

ESTUDIO DE LA GEOMETRÍA TRIDIMENSIONAL MEDIANTE SOFTWARE DE MODELADO 3D



Máster en Formación del Profesorado de Educación Secundaria Obligatoria y Bachillerato,
Formación Profesional y Enseñanzas de Idiomas. Especialidad de Dibujo, Diseño y Artes
Plásticas.



Autor: Borja González Yanes
Tutor: Dr. José Luis Saorin Pérez
Curso académico: 2019 / 2020



UNIVERSIDAD DE LA LAGUNA

Máster en Formación del Profesorado de Educación
Secundaria y Bachillerato, Formación Profesional y
Enseñanza de Idiomas.

Especialidad de Dibujo, Diseño y Artes Plásticas.

Trabajo de Fin de Máster

Estudio de la Geometría Tridimensional Mediante
Software de Modelado 3D

Autor: Borja González Yanes

Tutor: Dr. José Luis Saorin Pérez



ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN	5
2. JUSTIFICACIÓN	6
3. OBJETIVOS	8
4. ANTECEDENTES	9
4.1. ORIGEN DE LOS PROGRAMAS CAD	9
4.2. HERRAMIENTAS DIGITALES ASOCIADAS AL MODELADO 3D	13
4.3. GEOMETRÍA TRIDIMENSIONAL EN EL CURRÍCULO EDUCATIVO	15
4.4. PROGRAMAS DE MODELADO TRIDIMENSIONAL PARA LA EDUCACIÓN	18
4.5. OPERACIONES DE CREACIÓN DE GEOMETRÍA	24
4.6. ESTUDIOS PREVIOS DE ENSEÑANZA CON PROGRAMAS 3D	29
5. METODOLOGÍA	34
5.1. PROPUESTA DE ACTIVIDADES	35
5.1.1. PROPUESTA 1 FUSION 360	36
5.1.2. PROPUESTA 2 TINKERCAD	40
5.2. PARTICIPANTES	44
5.3. SOFTWARE/HARDWARE	45
5.4. HERRAMIENTAS DE MEDICIÓN	48
5.5. PROCEDIMIENTO	49
6. RESULTADOS	52
6.1. RESULTADOS DE LAS ACTIVIDADES	52
6.2. RECOLECCIÓN DE DATOS	55
7. DISCUSIÓN Y CONCLUSIÓN	56
8. BIBLIOGRAFÍA	57
9. ANEXOS	59

Resumen

Lo que se busca con este proyecto es constatar las posibilidades y beneficios que puede aportar el empleo de programas de modelado 3D al desarrollo de los contenidos de geometría tridimensional. Este estudio utilizó un diseño cuasiexperimental, la muestra estuvo compuesta por 123 adolescentes de 3º y 4º de la ESO del centro privado concertado Los Salesianos La Orotaba. Se administró al alumnado un cuestionario después de la intervención educativa. El objetivo del programa era dar a conocer al alumnado las diferentes herramientas de modelado 3D que están a nuestra disposición y mostrarles su uso en las aulas. Por la situación del Covid 19, la intervención alcanzó dos semanas de docencia virtual. Los análisis de los resultados revelaron que los participantes se mostraron proactivos al empleo de herramientas 3D y que estas les facilitaban la asimilación de contenidos. Como conclusión este estudio tiene implicaciones educativas prácticas y proporciona una herramienta de intervención que mejora el desarrollo de contenidos geométricos y puede tener un efecto positivo en la moral y participación del alumnado.

Palabras Clave: Fusion 360, Tinkercad, Modelado 3D, Geometría Tridimensional, Educación, Herramientas Didácticas.

Abstract

The objective of this project is to verify the possibilities and benefits of the use of 3D modeling programs can bring to the development of three-dimensional geometry content. This study used a quasi-experimental design, the sample consisted of 123 adolescents from 3rd and 4th grade of secondary education from the private subsidized center Los Salesianos La Orotaba. A questionnaire was administered to the students after the educational intervention. The objective of the program was to introduce students to the different 3D modeling tools that are at our disposal and show them their use in classrooms. Due to the Covid 19 situation, the intervention reached two weeks of virtual teaching. The analysis of the results revealed that the participants were proactive in using 3D tools and that these facilitated the assimilation of content. In conclusion, this study has practical educational implications and provides an intervention tool that improves the development of geometric content and can have a positive effect on student morale and participation.

Key Words: Fusion 360, Tinkercad, 3D Modeling, Three-dimensional geometry, Education, Didactic tools.

1. Introducción

Los estudiantes, en el ámbito de la geometría, tienen la necesidad de imaginar objetos tridimensionales desde múltiples perspectivas y orientaciones y deben reconstruir mentalmente dibujos de dos a tres dimensiones que históricamente han sido abordados sobre el papel.

Para poder desarrollar estos contenidos es esencial la capacidad espacial, el problema en los libros de texto académicos es que explican la geometría muy alejada de la visión espacial sobre la que se debe organizar su método de enseñanza. Una de las muchas formas de complementar esta carencia es la introducción de los diferentes programas de modelado 3D en la educación.

El objetivo principal del presente proyecto por tanto, es la implementación de una propuesta educativa, basada en el estudio de la geometría tridimensional mediante la utilización de diferentes programas CAD de uso gratuito de forma que pueda promoverse con una mayor accesibilidad.

Dentro de esta propuesta se valora su implantación en las diferentes etapas y ciclos académicos como son la Educación Secundaria Obligatoria, Bachillerato y la Formación Profesional, aunque las diferentes situaciones de aprendizaje están diseñadas específicamente para la ESO. Así también la propuesta valora su uso en las diferentes áreas educativas como son la Ciencia, la Tecnología, la Ingeniería, las Artes y las Matemáticas.

2. Justificación

Los diferentes desarrollos tecnológicos forman parte de nuestras estructuras económicas, sociales y culturales, incidiendo en casi todos los aspectos de nuestra vida. Han incrementado su presencia en diferentes ámbitos de la sociedad, y también, cómo no, en el ámbito educativo. La incorporación de las TIC en las aulas y los centros educativos es una prioridad en una sociedad que quiere ser protagonista de su futuro. (Huertas Montes y Pantoja Vallejo, 2016, p.231)

La adopción e integración de nuevas tecnologías para las aulas y los centros en el sistema educativo actual representan un sinfín de posibilidades de innovar en la práctica docente. Utilizando las TIC (Tecnologías de la Información y la Comunicación) podemos conseguir motivar a los jóvenes, interesándose en su aprendizaje, desarrollando en ellos las competencias necesarias para la sociedad actual la cual necesita fomentar la integración cultural digital. De esta forma se puede brindar una calidad educativa diferente, más actualizada y permitiendo alcanzar nuevos objetivos necesarios para la inserción en el mundo laboral actual.

El Informe Horizon Report: Higer Education Edition (2017) habla sobre los diferentes usos de las nuevas tecnologías en el entorno educativo, como su repercusión en los procesos de enseñanza y aprendizaje en las aulas. Los temas referentes a las nuevas tecnologías que trata este informe son, adaptación del aprendizaje con nuevas tecnologías, aprendizaje con móviles, inteligencia artificial y uso natural de interfaces multimedia entre otros. Estos temas según los expertos serán las tendencias dominantes en los próximos e inminentes años, de entre 1 a 5 años a la realización del estudio. El cambio del panorama educativo en rumbo hacia el entorno digital es inevitable.

En este informe se menciona al Reporte Survey of Schools: TIC in Education, donde se identifican los diferentes problemas que suelen encontrarse los docentes en las aulas a la hora de implementar las TIC. Algunas de las dificultades que se encuentran más frecuentes son la insuficiencia de equipos y dispositivos informáticos de los centros y la falta de modelos pedagógicos. Otra de las causas que a menudo se relaciona con el poco empleo de métodos digitales en la enseñanza es la falta de profesorado suficientemente capacitado para la formación en estas tecnologías. El Reporte Horizon deja claro, al respecto de esta escasez de docentes con la adecuada formación en las TIC, que es un problema ya conocido y documentado.

Esta situación se considera problemática porque, como el mismo informe explica, la tecnología avanzada ya trasciende a todos los ámbitos de la vida cotidiana de los estudiantes y del profesorado, vivimos en un sociedad que gira en torno a la tecnología y a las redes sociales. Por este motivo, se espera, tanto por parte de los estudiantes

como de los progenitores, que el Sistema Educativo esté a la altura y pueda ofrecer al alumnado la formación necesaria para lograr una adecuada competencia digital.

A la hora de trabajar representaciones de volúmenes en el espacio, en un plano bidimensional o trabajar las diferentes perspectivas y vistas de objetos, el alumnado puede encontrar dificultades asociadas a la carencia de visión espacial. Con este proyecto se tratará de aportar una metodología educativa que acompañe el desarrollo de la visión espacial, desarrollando la capacidad espacial del alumnado, al introducir como recurso didáctico el empleo de herramientas de software de modelado 3D. Con estos recursos reforzamos la adquisición de conceptos y facilitamos el desarrollo de las actividades, puesto que con estos requerimos de un menor esfuerzo y podemos desarrollar el trabajo en un plazo de tiempo menor. Es una forma de adquirir destrezas referentes a la capacidad espacial que con los métodos tradicionales cuesta más alcanzar.

Jean Piaget fue uno de los autores que primero escribió sobre la capacidad espacial considerándola como “parte integral del crecimiento lógico de todo individuo” (Piaget, 1978). De acuerdo con Piaget durante la infancia se desarrollan las dos habilidades centrales de esta capacidad, como son la posibilidad de orientarse y la predicción de trayectorias de los objetos. Distinguiéndose posteriormente entre el conocimiento figurativo (recordar la forma de un objeto) y el conocimiento operativo (transformar mentalmente ese objeto).

Más adelante, Gardner (2003), expone sobre la diferencia entre nuestras capacidades con su teoría de las inteligencias múltiples. En ella plantea la existencia de diferentes tipos de inteligencia que puede desarrollar el ser humano, señalando la existencia de individuos con una afinidad específica para algún tipo de habilidad. En este caso la capacidad espacial formaría parte de la inteligencia espacial con la que los individuos pueden pensar en 3 dimensiones y ayuda al posicionamiento en el espacio, la imaginación y la asimilación de información mediante estímulos visuales.

Por esta razón es imprescindible potenciar las habilidades de visión espacial en el alumnado, siendo una destreza que si se trabaja adecuadamente se puede llegar a desarrollar.

En nuestro caso vamos a profundizar en aprendizajes que desarrollen la capacidad espacial mediante la geometría tridimensional, esta ha sido uno de los pilares fundamentales de la formación académica y cultural del hombre, es por ello que consideramos su aprendizaje imprescindible.

3. Objetivos

Los objetivos que se proponen para alcanzar o lograr, con este proyecto educativo de innovación son los siguientes:

Objetivos Generales

- Comprobar la presencia de programas de modelado 3D en la educación realizando una recopilación de diferentes estudios previos, localizando qué programas son los más idóneos para introducirlos en las aulas.
- Seleccionar un grupo de programas de modelado 3D que puedan ser de utilidad para introducirlos en las aulas con el objetivo de fomentar la imaginación, la creatividad y las competencias destinadas a las materias relacionadas con el dibujo, diseño y las artes plásticas.
- Comprobar, mediante el diseño de una situación de aprendizaje, si la integración de estas herramientas en el aula fomenta el desarrollo y obtención de determinados conocimientos.

Objetivos Específicos

- Demostrar la utilidad de programas de modelado 3D como “TINKERCAD” y “FUSION 360” para la realización de geometría tridimensional en las aulas, por la facilidad de su uso y la accesibilidad de estos programas al ser gratuitos.
- Diseñar actividades con programas de modelado 3d como recurso educativo, que amplíe la gama de posibilidades del alumnado a la hora de realizar creaciones basadas en la geometría tridimensional.
- Conseguir que el alumnado pueda entender la relación entre los programas de modelado y las diferentes operaciones y funciones que te permiten crear geometría tridimensional.
- Comprobar mediante instrumentos de medición utilizados posteriormente a las actividades la recepción por parte del alumnado, tanto a nivel de satisfacción como si estas herramientas les facilitan el desarrollo de los contenidos.

4. Antecedentes

4.1. Origen de los Programas CAD

Para entender la necesidad de los programas CAD¹ hoy en día, debemos conocer de donde provienen y cual es el pasado de las herramientas de expresión gráfica y su utilidad a lo largo de la historia.

Las primeras herramientas de expresión gráfica en la historia fueron, probablemente, las maquetas y el dibujo a mano. Esta es una práctica que viene realizándose desde las más antiguas civilizaciones, tanto para la creación arquitectónica como para el diseño y aquellos que principalmente trabajaban con estas herramientas eran los ingenieros.

Podríamos decir que los primeros ingenieros y arquitectos modernos aparecen a partir de la revolución industrial; en ese momento no hay grandes cambios en los aspectos relacionados con la expresión gráfica, ya que dichos profesionales seguían utilizando las herramientas tradicionales, como el dibujo sobre papel y las maquetas. Esta visión dentro del panorama del diseño se mantiene hasta mucho más tarde. Es entre los años 50 y 60, cuando se generaliza el uso de maquetas detalladas a escala como complemento al dibujo a mano alzada, para de esta forma facilitar aquellos proyectos de gran complejidad y de difícil lectura de planos.



Figura 1. Los arquitectos Juan Martínez de Velasco y Juan O'Gorman con la maqueta de la biblioteca de Ciudad Universitaria. México 1951. Fuente de la imagen: <https://fotografica.mx/fotografias/sin-titulo-327/>

¹ Las siglas en inglés para, Computer Aided Design (Diseño Asistido por Ordenador), que hace alusión a los programas de ordenador que ayudan y facilitan la creación, modificación, análisis u optimización de un diseño.

Con respecto al dibujo y diseño asistidos por ordenador, al principio de los años 40 se desarrolló el primer ordenador digital y, simultáneamente, se desarrollaron algunos de los trabajos base sobre curvas que, más tarde, se usarían en el desarrollo de las modernas herramientas informáticas.

En los años 50 aparecen los primeros ordenadores comerciales. Las primeras aplicaciones comerciales aparecen entre 1964 y 1971, como también el primer sistema gráfico CAD llamado "Sketchpad" que permitía la manipulación directa de objetos gráficos y fue pionero en la interacción persona-ordenador ,inventado por Iván Sutherland en el laboratorio Lincoln (MIT) en 1963. Por el alto precio de estos ordenadores solo algunas compañías de aviación o automóviles desarrollaron en los 60 estos tipos de software (como General Motors o Renault, por ejemplo).



Figura 2. El programador Iván Sutherland con el primer sistema gráfico "Sketchpad".
Massachusetts 1963. Fuente de la imagen: <https://abcblogs.abc.es/fahrenheit-451/disenio/el-primer-editor-grafico-interactivo-es-de-1963.html>

Los equipos informáticos se fueron haciendo más asequibles con los años y las áreas en las que podían emplearse fueron aumentando paralelamente. En los años 70 estos programas sólo trabajaban en dos dimensiones (2D), y se limitaban a la generación de planos de proyectos. En 1970 aparece ya la primera de las principales empresas de CAD del sector de la construcción, llamada en este momento M&S Computing, y que paso a conocerse más tarde como Intergraph.

Asta los años 80 las maquetas seguían siendo necesarias como complemento de los proyectos complejos, ya que las pocas aplicaciones de dibujo asistido por ordenador que habían sido creadas hasta la fecha no permitían todavía el dibujo 3D. Con estas aplicaciones solamente se podían conseguir los planos de los diseños realizados con ellas.

Ya a partir de los años 80 aparecerán avances importantes tanto en hardware y en programación como el modelado sólido (3D). Con estos avances parecen nuevos softwares de modelado. Aparece Catia, del grupo francés Dassault poniendo a disposición uno de los primeros programas de modelado. También se funda Autodesk, creando la primera versión en 2D de lo que hoy llamamos AutoCAD. Por último nombrar que a mediados de la década se fundó Bentley Systems, empresa que acabaría lanzando el software denominado MicroStation.

A finales de los años 90 aparece Revit, de Revit Technology Corporation, que pasa a convertirse en el primer sistema de modelado paramétrico enfocado para el sector de la construcción. La principal característica de los sistemas paramétricos es que no es necesaria la realización de correcciones como consecuencia de cualquier cambio en el diseño. Estas correcciones nos la realiza automáticamente el sistema del programa ajustando de forma flexible e interactiva. Finalmente, a finales de los 90 y principios del 2000 las grandes empresas del sector empiezan a crear versiones de su software para que funcionen sobre las plataformas de tipo PC.

El uso de software de diseño 3D siguió experimentado un importante crecimiento a lo largo del comienzo de siglo. Esto es debido a la cada vez mayor potencia y facilidad de uso de estos, si bien los programas más potentes y que permiten realizar las geometrías más complejas, siguen teniendo una curva de aprendizaje mayor y por lo tanto requieren de más formación.

Así, programas como Pro/Engineer (PTC) o Catia (Dassault) permiten crear piezas y conjuntos en 3D de gran complejidad, pudiéndose prescindir en ocasiones de los en otro caso necesarios planos para su fabricación, con el ahorro de tiempo que conlleva.

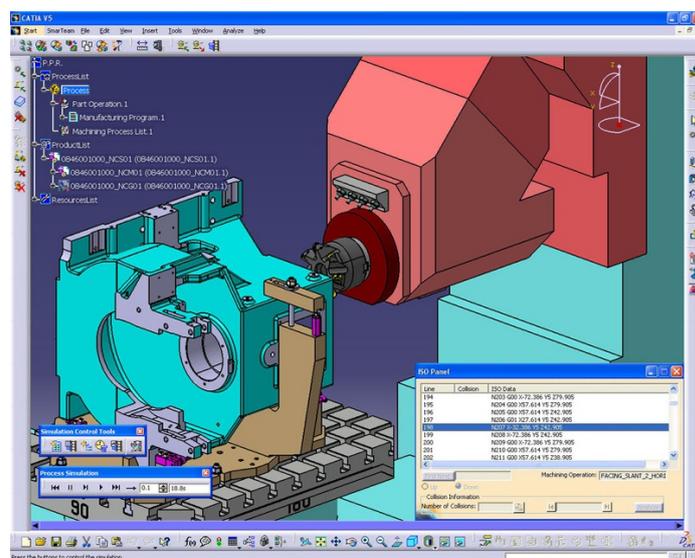


Figura 3. Simulación de un mecanizado con fresadora con Catia V5 (1998). Fuente de la imagen: <https://es.wikipedia.org/wiki/CATIA>

Actualmente los programas CAD son accesibles al gran público. No solamente encontramos programas con pocos requisitos del sistema operativo pudiendo utilizarlos con pc de gama media, también la gran mayoría de programas de carácter profesional / semiprofesional no tienen restricciones de sistema operativo. Podemos encontrar programas que trabajan en red sin necesidad de instalación como Tinkercad o Sketchup Online. Además actualmente una gran variedad de programas constan de licencias gratuitas para estudiantes e instituciones educativas como el paquete de programas de Autodesk o Oneshape.

