

**Universidad Internacional de La Rioja  
Facultad de Educación**

**IMPRESIÓN EN 3D  
PARA LA ENSEÑANZA  
DE LA GEOMETRÍA  
EN 5º DE PRIMARIA.**

**Trabajo fin de grado presentado  
por:**

ANA MARIA MORENO GARCIA.

**Titulación:**

MAESTRO EN EDUCACIÓN PRIMARIA.

**Línea de investigación:**

PROPUESTA DE INTERVENCIÓN.

**Director/a:**

LARA ORCOS.

Jumilla(Murcia)  
29/01/2016.  
Ana María Moreno García.

## RESUMEN

El presente trabajo tiene la finalidad de estudiar las posibilidades del uso de nuevas herramientas de diseño como son las impresoras en 3D como apoyo a la comprensión de la geometría, así como para la realización de actividades conjuntas que permitan una educación transversal entre las diferentes áreas. Y poder mostrar la teoría que se explica en el aula de una forma real y práctica usando el programa Tinkercad.

La impresión en 3D es una metodología innovadora que responde a las necesidades del alumnado de la sociedad actual, desarrollando su creatividad, su autonomía y en la que el alumno participa de manera activa y en grupos cooperativos para promover el aprendizaje significativo a fin de fomentar buenas prácticas del uso de las Tic en el alumnado.

Por este motivo, a través de las impresoras 3D tratamos conseguir alumnos íntegros y capaces de crear su propio proyecto de vida.

**Palabras clave:** impresión 3D, grupos cooperativos, geometría, educación transversal, autonomía.

Moreno García, Ana María

*“Dime y lo olvido, enséñame y lo recuerdo, involúcrame y lo aprendo”*

Benjamin Franklin

## ÍNDICE

1. INTRODUCCIÓN DEL TRABAJO.....	5
2. OBJETIVOS .....	6
2.1. OBJETIVOS GENERALES.....	6
2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	6
3. MARCO TEÓRICO .....	7
3.1. IMPRESIÓN 3D Y TERMINOLOGÍA EMPLEADA.....	7
3.2. EVOLUCIÓN DE LA IMPRESIÓN 3D .....	9
3.3. FUNCIONAMIENTO DE LA IMPRESORA 3D.....	10
3.4. MATERIALES UTILIZADOS POR LAS IMPRESORAS 3D .....	11
3.5. MÉTODOS DE IMPRESIÓN .....	12
3.6. IMPRESORAS 3D EN EL ÁMBITO EDUCATIVO .....	14
3.7. DESVENTAJAS DE LAS IMPRESORAS 3D .....	15
3.8. IMPORTANCIA DE LA GEOMETRÍA.....	17
3.9. DIFICULTADES HABITUALES DE LOS NIÑOS EN GEOMETRÍA .....	18
3.10. IMPRESIÓN 3D EN LA ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA.....	19
4. CONTEXTUALIZACIÓN.....	22
4.1. CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO .....	22
4.2. CARACTERÍSTICAS DEL ALUMNADO .....	23
5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA. IMPRESIÓN 3D PARA EL APRENDIZAJE DE LA GEOMETRÍA EN 5º DE PRIMARIA .....	24
5.1. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA .....	24
5.2. OBJETIVOS .....	28
5.2.1. OBJETIVO GENERAL.....	28
5.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	28
5.3. CONTENIDOS.....	29
5.4. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA.....	30
5.5. ACTIVIDADES .....	33

5.6. RECURSOS .....	36
5.7. TEMPORALIZACIÓN.....	37
5.8. EVALUACIÓN INICIAL, FORMATIVA Y FINAL .....	38
5.9. AUTOEVALUACIÓN.....	39
5.10. ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD.....	39
6. CONCLUSIONES.....	40
7. CONSIDERACIONES FINALES .....	41
8. BIBLIOGRAFÍA.....	43
9. ANEXOS.....	45

## ÍNDICE DE TABLAS

Tabla 1. Temporalización.....	<u>36</u>
Tabla 2. Modelo de posible prueba inicial. ....	<u>46</u>
Tabla 3. Modelo de posible prueba inicial. ....	<u>46</u>
Tabla 4. Ficha de evaluación de la propuesta docente .....	<u>47</u>

## ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1. Técnica de la litografía. ....	8
Figura 2. Filamento termoplástico.....	11
Figura 3. Comparación de ABS y PLA. ....	12
Figura 4. Educación geométrica.....	14
Figura 5. Cono de Apolonio usado para explicar las cónicas.. ....	20
Figura 6. Figuras geométricas realizadas mediante impresión 3D.. ....	26
Figura 7. Ejemplo de un monumento mediante el uso de la impresión 3D. ....	27
Figura 8. Ejemplo de una escultura griega mediante impresión 3D. ....	27
Figura 9. Ejemplos de partes del cuerpo humano mediante impresión 3D.....	28
Figura 10. Niños trabajando en el aula de informática.....	32
Figura 11. Niños debatiendo.....	34
Figura 12. Diseño de un cubo con el programa Tinkercad. Fuente: <i>Tinkercad</i> . ....	35
Figura 13. Exposición de los alumnos.....	36
Figura 15. Diseños realizados con Tinkercad. ....	46

## 1. INTRODUCCIÓN DEL TRABAJO

Cada vez las nuevas tecnologías están más presentes en las aulas, y entre ellas las impresoras en 3D son una de las grandes apuestas en los centros escolares, como apoyo en determinadas asignaturas gracias a la posibilidad de mostrar a los alumnos la teoría que se explica en el aula de una forma real y práctica y complementando así aquellos conceptos que resultan más difíciles de asimilar y entender por los alumnos.

El desarrollo de la tecnología de la impresión en 3D ha llevado a lo largo de los años una evolución importante. Esto en parte ha sido posible gracias al abaratamiento de las impresoras debido a la bajada de precios de los materiales de impresión, y sobre todo gracias a la implantación de software y hardware libres; por lo que las impresoras 3D comienzan a introducirse en el entorno escolar.

De hecho, el informe Horizon (2013), documento elaborado por el NMC (New Media Consortium) primera edición del NMC Horizon Report:K-12 Edition.(2009) hace referencia a que en un plazo aproximado de 4 a 5 años las impresoras 3D estarán presentes en las aulas, dando así lugar a nuevas posibilidades educativas.

Este hecho puede hacer que los alumnos sean personas más autónomas al ser ellos los propios protagonistas de su proceso enseñanza-aprendizaje, dándoles así la oportunidad de la manipulación de objetos y de su propia creación y montaje, de esta manera utilizan una metodología de trabajo cooperativo y en equipo, aumentando la motivación por parte de los alumnos y su interés, entre otros muchos más beneficios.

A pesar de todos estos beneficios, las impresoras en 3D se encuentran en pocos centros, entre ellos países como Estados Unidos son pioneros y apuestan por su uso en los Centros Escolares. Su bajo nivel de implantación en el aula se debe principalmente a la poca formación y desconocimiento que existe hoy en día entre los docentes, más que por los costes que esto le supone al Centro.

La impresión en 3D facilitará la labor del docente al convertir la educación en un proceso mucho más divertido, motivador, dinámico, creativo, gratificante, etc. que ayudará al desarrollo autónomo del niño/a y le permitirá desarrollar sus capacidades y habilidades.

El alumno/a realiza un trabajo cooperativo que le ayudará a construir de manera efectiva estructuras adecuadas para aprender el manejo de software y la utilidad y aplicabilidad de las impresoras en 3D, la cual le permitirá desarrollar ciertas competencias

tales como: competencia matemática y competencias básicas en ciencia y tecnología, competencia de aprender a aprender, competencia lingüística, competencia digital y competencia de sentido de iniciativa y espíritu emprendedor.

Por todo ello, en este trabajo elaboraremos una propuesta de intervención educativa a través de una Unidad Didáctica en la que trataremos de realizar un recorrido por todo lo referente a las impresoras en 3D, para poder posteriormente introducirlo en el entorno educativo.

La presencia de cada vez más compañías trabajando en el desarrollo de esta tecnología ha permitido que en los últimos años se haya producido un constante descenso en los costes de las máquinas, lo cual ha facilitado el acceso de cualquier usuario a esta tecnología y no sólo eso, también ha motivado que se empiece a trabajar con impresoras 3D en áreas totalmente ajenas a la industria, como por ejemplo los entornos educativos.

