  <https://vector0metrologia.com/7-ventajas-medicion-escaner-3d/> | |