En las dos últimas décadas las tabletas gráficas² también se han adaptado al mercado con precios asequibles, la empresa Wacom ofrece productos tanto de carácter profesional como son las tabletas Cintiq (línea híbrida entre tableta digitalizadora y pantalla táctil) y otras para aficionados como las tabletas Bamboo e Intuos.

No solamente se puede trabajar en ordenadores de sobremesa, el progreso de estos programas a llegado al punto de que hoy en día podemos encontrar programas de modelado que están creados expresamente para los formatos portátiles, sustituyendo de forma mas económica a las tabletas gráficas. En tablets, Ipads y móviles se puede modelar tridimensionalmente con aplicaciones como por ejemplo Shapr3D, que además tiene versión gratuita de prueba, Sculptura y Putty 3D, que son una apps intuitivas de modelado orgánico y uMake, una app de modelado a través de bocetos. Una de las ventajas de estas aplicaciones es la facilidad para trabajar que proporcionan las pantallas táctiles y la compatibilidad con soportes de lápices electrónicos.



Figura 4. Modelando con Ipad y appel pencil en Shapr3D. Fuente: Shapr3D via youtube. https://www.youtube.com/watch?v=kMi_0HXXaTE

² Una tableta digitalizadora o tableta gráfica es un periférico que permite al usuario introducir gráficos o dibujos a mano, tal como lo haría con lápiz y papel. También permite apuntar y señalar los objetos que se encuentran en la pantalla del pc.

4.2. Herramientas Digitales asociadas al Modelado 3D

El proceso de modelado 3D puede iniciarse desde la nada, desde un objeto ya creado, desde un modelo 3D previo o escaneando un objeto real. No es necesario partir de cero en el modelado, actualmente hay una gran cantidad de galerías online gratuitas donde podemos descargarnos modelos 3D con los cuales trabajar. Incluso algunos programas como Tinkercad o Sketchup tienen sus propias galerías de modelos.

Una forma que se ha normalizado para poder obtener modelos es a través de un escáner 3D. La ventaja del escáner 3D es que nos permite digitalizar un objeto físico. Mediante un haz láser el escaner calcula la distancia, luego mediante un espejo o varios espejos giratorios, el escáner hace incidir dicho haz láser en una gran cantidad de puntos dentro de una zona del espacio. Con esta nube de puntos el software permite la creación de un modelo digital de este objeto físico escaneado. Actualmente su uso se ha convertido en algo más accesible y los precios han disminuido bastante.



Figura 5. Escaneo de una bota con el escaner Sense 3D.

Fuente: <https://3dalia.com/escaner-3d/>

Otra de las formas de escaneo actuales es la fotogrametría (digitalizar objetos mediante fotografías). Esta se presenta como una alternativa al escáner láser con la ventaja de que es más económica ya que podemos realizarla con nuestro propio dispositivo móvil. Actualmente hay infinidad de aplicaciones móviles gratuitas con que realizar la fotogrametría (Qlone, Scandy Pro, Creador 3d, Capture...) también podrían realizarse las fotografías de las diferentes vistas del objeto y mediante programas de pc se procesaría las imágenes para crear el modelo (Meshroom, Regard3D, Photoscan...).

Gracias a los escáneres modernos y a la fotogrametría, los modelos escaneados ya no tienen que ser necesariamente objetos pequeños, ya que fotografiando desde diferentes perspectivas hasta un edificio este puede ser escaneado.

Otra de las grandes aportaciones al proceso de fabricación digital ha sido la impresora 3D. Una impresora 3D es una máquina capaz de realizar réplicas de diseños en 3D, creando piezas o maquetas volumétricas a partir de un diseño hecho por ordenador. Surgen con la idea de convertir archivos de 2D en prototipos reales o 3D. Comúnmente se ha utilizado en el prefabricado de piezas o componentes, en sectores como la arquitectura y el diseño industrial.

Hay varios software que se especializan en la optimización del modelo para la impresión, como la realización del mayado interior necesario, este tipo de software también analizan el modelo porque este necesita que no existan polígonos invertidos, cantos singulares o agujeros entre otros ya que pueden causar problemas. También será necesario el uso de soportes cuando el modelo tenga partes en suspensión en el aire.

En estas dos últimas décadas se ha avanzado mucho en la impresión 3D, incluso esta se ha convertido en una herramienta a disposición de la gran mayoría con precios económicos. Es común actualmente que en los centros educativos con buenos fondos económicos consten de su propio Fab Lab³, con sus propias impresoras, escáneres, cortadoras láseres etc.

Las impresoras más utilizadas son las que imprimen inyectando polímeros (PLA, ABS...), estas funden el plástico construyendo con él capas muy finas sobrepuestas para crear el objeto. Estos materiales admiten el pulido posterior de la pieza, al contrario que las impresoras 3D de tinta.

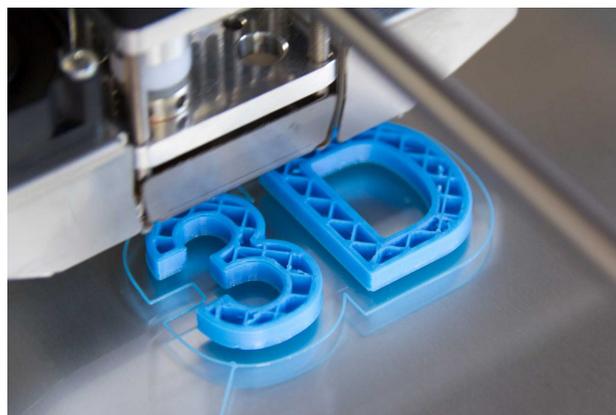


Figura 6. Proceso de impresión 3D. Fuente: intech3d.es

³ Un Fab lab (acrónimo del inglés Fabrication Laboratory) es un espacio de producción de objetos físicos a escala personal o local que agrupa máquinas controladas por ordenadores. Los Fab labs son unos espacios de experimentación en el campo de la producción que se integran dentro de los contextos locales donde se ubican. Por lo tanto, hay una gran diversidad entre los objetivos, proyectos y realizaciones, modelos de negocio y articulaciones locales según cada Fab lab.

4.3. Geometría tridimensional en el currículo educativo

A continuación se van a exponer partes del Currículo de Educación Secundaria en Canarias⁴, tanto de la ESO como de Bachillerato, donde podemos encontrar contenidos concretos que a nuestro juicio se podrían poner en relación con esta propuesta didáctica. Es contenido que podría ser desarrollado con metodologías fundamentadas en el modelado 3D y que está estrechamente relacionado con la geometría tridimensional.

De Primero a Segundo de la ESO el estudio de la forma tridimensional aún no está muy presente en el currículo, es en tercero de la ESO donde empiezan a aparecer contenidos sobre geometría, sistemas de representación y diseño que nos permite ahondar en este campo. Aun teniendo esto en cuenta, dentro de los objetivos generales de cada etapa se contempla la posibilidad de utilizar diversas técnicas plásticas y visuales. Además el currículo no especifica la metodología o los medios a emplear en la docencia, por lo que quizás sería conveniente incluir técnicas digitales, como otro recurso para el desarrollo del currículo en general.

Si nos fijamos en las competencias básicas de las asignaturas, podremos ver como especifican en la Competencia Digital (CD), el desarrollo de contenidos de cada una de ellas empleando programas CAD.

En el currículo de la asignatura de Educación Plástica, Visual y Audiovisual encontramos lo siguiente:

La Competencia digital (CD) se desarrolla en la Educación Plástica, Visual y Audiovisual a través de los contenidos desarrollados en los bloques de expresión plástica, comunicación audiovisual y multimedia, dibujo técnico y diseño. En la actualidad, la utilización de recursos digitales específicos es el método generalizado en el diseño, las representaciones gráficas y la difusión de imágenes. Por ello, el uso combinado de las herramientas propias de la materia y la utilización de programas de diseño y dibujo por ordenador podrán aumentar los recursos para que el alumnado mejore sus posibilidades de comunicación y expresión de ideas, resolución de problemas y realización de proyectos individuales o colaborativos.

⁴ Currículos establecidos por el real decreto 83/2016, de 4 de Julio, por el que se establece el currículo de la Educación Secundaria Obligatoria y el Bachillerato en la Comunidad Autónoma de Canarias (BOC n.º 136, de 15 de julio). <https://www.gobiernodecanarias.org/educacion/web/secundaria/informacion/ordenacion-curriculo/curriculos-de-la-educacion-secundaria-obligatoria-eso/>

Con respecto a la misma competencia pero en el currículo de las asignaturas de Matemáticas orientadas a las enseñanzas aplicadas y las Matemáticas orientadas a las enseñanzas académicas encontramos lo siguiente:

Esta asignatura puede contribuir al desarrollo de la Competencia digital (CD) desde dos puntos de vista: por una parte y por otra parte, se sirve de diferentes herramientas tecnológicas como programas de geometría, hojas de cálculo..., para la resolución de problemas, el planteamiento de problemas más significativos en actividades como la modelización, la representación adecuada de procesos y fenómenos, la estimación, o la investigación de patrones, ya que se eliminan un gran número de cálculos complejos.

En cuanto a los contenidos, la asignatura de Educación plástica, visual y audiovisual, tanto en tercero como en cuarto, en el bloque de dibujo técnico, nos encontramos con contenidos que nos sugieren la representación de figuras geométricas tridimensionales utilizando los diferentes sistemas de representación.

Consideramos que una de las formas más adecuadas para introducir al alumnado en las aplicaciones CAD (Computer Aided Design), podría ser aprovechar la capacidad que presentan para crear formas geométricas primitivas como cubos, prismas, conos, cilindros, etc. Facilitando de esta forma la creación de estas figuras y las composiciones que de ellas precisan. Además de que la gran mayoría de estas aplicaciones, permite visualizar las figuras en perspectiva eligiendo la vista, agilizando el proceso y ejerciendo de apoyo a aquellos alumnos con dificultades a la hora de visualizar las figuras.

3º curso. Criterio de evaluación 9, III Bloque, Dibujo técnico.

Contenido nº5: trazado de perspectivas caballerías e isométricas de prismas, pirámides y cilindros, a partir de sus vistas, aplicando los coeficientes de reducción.

4º curso. Criterio de evaluación 6, III Bloque, Dibujo técnico.

Contenido nº 4: selección del sistema de representación y del punto de vista adecuados en el dibujo de formas tridimensionales: isométrica, caballera, cónica frontal y oblicua.

También en Bachillerato, en la asignatura de dibujo técnico II, podemos encontrar varios contenidos relacionados con perspectivas y sistemas de representación. En este caso realizando una criba de contenidos, hemos decidido solo incluir aquellos que estén relacionados directamente con la geometría tridimensional.

Criterio de evaluación 5, II Bloque, Sistemas de representación.

Contenido nº1, representación de poliedros regulares en distintas posiciones: tetraedro, hexaedro o cubo, octaedro, dodecaedro e icosaedro.

Contenido nº 5, trazado de desarrollos de prismas, pirámides, cilindros y conos.

No solo podemos encontrar contenidos en los que podemos desarrollar la propuesta del proyecto en asignaturas del ámbito del dibujo. La geometría se encuentra en una amplia variedad de ramas de conocimiento como pueden ser las matemáticas, la tecnología o la informática.

En el currículo de matemática de cuarto encontramos contenidos de geometría que además especifican que se deben de desarrollar mediante aplicaciones informática.

Matemáticas Orientadas a las Enseñanzas Académicas

Criterio de evaluación 6. III Bloque, Geometría.

Contenido nº 5: aplicaciones informáticas de geometría dinámica que faciliten la comprensión de conceptos y propiedades geométricas.

Matemáticas Orientadas a las Enseñanzas Aplicadas

Criterio de evaluación 5, III Bloque, Geometría.

Contenido nº 5: uso de aplicaciones informáticas de geometría dinámica para la comprensión de conceptos y propiedades geométricas.

En el currículo de la asignatura de tecnología ocurre algo similar, encontramos un contenido que nos especifica la utilización de programas CAD para realizar diseños digitales, contenido que se ajusta perfectamente a nuestra propuesta. Este contenido lo podemos encontrar desde primero a tercero ya que el currículo de la asignatura de tecnología prácticamente no varía entre cursos, solamente se profundiza en los contenidos durante los tres primeros años.

Criterio de evaluación 2, II Bloque, Expresión y comunicación técnica.

Contenido nº 1, utilización de instrumentos de dibujo y aplicaciones de diseño asistido por ordenador (CAD o similares), para la realización de bocetos, croquis y sistemas de representación normalizados empleando escalas y acotación.

4.4. Programas de modelado tridimensional para la educación

A continuación, se ofrece un listado detallado con algunas de las aplicaciones, que debido a su accesibilidad, pueden ser usadas en el ámbito educativo. Estas aplicaciones van a ser analizadas de acuerdo con las ventajas y desventajas que pueden presentar a la hora de implementarse en las aulas. Estas aplicaciones desarrollan la geometría básica (hard surface modeling) y disponen de diferentes funciones de modelado con las que desarrollar la propuesta.

 <p>AUTODESK® TINKERCAD®</p>	<p>Propietario: Autodesk Primera versión: 2011 Sitio Web: www.tinkercad.com</p>
<p>Tinkercad es un programa gratuito de modelado 3D en línea que se ejecuta en un navegador web, conocido por su simplicidad y facilidad de uso. Desde que estuvo disponible en 2011, se ha convertido en una plataforma popular para crear modelos para impresión 3D , así como una introducción de nivel básico a la geometría sólida constructiva en las escuelas.</p> <p>Ventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> Fácil de aprender con una interfaz amigable Compatible con una amplia gama de sistemas operativos ya que no necesita instalación. Gratuito. <p>Desventajas</p> <ul style="list-style-type: none"> Solo posee versión online, por lo que es necesaria conexión a internet. Pocas opciones de creación de volúmenes en comparación con programas similares. <div data-bbox="478 1630 1104 1989" data-label="Image"> </div> <p>Figura 7. Modelado de una escalera en Tinkercad. Fuente: www.3dnatives.com</p>	



Propietario: Trimble Navigation

Primera versión: 2006

Sitio web: www.sketchup.com

SketchUp (anteriormente Google SketchUp) es un programa de diseño gráfico y modelado en tres dimensiones basado en caras. Es utilizado para el modelado de entornos de planificación urbana, arquitectura, ingeniería civil, diseño industrial, diseño escénico, GIS, videojuegos o películas. Es un programa desarrollado por Last Software, empresa adquirida por Google en 2006 y posteriormente vendida a Trimble en 2012.

Ventajas

Fácil de aprender con una interfaz amigable.

Su versión online es gratuita.

Amplia Galería 3D online desde la que descargar modelos para tu proyecto.

Permite realizar animaciones y trabajar con el Google Earth para colocar el modelo en una ubicación real.

Desventajas

Mucho tiempo para obtener un resultado “fino”.

Pocas opciones de creación de volúmenes en comparación con programas similares.

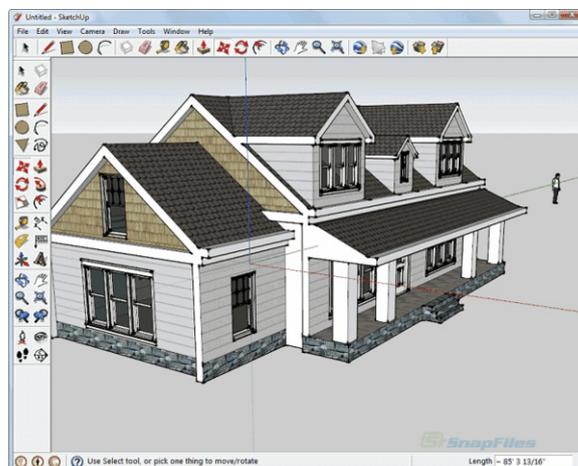


Figura 8. Modelo tridimensional de una casa. Fuente: www.politify.us



Propietario: Fundación Blender

Primera versión: 1998

Sitio web: www.blender.org

Blender es un programa informático multiplataforma, dedicado especialmente al modelado, iluminación, renderizado, animación y creación de gráficos tridimensionales. También de composición digital utilizando la técnica procesal de nodos, edición de vídeo, escultura (incluye topología dinámica) y pintura digital.

El programa fue inicialmente distribuido de forma gratuita pero sin el código fuente, con un manual disponible para la venta, aunque posteriormente pasó a ser software libre.

Ventajas

Permite trabajar tanto el modelado orgánico como el geométrico.

Posibilidad de crear texturas, imágenes renderizadas, realizar vídeos o pintar las creaciones.

Compatible con una amplia gama de sistemas operativos siendo completamente gratuito.

Desventajas

Complicado de aprender y entender por gente inexperta o primeriza en programas de modelado 3d.



Figura 9. Ejemplo de modelado en blender. Fuente: www.blender.org



Propietario: Autodesk

Primera versión: 2016

Sitio web: www.autodesk.es

Fusion 360 es un programa que combina el diseño mecánico e industrial, la simulación, la colaboración y el mecanizado en un conjunto de herramientas integradas que abarca desde el concepto hasta la fabricación de los productos. Esta aplicación elimina los procesos de desarrollo de productos desconectados, con una plataforma unificada, puede simplificar los pasos del trabajo, contando con diseño y modelado 3D, simulación, diseño generativo, documentación, colaboración y fabricación.

Ventajas

Amplia gama de herramientas para la creación y la edición de modelos 3D.

Permite trabajar con proyectos compartidos, en grupo.

Incorpora herramientas de renderizado de imágenes, realización de planos y de creación y edición de vídeos.

Licencia gratuita para estudiantes y entidades educativas de 3 años.

Desventajas

Complicado de aprender y entender por gente inexperta o primeriza en programas de modelado 3d.