Nos basaremos en una metodología operativa y participativa, procurando que el alumno actúe activamente y sea protagonista de su propio aprendizaje, a través de su propia experiencia. Pretendiendo motivar partiendo de lo creativo, del conocimiento del entorno y de sus experiencias e intereses. Ocupando nuestro lugar como facilitador del aprendizaje, mediando entre los conocimientos que el alumno posee y los que se pretenden que adquieran, ya que va a permitir al alumno/a explorar y manipular los objetos que se construirán con la ayuda de la impresión 3D, haciéndoles llegar de una manera significativa aquellos conceptos que les resulten más difíciles de entender y con la que lo llevaremos a cabo a través de un programa específico llamado Tinkercad, con la finalidad de crear en las aulas a futuros “Pequeños Arquitectos”

## **2. OBJETIVOS**

### **2.1. OBJETIVOS GENERALES**

1.- Elaborar una propuesta de intervención educativa en la que se llevará a cabo una nueva metodología para enseñar Geometría, basada en la aplicación del Software Tinkercad como herramienta didáctica y la impresión en 3D en los alumnos/as de 5º de Educación Primaria.

### **2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

Los objetivos específicos a alcanzar en este proyecto son:

1.- Hacer una búsqueda bibliográfica sobre la evolución de las impresoras 3D.

- 2.- Hacer una búsqueda bibliográfica sobre el funcionamiento de las impresoras en 3D.
- 3.- Manejar el Software Thinkercad para el aprendizaje de diseños en 3D.
- 4.- Hacer una búsqueda bibliográfica sobre el uso de la impresora 3D en los centros educativos.
- 5.- Elaborar una propuesta de proyecto educativo para el aprendizaje de la geometría a través de la ayuda de la impresión en 3D.
- 6.- Elaborar actividades de geometría con material manipulativo en 3D que hagan más atractivo el aprendizaje matemático relacionado con la geometría.
- 7.- Elaborar un sistema de evaluación acorde con los requerimientos del proyecto que permita abordar los objetivos planteados.
- 8.- Hacer una autorreflexión sobre lo que el TFG ha supuesto para el compendio de los estudios de grado.

### **3. MARCO TEÓRICO**

#### **3.1. IMPRESIÓN 3D Y TERMINOLOGÍA EMPLEADA**

La impresora 3D nos permite dar forma física a un diseño virtual en tres dimensiones. Pero se hace necesario conocer antes algunos términos, entre ellos la “litografía”, que fue creada en el año 1796, por el inventor y músico alemán Johann Aloys Senefelder, en el que sobre una piedra porosa el artista trazaba con lápices o tintas grasas la imagen que quería reproducir y espolvoreaba talcos sobre ella, los poros de la piedra absorbían la materia grasa con la que se había realizado el dibujo. Esta preparación compuesta por agua, goma arábiga y ácido se fijaban sobre las zonas grasas que rechazaban el agua, este es el fundamento de cualquier procedimiento litográfico, el antagonismo entre el agua y la grasa.

Cuando el preparado había secado un disolvente eliminaba los restos y solo dejaba al descubierto la imagen primitiva, la fijación podía reforzarse con una o varias capas de grasa, como el betún y de esta forma la plancha ya estaba preparada para el entintado.

Sobre la parte plana de la piedra la tinta solo se fijaba sobre las partes grasas, las partes que estaban exentas de ella, las que no tenían dibujo rechazaban la tinta.





Figura 1. Técnica de la litografía. Fuente: Definición ABC. Recuperado el 26 de Diciembre. <http://www.definicionabc.com/general/litografia.php>.

Esta técnica fue la más utilizada en la reproducción masiva de imágenes durante el siglo XIX. (“The History of Lithography”). La importancia de este término se hace necesario ya que la tecnología de impresión en 3D que conocemos hoy en día fue popular por primera vez como estereolitografía y desarrollada durante años posteriores.

El proceso de la impresión 3D es gracias a las evoluciones que se han llevado a cabo durante las últimas décadas y gracias a los avances de las tecnologías, entre ellas se encuentra la sinterización, la cual debía ser mejorada

La sinterización es uno de los métodos de fabricación más antiguos de metales y materiales cerámicos, este término designa los cambios geométricos que se producen cuando un conjunto de partículas finas, confinadas en un molde o no, se unen por acción del calor, sin que sea necesario la fundición de ninguno de sus componente con la finalidad de aumentar su resistencia, es decir, creación de objetos sólidos a partir de materiales en polvo, a través del empleo de diferentes técnicas tales como el calentamiento, corriente eléctrica, entre otros.

El avance de la sinterización fue gracias al ingeniero británico A.G. Bloxam, en 1906, quien creó, partiendo de polvo, un material uniforme empleando corriente continua en el vacío y cuya finalidad era intentar mejorar la producción a escala industrial de filamentos para lámparas incandescentes (Grasso, 2009).

La sinterización continuó evolucionando, hasta llegar a una mayor pureza de los metales y a un incremento en la consistencia que los hacían más fáciles de manipular y trabajar con ellos.

Se utiliza también en la cerámica como parte del proceso de cocción, ya que contribuía a reducir la porosidad del material, especialmente en cerámicas que se

encogen cuando se calientan. También los plásticos pueden ser sinterizados ("History of Sintering").

Otros términos que se hacen necesario definir los siguientes términos:

**Hardware.** Según el diccionario de la Real Academia Española (2014) "conjunto de aparatos de una computadora"

**Software.** Según el diccionario de la Real Academia Española (2014) "conjunto de programas, instrucciones y reglas informáticas para ejecutar ciertas tareas en una computadora".

**Diseño 3D.** Según la Real Academia Española (2014) "forma de un objeto de diseño"  
El usuario puede obtener una previsualización realista del producto en 3D.

### 3.2. EVOLUCIÓN DE LA IMPRESIÓN 3D

Recorriendo la historia sobre las impresoras en 3D, nos remontamos al año 1986, donde el estadounidense Charles Hull, inventa el método de la estereolitografía (SLA o SL) que consistía en la realización de objetos sólidos a través de un proceso de fabricación por adición que empleaba resina que curaba mediante una luz ultravioleta en un tanque y un láser ultravioleta dibujaba el objeto en la superficie líquida, capa a capa.

Tras obtener la patente, en 1986 crea 3DSystems, empresa líder que permitió su utilización a nivel industrial.

En 1988, Scott Crump desarrolló la técnica FDM (modelado por deposición fundida) en la que creaba objetos en 3D a través de la superposición de capas de material fundido que con posterioridad solidificaba con la forma deseada.

Además tenía una visión amplia para ofrecer a ingenieros la facilidad de crear objetos físicos desde un archivo (CAD) que era un programa de diseño asistido por ordenador, desarrollada por primera vez en 1963.

Y fue en 1992, cuando Scott Crump creó la primera impresora tridimensional operacional con la que lanzó la compañía Stratasys, permitiéndole una mayor difusión de impresión 3D a unos costes más bajos y ofreciendo la oportunidad de tener acceso a esta tecnología para fines propios tanto a pequeños usuarios como a talleres no industriales. Seguidamente aparece la Selective Laser Sintering (SLS) o impresión por sinterización selectiva por láser.

Durante la década de los 90 fueron dos jóvenes estudiantes del Instituto Tecnológico de Massachusetts (MIT) quienes patentaron la técnica reimpresión

tridimensional y fundaron su propia empresa, Z Corporation (1995). Y es a partir de ahí donde la impresión 3D comenzó a considerarse como una revolución en el mercado doméstico a través del proyecto RepRap, que consistía en desarrollar y acercar esta tecnología al mayor número posible de personas a todo el mundo.

Comunidad Maker, fue un hito en la impresión 3D (1986), surgió como proyecto Open-source y a través de una comunidad de usuarios muy fuerte (makers) surgió una impresora que nacía con el objetivo de poder ser ensamblada por cualquier persona con unas habilidades técnicas mínimas y no solo para poder autoreplicarse a sí misma. Este hecho constituye la entrada del Open-source en la historia de la impresión 3D y un cambio hacia la normalización del mercado. Surgieron comunidades las cuales intercambiaban ideas y diseños para las impresoras 3D, destacando entre ellas “Thingiverse”, una herramienta gratuita para modelar en 3D, es de sencillo manejo y muy intuitiva y divertida, por lo tanto es estupenda para aquellos que aún no teniendo muchos conocimientos o ninguno en cuanto a modelado 3D puedan crear sus propias creaciones para posteriormente imprimir en una impresora 3D.

### **3.3. FUNCIONAMIENTO DE LA IMPRESORA 3D**

Lo primero que hay que entender acerca de la impresión 3D es que los planos se llevan a cabo en el ordenador a través de archivos .CAD (diseño asistido por ordenador). También existe un software especial de animación y diseño que sirve para crear este tipo de diseños que en última instancia son impresos de forma tridimensional. Dependiendo del software y el material que se utiliza, cada impresora tendrá sus partes digitales y mecánicas especialmente diseñadas para poder trasladar desde el ordenador hasta la impresión física un producto específico.