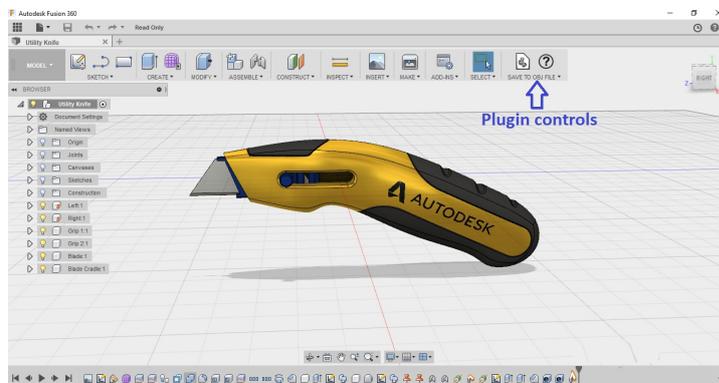


Figura 10. Modelo de un cutter realizado con fusion 360. Fuente: www.apps.autodesk.com

Onshape

Propietario: OnShape

Primera versión: 2015

Sitio web: www.onshape.com

Onshape es un programa de modelado 3D, que trabaja en la nube mediante trabajo colaborativo. Permite el trabajo desde diferentes plataformas que pueden experimentar en alternativas de diseño juntos o independientemente uno del otro sin afectar el trabajo mutuo. Las revisiones de diseño en tiempo real, los comentarios y la edición simultánea permiten un flujo de trabajo colaborativo donde se pueden completar múltiples interacciones de diseño en paralelo, y cuando se aprueban, los mejores elementos se pueden combinar en el diseño final.

Ventajas

Permite trabajar con proyectos compartidos, en grupo.

Amplia gama de herramientas para la creación y la edición de modelos 3D.

Licencia educativa gratuita para la versión estandar.

Desventajas

Complicado de aprender y entender por gente inexperta o primeriza en programas de modelado 3d.

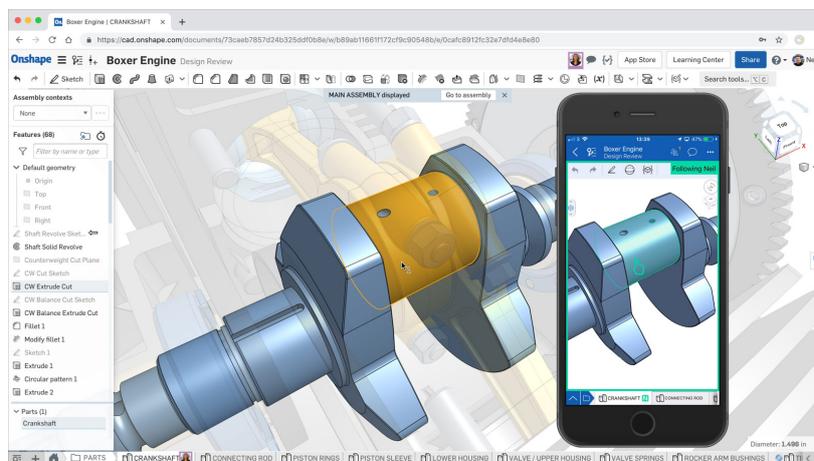


Figura 11. Modelado cooperativo en OnShape. Fuente: www.onshape.com



Propietario: Shapr3D Zrt
Primera versión: 2016
Sitio web: www.shapr3d.com

Shapr3d es una aplicación de modelado 3d nativa para Ipad. Está diseñada para poder realizar un modelado directo con el apple pencil, dando la sensación de estar dibujando con lápiz sobre papel. Las herramientas Shapr3D están diseñadas para ser rápidas de dominar y eficientes de usar. Métodos abreviados de cálculos complejos y superficies auto intersectantes. Cada característica tiene la capacidad de encajar, guiar y completar automáticamente en una cuadrícula personalizada.

Ventajas

Amplia gama de herramientas para la creación y la edición de modelos 3D.

Fácil de aprender con interfaz sencilla, amigable e intuitiva.

Compatible con un alto número de formatos de archivos para importar y poder visualizar y editar.

Licencia educativa gratuita.

Desventajas

Para obtener un resultado final profesional, es necesario complementar el proceso creativo con programas Cad de ordenador.

Solo disponible para Ipad.

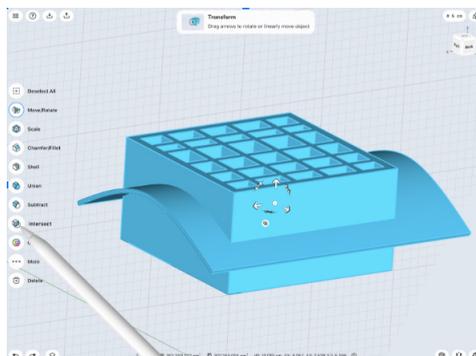


Figura 12. Interfaz de trabajo de la app de Shapr3D. Fuente: www.shapr3d.com

4.5. Operaciones de creación de geometría.

Es interesante señalar que existen diferentes operaciones para la creación de geometría tridimensional. Según del programa que utilicemos podemos encontrar una o varias de estas. Creemos que es indispensable enseñar cuales son estas diferentes operaciones para que tanto el alumnado como el profesorado, al enfrentarse a la realización de una actividad de geometría mediante el uso de un programa CAD, puedan analizar que operaciones les permite utilizar los programas independientemente de cual tenga a su disposición y poder realizar la actividad alcanzando los objetivos.

En la siguiente imagen (figura 13), se muestran las diferentes operaciones que disponen los programas CAD para la creación de geometría. Mostrando las que existen tanto para la creación de geometría 2D como para la 3D, especificando con cuales podríamos crear la geometría y también con las que podríamos editarla.

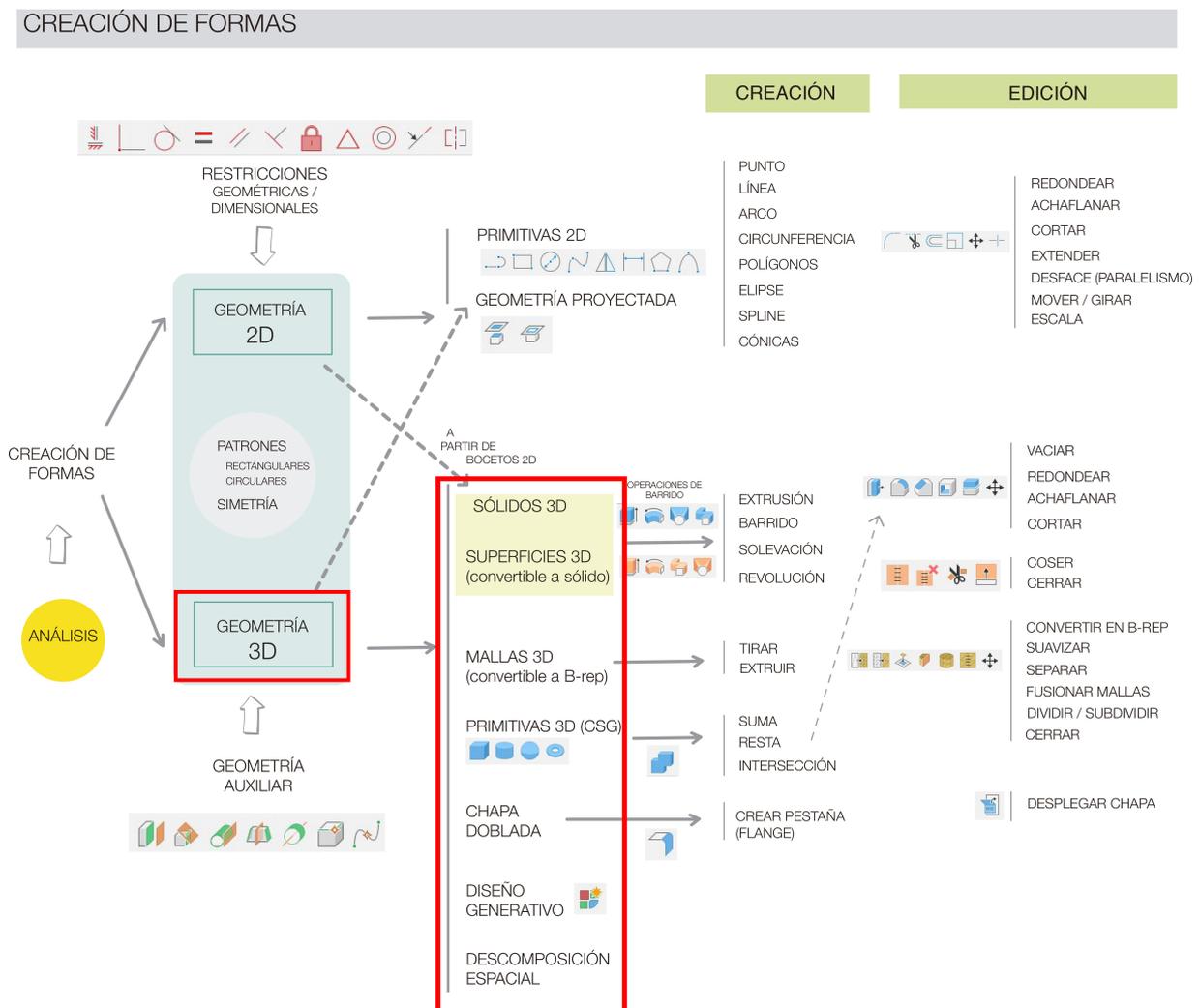


Figura 13. Ficha creación y análisis de formas con las diferentes herramientas de creación y edición 2D y 3D disponibles en los diferentes programas CAD. Fuente: José Luis Saorín Pérez.

En nuestro caso nos vamos a centrar en las operaciones que hemos marcado con el rectángulo rojo, ya que son aquellas que están destinadas a la creación de geometría tridimensional.



Figura 14. Operaciones de creación de geometría 3d.

Según el programa que empleemos podemos encontrar diferentes formas de crear.

Por ejemplo Tinkercad nos permite crear geometría generándola a través de la construcción de geometría sólida constructiva (CSG) y luego te deja editar esta con operaciones booleanas (sumas, restas e intersecciones).

Otros programas como Fusion 360, Shapr3d y OnShape, entre otros, permiten utilizar otro tipo de herramientas como la creación de sólidos 3D a través de dibujos 2D.

Programas como Blender permite la creación de sólidos que pueden editarse posteriormente con mallas 3d poligonales pudiendo obtener resultados de carácter orgánicos.

Otras funciones comunes en los programas CAD son las siguientes:

<p>Chapa Doblada: Permite la creación de modelos tridimensionales de piezas construidas con chapas metálicas.</p>
<p>Diseño Generativo: Es una función que permite la construcción de modelos tridimensionales con restricciones del mundo real. Facilita y ayuda en el diseño de objetos con la finalidad de ser fabricados o impresos.</p>
<p>Descomposición espacial: Permite la deconstrucción de las formas en diferentes modulos o cubos en el espacio. Existen programas que permiten la creación por módulos como el videojuego Minecraft, que permite crear mediante la unión de cubos.</p>

Como se
es por ell
explicar l

Tabla 1. Funciones de creación de formas de programas CAD. Elaboración propia.

Operaciones de creación de geometría 3D a partir de dibujos 2D.

Los programas que permiten crear bocetos 2D, contienen operaciones con las que transformar esos bocetos en geometría tridimensional. Las más comunes son las siguientes:

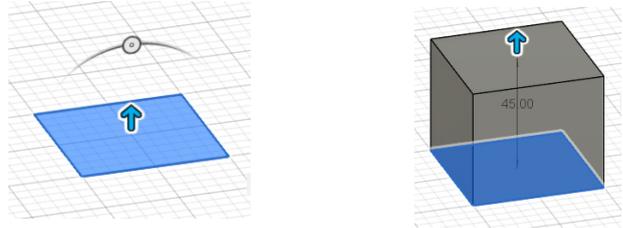
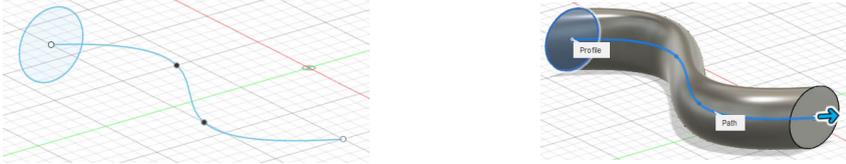
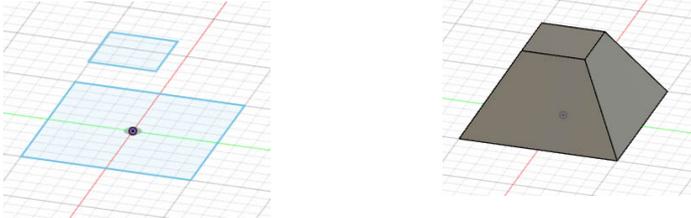
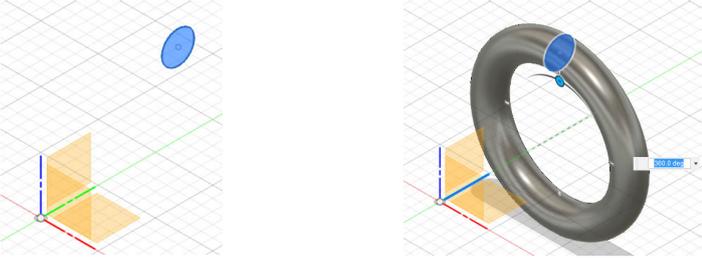
<p>Extrusión: Añade volumen a un boceto cerrado o a una cara plana especificando la distancia que se requiere.</p> 
<p>Barrido: Crea un sólido a través de un boceto plano y una línea de recorrido.</p> 
<p>Solevación: Crea una forma como transición entre dos o más bocetos o caras planas.</p> 
<p>Revolución: Crea una revolución de un boceto seleccionado en torno a uno de los ejes del plano de proyección.</p> 

Tabla 2. Herramientas de creación de sólidos 3D a través de dibujos 2D. Elaboración propia.

Operaciones de creación de figuras 3D:

La gran mayoría de programas de modelado tienen operaciones de creación de figuras primitivas 3D, las operaciones más comunes son las herramientas cubo, cilindro y esfera y el toro.

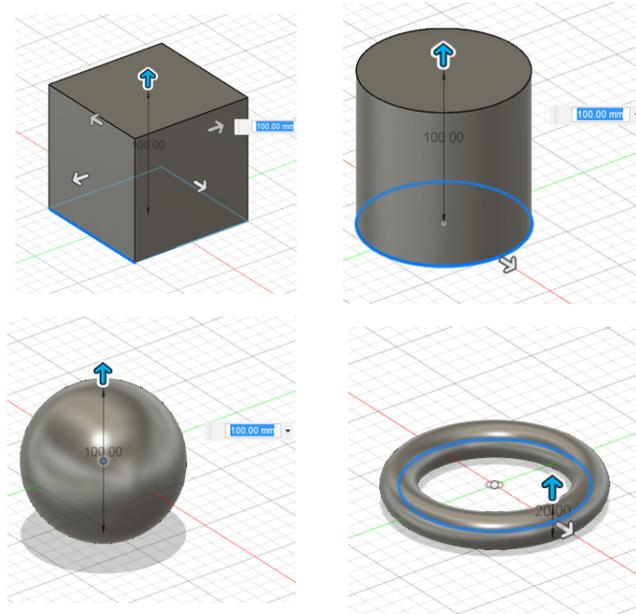


Figura 15. Sólidos primitivos de fusion 360. Elaboración propia.

Operación de sólidos orgánicos con malla 3d.

Con la operación "crear" podemos crear formas geométricas como con las operaciones de figuras primitivas o planos en el espacio, pero con la característica de poseer una malla. Esta malla es ajustable sumando o restando nodos. Estas formas pueden editarse empujando o estirando los nodos, las aristas o las caras de la malla.

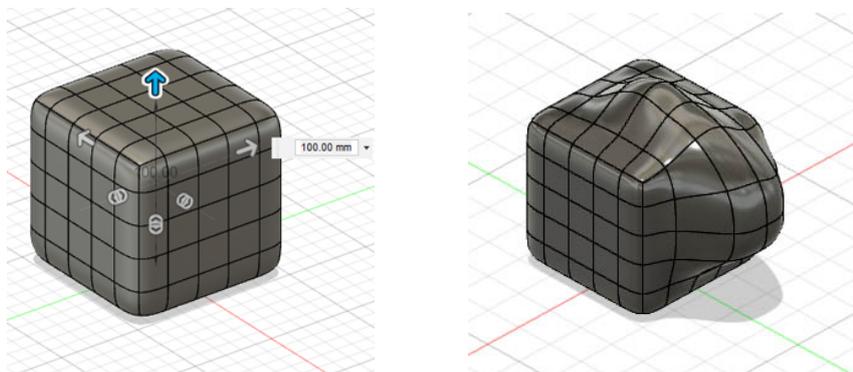


Figura 16. Sólidos con malla de Fusion 360, creación y edición. Elaboración propia.

Este tipo de aplicaciones cuentan con una gran variedad de operaciones para la edición de los sólidos.

A continuación en la tabla 3 se muestra el empleo de algunas de las que dispone Fusion 360 para la modificación de un cubo.

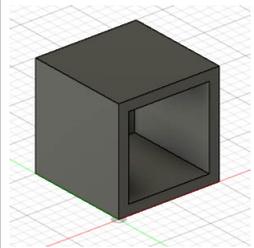
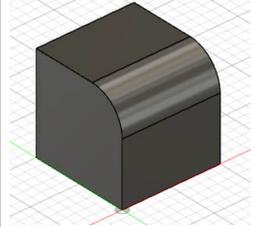
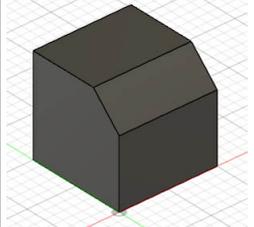
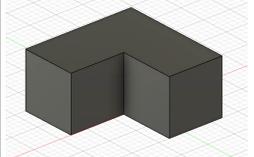
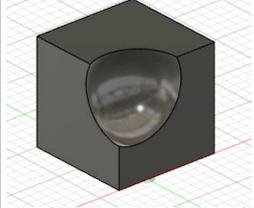
	<p>Vaciar: Remueve material de la parte interior de una forma, creando un hueco con paredes de el grosor especificado. Escogiendo dos caras opuesta crea un hueco que atraviesa toda la forma.</p>
	<p>Redondear: Añade redondeles a uno o mas bordes, caras o modelos. Solo es necesario especificar el radio del redondel que se quiere añadir.</p>
	<p>Achaflanar: Aplica un bisel a uno o más bordes de la figura seleccionada.</p>
	<p>Empujar / Tirar: Modifica la figura seleccionada con tirando y empujando la cara o segmento seleccionado.</p>
	<p>Combinar: Realiza operaciones booleanas entre cuerpos sólidos. Permite añadir o cortar volumen además de crear volúmenes de intersección entre sólidos.</p>

Tabla 3. Herramientas de edición de sólidos. Elaboración propia.

4.6. Estudios previos de enseñanza con programas 3D

Dentro de la bibliografía consultada, encontramos diversos estudios sobre los programas que hemos analizado en la propuesta.