Los prototipos que surgen a partir de una impresora 3D se imprimen capa por capa, desde abajo hacia arriba. La impresora utiliza una capa de plástico en polvo y la máquina la compacta en la zona específica que el ordenador indica. Este mismo proceso se repite una y otra vez hasta que la pieza queda constituida.

Las impresoras tridimensionales más utilizadas en la actualidad convierten archivos .CAD (los primeros que los estudiantes del MIT (Massachusetts Institute of Technology) desearon visualizar en el mundo físico y que motivaron la creación de la impresión 3D) en .STL (STereo Lithography) o .VRML (Virtual Reality Modeling Language). (El primero es una versión monocromo y el segundo es una versión a color). Cualquiera de estos dos archivos será impreso en 3D con el procedimiento de compactación capa por capa.

Otro tipo de impresoras utilizan plásticos como material para las impresiones. En estos casos los filamentos plásticos se derriten dentro de la impresora para poder ser moldeados y crean, nuevamente capa por capa, las piezas en cuestión. La impresión 3D, sin importar el material utilizado, requiere software muy específico que le indique a la impresora la velocidad, la resolución y el tamaño que deseamos para cada una de las piezas.

### 3.4. MATERIALES UTILIZADOS POR LAS IMPRESORAS 3D

Los materiales con los que actualmente se imprimen son variados y por tanto van a influir en el coste de las impresoras.

Existen gran variedad de materiales así como de impresoras, pero las más habituales trabajan principalmente con dos tipos de materiales plásticos: ABS (Acrilonitrilo Butadien Estireno), y PLA (Ácido poliláctico).

Los materiales termoplásticos como el PLA son más económicos que los materiales ABS, que trabajan con metal, fotopolímeros o resina líquida, estando estas últimas prohibidas para aquellos entornos que no sean industriales.

Ambos plásticos se presentan en rollos de filamentos de diversos grosores, longitudes y colores.



Figura 2. Filamento termoplástico. Fuente: Freekiland3. Recuperado el 20 de Diciembre. <http://www.freekiland3d.com/materiales>.

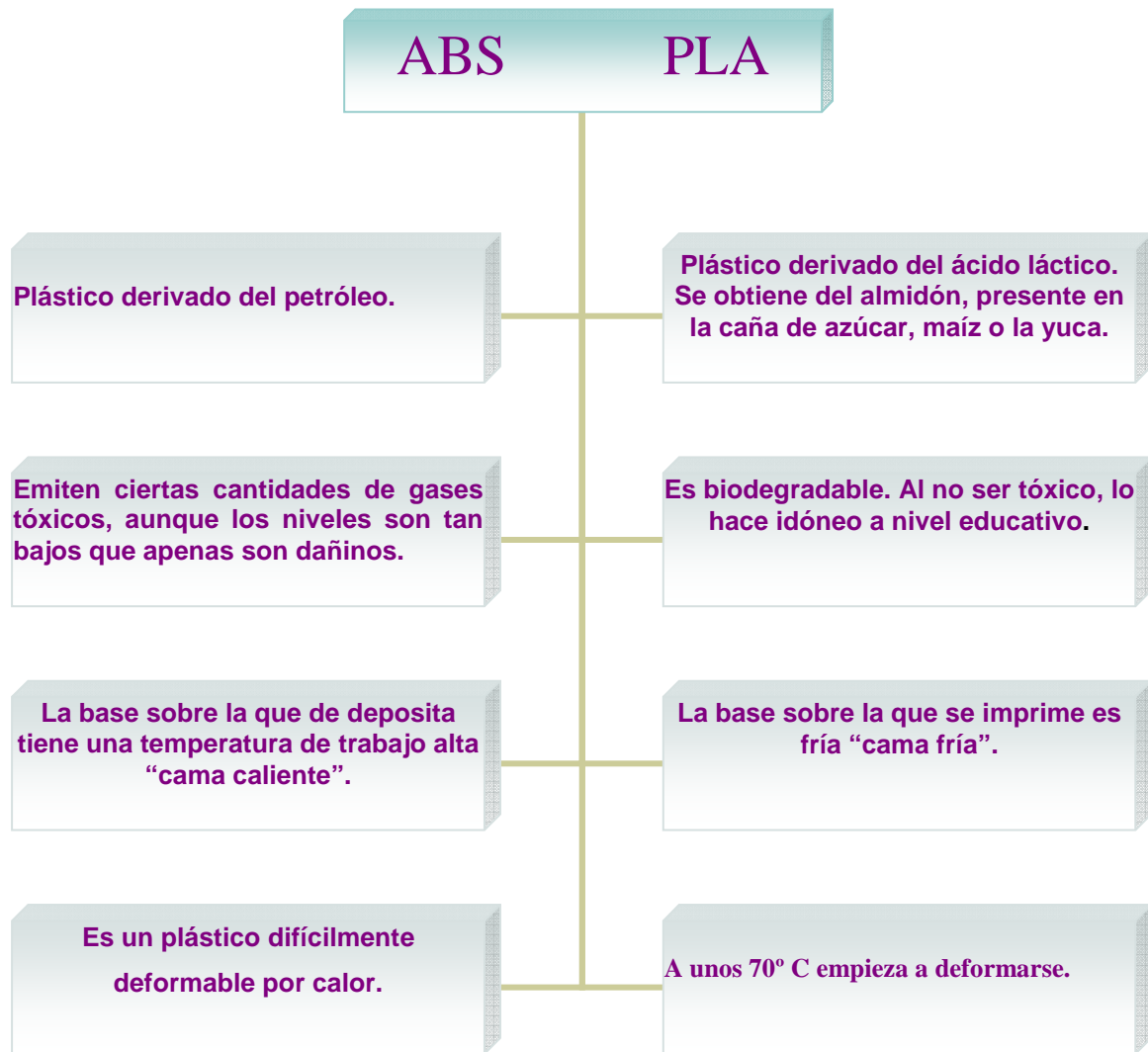


Figura 3. Comparación de ABS y PLA. Fuente: elaboración propia

### 3.5. MÉTODOS DE IMPRESIÓN

Existen varios métodos de impresión 3D que se están utilizando con regularidad en el mercado actual. Por un lado está la impresión por inyección, el método en el cual la impresora crea el modelo capa por capa a través del esparcimiento de una de las capas de la sección del producto a imprimir. Este procedimiento se repite hasta que todas las capas están listas y tiene la ventaja de ser el único que permite prototipos a todo color y con diversos planos.

Otra forma de imprimir en 3 dimensiones es mediante el modelado por deposición de fundente. Aquí lo que se hace es fundir el polímero que se utilizara para imprimir, y

luego depositarlo sobre una base de soporte para crear capa por capa el prototipo en cuestión. En este tipo de impresión se utilizan metales para síntesis mediante láser o resinas sintéticas que se pueden sintetizar con luz LED.

La impresión 3D mediante fotopolimerización tiene 3 variantes muy utilizadas en la actualidad. Por un lado está la estereolitografía que se basa en el uso de resinas líquidas fotopoliméricas que, al entrar en contacto con luz láser ultravioleta, se solidifican. Así se pueden crear distintas capas de resina que se van superponiendo para darle la forma al prototipo que estamos diseñando.

Otra variante es la fotopolimerización por luz ultravioleta. Aquí se expone un recipiente con el polímero líquido a un proyector DLP. El polímero se endurece y la placa de montaje empieza a moverse hacia abajo, de forma milimétrica, para que el polímero vaya siendo expuesto a la luz nuevamente en porciones específicas. De esta manera se va moldeando el prototipo, y el polímero líquido restante se extrae del recipiente quedando únicamente el modelo definitivo.

Por último encontramos la fotopolimerización (Ali Tehfe et al, 2013) mediante absorción de fotones. Este proceso de fabricación 3D se utiliza principalmente para obtener modelos con detalles minúsculos. El objeto en 3D que vamos a crear se traza en un bloque de gel mediante un láser. Posteriormente el gel es curado y se solidifica únicamente en las zonas donde se enfoca el láser gracias a la fotoexcitación. Una vez que termina el trabajo con el láser sobre el gel, se lava y obtenemos una pieza específicamente diseñada de acuerdo al modelado que llevamos a cabo en el ordenador. La técnica de fotopolimerización por absorción de fotones solamente permite piezas menores a los 100 milímetros, por esa razón se utiliza mucho en la creación de estructuras complejas, sean partes móviles o fijas de dispositivos, máquinas o productos.