“Una experiencia interdisciplinaria con el uso de diseño en 3D y Realidad Aumentada”, es un artículo escrito por Susana Parra, María Claudia Allan y Adair Martins, en la Facultad de Informática de la Universidad Nacional del Comahue, en Argentina, que presenta una experiencia educativa con el uso de tecnologías de modelado en 3D, Realidad Aumentada (RA) y trabajo interdisciplinario del área de matemática e Informática en un Colegio Industrial de la ciudad de Neuquén.

Los autores del texto defienden que los procesos creativos y la motivación del alumnado obtienen una posición muy importante de cara a la educación del futuro, el modelado en 3D es una práctica multidisciplinar que integra diferentes áreas del conocimiento como las matemáticas, dibujo técnico e informática, mediante diseño y la construcción de objetos reales. Según los autores, la tecnología puede jugar un papel importante en la creación de experiencias significativas de aprendizaje para que los alumnos adquieran comprensiones más profundas de los conceptos, integrándolos y relacionándolos con objetos del mundo real, acercando el conocimiento con su vida cotidiana volviendo al alumnado participe del aprendizaje.

La experiencia práctica realizada en este estudio consistió en la realización de un cubo de rubik mediante la app “TinkerCad”, esta se inició con una revisión de algunos conocimientos previos sobre unidades de medida, figuras geométricas y cálculos de perímetros y volúmenes. Luego se realizó una introducción sobre los software que se utilizarían, los pasos a desarrollar para la construcción del modelo y una explicación del recorrido temático. Como resultado comentan cómo el alumnado no tuvo problemas para asimilar y comprender los diferentes contenidos teóricos y cómo resolvieron sin problemas la actividad digital pudiendo comprender el procedimiento de uso de herramientas de diseño y lograr vincular los recursos tecnológicos sin grandes dificultades.

En el artículo “Improving 8th grades spatial thinking abilities through a 3d modeling program” (2012), nos encontramos con un proyecto que busca implementar técnicas de modelado 3D en las aulas de educación primaria como método interdisciplinario desde las matemáticas, desarrollando la capacidad espacial mediante el desarrollo de contenidos relacionados con la geometría.

Según los autores el uso de la tecnología puede ayudar a los alumnos a obtener suficiente razonamiento geométrico y piensan que parte de la problemática a la hora de resolver problemas geométricos se encuentra en la dificultad del alumnado en utilizar imágenes espaciales mientras resuelven los problemas. Defienden que con la práctica y

el ensayo y error las personas a veces pueden mejorar las habilidades espaciales dentro de un contexto limitado.

Su propuesta consiste en la realización con un grupo de alumnos de un taller de modelado 3D con “SketchUp”, mientras que con otro grupo de características similares trabajan los mismos contenidos pero de manera tradicional, sin utilizar programas digitales para su desarrollo.

Los resultados de este estudio mostraron que el uso de una herramienta de geometría dinámica tuvo un efecto positivo en la capacidad espacial de los alumnos, este efecto se encontró, a pesar de que los alumnos del grupo que experimentó con el “SketchUp” nunca había usado la herramienta antes. Finalizan concluyendo que junto a los beneficios de aprender “SketchUp” en la escuela primaria, se obtendrán beneficios para los estudiantes a medida que se mueven a través del resto de su educación formal también. En particular, “Google SketchUp” puede ayudar a proporcionar conexiones y coherencia con el currículo de educación secundaria.

Dentro del documento de recopilación de artículos "Prácticas Educativas Abiertas: Abriendo Caminos", recopilado por Marcela Cristina Chiarani, Jesús Francisco Aguirre y Hugo José Viano, encontramos un artículo denominado "Práctica Educativa Abierta: implementación de un Seguidor Solar con ayuda de la Impresión 3D", escrito por Jesús Francisco Aguirre y Adriana Carranza.

Este artículo resume el proyecto educativo realizado por los autores, este proyecto consistió en el desarrollo de un prototipo de un Seguidor Solar económico desarrollado con el modelado e impresión 3D y utilizando la plataforma de Arduino. Consiste en una práctica educativa abierta (PEA), con la que se pudo generar una serie de recursos educativos abiertos que les permitió diseñar, adaptar, evaluar y publicar materiales digitales con software y hardware libre.

El diseño electrónico del prototipo fue realizado a través del SL Fritzing, mientras que las partes impresas en 3D del prototipo fueron diseñadas con el software en línea OnShape que gracias a que funciona en la nube con múltiples dispositivos, permitió realizar el desarrollo del modelado con los integrantes del equipo de trabajo de forma cooperativa.

Los resultados de este proyecto indicaron que las aplicaciones de software y hardware libre utilizadas son excelentes herramientas de apoyo para los docentes y que los diferentes recursos educativos abiertos generados permitieron a docentes y alumnos aplicar, enriquecer e intercambiar contenidos didácticos aprendidos en los contextos diferentes del aula, posibilitando que los actores de este proceso de enseñanza y aprendizaje tengan acceso a estos recursos educativos de calidad bajo licencias abiertas.

Encontramos varios proyectos educativos en los que se emplea Blender debido a la versatilidad del programa, ya que aunque sea un programa con muchas herramientas para el modelado orgánico, también permite el modelado geométrico, la animación, etc.

El primero de estos artículos que vamos a comentar es "A Summer Blender Camp: Modeling, Rendering, and Animation for High School Students" de Mike Bailey y Cathy Law, profesores de la Universidad Estatal de Oregon. En el se constata un proyecto de clases particulares en una academia preuniversitaria vinculada a la universidad de Oregon. Los participantes fueron 21 alumnos de los cuales solo un tercio tenía conocimientos previos de programas de modelado y su terminología. Durante el desarrollo de la propuesta se desarrollaron temas como la navegación por la interfaz, la visualización de modelos 3D, modelado y la animación.

Tal y como comentan los autores, la sección de modelado fue en la que más interés y participación encontraron por parte del alumnado, ya que Blender permite crear una geometría básica y luego usando las diferentes herramientas modelado por malla modificarla de maneras muy interesantes fomentando la creatividad.

Por último comentan que esta experiencia fue positiva para los participantes debido a la atmósfera de aprendizaje colectivo en la que podían aprender e interactuar entre sí. Cada alumno tenía la libertad de modelar aquello que quisiesen y gracias a las características de Blender puedes obtener el mismo resultados de múltiples formas, fomentando el trabajo autónomo y el interés por investigar.

Otro proyecto educativo en el que se empleó Blender es "Control technology as a means for designing virtual interactive space: what could be learned from blender use in architectural education?", de Vassilis Bourdakos y Anna Chronaki. Los autores defienden que la construcción creativa del espacio interactivo virtual puede beneficiarse del empleo explícito de tecnología de "control" en el proceso de diseño. Su objetivo es discutir la utilización de Blender como parte de la educación de los estudiantes de arquitectura tanto para la tecnología de "control" como para el diseño de "espacio virtual interactivo". La propuesta consiste en crear un entorno virtual interactivo para poder realizar animaciones vinculadas a la realidad virtual⁵, a modo de juego.

⁵ La realidad virtual (RV) es un entorno de escenas u objetos de apariencia real. La acepción más común refiere a un entorno generado mediante tecnología informática, que crea en el usuario la sensación de estar inmerso en él. Dicho entorno es contemplado por el usuario a través de un dispositivo conocido como gafas o casco de realidad virtual. Este puede ir acompañado de otros dispositivos, como guantes o trajes especiales, que permiten una mayor interacción con el entorno así como la percepción de diferentes estímulos que intensifican la sensación de realidad.

En base a los resultados que han recabado a lo largo del tiempo, comentan que Blender es una herramienta de modelado versátil, que permite implementar iluminación, sombras, texturas etc. Estas características permitieron a los alumnos centrar su diseño en torno a ellas creando un mundo virtual interactivo. Algunos alumnos buscaban un entorno con un mejor resultado visual pero esto no obstaculizó que el mundo estuviera completo que pudiera funcionar con el motor de juego de Blender. Finalmente comentan que es una herramienta que fomenta la planificación y el proceso creativo de un entorno virtual centrándonos en el espacio y las posibilidades interactivas de este.

El artículo "Lentes para ciegos", Reyes Montero Vale es el resultado de un proyecto bastante interesante desarrollado en la asignatura de Tecnología en el curso el curso 2017/18. En este proyecto un equipo de alumnos de tercer curso de ESO diseñaron en 3D, con el programa Autodesk Fusion 360 unas gafas a las que posteriormente le fueron añadidos unos vidrios impresos equipados con sensores ultrasónicos, zoadores y motores vibradores, los cuales fueron programados con Arduino.

El objetivo principal del proyecto era aplicar de forma práctica los conocimientos adquiridos en la asignatura, creando un prototipo útil que pudiera resolver un problema o necesidad y, finalmente, realizar una evaluación del producto, proponiendo posibles mejoras. Dos de los alumnos del equipo de robótica de la escuela decidieron poner el proyecto en marcha y consiguieron fabricar y exponer al público el resultado del trabajo.

Este profesor comenta fue un proyecto que tuvo un gran impacto en los estudiantes, ya que a partir de él descubrieron el potencial del diseño y la impresión 3D y el enorme campo de la programación. Presentarlo a un público real, incluso en inglés, consiguió mejorar su autoestima, creyendo en su potencial y valorando la posibilidad de continuar su formación en el campo de la programación, la ingeniería o el diseño 3D.

En el artículo "Workshop: Implementing Cloud Collaboration using Fusion 360 into a FirstYear Engineering Design Course", de Cory Brozina y Akshay Sharma, plantean un proyecto educativo enfocado al trabajo colaborativo con el Fusion 360. Los autores comentan que actualmente el mundo y la industria se está transformando y mantiene un estado cada vez más conectado, dado que hay cada vez mayor importancia en el trabajo en equipo.

Proponen un taller en torno al trabajo colaborativo en nube. La colaboración en la nube es una forma de distribuir, equipos virtuales para trabajar de manera eficiente en un proyecto común. En el taller proponen el estudio de un caso y el posterior diseño interactivo en grupo. Estos equipos son formados entre 4 o 5 participantes más un experto en Fusión 360 que supervisa el desarrollo.

La mayor parte del proyecto es la creación del modelo 3D. Para ello proponen que cada equipo deberá crear un componente del proyecto de diseño que al final formara parte del diseño final. Por ejemplo si el proyecto es el diseño de una silla de oficina, los equipos individuales crearán el respaldo, asiento, marcos, base o apoyabrazos. La función del experto en el proyecto es la de asesorar al equipo para que el modelo cumpla con las necesidades del proyecto de diseño.

El objetivo del taller es que los profesores se sientan emocionados y empoderados para implementar nueva tecnología en sus proyectos de diseño de ingeniería y si tienen estudiantes que son novatos en el modelado 3D que puedan aumentar drásticamente sus habilidades.

Un estudio similar es "Modelado 3D colaborativo basado en la nube para capacitar a ingenieros para la industria 4.0", de los investigadores Jorge de la Torre Cantero, Vicente López Chao, Dámari Melián Díaz y José Luis Saorín Pérez.

En el este estudio, el Fusion 360 se utiliza para capacitar a los estudiantes de ingeniería para las demandas de la industria 4.0. El objetivo principal de la investigación es profundizar en la percepción de los estudiantes sobre el uso de una aplicación de diseño de productos y su dependencia de tres variables categóricas: conocimiento previo de PLM⁶, prácticas individuales y percepción de ingeniería colaborativa. La experiencia educativa consistió en realizar la simulación gráfica de un proyecto de ingeniería. La documentación gráfica incluye los modelos 3D de cada componente del objeto, su montaje, los dibujos de ingeniería 2D, una animación del proceso de montaje-desmontaje, la creación de infografías y una video-presentación.

Los autores concluyen comentando que los estudiantes valoraron mucho la implementación de este tipo de proyecto con respecto a los factores de colaboración y características de diseño, así como a la ingeniería colaborativa. Específicamente, los estudiantes consideraron que el modelado 3D simultáneo es indispensable y que su aplicación reduce la necesidad de reuniones presenciales para servir a la industria conectada actual. Asimismo, esta formación ayudó a los estudiantes a comprender cómo trabajan los especialistas en entornos de ingeniería colaborativa.

Para finalizar comentar que este ha sido un pequeño análisis sobre todo lo que se ha realizado dentro de este campo de estudio. Actualmente nos podemos encontrar con infinidad de proyectos educativos en los que el empleo de los programas CAD están presentes.

⁶ Product Lifecycle Management es un proceso usado en la industria de la manufactura que permite a todos los involucrados trabajar sobre un único modelo digital del proyecto de forma colaborativa y concurrente. Te permite gestionar la información necesaria para diseñar, fabricar y operar el producto en todo su ciclo de vida.

5. Metodología

En este proyecto se ha empleado un diseño cuasiexperimental con un estudio post intervención.

Los diseños cuasiexperimentales son una derivación de los estudios experimentales, en los cuales la asignación de los participantes no es aleatoria aunque el factor de exposición si que es manipulado por el investigador.

El método cuasiexperimental es particularmente útil para estudiar problemas en los que no se puede tener control absoluto de las situaciones, pero se pretende tener el mayor control posible. Es decir, el cuasiexperimento se utiliza cuando no es posible realizar la selección aleatoria de los sujetos participantes en dichos estudios. Por ello, una característica de los cuasiexperimentos es el incluir "grupos intactos", por lo tanto, grupos ya constituidos como los que nos encontramos al realizar un estudio en un centro educativo.

Las elementos principales a tener en cuenta y que hay que establecer antes de empezar el estudio práctico son los siguientes:

Propuesta:

Que actividades queremos llevar a cabo para el estudio.

Participantes:

Quienes con los participantes de la propuesta, contextualizar el grupo.

Software / Hardware:

Que herramientas se van a emplear en la intervención para desarrollar las actividades con los participantes.

Herramientas de medición:

Que herramientas se emplearan antes o después de la intervención para recabar datos para su análisis y creación de la posterior hipótesis.

5.1. Propuesta de actividades

A continuación presentaremos las propuestas de intervención didáctica para insertar el modelado 3D en la educación secundaria. Trabajaremos en base a los contenidos mencionados con anterioridad sobre geometría volumétrica en los diversos currículos de educación secundaria, tomándose como criterio principal la utilización de aplicaciones especializadas en el modelado digital.

Las actividades planteadas se pueden desarrollar aproximadamente en 7 sesiones de 55 minutos cada una, dependiendo del seguimiento del alumnado y el tiempo de realización de cada actividad. Para todas los recursos necesarios son equipos informáticos (PC o Mac) y conexión a internet en el aula.

Desarrollaremos dos propuestas, una propuesta realizada para ser desarrollada con Tinkercad y otra propuesta desarrollada con Fusion 360. De esta forma nos aseguramos de que la propuesta pueda ser implantada en diversos entornos educativos sin necesidad de adaptación. Ambas propuestas trabajan en paralelo y solo sufren cambios cuando se necesita adaptar las actividades a las posibilidades que ofrece el programa a utilizar.

La única gran diferencia que podemos encontrar entre ellas son las diferentes operaciones que emplearemos para desarrollar la actividades, con Tinkercad emplearemos el modelado mediante figuras primitivas y con Fusion 360 se emplearan opciones de modelado diferentes como las herramientas de creación de sólidos 3D a partir de bocetos 2D.

Estas propuestas está pensadas para desarrollarse en Educación Secundaria, podría ser empleada tanto en tercero como en cuarto en las asignaturas de Educación plástica visual y audiovisual y Tecnología.

Los temas principales que se trataran en estas propuestas son:

- Conocimiento sobre las operaciones de modelado 3D, interface de aplicación y funciones disponibles.
- Análisis de vistas de figuras en perspectiva isométrica, resolución de figuras mediante el modelado 3D.
- Desarrollo de un proyecto de diseño concreto. Planteamiento del objeto o diseño a realizar, análisis de formas y proceso de diseño.
- Diseño propio de objeto. Definir fases de proceso creativo más presentación de producto final.

5.1.1. Propuesta 1 - Fusion 360

Primera sesión de 55 minutos

Primera actividad: Exposición sobre el programa

Duración de actividad: 45/50 minutos.

Recursos adicionales: Proyector.

En primer lugar se hace necesaria una breve ponencia sobre el programa con el que desarrollaremos las actividades. También se les expondrá al alumnado las características, las operaciones de modelado y las funciones de los programas de modelado en general, conociendo las diversas formas de creación de acuerdo a lo visto anteriormente en el punto 4.5. También en esta sesión se le dará la información necesaria al alumnado sobre las actividades que se realizarán durante las siguientes sesiones. Esta propuesta podría llevarse a cabo con cualquiera de los programas que nombramos anteriormente en el 4.4, pero nosotros proponemos el empleo de Fusion 360 en las aulas por las siguientes razones:

Se puede elegir cómo diseñar. Fusion 360 incluye un modelado directo y flexible en tiempo real con multitud de herramientas, así como un modelado paramétrico basado en características.

Totalmente gratuito en su versión para estudiantes, educadores e instituciones educativas.

Disponible tanto para Mac como para PC, permitiendo utilizar el sistema operativo preferido por el usuario, por lo que lo convierte en un programa accesible para cualquier equipamiento en las aulas.

Permite el trabajo colaborativo en red, con el que el profesorado puede visualizar el trabajo realizado por los alumnos y realizar correcciones y anotaciones sobre el modelo a través de la app de dispositivos móviles.

Múltiples funciones post modelado. Renderización de imágenes de los productos, realización de animaciones y autocreación de planos.

Durante esta ponencia el alumnado podrá ir probando a tiempo real las diferentes operaciones y las funciones que dispone el programa para la creación de geometría tridimensional. Lo más adecuado es que la ponencia sea realizada directamente en el aula donde el centro tenga el equipo informático. El tiempo restante de la sesión se dedicarían a resolver dudas y a probar libremente las funciones y herramientas de Fusion 360.

Segunda y tercera sesión de 55 minutos.

Segunda actividad: Modelado de figura isométrica en 3D.

Duración de actividad: 100 minutos.

Para el estudio de las vistas normalizadas y los objetos en perspectiva, tradicionalmente, se realizan ejercicios sobre papel que incluye dibujos en los que los alumnos deben identificar las figuras y obtener las vistas normalizadas. O al revés, representar la perspectiva a partir de las tres vistas. Esta segunda actividad está propuesta para realizarse como una actividad tradicional en la que el alumnado deberá resolver una perspectiva isométrica a través de las tres vistas dadas (Figura 17), dando un vuelco metodológico dado que el proceso y el resultado de la misma será desarrollado mediante un programa de modelado 3D.

Dadas las características de Fusión 360, esta actividad se pedirá que se complete de dos formas.

La primera forma es la creación de las figuras mediante el dibujo o boceto previo en los planos de proyección, creando los volúmenes con las herramienta extrusión, posibilitando así a los alumnos entender la relación entre los objetos tridimensionales y su representación bidimensional.

La segunda forma es crear estas figuras mediante sólidos primitivos, en este caso mediante cubos y posteriormente editar dichos bloques para ajustar las formas a las figuras (rampas y curvas). De esta forma el alumnado puede experimentar la creación de volúmenes no solamente mediante las figuras geométricas convencionales, también puede experimentar que el abanico de formas volumétricas se amplía modificando figuras simples para de esta forma obtener otras más complejas.

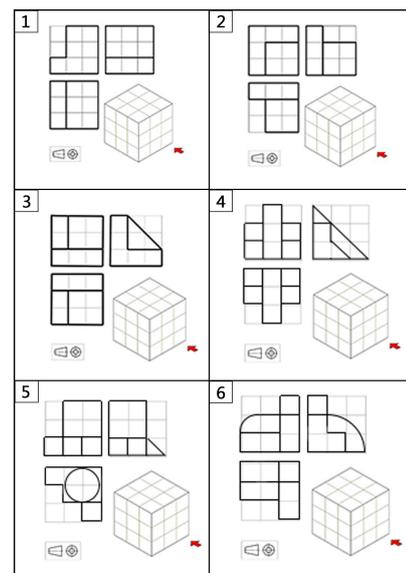


Figura 17. Ficha de actividad isométrica para fusion 360. Fuente propia.

Buscamos con esta actividad el desarrollo y refuerzo de las capacidades espaciales, ya que la creación de las perspectivas mediante programas CAD puede facilitar la comprensión de las vistas de los modelos. Con ella el alumnado puede experimentar que los programas de modelado cuentan con diferentes formas de obtener la geometría. Creemos también que el resolver actividades tradicionales con metodologías más actualizadas empleando el uso de programas de modelado puede llegar a aumentar la participación y el entusiasmo del alumnado a la hora de enfrentarse a este tipo de actividades.

Cuarta y quinta sesión de 55 minutos

Tercera actividad: Análisis y modelado de objetos cotidianos.

Duración de actividad: 100 minutos

En esta tercera actividad el alumnado tendrá una ficha con objetos cotidianos (Figura 18). De ella tendrán que escoger dos de los objetos que se presentan y analizarlos.

Primero deberían de realizar un análisis en el que deducir qué operaciones de modelado 3D podrían utilizar para conseguir dichas formas. Esta primera parte del ejercicio no debería de tomar más de 25 minutos de la primera sesión en la que se empiece la actividad.



Figura 18. Ficha actividad análisis de objetos cotidianos. Fuente propia.

Una vez obtenido el análisis de los objetos elegidos tendrán que empezar el proceso de modelado.

El objetivo principal de esta actividad es que el alumnado explore el programa y sus posibilidades con las operaciones ya expuestas con anterioridad, que sean ellos mismos los que descubran cómo obtener dichas formas convirtiéndolos en los protagonistas del aprendizaje. En todo momento el profesorado estará pendiente para guiar al alumno en el proceso para dar apoyo y resolver las dudas o los problemas que pueda surgir.

Creemos que con esta actividad el alumnado puede obtener la idea de que la geometría no es un elemento aislado dentro del contexto educativo, entendiendo que la geometría se encuentra en nuestro entorno y que la encontramos en las cosas más comunes y sencillas de nuestro día a día.

Sexta y séptima sesión de 55 min

Cuarta actividad: Diseño propio.

Duración de actividad: 100 minutos

Como cierre de propuesta planteamos en esta última actividad el diseño de un objeto propio. Para el diseño de este objeto partimos de tres conceptos, un portalápices, un llavero y un soporte para móviles de los que el alumno podrá elegir uno.

Las características necesarias a la hora de crear el diseño son que este compuesto con figuras geométricas como base, contando con un mínimo de tres poliedros de caras planas (cubos, prismas y pirámides) y tres poliedros de superficies curvas (cilindros, conos y esferas).

Para realizar la actividad se pedirá al alumnado en la primera sesión en la que transcurre esta actividad, que realice el diseño y un boceto sobre el mismo, detallando en él cada elemento empleado en la composición así como las diferentes operaciones de modelado que cree conveniente usar para su creación. Este diseño y boceto no debería de llevar más de treinta minutos de la sesión, el resto de la misma sería empleado para empezar el modelado 3D sentando las bases geométricas.

En la segunda sesión finalizarán el modelado detallando las figuras y completando el carácter estético del objeto. Para finalizar y para que el alumnado pruebe las diferentes funciones que dispone Fusion 360, se les pedirá que realicen una imagen renderizada de su diseño en perspectiva isométrica para visualizar el producto final y que generen un plano detallando las vistas del mismo.

El objetivo de esta última actividad es que el alumno profundice en las diferentes herramientas y opciones que disponen los programas de modelado en la creación de objetos personalizados. Que desarrollen competencias relacionadas con la toma de decisiones y el desarrollo del proceso creativo además de poder evaluar el conocimiento del alumnado relacionado con los contenidos de geometría tridimensional, como los aplican y desarrollan en él durante el trabajo en proyectos artísticos personales.

5.1.2. Propuesta 2 - Tinkercad

Primera sesión de 55 minutos

Primera actividad: Exposición sobre el programa

Duración de actividad: 30 minutos.

Recursos adicionales: Proyector.

Como en la propuesta anterior es necesaria una breve ponencia sobre el programa con el que desarrollaremos las actividades y las operaciones de creación de geometría tridimensional disponibles en los programas de modelado en general. Para ello se les expondrá al alumnado las diferentes operaciones conociendo la interfaz y el funcionamiento de los programas de modelado. También en esta sesión se le dará la información necesaria al alumnado sobre las actividades que se realizarán durante las siguientes sesiones. Para esta segunda propuesta proponemos el empleo del Tinkercad en las aulas por las siguientes razones:

Tinkercad no tiene una gran curva de aprendizaje ya que se basa en la creación de modelos 3D a partir de la creación sólidos primitivos preestablecidos por el programa. Te permite modificar estos sólidos extruyendolos y a través de operaciones booleanas.

Este programa es totalmente gratuito desde la pagina de Tinkercad o desde la app para Ipads.

En pc no necesita de instalación.

Al trabajar en red solo necesita iniciar sesión a través de una cuenta de correo electrónico, esto permite acceder a los modelos desde cualquier equipo.

Cuenta con una gran variedad de sólidos primitivos con los que componer y modelar, además de una galería online de libre descarga con modelos creados por los usuarios para emplear en diseños y composiciones propias.

Durante esta ponencia el alumnado podrá ir comprobando a tiempo real las operaciones y las funciones del programa. Por lo que lo más adecuado es que sea realizada directamente en el aula donde el centro tenga el equipo informático. Los 25 minutos restantes de la sesión se dedicarían a resolver dudas y para realizar los pequeños tutoriales de comandos básicos que incluye la app.

Segunda y tercera sesión de 55 minutos.

Segunda actividad: Modelado de figura isométrica en 3D.

Duración de actividad: 100 minutos.

Esta segunda actividad está planteada para realizarse como en la propuesta anterior, en la que el alumnado deberá resolver una perspectiva isométrica a través de las tres vistas dadas (Figura 19), en la que el proceso y el resultado de la misma será desarrollado mediante un programa de modelado 3D.

Tinkercad tiene un menor repertorio de operaciones que Fusion 360. Esto implica que con las herramientas que dispone solo se pueden resolver las figuras geométricas de una forma, creando sólidos primitivos geométricos y editandolos con la herramienta extrusión o cambiando sus parámetros, además de con las operaciones booleanas.

En esta propuesta debido a que únicamente se pueden resolver las figuras de una forma se han ampliado el número de figuras a representar.

Lo que se busca con esta actividad es el desarrollo y refuerzo de las capacidades espaciales creando las figuras mediante la unión de bloques.

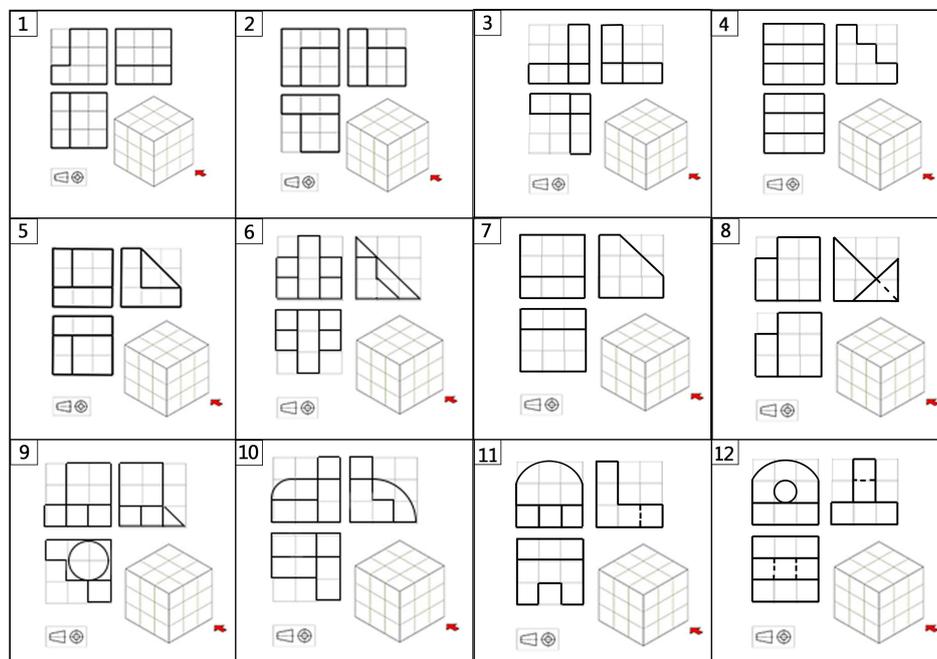


Figura 19. Ficha para la actividad de modelado de figuras isométricas en 3D con Tinkercad. Fuente propia.

Cuarta y quinta sesión de 55 minutos

Tercera actividad: Análisis y modelado de objetos cotidianos.

Duración de actividad: 100 minutos

En esta tercera actividad el alumnado tendrá una ficha con objetos cotidianos (Figura 20). De ella tendrán que escoger tres de los objetos que se presentan y analizarlos. Debido a las operaciones de Tinkercad que solo permite crear mediante primitivos geométricos, los objetos a realizar son muchos más sencillos que en la propuesta anterior.

Primero deberían de realizar un análisis geométrico sobre los objetos escogidos, explicando con qué composición de sólidos primitivos que contiene Tinkercad dirían que podrían componer el objeto. Deberían de analizar qué operaciones booleanas serían necesarias para el modelado 3D de dichas formas. Este ejercicio no debería de tomar más de media hora de la primera sesión en la que se empiece la actividad. Si fuera necesario deberían de realizar un boceto con el análisis para poder organizar el posterior proceso de modelado.

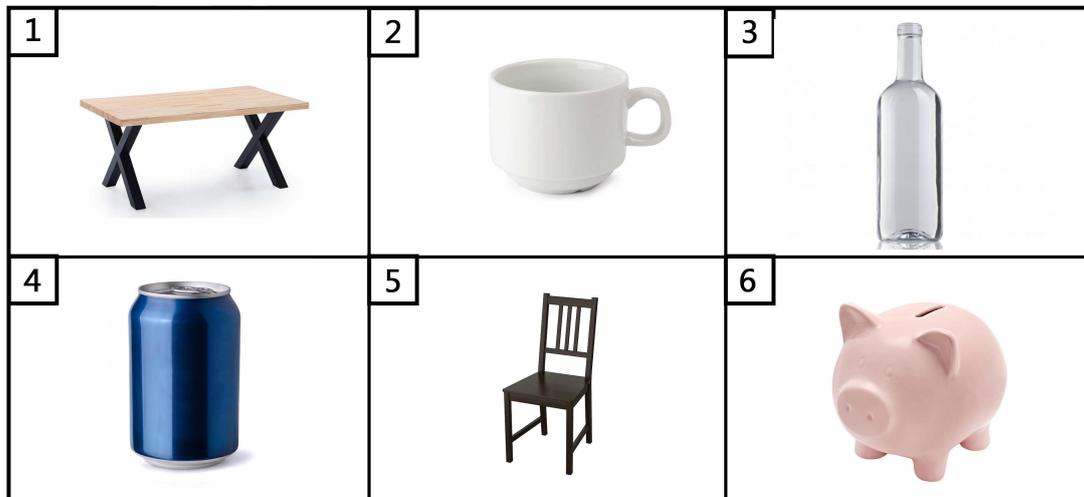


Figura 20. Ficha de actividad de análisis y modelado de objetos cotidianos con Tinkercad. Fuente propia.

Una vez obtenido el análisis de los objetos elegidos tendrán que empezar el proceso de modelado.

El objetivo principal de esta actividad es que el alumnado explore el programa y los diferentes sólidos de la galería, que sean ellos mismos los que descubran cómo obtener dichas formas convirtiéndolos en los protagonistas del aprendizaje. En todo momento el profesorado estará pendiente para guiar al alumno en el proceso para dar apoyo y resolver las dudas o los problemas que pueda surgir.

Sexta y séptima sesión de 55 min

Cuarta actividad: Diseño propio.

Duración de actividad: 100 minutos

Como cierre de propuesta se plantea en esta última actividad el diseño de un objeto propio. Para el diseño de este objeto partimos de tres conceptos, un portalápices, un llavero y un soporte para móviles de los que el alumno podrá elegir uno.

Las características necesarias a la hora de crear el diseño son que este compuesto con figuras geométricas como base, contando con un mínimo de tres poliedros de caras planas (cubos, prismas y pirámides) y tres poliedros de superficies curvas (cilindros, conos y esferas).

Para realizar la actividad se pedirá al alumnado en la primera sesión en la que transcurre esta actividad, que realice el diseño y un boceto sobre el mismo, detallando en él cada elemento empleado en la composición así como las diferentes herramientas de modelado que cree conveniente usar para su creación. Este diseño y boceto no debería de llevar más de treinta minutos de la sesión, el resto de la misma sería empleado para empezar el modelado 3D sentando las bases geométricas.

En la segunda sesión finalizarán el modelado detallando el diseño y completando el carácter estético del objeto. Se les pedirá que una vez que terminen el modelo, realicen capturas de pantalla del mismo desde las diferentes perspectivas (alzada, planta, perfil y una vista isométrica).

El objetivo de esta última actividad es que el alumno pueda desarrollar competencias relacionadas con la toma de decisiones y el desarrollo del proceso creativo. Se intenta que el alumnado desarrolle una creación propia empleando los conocimientos desarrollados durante toda la propuesta y que intente ser creativo utilizando las diferentes formas que dispone Tinkercad. Además se busca poder evaluar el conocimiento del alumnado en torno a los contenidos de geometría tridimensional, como los aplican y desarrollan durante el trabajo en proyectos artísticos personales.

5.2. Participantes

El centro donde se ha llevado a cabo las pruebas prácticas sobre la propuesta del proyecto fue el Colegio privado concertado de educación infantil, primaria y secundaria (CEIPS) San Isidro Salesianos-La Orotava. Estas prácticas han sido realizadas durante el el curso de 2019/2020, durante el estado de alarma por el COVID 19, en el que se ha visto transformado el panorama educativo actual.

Primero las docencia pasó a ser telepresencial, ya que los centros quedaron cerrados. Estas clases telepresenciales pasaron a ser clases por audiollamadas, principalmente por la app ZOOM para preservar el derecho de la intimidad del alumnado y por la ley de protección de datos.

Debido a las nuevas normas impartidas por la consejería de educación, el centro no podía dar contenido nuevo en lo que quedaba de curso escolar, por lo tanto para poder evaluar al alumnado su única manera era la realización de actividades de repaso y de refuerzo de contenidos ya dados anteriormente. Además se instauró la norma de que los alumnos aprobados en el 2º trimestre escolar, mantendrían el aprobado y la nota, a excepción de alumnos que aumentaron sus calificaciones a los que se les podría hacer un ajuste en positivo. Aquellos alumnos suspendidos en el 2º trimestre deberían de recuperar aquellos contenidos y criterios mediante estas actividades de refuerzo.

El mayor problema ante esta inusual situación ha sido la participación por parte del alumnado, estos al ver que teniendo las asignaturas aprobadas por ley y no teniendo la necesidad de entregar ningún trabajo de forma obligatoria la gran mayoría del alumnado ignoró completamente el trabajo programado. Nos encontramos con alumnos que no realizan tareas, como cada vez menos alumnos asisten a las tutorías para resolver dudas e incluso alumnos que al ser estas tareas realizadas digitalmente optan por el copia y pega de internet o incluso entre compañeros.

Para intentar solventar esta situación el profesorado ha mantenido una estrecha relación con las familias y los tutores legales del alumnado tanto vía telefónica como vía correo electrónico. Así mismo los profesores y tutores de cada curso realizaron un seguimiento del alumnado que era remitido a sus familias cada 15 días para que estuvieran al tanto de cómo avanzaban sus hijos/as en el curso.

Las actividades planteadas fueron propuestas para los alumnos de tercero y de cuarto de la ESO en la asignatura de Educación plástica, visual y audiovisual, asignatura optativa en dichos cursos. Estas fueron lanzadas para los tres grupos de cada curso formando un total de 61 alumnos de tercero y 62 alumnos de cuarto.

5.3. Software/Hardware

Por esta situación extraordinaria en la que se ha ubicado la práctica educativa el método tuvo que ser adaptado. Hay que destacar que el centro cuenta con un proyecto tecnológico con el que se pudo facilitar el desarrollo de la docencia.

El proyecto “One to One” dota a todos los alumnos del centro, a partir de 3º de Primaria de un iPad como herramienta fundamental de aprendizaje. Este modelo de un dispositivo por alumno, permite una interacción real e interactiva con el Centro, sus profesores y compañeros. En las edades de Infantil y primeros cursos de primaria, la adaptación a la tecnología es graduada en la que el iPad entra en el aula de forma esporádica y guiada, permitiendo a los más pequeñas ir la concibiendo como herramienta de aprendizaje.

Toda la verticalización del proyecto ha estado asesorado desde el inicio por expertos educativos de Apple EDU, con quienes han diseñado un modelo pedagógico conjunto. Por otro lado, el aula virtual, a través de la configuración del centro en GOOGLE Classroom, permite poner a disposición del alumnos unas aplicación educativas que añaden un valor enorme.