El último método de impresión tridimensional, de reciente aplicación, utiliza hielo. Se trata de impresoras 3D que trabajan mediante el enfriamiento congelado de agua especialmente tratada. De esta manera se pueden producir impresiones 3D sobre hielo, aunque queda por ver si en el futuro este ahorro en materiales tiene fines prácticos.

Además de los diferentes materiales que se utilizan para la impresión 3D, también existen tipos de impresión específicos. Cada método tiene ventajas y dificultades, principalmente debido al tipo de material que utiliza, sea yeso, papel, aleaciones de metal, fotopolímeros, hielo o materiales comestibles.

Los tipos de impresión 3D que actualmente se conocen incluyen:

- Extrusión
- Hilado
- Laminado
- Fotoquímicos
- Granulado

Dependiendo el tipo de objetos que deseamos imprimir en 3D, hay una gran variedad de modelos de impresora para adquirir. Siempre dependerá del tipo de trabajo que deseemos hacer para la casa o para el estudio, ya que la impresión 3D es muy requerida actualmente por estudiantes y profesionales del diseño industrial.

### 3.6. IMPRESORAS 3D EN EL ÁMBITO EDUCATIVO

Lütolf (2014) habla en uno de sus trabajos acerca de la importancia y el avance de la tecnología de las impresoras 3D en el ámbito educativo. Con el avance de las impresoras de bajo coste se empiezan a generar una gran variedad de posibilidades educativas relacionadas con la creación de modelos físicos con los cuáles los propios alumnos puedan convertir la teoría en algo práctico y tangible.

Gracias a la impresión 3D los alumnos pueden manipular objetos que crean a partir de computadoras, llevando contenidos de matemáticas, diseño y geometría al mundo físico de forma sencilla. Lütolf (2014) no solamente menciona la matemática y la geometría, también menciona posibles aplicaciones relacionadas con materias como geografía (relieves), arte (diseño de objetos varios), ciencias (modelos de moléculas u órganos a escala) o música (diseños de instrumentos).



Figura 4. Educación geométrica. Fuente: cosas que se pueden hacer con una impresora. Recuperado el 25 de Noviembre.3D.<http://www.3ddominicana.com/2013/05/cosas-que-se-pueden-hacer-con-una.html>

El desafío está en preparar a los profesores para que puedan aplicar y enseñar a los propios estudiantes a divertirse y superar sus límites. Las impresiones 3D tienen como límite la imaginación de las personas, así que es lógico pensar que a medida que se vayan ocurriendo nuevas temáticas y diseños, se ampliarán las posibilidades de enseñanza y aprendizaje aprovechando las impresoras 3D.

A la hora de aprovechar la impresión 3D en el aula hay que pensar en conseguir los diseños de aquello que deseamos imprimir. Existen distintos sitios web desde donde se pueden descargar los diseños computarizados. Esto es fundamental ya que de lo contrario tendremos que diseñar en PC nosotros mismos lo que deseamos imprimir. Esto también puede ser útil, aunque requiere conocimientos más avanzados, propios de estudiantes universitarios de diseño, antes que de un estudiante de educación básica. El trabajo con impresoras 3D a través de proyectos es una excelente oportunidad para acercar a los estudiantes al mundo de la impresión 3D. Se trata de escoger algún eje temático relacionado con la materia y desde allí trabajar con objetos impresos mediante la tecnología de impresión 3D.

Es posible crear desde una ciudad hasta una orquesta con instrumentos. A partir de allí se pueden explicar temas muy variados, desde la forma en la que se conforman o interpretan determinados instrumentos musicales hasta el funcionamiento de negocios y los tipos de operaciones matemáticas que hay que realizar para llevar al día la contabilidad de un negocio.

Las aplicaciones que vaya a tener el producto tridimensional que imprimimos dependerán de nuestra imaginación e ingenio como docentes. Es muy importante romper las barreras y salirse de la comodidad de los métodos tradicionales, buscando así aprovechar una nueva tecnología que hace algunos años hubiera parecido imposible pero que hoy cada vez tiene manifestaciones más interesantes gracias al abaratamiento de costos en las impresoras 3D y al descubrimiento de nuevas tecnologías que permiten crear impresoras más accesibles.

### **3.7. DESVENTAJAS DE LAS IMPRESORAS 3D**

De todas formas, no todo es positivo. Gilpin (2014) hablaba en una nota sobre algunos de los peligros de la impresión 3D. En base a sus reflexiones, analizamos cómo podría afectar negativamente la impresión 3D en el aula y en la educación en general.

El consumo energético que requieren las impresoras 3D puede llevar a un importante aumento en el gasto escolar. En un momento donde el aporte estatal a la



educación está en plena discusión, se vuelve complejo analizar si el presupuesto anual podría habilitar el uso cotidiano de impresoras 3D.

Más allá de las ventajas que esto supone a nivel didáctico, no hay que olvidarse que el dinero es fundamental para el correcto funcionamiento escolar, el pago de salarios docentes y demás. Quizás a medida que se vuelvan más eficientes las impresoras 3D este problema sea el menos importante.

Otro factor peligroso que mencionaba Gilpin (2014) es el de los contaminantes. Los materiales más utilizados en la impresión 3D son los plásticos PLA y ABS. El primero es un poco menos contaminante, emitiendo 20 mil millones de micropartículas por minuto, y el segundo ya emite 200 mil millones de micropartículas. Estas partículas son especialmente peligrosas para personas que tienen problemas respiratorios. Por eso no se recomienda utilizar varias impresoras en simultáneo o en lugares cerrados. Esto puede generar inconvenientes dependiendo de la forma en la que se escoja trabajar en el aula. Quizás escoger proyectos por grupo para que no haya que hacer tantas impresiones 3D es más recomendable.

Por último, otra de las desventajas de la impresión 3D está relacionada con los alimentos. En las escuelas es habitual que los alumnos lleven alimentos para ingerir en el recreo. Sin embargo, la impresión 3D conlleva, además de las micropartículas, una posibilidad de contaminación. Si algún objeto impreso entra en contacto con un alimento, es posible que le transfiera alguna sustancia química. En este caso, el uso de impresoras 3D en el aula tiene que estar muy controlado para evitar accidentes.

Todavía hay muchos aspectos a tener en cuenta antes de permitir que los alumnos usen las impresoras 3D, pero se puede pensar en las ventajas que supone utilizar objetos impresos para ayudar en el proceso de aprendizaje. Al igual que con otras tecnologías que van llegando al aula, es importante analizar fríamente ventajas y desventajas. No se trata de aceptar una tecnología novedosa únicamente porque todos quieren usarla, y tampoco de frenar la llegada de nuevos mecanismos solamente por oponerse. Una mejor educación está al alcance de la mano si tenemos la suficiente inteligencia para aprovechar lo bueno de las innovaciones y lo utilizamos a nuestro favor.

En el caso de la impresión 3D, estamos hablando de ventajas en materia de diseños y herramientas que posibilitan un acceso diferente a la forma en la que nos acercamos a la materia, pudiendo incluso presentar diferentes figuras geométricas para que los alumnos puedan verlo y tocarlo, sin necesidad de ver una representación únicamente en un libro de texto.

### 3.8. IMPORTANCIA DE LA GEOMETRÍA

Una de las grandes preguntas que un profesor debe estar listo para responder, es acerca de la importancia de la materia que dicta. En el caso de la geometría, al igual que en la matemática, es importante dar una respuesta rápida y concreta porque muchos alumnos odian esas materias y las encuentran difíciles y aburridas.

En el ámbito escolar es muy habitual escuchar hablar sobre la importancia de las matemáticas. Son el instrumento básico para poder resolver operaciones contables de forma automática, nos ayudan en nuestro día a día, al comprar alimentos o intercambiar objetos. Ahora, esta ciencia formal tiene a su vez numerosas aplicaciones, y una de ellas abarca la ciencia de la geometría.

Originalmente la geometría nació a partir de la observación de las cualidades de la Tierra y el mundo que nos rodea. Su nombre identifica gran parte de la esencia de esta ciencia: estudia la forma de las cosas. Con la geometría podemos medir las características y cualidades de los objetos, adaptarlos al papel y visualizarlos de forma que podamos estudiarlos desde la teoría para luego construirlos en el mundo físico.

Platón, el famoso filósofo griego, fue uno de los hombres que más abogó por el estudio de la geometría. Él decía que la verdadera astronomía debía tratar sobre el movimiento geométrico de los astros, que debían estudiarse en el trasfondo de un cielo matemático ideal. A su vez sostenía que lo que veíamos era un reflejo imperfecto ya que la realidad pertenecía al mundo de las ideas innatas con las que nacíamos.

El universo, al ser una estructura geométrica, se puede medir. Y por eso Platón instaba a sus discípulos a construir modelos de ese mundo, a explicar el movimiento de los astros desde esa concepción. Es así que la geometría, desde Platón y hasta la Relatividad de Einstein en el siglo XX, se ha convertido en una de las ramas de las matemáticas más estudiadas y aplicadas para entender el mundo, su funcionamiento y la forma en la que los objetos se relacionan entre sí en el plano físico.

Además de Platón había otros filósofos y matemáticos trabajando sobre la materia. Pitágoras desarrolló una estructura de trabajo y pensamiento basada en la convicción de un mundo matemático, con estructuras que consisten en razones aritméticas entre números enteros positivos.

### 3.9. DIFICULTADES HABITUALES DE LOS NIÑOS EN GEOMETRÍA

Aprender geometría no resulta sencillo para todos los alumnos. Hay numerosos temas que generan dificultades y pueden llevar a que los alumnos reaccionen mal al no poder entender un procedimiento o al reconocer dificultades cuando antes no las tenían.

Dependiendo de la edad de los alumnos, hay algunos temas específicos de la geometría que deben tenerse en cuenta para desarrollar alternativas que ayuden al alumno a aprender. Un primer problema puede estar relacionado directamente con la comprensión de lenguaje propio de las matemáticas. Este tipo de dificultades deben ser abordadas desde el principio, ya que a medida que avanzamos en la materia la geometría se construye sobre conocimientos previos y si hay dificultades para diferenciar un ángulo de una recta el alumno no entenderá donde está fallando.

El aprendizaje de los símbolos también requiere especial atención. En matemáticas y geometría se usan notaciones diferentes a las de la escritura normal, por eso los alumnos tienen que practicar para diferenciar el uso de símbolos específicos, su significado y las variantes.

A veces aparecen dificultades a nivel visual, relacionadas principalmente con la imposibilidad o dificultad para discriminar una figura de otra. Esta dificultad está muy presente en el mundo de la geometría ya que se trata de entrenar a los alumnos para que aprendan a discernir entre una figura y otra.

En la actualidad la geometría está bastante ausente en las aulas escolares. Muchos docentes no tienen en claro el motivo por el cual se enseña, y eso implica no saber a qué conduce. Las construcciones, los contenidos, el vocabulario y las convenciones que hacen a la esencia de la geometría no se explican correctamente y eso no hace más que generar rechazo en los alumnos.

En el pasado la geometría se utilizaba para resolver problemas en un sentido práctico, hoy se habla únicamente de la teoría, perdiéndose el vínculo entre la geometría y el mundo real. Cuando los niños llegan a la escuela, utilizan sus conocimientos propios para resolver los problemas de tipo espacial. A medida que los enfrentamos con nuevos problemas, allí es donde aprenden nuevas maneras de solucionarlos. La geometría tiene que intentar acercarse más al mundo de los niños, despegarse del mero libro de texto y la teoría, para que a través de la práctica los problemas geométricos cobren una dimensión real que realmente genere un aprendizaje significativo.

El proceso educativo parte de una primera etapa de vivencia, luego una de representación y finalmente la abstracción. En geometría tiende a prestarse mucha

atención al apartado de abstracción, mientras que los primeros estadios no son explotados lo suficiente. Esto genera problemas en el aprendizaje de los alumnos ya que se ven forzados a conceptualizar matemáticamente algo que aún no terminan de entender del todo en el mundo físico.

Reflexionar sobre la práctica docente en el ámbito de la geometría implica reconocer estos errores y encontrar soluciones alternativas que permitan alcanzar el objetivo final: que los alumnos aprendan. Antes de construir nuevos conocimientos debemos saber cuáles son los conocimientos previos de los alumnos, y si ellos no han tenido la correcta exposición a las primeras etapas de vivencia y representación, difícilmente puedan abstraerse y dominar la teoría que explica la forma en la que se crea un cuadrilátero. A partir de la utilización de nuevas tecnologías como la impresión 3D, puede que en las escuelas estemos ante una nueva manera de acercar la geometría a aquellos alumnos que tienen dificultades.

### **3.10. IMPRESIÓN 3D EN LA ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA**

La gran ventaja de las impresoras 3D en la enseñanza de la geometría, y también de otras variantes de la matemática, es que permiten ilustrar el mundo a través de modelos creados para fines específicos. En la enseñanza el componente visual es muy importante, ya sea para mostrar un tipo de texto o para mostrar las figuras geométricas, los ojos deben sentir curiosidad e interés por aquello que estamos por aprender.

Los modelos creados a partir de la impresión 3D pueden ser la clave para que muchos alumnos que presentan dificultades, se acerquen a la geometría de una forma más vivencial. Las figuras además pueden ayudar a ampliar el vocabulario y la forma en la que planteamos nuestras dudas. En la antigua Grecia se utilizaba modelos de madera de los conos de Apolonio cuando se intentaba trabajar con las secciones cónicas, por lo tanto no se trata de una innovación propiamente dicha sino de una forma actualizada para seguir mostrando el mundo de la geometría desde una perspectiva física.

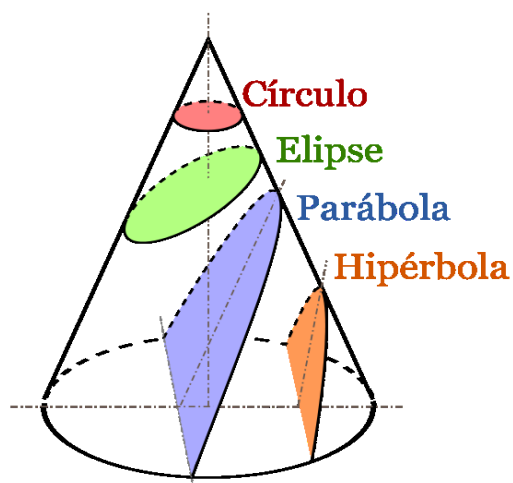


Figura 5. Cono de Apolonio usado para explicar las cónicas. Fuente: Apolonio Cónicas. Recuperado el 28 de Noviembre. <https://dhthmates.wikispaces.com/Apolonio+Conicas>.

Las impresoras 3D cada vez son más accesibles, y es a partir de esta accesibilidad que los profesores podrían disponer de figuras y modelos diseñados específicamente para tratar con las figuras geométricas y con las dudas que pueden ir surgiendo en el aula dependiendo de cada tipo de alumno.

Los dibujos no son suficientes para sustituir una idea de prueba visual, aunque ayudan a transmitir una suerte de intuición cerca de lo que podría ser. Cuando tenemos un objeto tangible y tridimensional, entonces no hay forma de equivocarnos. La visualización es crucial en educación y puede ayudar a generar nuevos enfoques tanto para los alumnos como para los profesores.

Las impresiones 3D como herramientas pedagógicas son claves para que vayan apareciendo nuevas ideas, teoremas y cálculos. Quizás a partir de una pregunta de un alumno surja una forma totalmente nueva de enseñar un concepto, pero siempre es más fácil trabajar a partir de ideas que se manifiestan de manera física.

La industria del prototipado rápido y las impresiones 3D ha ido modificándose de forma notable desde los primeros tiempos en los que se utilizaba cera como material principal. Hoy las impresoras 3D económicas utilizan plástico, metal o hielo para generar figuras de todo tipo, y bien aprovechadas pueden convertirse en aliadas indiscutidas en la enseñanza de geometría y otras materias.

Los modelos impresos pueden ayudar a ilustrar los conceptos de numerosos campos de la matemática, acercando a alumnos a una nueva perspectiva sobre aquello que ven en los libros y que a veces es muy difícil de abstraer. Hay quienes sostienen que

la impresión 3D es una forma de “darle vida a la matemática”, como es el caso de Oliver Knill y Elizabeth Slavkovsky en su obra *Ilustrar Matemáticas Usando Impresoras 3D* (2014).

Gracias a los sistemas de álgebra computacional es posible crear todo tipo de productos geométricos que sirven para ayudar a los alumnos a aprender de forma práctica los conceptos más relevantes de la geometría actual.

El trabajo con estos sistemas es más sencillo que con los modeladores 3D. El código fuente es más corto y los programas se pueden reutilizar también en el aula para hacer investigaciones una vez que los alumnos adquieren un nivel un poco más avanzado.

Los modelos físicos son muy importantes para un aprendizaje interactivo de la geometría en el aula. Se puede utilizar no solamente en temáticas de geometría sino también con aspectos de la matemática elemental. El optimismo en este momento acerca de las posibilidades educativas de las impresoras 3D está en boga. Los nuevos docentes, jóvenes y entusiastas, se muestran muy propensos a probar nuevas técnicas, y mientras tanto el avance del software y la accesibilidad a impresoras 3D permite acercar a más aulas las ventajas de los modelos impresos en 3D.