Por lo tanto conociendo que el alumnado cuenta con estos Ipads y que los emplean para desarrollar todo el trabajo de clase, la propuesta fue adaptada para desarrollarse con los mismos.

Isidro Portocarrero el profesor del departamento de dibujo del centro y encargado de tutorizar las prácticas, nos aconsejó utilizar para las actividades la app de Tinkercad, ya que con esta app nos asegurábamos que el alumnado pudiera y supiera usarla, ya que la habían utilizado con anterioridad en el centro y los alumnos ya la tenían instalada en sus Ipads.

El Google Classroom trabaja a partir de una página principal en la que se van creando aulas con el alumno.

En cada una de dichas aulas el profesor puede asignar tareas con textos, audios, fotos y vídeos. Al mismo tiempo puede poner avisos, crear encuestas o recibir respuestas de los alumnos. Además, funciona en una gran variedad de dispositivos móviles y lectores de pantalla. Esta herramienta forma parte de G Suite for Education, un programa que pretende introducir variedad de dispositivos y aplicaciones con finalidades educativas.

Google Classroom se puede utilizar como herramienta para llevar a cabo procesos de aula invertida, de las que se pueden nombrar múltiples ventajas:

El alumno pasa a ser, desde el primer momento, el protagonista de su propio aprendizaje. Son sujetos activos, adquieren responsabilidad, interaccionan y participan. Tienen un alto grado de compromiso para con su propio aprendizaje.

Tiempo extenso para revisar conceptos teóricos y usar la clase para resolución de dudas, de manera individual o incluso colectiva.

Diversidad del alumnado atendida. El profesor puede mandar actividades diversificadas adaptadas a todo tipo de alumnado.

Aprendizaje más significativo. Menos memoria y mejora de aprendizaje que perdure en el tiempo, que realmente les sirva para defenderse en la sociedad.

Desarrollo de competencias mediante el uso de las TIC, trabajo colaborativo, autonomía del alumnado, etc.

Existen aplicaciones móviles de Classroom tanto para Android como para iOS. El desarrollo de las aplicaciones es independiente, por lo que no todas las funciones están disponibles para ambas plataformas al mismo tiempo.

Otra de las utilidades de esta aplicación es la posibilidad de utilizar la clase offline. Ésta se guarda en la memoria cada vez que se abre la app con una conexión a internet. Si además se instala la aplicación Google Docs es posible editar documentos de Google Classroom desde el teléfono/tableta.

La aplicación Classroom está disponible para Android e iOS en App Store. Existe un apartado de preguntas frecuentes donde los profesores pueden obtener información sobre las funciones de la misma. La aplicación para Chrome OS se puede descargar en Chrome Store.

Si en el centro de educación se usa un dispositivo administrador (tanto Chrome OS como iOS administrados), los profesores pueden acceder a G Suite for Education y, desde ella, enviarla a los dispositivos de sus alumnos.

Como herramienta adicional se empleó la app Adobe Illustrator draw para la realización de bocetos o planos de los objetos. Illustrator Draw ofrece herramientas y funciones de dibujo vectorial en una interfaz sencilla y moderna, por lo que puede convertir fácilmente cualquier idea en un diseño o boceto.

Esta aplicación te permite trabajar con diversos tipos de pinceles vectoriales que vienen incorporados. Puedes trabajar personalizando la barra de herramientas para poder usar aquellas que necesites y te permite trabajar con varias capas de dibujo y una capa de fotografía. Las cuadrículas incorporadas de perspectiva y gráficos te facilitan la creación de bocetos del mundo en 3D en tu dibujo en 2D.

Draw te permite crear composiciones con los dispositivos stylus con sensibilidad a la presión como el Apple Pencil de los Ipads que tienen los alumnos. Pudiendo realizar sus bocetos y diseños como si fuera en papel pero directamente en los Ipads.

Para realizar la el documento de entrega de las actividades el alumnado usara la herramienta de Google Docs, en la que se les dará previamente un documento en blanco donde desarrollar el trabajo..

Por último para recabar la información, emplearemos Google Formularios ya que es una herramienta muy útil que permite realizar cuestionarios online y almacena las respuestas pudiendo visualizar en tabla o en gráfica circular.



Figura 21. Logotipos de las aplicaciones que serán empleadas en el proyecto. Fuente propia.

5.4. Herramientas de medición

Para esta propuesta hemos planteado una encuesta final con el intención de recabar información por parte del alumnado. A la hora de realizar dichas encuestas, se ha tomado en consideración los objetivos que busca desarrollar esta investigación. Esta encuesta final, fue propuesta para realizarse posterior al desarrollo de las actividades de modelado volumétrico, en busca de acotar cuál es la familiaridad del alumnado con los programas CAD y a su vez conocer el nivel de desacuerdo y acuerdo que tienen con los mismos.

Estas preguntas están planteadas en la escala likert, las número 1 y 2 pueden ser contestadas es una escala de: “Muy poco, Poco, Algo, Bastante, Mucho”. La tercera pregunta es similar a las anteriores y sus respuestas son: “Muy bajo, Bajo, Normal, Alto, Muy alto”. La cuarta pregunta se respondería con una escala de respuestas de: “Nunca, Casi nunca, A veces, Casi siempre, Siempre”.

Las preguntas número 5, 6 y 7 son preguntas con respuestas binarias. La preguntas 5 y 6 con respuestas de: “Si, No, No lo se”, y la pregunta 7 con: “Si, No, Me es indiferente”. Por último la pregunta 8 es una pregunta de respuesta abierta, que busca encontrar por parte del alumnado que otros programas de modelado 3D han utilizado previamente en caso de haberlo hecho.

1¿Crees que estas aplicaciones te permiten entender y visualizar mejor el espacio tridimensional?
2¿Consideras que estas actividades facilitan la realización de ejercicios de geometría tridimensional?
3¿Nivel de dificultad para utilizar este o estos programas?
4¿Utilizas con frecuencia programas de modelado 3D?
5¿Crees que el modelado 3D puede llegar a ser útil en tu futuro profesional?
6¿Crees que el uso de herramientas y aplicaciones 3D puede ser útil para el aprendizaje en las aulas?
7¿Te gustaría seguir aprendiendo a modelar en 3D?
8¿Has utilizado algún otro programa de modelado 3D aparte de "TINKERCAD"?

Tabla 4. Preguntas del cuestionario post actividades. Fuente propia.

5.5. Procedimiento

Para poder llevar a cabo a la práctica alguna de las actividades de dentro de la propuesta educativa 2 (Tinkercad) tuvo que realizarse una adaptación de la misma. Las dos actividades que decidimos adaptar junto con el asesoramiento del tutor del centro, fueron la segunda actividad (Modelado de figura isométrica en 3D) y la tercera (diseño propio).

Por el poco tiempo que tuvimos para lanzar las actividades a los alumnos, ya que el periodo de prácticas fue finalizando el curso, decidimos realizar las actividades con cursos distintos.

La actividad de isometría al ser una actividad más sencilla fue propuesta para el alumnado de tercero de la ESO (13 y 14 años). Esta actividad correspondía a contenidos ya vistos con anterioridad y no necesitaba de un gran conocimiento previo de las aplicaciones de modelado para poder realizarse. Esta actividad se adaptó escogiendo solo tres de las figuras más simples, ya que según el profesor del alumnado aunque hubieran trabajado anteriormente con la app de Tinkercad no lo habían trabajado en profundidad y podrían encontrar dificultades en desarrollar figuras más complejas.

Para adaptar la actividad a la docencia lo que se le pidió al alumnado fue que realizarán la perspectiva isométrica o de forma tradicional sobre papel o mediante la app de Google Draw. Luego una vez obtenida la vista en perspectiva se le daba la opción de elegir entre una de las figuras para luego realizar el modelado de la misma mediante la app.

La tercera actividad fue adaptada y propuesta para el alumnado de cuarto de la ESO (15 y 16 años). Este grupo sí había trabajado bastante durante el curso con la app por lo que la adaptación de la actividad se centró más tener un objetivo más claro y no tan abierto.

En este caso pedimos concretamente el diseño de el portalápices, también se especificó cómo realizar paso a paso tanto el diseño y el boceto. Como en la actividad anterior este boceto podría ser tanto en papel como en digital, utilizando el Adobe Draw, dándole al alumnado la posibilidad de trabajar con lo que se sintieran más cómodos.

Se pidió que fotografiaran el procedimiento del modelado con capturas de pantalla tanto del proceso como del resultado final. De esta forma podríamos evaluar el proceso y analizar si el alumnado tuvo algún problema de modelado.

Ambas actividades fueron lanzadas al alumnado mediante el entorno virtual de Google Classroom. En esta tarea se les facilitó tanto la ficha de la actividad de isometría como una serie de imágenes de referencia sobre lo que se pedía en la actividad de diseño.

También en la misma, tenían adjunto un documento de Google en blanco donde debían de añadir las imágenes, textos, bocetos, etc, de la actividad. Este documento estaba vinculado directamente al Google Drive institucional, pudiendo realizar las correcciones una vez añadieran la entrega en el documento adjunto.

En la figura 22 se puede ver un ejemplo del entorno virtual de Google Classroom tal y como lo vería el alumnado. Corresponde al aula virtual de la asignatura de tercero de la ESO, donde fue lanzada la tarea de Repaso de Perspectiva Isométrica y utilización de herramientas de impresión 3D.

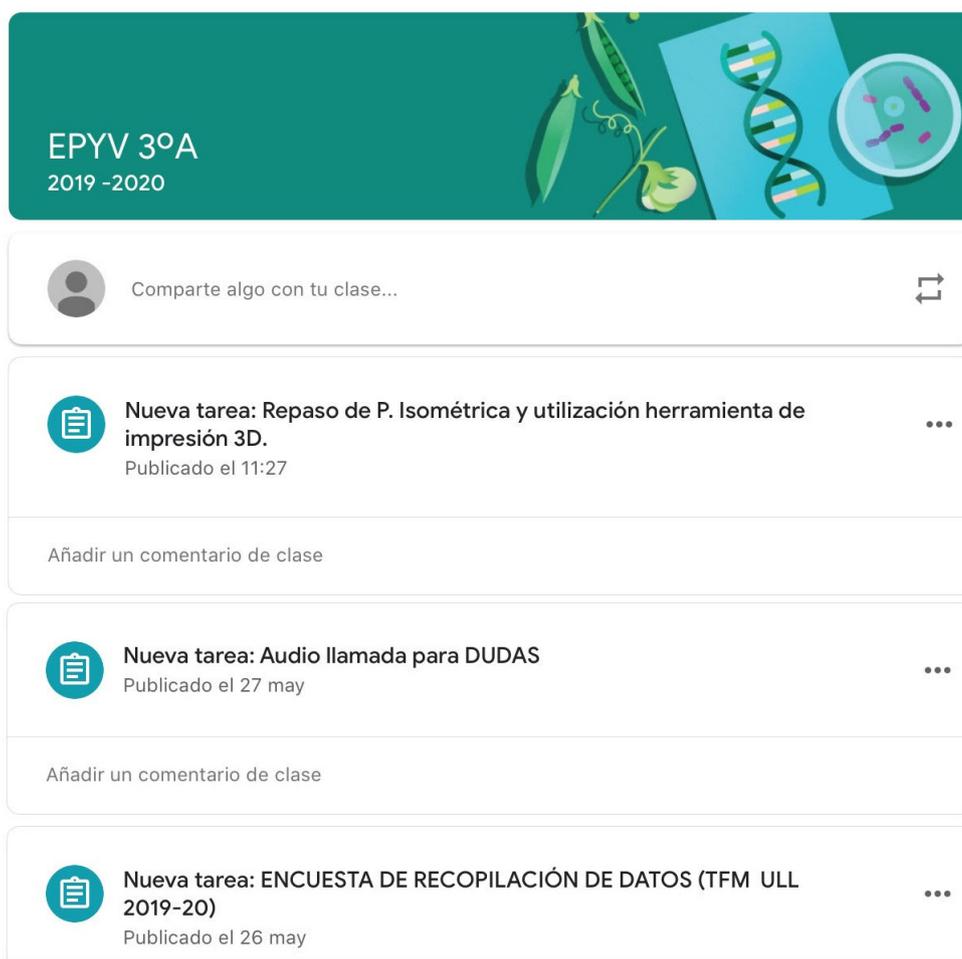


Figura 22. Aula virtual de 3º de la ESO en google classroom. Imagen cedida por el tutor de centro.

Para la actividad lanzada al alumnado de 4º ESO, el diseño de un portlápices, se les facilitó las siguientes imágenes (figuras 23 y 24). En estas imágenes el alumano puede ver como se pide que se realice el boceto del diseño, señalando los diferentes elementos del mismo y un ejemplo del resultado final.

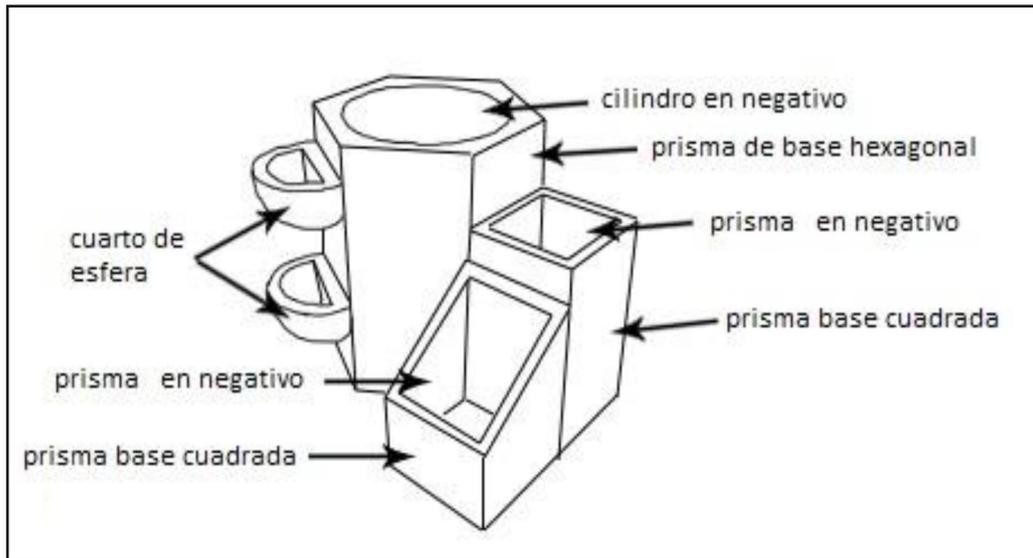


Figura 23. Ejemplo de diseño y análisis de formas realizado con Adobe Draw como recurso de apoyo para actividad lanzada al alumnado de 4º ESO. Elaboración propia

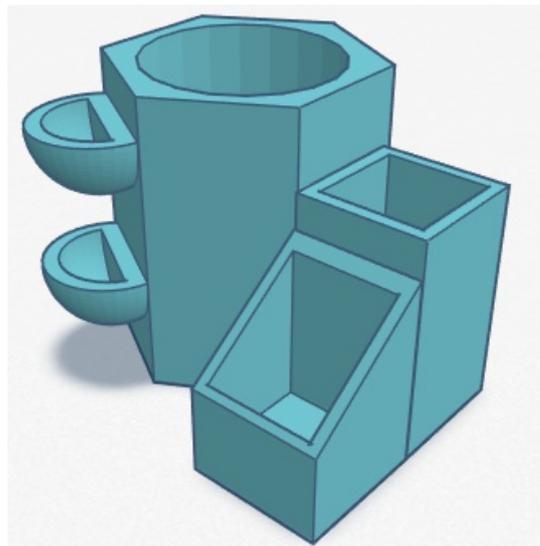


Figura 24. Ejemplo de modelado de portalápices geométrico con Tinkercad como recurso de apoyo para actividad lanzada al alumnado de 4º ESO. Elaboración propia

6. Resultados.

6.1. Resultados de las actividades.

En la actividad planteada en tercero de la ESO, Modelado de figura isométrica en 3D, recibimos varios resultados por parte de los alumnos. (Figura 25)

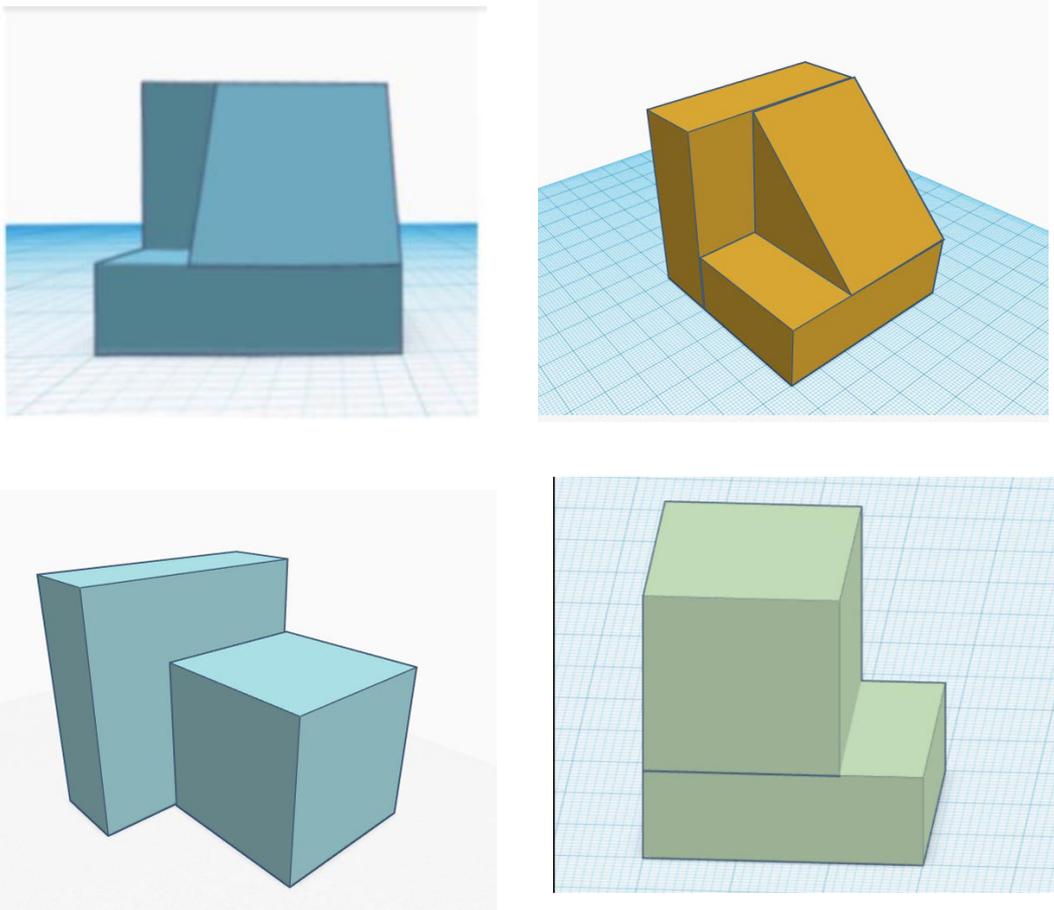


Figura 25. Ejemplo de resultados de modelo 3D con Tinkercad de la actividad, Modelado de figura isométrica en 3D por parte del alumnado de 3º de ESO. Fuente propia.