No solamente los profesores tienen una buena oportunidad de aprovechar las impresoras 3D para crear elementos que ayuden en el proceso de enseñanza. También los alumnos están atravesando una época en la que pueden acceder a diferentes formas de creación e interactividad. Los videojuego en los que los chicos pueden crear estructuras están a la orden del día (Minecraft, SIMS) y esto ayuda a que ellos mismos reconozcan las posibilidades del ordenador para crear objetos, y posteriormente las impresoras 3D dejarán que esos objetos pasen de la pantalla del ordenador al mundo real.

En geometría esta posibilidad es sorprendente porque todo lo que se enseña puede ser llevado a un objeto que lo muestra. No solamente podremos trabajar con los triángulos en el papel, sino en versiones tangibles. Pasando de esta etapa de la vivencia y al reproducción a la de la abstracción, se vuelve indispensable que los chicos puedan estudiar al máximo posible las posibilidades de dicho objeto, y después de haber agotado esa instancia de interacción, ya se puede hablar de una abstracción.

El trabajo en grupo entre los chicos y con los profesores haciendo de guías y facilitadores, garantiza que los chicos puedan aprovechar al máximo una nueva tecnología que especialmente para la geometría ofrecerá un camino más sencillo para

que incluso los alumnos con mayores complicaciones puedan acercarse de una manera alternativa al aprendizaje de la geometría.

En conclusión, las impresoras 3D tienen muchas ventajas en materia de educación. A medida que se vuelvan más económicas y accesibles, se podrán diseñar nuevas formas de acercar a los alumnos al aprendizaje de diferentes temáticas. Una de ellas es la geometría, que se basa principalmente en la forma de los objetos en el mundo físico.

Si bien las impresoras 3D tienen sus puntos negativos, será tarea de los creadores de estas tecnologías y de los docentes, encontrar la manera en que cumplan un rol educativo y ayuden a superar las dificultades de aprendizaje que pueden aparecer en una materia tan importante y compleja como lo es la educación en geometría para los niños en edad escolar. Se trata de una tecnología innovadora que, bien utilizada, puede generar una gran variedad de soluciones para que cada vez haya menos alumnos marginados del aprendizaje escolar.

## **4. CONTEXTUALIZACIÓN**

La siguiente propuesta de intervención está pensada para ser llevada a cabo en un colegio como el colegio Público “Príncipe Felipe” es un centro que consta de dos edificios: uno de ellos tiene 3 aulas de Educación Infantil y otro principal de educación primaria unidos por una marquesina.

### **4.1. CARACTERÍSTICAS DEL ENTORNO**

Para abordar la propuesta se va a imaginar un centro ubicado al Sur de la localidad de Jumilla, en una zona céntrica y rodeada de otros centros, complejos deportivos y otros servicios. Es una zona urbana de reciente creación y con una creciente construcción de viviendas en los solares existentes.

En lo referente a la situación socioeconómica del municipio, es necesario mencionar la importancia del sector agrario, destacando que la mayoría de las tierras utilizadas son de viñedos, y una parte más reducida se utiliza para árboles (olivos, almendros...), pero principalmente las familias de los niños de este centro se dedican al sector comercio, por lo que podemos decir que se trata de un barrio principalmente obrero, de clase media-alta.

## 4.2. CARACTERÍSTICAS DEL CENTRO Y DEL ALUMNADO

El centro actualmente funciona como colegio con 12 unidades de Educación Infantil y Primaria. La plantilla la forman 22 maestros y maestras y 305 alumnos y alumnas.

El centro dispone de dos edificios: uno principal, donde se encuentran 6 aulas de Primaria, aula de informática, de inglés, de música y PT y AL así como despachos y almacén y otro edificio que acoge las aulas de Educación Infantil.

El edificio principal consta de 8 aulas, Biblioteca, Sala de Música, dos Tutorías, Aula de Inglés, Sala de Profesores, Aula de Informática, Almacén y tres despachos: Jefatura de Estudios, Secretaría y Dirección.

El patio es amplio y consta de una pista polideportiva, dos vestuarios y el resto está destinado a patio de recreo.

En cuanto a los recursos, el centro dispone de proyector, televisor, radiocasete, pizarra PDI, cámaras de fotos, ordenadores, impresora 3D.

En el aula se dispone de muchos y variados CDS, cuentos, libros de textos, diccionarios, cartulinas, folios, libretas...

Respecto a los recursos espaciales, decir que cada aula tiene 27 sillas con sus mesas, y tiene materiales de consulta y murales/pósters en las paredes para su consulta.

Hay espacio suficiente para realizar la motricidad de danzas, y para hacer juegos variados.

El colegio dispone de una página web, a través de la cual se muestran las diferentes actividades que realiza el alumnado.

En lo referente a los maestros/as, personas de apoyo, coordinadora pedagógica, jefa de estudios y directora, la colaboración es total. Todas las actividades se planifican y deciden de forma consensuada. Todo este personal junto con otros colaboradores que participan de una manera desinteresada, dedican su tiempo a representar a los padres y madres ante la Dirección, los órganos municipales y el Profesorado del Colegio, los cuáles actúan en beneficio de la educación de los niños.

La AMPA, se encarga de organizar actividades extraescolares y de ayudar a los padres y tutores en el reto de EDUCAR, para comprender a los niños y ver como les influye la sociedad que les rodea.



El número de alumnos que hay en clase es de 26, de los cuales 10 son niñas y 16 son niños. Es un grupo muy activo y participativo en general. Casi todos muestran interés por aprender y se sienten motivados a la hora de realizar las actividades existiendo muy buen ambiente en clase ya que casi todos los niños están juntos desde infantil. El grupo no es un grupo conflictivo. Se saben respetan y se ayudan tanto dentro como fuera del aula, por lo que el compañerismo que existe entre ellos es muy grande. De los niños que están en clase hay 4 niños ecuatorianos y 1 niño de Argelia por lo que podemos hablar de multiculturalidad racial, propiamente dicha, en el aula.

Por otra parte nos encontramos en el aula con un alumno con necesidades educativas especiales (NEE) con un Trastorno generalizado del desarrollo, (TGD) no especificado con adaptación no significativa.

La tutora del curso se encarga de adaptarle las pruebas de evaluación escritas así como muchos de los ejercicios realizados en clase. Además tiene unas horas semanales con la Pedagoga terapéutica (PT) del centro que trabaja con ellos de forma individual en el área de Matemáticas y Lengua. Aunque precisa de mayor atención que el resto de sus compañeros, las relaciones sociales, de colaboración y trabajo son normales y los compañeros se muestran muy colaborativos con ellos en todos los trabajos en grupo que realizan, así como en el recreo o en educación física.

La tutora lleva a cabo una serie de tutorías con los padres de ambos para informarles convenientemente de sus progresos o retrasos.

## **5. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN DIDÁCTICA. IMPRESIÓN 3D PARA EL APRENDIZAJE DE LA GEOMETRÍA EN 5º DE PRIMARIA**

### **5.1. JUSTIFICACIÓN DE LA PROPUESTA**

Cada vez de un modo más claro, nos estamos dirigiendo a una sociedad multimedia, una sociedad de la tecnología, una sociedad donde los recursos técnicos, tecnológicos, informáticos, etc. ocupan un lugar preponderante. Ello debe ser un elemento clave a tener en cuenta para establecer las estrategias educativas que se han de seguirse en las diferentes materias.

Al mismo tiempo, la forma de entender la educación ha cambiado desde el paradigma pedagógico que se ha venido desarrollando tradicionalmente. A la educación entendida como una relación unidireccional entre el docente y el alumno, el cual se limita a recibir la información, una información teórica y enciclopédica, la ha sustituido una nueva forma de entender cómo se debe desarrollar el proceso de aprendizaje.

Estas nuevas formas se basan en la experiencia y en la vivencia, tal y como ya se está haciendo en algunos países de Europa y que son referentes mundiales en el ámbito de la educación. El alumno aprende jugando, experimentando, viviendo, ya no es un mero receptor de datos que guarda en su memoria, sino que el procedimiento pedagógico se basa más en cómo aprender, en aprender a aprender, que en limitarse a atesorar un conocimiento que, en muchos casos, queda guardado en algún rincón de la memoria sin resultar un saber práctico que pueda ayudar al alumnado a responder ante situaciones y problemas del mundo real.