En estas imágenes podemos ver como el alumnado no tuvo ningún problema a la hora de resolver las perspectivas pudiendo modelar correctamente las figuras.

También recibimos algunas respuestas sobre la segunda parte de la actividad, el dibujo de la isometría, en este caso aunque se les daba la libertad de realizarla a mano alzada o con Google Draw, todo el alumnado decidió realizar esta parte de la segunda forma. (Figura 26)

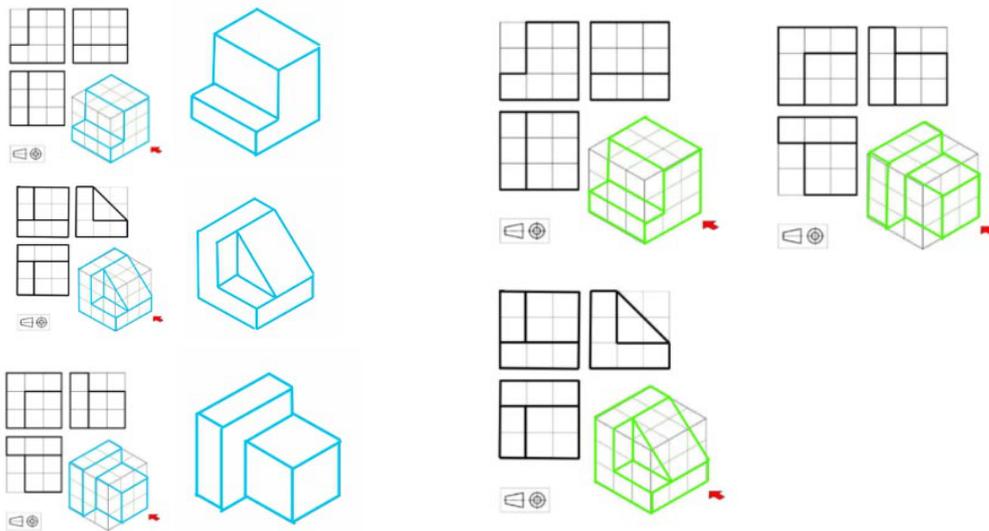


Figura 26. Ejemplo de resultados de isometría de actividad realizado con Adobe Draw, Modelado de figura isométrica en 3D por parte del alumnado de 3º de ESO. Fuente propia.

Lo que podemos ver, es que no tuvieron ningún problema significativo para realizar esta parte de la actividad.

Por último con respecto a la actividad lanzada al alumnado de cuarto de la ESO, Diseño Propio, el alumnado presentó una cantidad muy variada de diseños. Ninguno tuvo ningún problema para modelar las figuras que habían bocetado previamente.

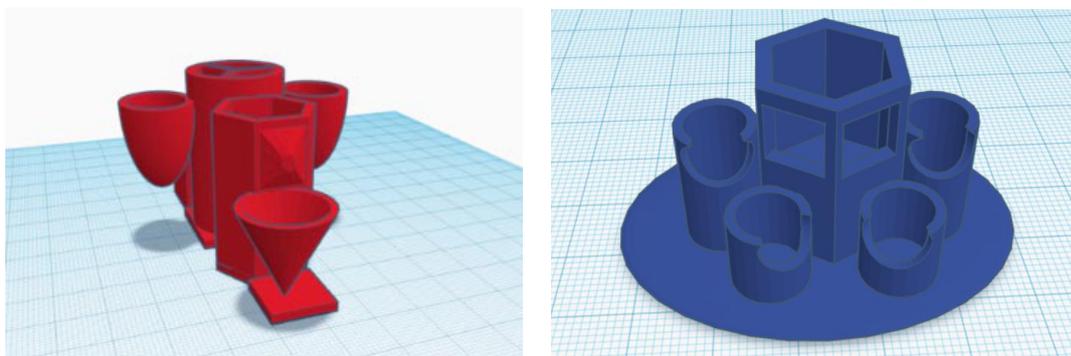


Figura 27. Ejemplos de resultados del diseño final de actividad realizado con Tinkercad , Diseño Propio, por parte del alumnado de 4º de ESO. Fuente propia.

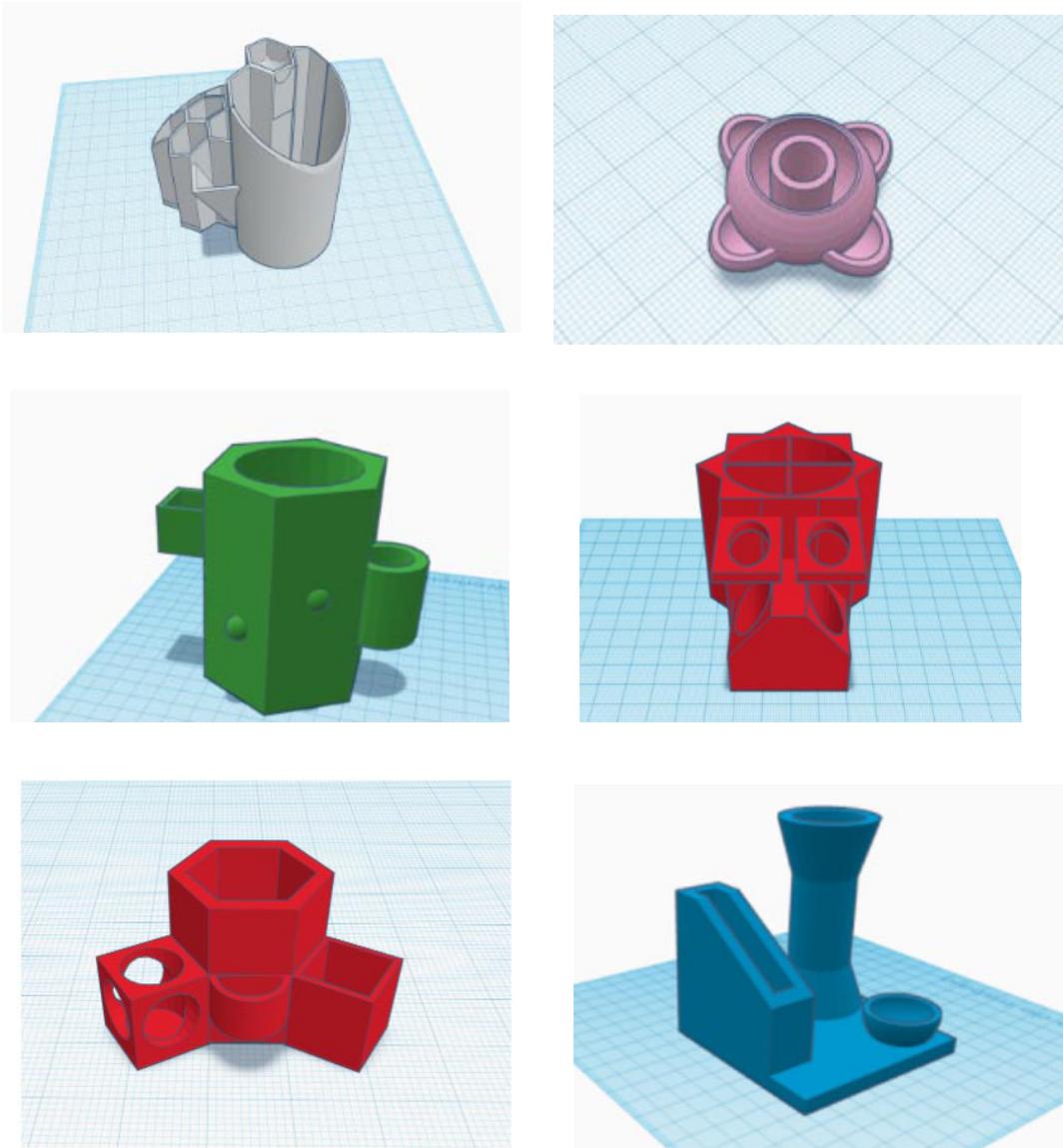


Figura 28. Ejemplos de resultados de diseño final de actividad realizado con Tinkercad.
Diseño Propio, por parte del alumnado de 4º de ESO . Fuente propia.

Todos los resultados obtenidos en las actividades realizadas con Tinkercad corresponden a capturas de pantalla de la app hechas por el alumnado .

6.2. Recolección de datos

A continuación presentamos un cómputo global con las respuestas a la encuesta realizada posteriormente con el alumnado.

Para las preguntas en la escala de Liker hemos realizado una tabla con los resultados estableciendo una oscilación de entre 1 y 5, los resultados son:

1. ¿Crees que estas aplicaciones te permiten entender y visualizar mejor el espacio tridimensional?	3.94
2. ¿Consideras que estas actividades facilitan la realización de ejercicios de geometría tridimensional?	3.94
3. ¿Nivel de dificultad para utilizar este o estos programas?	3
4. ¿Utilizas con frecuencia programas de modelado 3D?	2,33

Tabla 5. Respuestas al cuestionario, Preguntas Liker. Fuente propia.

En las preguntas de respuestas binarias obtuvimos las siguientes respuestas:

5. ¿Crees que el modelado 3D puede llegar a ser útil en tu futuro profesional? El 69,4 % de los alumnos piensan que sí.
6. ¿Crees que el uso de herramientas y aplicaciones 3D puede ser útil para el aprendizaje en las aulas? El 83,4 % del alumnado opina que sí.
7. ¿Te gustaría seguir aprendiendo a modelar en 3D? A un 63,8 % si le gustaría seguir aprendiendo modelado.
8. ¿Has utilizado algún otro programa de modelado 3D aparte de "TINKERCAD"? El 83,3 % del alumnado no ha utilizado otro programa de modelado aparte de Tinkercad.

Tabla 6. Respuestas al cuestionario, Preguntas Binarias. Fuente propia.

7. Conclusiones y discusiones

El dato más importante para concluir este estudio es que se ha podido constatar que es viable y positivo el uso de programas de modelado en las aulas. Las metodologías enfocadas en el estudio mediante programas CAD. Existe una gran cantidad de programas con diversas características a la disposición de las entidades educativas en el mercado. En estas dos últimas décadas se han roto las barreras de licencias o programas de alto coste y es gracias las licencias gratuitas educativas que podemos acercar estas nuevas formas de aprendizaje a las aulas.

La prueba práctica, al ser realizada durante el estado de alarma sanitario y por la consecuente docencia virtual, no pudo llevarse a cabo en las mejores condiciones. Aun así se pudo realizar una propuesta adaptada a las necesidades educativas del momento en donde poder desarrollar parte de la propuesta inicial y alcanzar los objetivos. Incluso con estos impedimentos y la poca participación del alumnado por la asignatura, ya que nos encontrábamos al final de curso, conseguimos llamar la atención de parte del alumnado de 4º de ESO. La actividad presentada fue resuelta por un gran número de alumnos y con resultados bastante elaborados y diversos. El alumnado no tuvo problemas para resolver un proyecto de diseño con características particulares, pudiendo comprender por si mismos los diferentes contenidos y resolver sin problemas la actividad digital, tal y como ocurre en investigaciones previas.

Viendo los resultados de la encuesta realizada está claro que para el alumnado la utilización de este tipo de herramientas les resulta positivo para realizar las actividades, un 83% de los alumnos encuestados creen que son buenos recursos didácticos y casi un 70% cree que el modelado 3D puede ser beneficioso para su futuro. La encuesta nos dice que para el alumnado estas herramientas aunque no del todo sencillas, son útiles para entender el espacio y para resolver ejercicios de geometría tridimensional. Es interesante ver cómo el alumnado cree que estas aplicaciones son importantes de cara al futuro tanto académico como profesional, teniendo en cuenta que no han utilizado herramientas similares, excepto las usadas en clase.

Aunque no se pretende con esta propuesta eliminar las metodologías de aprendizaje clásicas y el uso de materiales analógicos (papel, reglas, compás y lápiz). Creo que es necesario el uso de estas nuevas tecnologías que tenemos a nuestra disposición para atender a las necesidades actuales de la sociedad que demanda a unos individuos con conocimientos de las TIC y con capacidades digitales altas.

Como conclusión, decir que creemos que el alumnado debe de conocer las diferentes operaciones y formas de creación que podemos encontrar en los programas de modelado 3D. De esta forma ampliamos el abanico de actuación a la hora de resolver problemas de geometría tridimensional, no enseñamos como resolver un ejercicio con un programa concreto, es más efectivo dar las herramientas para poder resolverlo con cualquier programa que tengan a su disposición.

8. Bibliografía

Bailey M. y Law C., (2013). A Summer Blender Camp: Modeling, Rendering, and Animation for High School Students . IEEE Computer Graphics and Applications.

Bourdakis V. y Chronaki A., (2010). Control technology as a means for designing virtual interactive space: what could be learned from blender use in architectural education?.

Brozina, C., y Sharma, A. (2017, agosto). Workshop: Implementing Cloud Collaboration using Fusion 360 into a FirstYear Engineering Design Course.

Chiarani M., Aguirre J., Viano H., (2019). Prácticas Educativas Abiertas: Abriendo Caminos. (1ª ed). San Luis: Nueva Editorial Universitaria

Del Caño A., De la Cruz Mª P. y Solano L., (2007).Diseño, ingeniería, fabricación y ejecución asistidos por ordenador en la construcción: evolución y desafíos a futuro. Instituto de Ciencias de la Construcción Eduardo Torroja.

Gardner, H. (2003). Inteligencias múltiples: La teoría en la práctica (7º ed.). Barcelona: Ediciones PAidós

Gobierno de Canarias, (15 Julio de 2016). Boletín oficial de Canarias nº. 136. Comunidad Autónoma de Canarias.

Huertas A. y Pantoja A., (2016). Efectos de un programa educativo basado en el uso de las TIC sobre el rendimiento académico y la motivación del alumnado en la asignatura de Tecnología de Educación Secundaria. Educación XX1, 19(2), 229-250, doi: 10.5944/educXX1.1 6464

Jorquera Ortega, A. (2016). Fabricación digital: Introducción al modelado e impresión 3D. Ministerio de Educación de España

New Media consortium, (2017). NMC Informe Horizon : 2017 Higer Education Edition.

Parra, A., Allan, M. y Martins, A., (2019). Una experiencia interdisciplinaria con el uso de diseño en 3D y Realidad Aumentada. Argentina: Facultad de Informática de la Universidad Nacional del Comahue.

Paz, R. C., Fernández, I. B., y Vale, R. M. (2019). Lentes para ciegos: Premio Desafío Programación, categoría STEM iniciación 2018, nos Desafío STEM: programación, robótica e impresión 3D da Consellería de Educación, Universidade e Formación Profesional. Eduga: revista galega do ensino.

Piaget, J. (1978). Adaptación vital y psicología de la inteligencia. México: Siglo XXI.

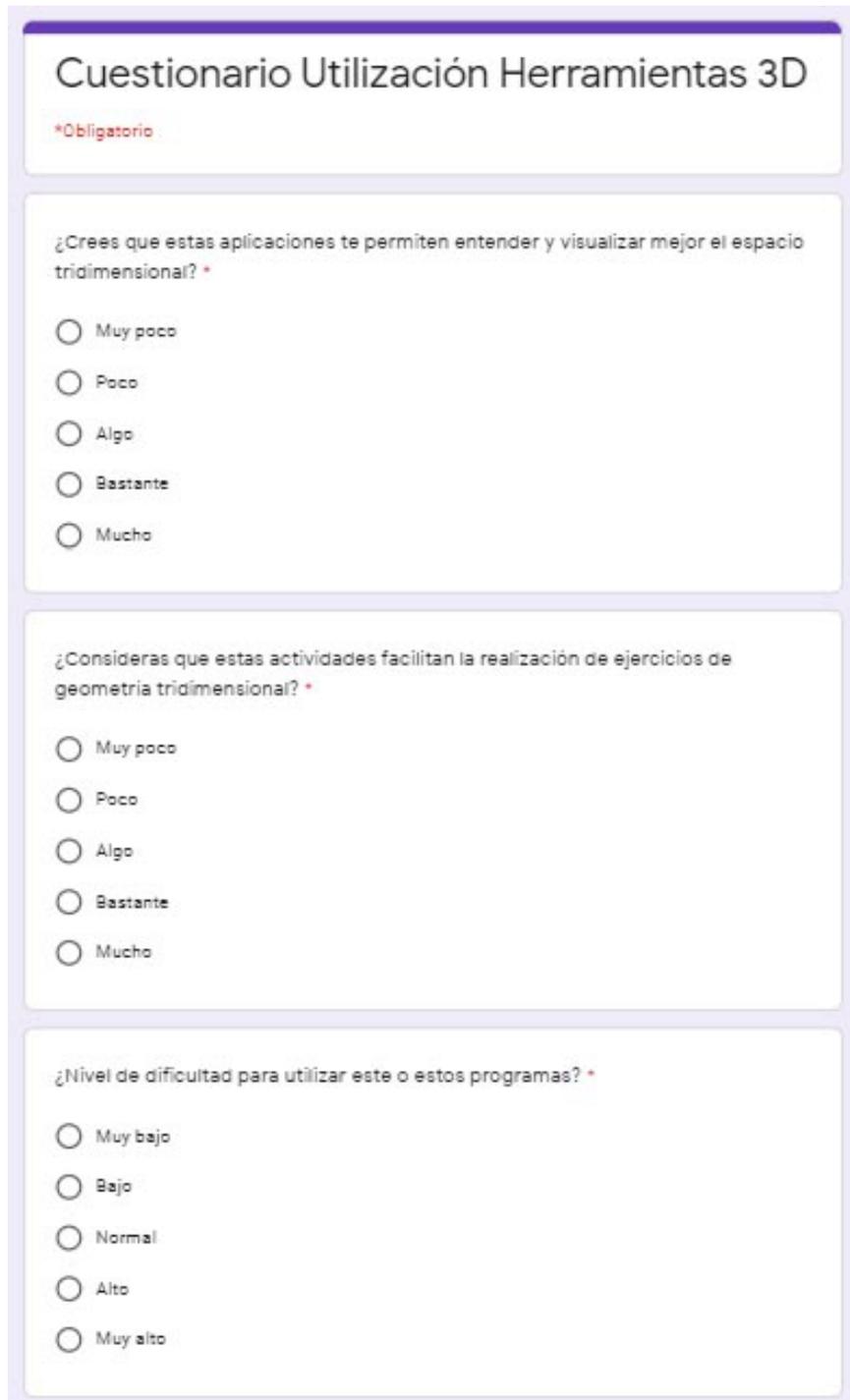
Ramas Arauz, F. (2015). TIC en Educación: Escenarios y experiencias. España: Ediciones Díaz de Santos

Saorín, J. L., de la Torre-Cantero, J., Melián Díaz, D., & López-Chao, V. (2019). Cloud-Based Collaborative 3D Modeling to Train Engineers for the Industry 4.0. Applied Sciences, 9(21), 4559.

Toptas V., Çelik S. y Karaka E., (2012). Improving 8th grades spatial thinking abilities through a 3d modeling program. TOJET: The Turkish Online Journal of Educational Technology

9. Anexos

Anexo 1. Cuestionario.



Cuestionario Utilización Herramientas 3D

*Obligatorio

¿Crees que estas aplicaciones te permiten entender y visualizar mejor el espacio tridimensional? *

Muy poco

Poco

Algo

Bastante

Mucho

¿Consideras que estas actividades facilitan la realización de ejercicios de geometría tridimensional? *

Muy poco

Poco

Algo

Bastante

Mucho

¿Nivel de dificultad para utilizar este o estos programas? *

Muy bajo

Bajo

Normal

Alto

Muy alto

Figura 29. Cuestionario post actividades de Google Formularios.
Elaboración propia.

¿Utilizas con frecuencia programas de modelado 3D? *

Nunca

Casi nunca

A veces

Casi siempre

Siempre

¿Crees que el modelado 3D puede llegar a ser útil en tu futuro profesional? *

No

Sí

No lo se

¿Crees que el uso de herramientas y aplicaciones 3D puede ser útil para el aprendizaje en las aulas? *

Sí

No

No lo se

¿Te gustaría seguir aprendiendo a modelar en 3D? *

Sí

No

Me es indiferente

¿Has utilizado algún otro programa de modelado 3D aparte de "TINKERCAD"? *

No

Otro: _____

Figura 30. Cuestionario post actividades de Google Formularios.
Elaboración propia.

Anexo 2. Recursos de actividades.

Repaso de P.Isométrica y utilización herramientas de impresión 3D.

Buenos días. Les marco la que va a ser la última de las actividades a realizar este curso. Vamos a hacer un repaso de los contenidos que hemos ido viendo durante el mismo. Se trabajará principalmente la perspectiva isométrica y la utilización de herramientas de diseño e impresión 3D. Son actividades rápidas y sencillas de repaso de contenidos que habrá que realizar de manera manual y digitalmente.

En esta tarea vamos a realizar dos actividades:

Primero realizaremos el isométrico de varias figuras de las cuales se les proporcionará el alzado, la planta y el perfil. Esto lo pueden realizar de las siguientes formas.

De manera manual imprimiendo la plantilla y trabajando en ella, o copiando esta en otra hoja y subiéndola una fotografía.

De manera digital, a través de Adobe Draw realizando los isométricos y entregando las capturas correspondientes.

En la segunda actividad realizaremos un modelo 3D con la app "TINKERCAD" de una de las figuras a elección propia. Las medidas son tomadas directamente del dibujo de isometría, teniendo en cuenta que cada cuadrado de esta cuadrícula mide 1 x 1 cm.

Entregamos esta tarea en un documento de google en el que se encuentren ambas actividades.

Archivos adjuntos

-  Repaso P.Isometría y y utilización de herramientas de impresión 3D
-  Plantilla isométrico

Figura 31. Imagen de actividad lanzada al alumnado de 3º de ESO a través de Google Classroom. Elaboración propia.

Repaso diseño objetos 3D. Utilización de elementos básicos.

Buenos días. Les marco ya la que va a ser la última de las actividades a realizar de este curso. Vamos a hacer un repaso de los contenidos que hemos ido viendo durante el mismo. Se trabajarán principalmente elementos geométricos ya vistos y la utilización de herramientas de diseño e impresión 3D. Son actividades sencillas y rápidas de repaso de contenidos que habrá que realizar de manera manual y digitalmente.

Tarea: Portalápices con figuras geométricas tridimensionales

En esta tarea vamos a realizar un lapicero compuesto por figuras geométricas tridimensionales. Podrán usar a libre elección tanto poliedros de caras planas (cubos, prismas, pirámides) como poliedros de superficies curvas (cilindros, conos, esferas). Deben de utilizar mínimo dos figuras de cada bloque. Asimismo para la construcción del portalápices se pueden añadir estas figuras geométricas en positivo, añadiendo volumen, como en negativo eliminándolo.

Vamos a realizar para esta tarea dos actividades:

La primera actividad es el diseño del lapicero y la realización de un boceto sobre el mismo, que puede realizarse tanto a mano como de forma digital. Donde además deberán especificar cada elemento usado para la creación del lapicero. (ejemplo anexo)

En la segunda actividad deberíamos de realizar este diseño digitalmente en 3d mediante la app "TINKERCAD".

Entregamos en esta tarea un documento de google en el que se encuentren las imágenes del boceto, tres o cuatro imágenes del proceso de realización en 3D y una o varias fotos del resultado final. Para ello les pongo un documento anexo.

Archivos adjuntos



Repaso diseño objetos 3D. Utilización de elementos básicos.



4 jun 2020 8:59

Figura 32. Imágen de actividad lanzada al alumnado de 4º de ESO a travez de Google Clasroom. Elaboración propia.

Anexo 3. Ejemplo de actividad de diseño completa.

A continuación se muestra el ejemplo de un alumno que resolvió el ejercicio del diseño propio y documentó todo el proceso de modelado.

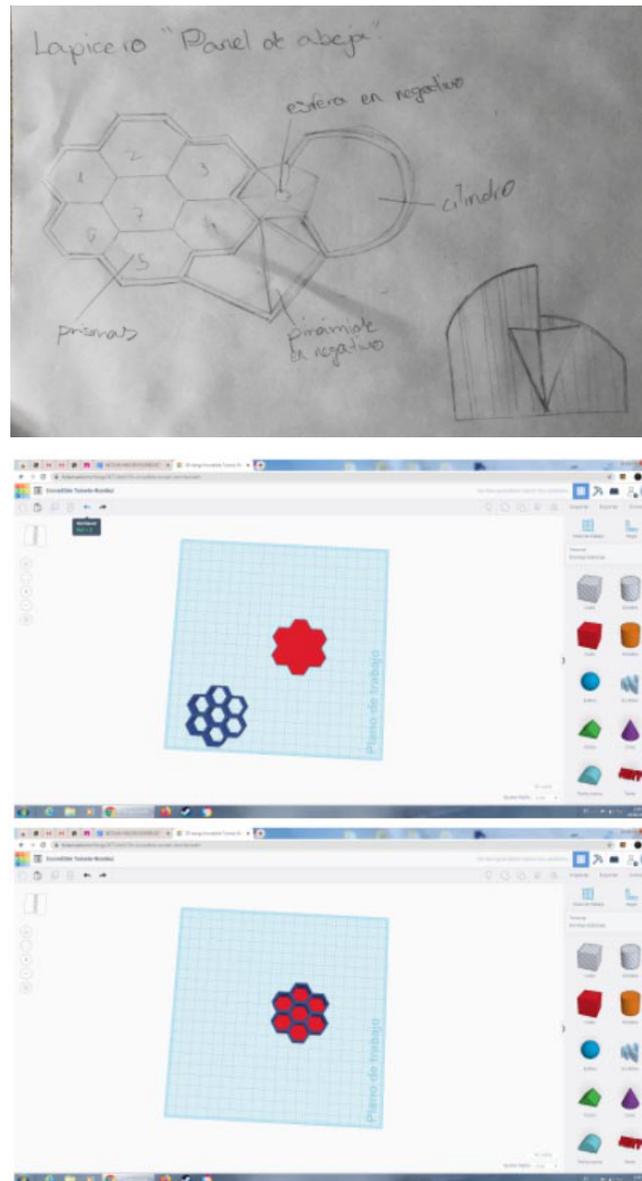


Figura 33. Proceso de creación de un alumno, actividad de diseño propio.
Captura de pantalla de Tinkercad.

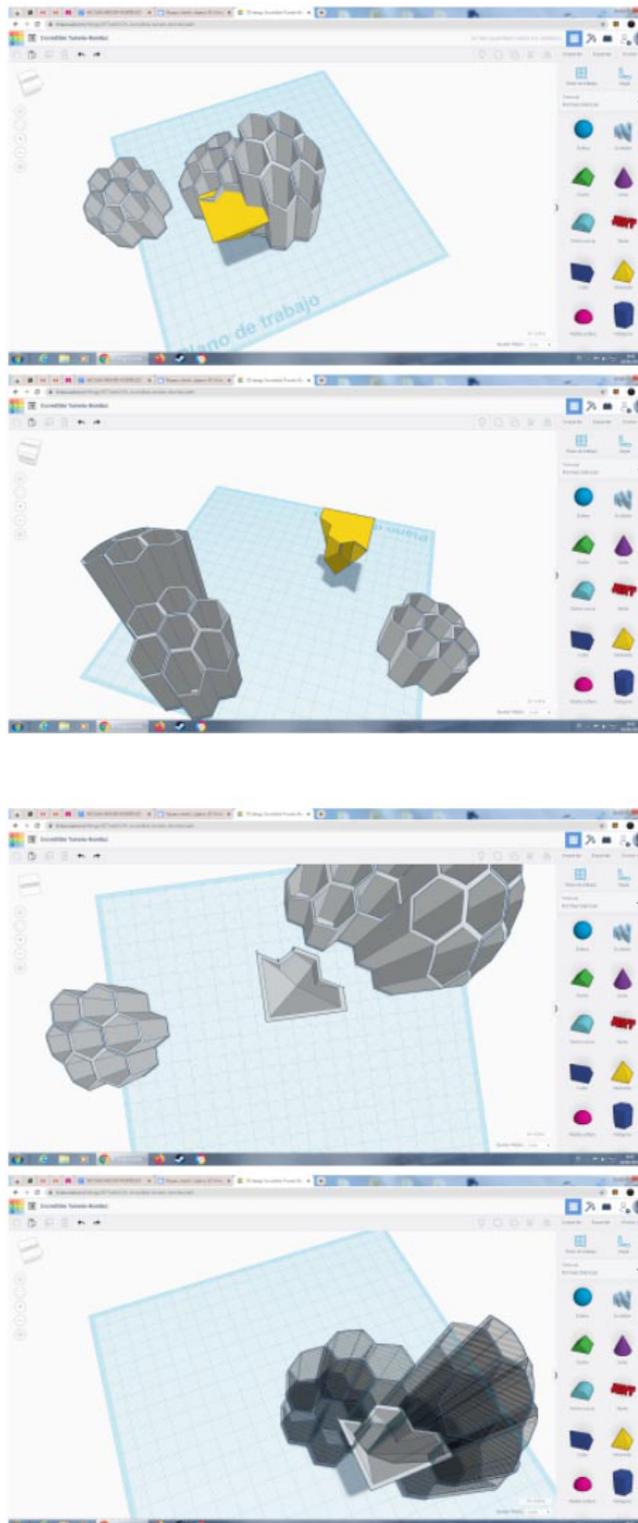


Figura 34. Proceso de creación de un alumno, actividad de diseño propio.
Captura de pantalla de Tinkercad.

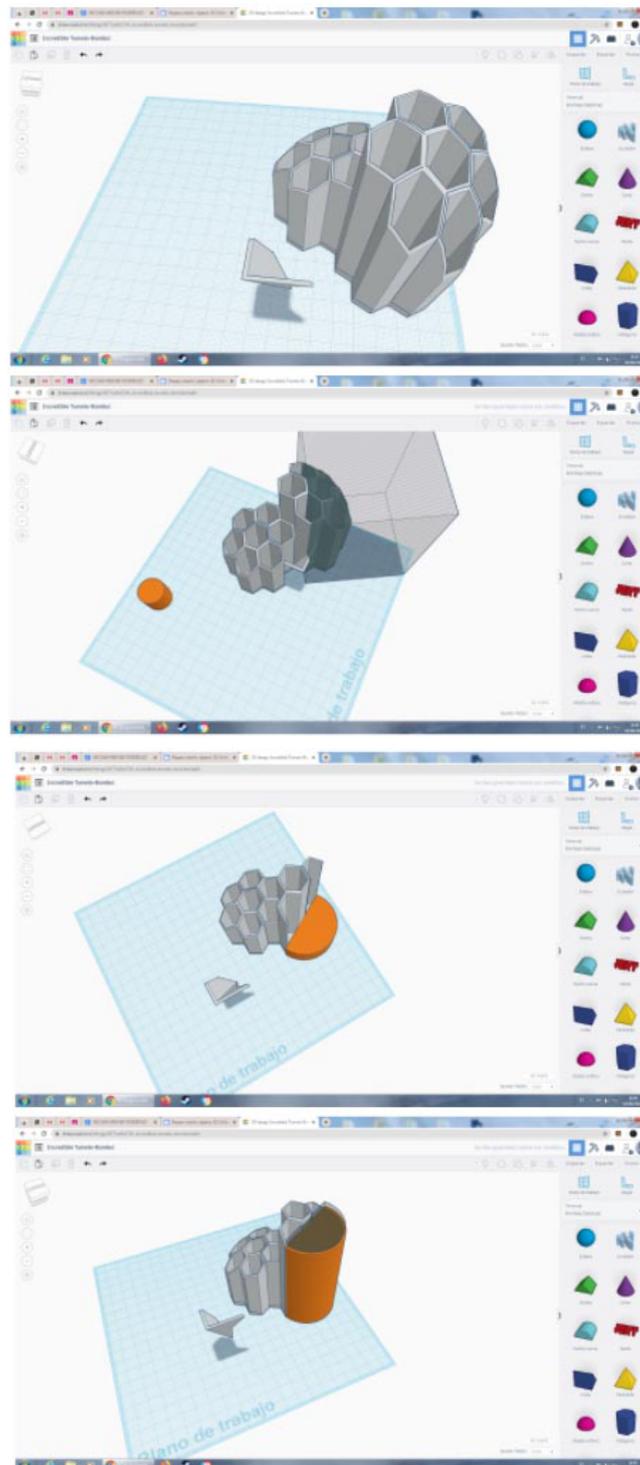


Figura 35. Proceso de creación de un alumno, actividad de diseño propio.
Captura de pantalla de Tinkercad.

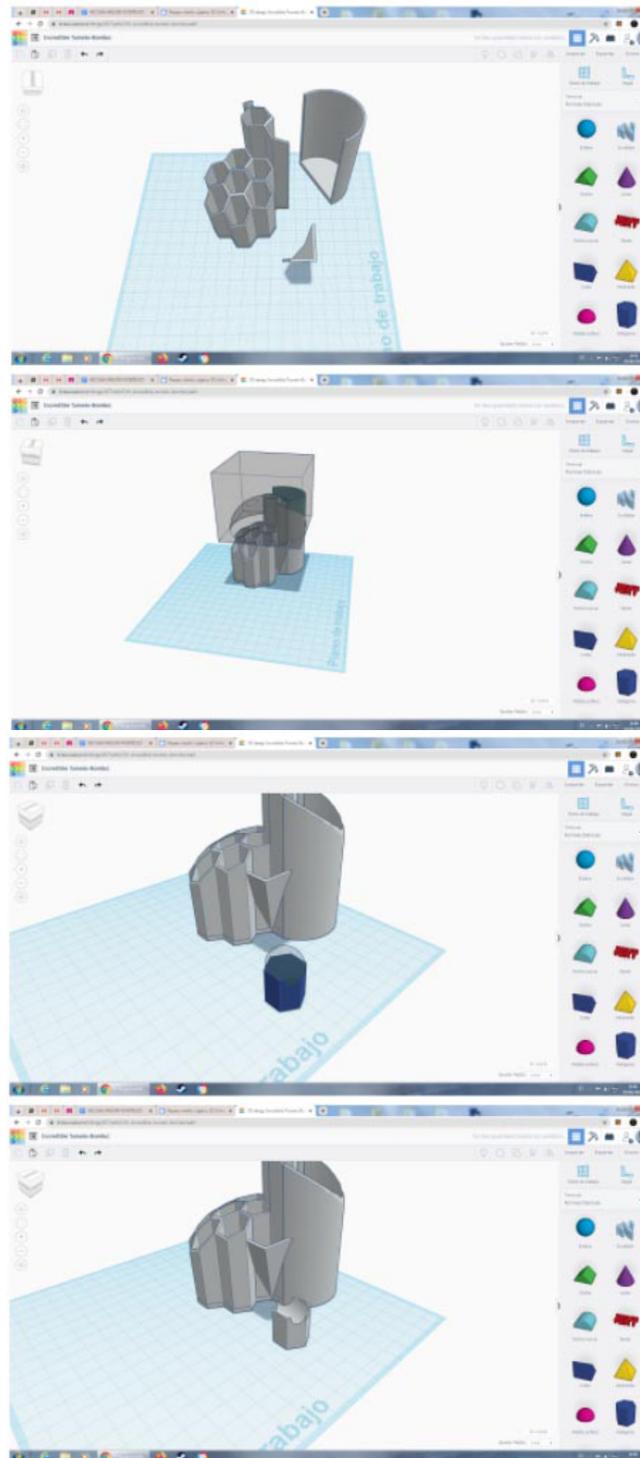


Figura 36. Proceso de creación de un alumno, actividad de diseño propio.
Captura de pantalla de Tinkercad.

Anexo 4. Pruebas en Fusion 360 de modelado de objetos.



Figura 37. Renderizado de pruebas de modelado de objetos cotidianos con Fusion 360.
Elaboración propia.

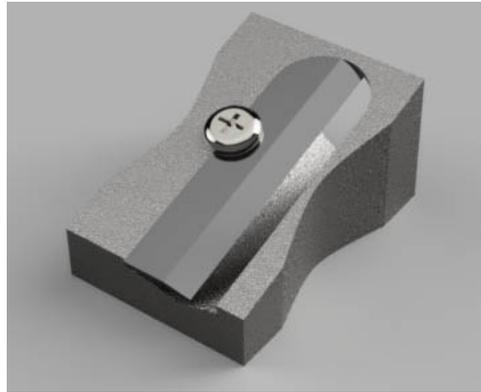


Figura 38. Renderizado de pruebas de modelado de objetos cotidianos con Fusion 360.
Elaboración propia.