Vinculada a estas dos premisas, se pretende desarrollar esta unidad didáctica, innovadora, para lograr que el alumnado aprenda los conocimientos necesarios en el ámbito de la geometría, que genere interés en los niños y las niñas, en un entorno de innovación tecnológica y que la adquisición de conocimientos se logre mediante la experimentación, con un docente cuyo principal rol sea el de acompañar en las actividades y en el proceso educativo, en lugar de actuar como una fuente de la que emanan conocimientos que caen sobre el alumnado asumiendo el papel de sujetos pasivos, y no como los sujetos activos situados en el centro del proceso.

Una impresora 3D puede ser un instrumento a partir del cual articular una propuesta educativa que se basen en lo anterior: enseñanza basada en una doble innovación, tecnológica y pedagógica.

Este tipo de impresoras 3D, hay que reconocerlo, son instrumentos que suponen una importante inversión, aunque no es menos cierto que, de un tiempo a esta parte, el coste de los mismos ha ido cayendo, dejando de ser una herramienta disponible únicamente al alcance de expertos y aficionados con cierto poder adquisitivo, además de que ya se está trabajando para lograr crear modelos adaptados a las necesidades educativas de alumnado de cualquier edad.

En la educación formal, la impresión 3D abre todo un elenco de posibilidades, no sólo permitiendo a los niños y niñas crear e imprimir sus propios modelos y diseños, sino que también supone una herramienta que aumenta el abanico de actividades educativas en muchas materias, especialmente en aquellas de carácter científico y técnico, pero no sólo en ellas. Al mismo tiempo, los estudiantes toman contacto con este tipo de tecnología que es ya muy utilizada en muchos sectores profesionales, como la ingeniería, la medicina, las artes o la gastronomía.

En la presente unidad didáctica pretendemos ofrecer un proyecto para el aprendizaje de geometría, pero no es esta la única materia en la que se le puede dar uso a una herramienta como una impresora 3D, por lo que una inversión en esta tecnología

está más que justificado, al ser susceptible de ser generalizada. Por ejemplo, en historia o arte, se podrían diseñar o imprimir maquetas de monumentos, esculturas, de obras de arte, objetos utilizados en otras épocas. Imaginemos, por ejemplo, una maqueta del Coliseo, una reproducción de alguna de un hacha con la que se cazaba en la prehistoria o un David de Miguel Ángel a pequeña escala.

También podría ser utilizada en la materia de plástica añadiendo el diseño por ordenador al currículum de esta materia, con la novedad que supondría que el diseño no se quedase la pantalla, sino que pudiese hacerse realidad, lo cual significaría una motivación extra para el alumnado, además de dotarlos de aptitudes y capacidades en un área con un importante potencial profesional.

Del mismo modo, en biología y ciencias naturales se podría utilizar para crear reproducciones del cuerpo humano, o de otros seres vivos, que permitiesen dar una imagen más acertada y realista de los mismos que los que se ofrecen en las páginas de los libros. O en química para explicar las estructuras tridimensionales de los compuestos.

En definitiva, estos son solamente algunos ejemplos, pero son diversas las materias en las que el uso de una impresora 3D ayudaría al profesor y al maestro en su tarea docente y a los alumnos en su propio proceso de aprendizaje.

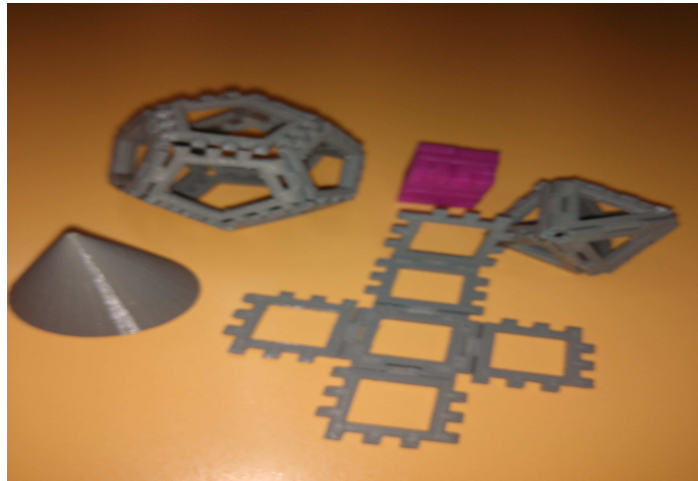


Figura 6. Figuras geométricas realizadas mediante impresión 3D. Fuente: Elaboración propia.



Figura 7. Ejemplo de recreación de un monumento mediante el uso de la impresión 3D.

Recuperado el 26 de Diciembre. Fuente: <http://amolatecnologia.com>



Figura 8. Ejemplo de reproducción de una escultura griega mediante impresión 3D.

Fuente: cosas que se pueden hacer con una impresora 3D. Recuperado el 04 de Enero.  
Fuente: <http://www.scoop.it>



Figura 9. Ejemplos de reproducción de partes del cuerpo humano mediante impresión 3D. Fuente: mas cosas que se pueden hacer con una impresión 3D. Recuperado el 03 de Diciembre. <http://www.studioimpresionarte.com/>

Se ha propuesto una unidad didáctica en la que se recogen los objetivos, las competencias, los contenidos, se han propuesto una serie de actividades con su correspondiente temporalización, así como los recursos necesarios y se ha desarrollado un sistema de evaluación.

## 5.2. OBJETIVOS

### 5.2.1. OBJETIVO GENERAL

1.- Adquirir un aprendizaje significativo de geometría de 5º curso Educación Primaria de mediante la aplicación de la impresión 3D.

### 5.2.2. OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- 1.- Mejorar la práctica educativa a través de metodologías innovadoras.
- 2.- Desarrollar capacidades, trabajo cooperativo e individual así como el aprendizaje autónomo del alumno a través de la realización y construcción de una figura geométrica

real con la ayuda de la impresión en 3D, y reflexionar y valorar al final de cada fase, el estado de su consecución.

3.- Manejar el Software Thinkercad para el aprendizaje de diseños en 3D.

4.-Transformar la educación, integrando las nuevas tecnologías en las aulas, siendo las impresoras 3D una parte importante en el proceso de enseñanza-aprendizaje.

5.-. Formar personas maduras, responsables, creativas y comprometidas.

6.-.Utilizar instrumentos de dibujo y herramientas tecnológicas para la construcción y exploración de formas geométricas.

7.-.Utilizar la composición y descomposición para formar cuerpos geométricos a partir de otras.

8.-.Reconocer e identificar, poliedros, prismas, pirámides y sus elementos básicos: vértices, caras y aristas.

9.-.Reconocer e identificar cuerpos redondos: cono, cilindro y esfera y sus elementos básicos.

10.-.Resolver problemas geométricos que impliquen dominio de los contenidos trabajados, utilizando estrategias heurísticas, de razonamiento (clasificación, reconocimiento de las relaciones, uso de contraejemplos), creando conjeturas, construyendo, argumentando, y tomando decisiones, valorando las consecuencias de las mismas y la conveniencia de su utilización.

11.-. Comprender el fundamento de los teoremas de Tales y de Pitágoras.

### **5.3. CONTENIDOS**

La Ley Orgánica 8/2013, de 9 de diciembre, para la mejora de la calidad educativa, más conocida por LOMCE, introdujo una serie de cambios de calado con respecto a la anterior ley que regulaba nuestro sistema educativo, la LOE.

Entre las novedades señaladas tenemos la desaparición de los objetivos de cada área que sí venían reflejadas en la ley anterior, que podían servir de base para articular, de un modo concreto, los objetivos de cada unidad didáctica. No obstante, la LOMCE sí

recoge unos estándares de aprendizaje evaluables, vinculado a cada uno de los bloques, que deberán desarrollarse a lo largo de todo el nivel de Educación Primaria, que forman cada área. En concreto, el área de matemáticas se estructura en cinco bloques, de los cuales, el número cuatro corresponde a la geometría.

Los contenidos a desarrollar en esta unidad didáctica son los siguientes:

- Cuerpos geométricos: elementos, relaciones y clasificación
- Poliedros. Elementos básicos: vértices, caras y aristas. Tipos de poliedros
- Cuerpos redondos: cono, cilindro y esfera
- Teoremas de Tales y de Pitágoras
- Formación de figuras planas y cuerpos geométricos a partir de otras por composición y descomposición.

#### **5.4. DESCRIPCIÓN DE LA PROPUESTA**

La presente unidad didáctica pretende ofrecer un impulso innovador al estudio y aprendizaje de la geometría, contenido que forma parte del área de matemáticas. Como señalamos en la justificación, la necesidad de adaptar las formas de aprendizaje al contexto actual donde la tecnología juega un papel relevante ya no es una opción, sino que se ha convertido en una necesidad.

La propuesta pretende hacer viable el uso de las impresoras 3D como una herramienta para reforzar el proceso de aprendizaje de la geometría en los alumnos de 6º curso de Educación Primaria. El proyecto se basa en facilitar al alumnado la posibilidad de aprender a diseñar cuerpos geométricos mediante programas informáticos, algo que es cierto que algunos centros han venido haciendo previamente, especialmente en niveles de secundaria, pero que, no se quedaría en este punto, sino que se iría un paso más allá, utilizando las impresoras 3D para que aquellos elementos diseñados por los niños se materialicen, se hagan reales y tangibles, y las niñas y los niños puedan sentir la emoción de diseñar un objeto real, lo cual puede suponer un aumento de la motivación para que trabajen, aprendan y presten la atención necesaria, dado que esta sería una experiencia creativa donde el fruto del trabajo ofrecerá una experiencia más real.

Para hacer posible esta propuesta, se pretende utilizar un programa informático de diseños, Tinkercad, **Anexo 1** a la que el portal web Educoteca hace referencia, que es un software gratuito y online, creado por una de las empresas más innovadoras y que se encuentra a la cabeza del sector del diseño en tres dimensiones, Autodesk.

Este software resulta muy sencillo de usar, y muy intuitivo, con lo cual está adaptado a las necesidades de alumnos de 5º curso de primaria. Este programa no ofrece opciones avanzadas y que permitan diseños complejos, lo que no resulta un obstáculo para su uso en este nivel.

Para realizar los trabajos y actividades, los alumnos se dividirían en grupos de tres, reforzando así la obligatoriedad de cooperar y aprendiendo a trabajar en equipo, acostumbrándose a debatir y confrontar opiniones, intentando que la mayoría de decisiones que tome el grupo sea por consenso, por lo que para llegar a una solución aceptable por todas, cada uno de los miembros del equipo ceda en sus pretensiones iniciales.

Desde el punto de vista material y de recursos, la creación de equipos de tres personas evitaría el excesivo coste económico a la hora de imprimir en 3D, ya que podría suponer un coste mas grande si tuvieran que imprimir cada uno de ellos, hecho que también podría suponer un obstáculo para desarrollar una unidad didáctica de estas características.

Las sesiones se realizarían en el aula de informática, a la cual se trasladarían los alumnos, para tener acceso a los recursos necesarios: ordenadores, impresora, etc. así como un entorno adecuado adaptado a las características de las actividades que se van a realizar.

Se habrá de procurar acceso a la red inalámbrica para conectar la impresora a todos los ordenadores mediante esta vía, para poder imprimir desde cualquiera de ellos.

Para realizar los trabajos y actividades, los alumnos se dividirían en grupos de tres, reforzando así la obligatoriedad de cooperar y aprendiendo a trabajar en equipo, acostumbrándose a debatir y confrontar opiniones, intentando que la mayoría de decisiones que tome el grupo sea por consenso, por el cual para llegar a una solución aceptable por todas, cada uno de los miembros del equipo ceda en sus pretensiones iniciales.

Desde el punto de vista material y de recursos, la creación de equipos de tres personas evitaría el excesivo coste económico que podría suponer que cada uno de los niños, hecho que también podría suponer un obstáculo para desarrollar una unidad didáctica de estas características.



Las sesiones se realizarían en el aula de informática, a la cual se trasladarían los alumnos, para tener acceso a los recursos necesarios: ordenadores, impresora, así como un entorno adecuado adaptada a las características de las actividades que se van a realizar.

Se habrá de procurar acceso a la red inalámbrica para conectar la impresora a todos los ordenadores mediante esta vía, para poder imprimir desde cualquiera de ellos.



Figura 10. Niños trabajando en el aula de informática. Fuente: Diario La Nueva España. Recuperado el 10 de Enero. <http://www.lne.es/aviles/2015/12/12/ingenieros-informaticos-dia/1854457.html>

Poniendo en práctica una unidad didáctica de estas características se facilita para el alumno la aprehensión de conceptos que en ocasiones, por abstractos, resultan complicados para los niños. Siendo ellos los artífices del diseño, además de potenciar su creatividad y el desempeño en las nuevas tecnologías, ponen en práctica conceptos como “tres dimensiones”, “profundidad”, “equilátero”, “radio”, “diámetros”, o conceptos más complejos, como diferentes teoremas, como el de Pitágoras o el de Tales, que, aplicándolos, les darán resultados en sus diseños.

Pero además, no solamente en el diseño, sino que una vez impreso en tres dimensiones el objeto, con ellos pueden experimentar creando nuevos diseños, creando nuevas formas y materializando los conceptos abstractos. Es decir, el proceso de aprendizaje no finaliza una vez se diseña y se imprime en 3D, sino que los elementos creados pueden dar mucho juego posteriormente, a modo de piezas de *puzzles*, pudiendo

ser reutilizables constantemente en actividades posteriores o para ejemplificaciones de conceptos geométricos.

Como señalan Knill y Slavkovsky (2013):

*La visualización siempre ha sido un ingrediente importante para la comunicación de las matemáticas”, de hecho, señalan que los números, base de las matemáticas, a lo largo de la historia “han sido registrados como marcas hechas sobre huesos, representados con guijarros, y luego pintados en piedra, inscritos en arcilla, tejidos en nudos que hablan, escritos en papiro o papel y después impresos en papel o mostrados en las pantallas del computador.*

Así pues, estos autores entienden que facilitar la visualización de los conceptos matemáticos es crucial en la educación y que gracias a la impresión 3D se pueden abrir la puerta a nuevos e innovadores enfoques para hacer más accesible a todo el mundo las matemáticas y la geometría.

## **5.5. ACTIVIDADES**

En esta unidad didáctica proponemos una serie de actividades dirigidas a mejorar el proceso de aprendizaje del alumnado en relación con el contenido que hemos citado anteriormente, y siempre con la vista puesta sobre los objetivos, también señalados antes, que nos hemos propuestos conseguir.

Así pues, las actividades que se pueden hacer son varias y complementarias, dado que desde el inicio del proceso que va a conducir a la materialización de un objeto mediante la impresión en 3D se deberá realizar una serie de pasos que pueden servir como actividades pedagógicas.

### **ACTIVIDAD 1**

La primera actividad consistirá, una vez establecidos los grupos, elegir qué figura geométrica realizará cada uno de los grupos. El maestro deberá procurar, en este caso, que todos o la mayoría de los grupos se decanten por la realización de la misma pieza o de muy similares características. Para facilitar el debate y la cooperación entre los niños, cada niño escogerá una forma geométrica de las que, previamente, el docente les ha señalado que pueden elegir.

Cada uno explicará a sus compañeros algún objeto del mundo real que le sugiera su forma escogida. Por ejemplo, si uno de ellos ha escogido un cono deberá decir objetos

reales con una forma similar. Cuando uno de los otros niños no esté de acuerdo con una de las identificaciones, el alumno que ha dado la idea tendrá un minuto para explicar y defender su postura. Finalmente, se elegirá aquella figura que haya logrado más vinculaciones con el mundo real.

Con esta actividad se pretende fomentar la capacidad de razonamiento y de debate, así como la imaginación y la capacidad de relación entre formas geométricas con objetos reales.

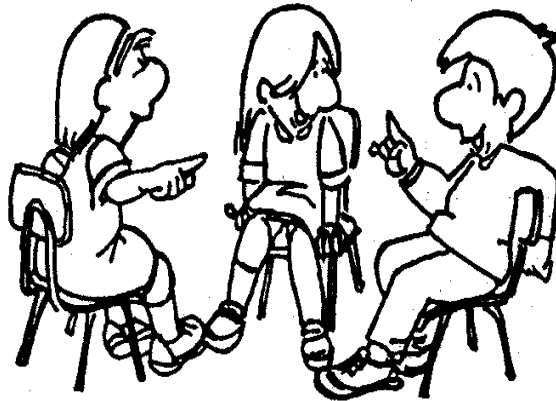


Figura 11. Niños debatiendo. Fuente: frayluis-2006.blogspot.com recuperado de 09 de Enero en <http://frayluis-2006.blogspot.com.es/>

## ACTIVIDAD 2

La segunda de las actividades se desarrollará una vez haya concluida la primera, que hemos explicado un poco más arriba. Haciendo uso de un ordenador, con el programa Tinkercad, pondrán en marcha el diseño de la figura que previamente se ha elegido. Se procurará que no sea solamente uno de los niños el que realice el trabajo, sino que el trabajo se distribuya entre los tres y deban cooperar.

La forma en la que se distribuirá dependerá de diversas cuestiones, como el tiempo del que se disponga, la disposición del aula o la forma que cada grupo tenga que diseñar.

Previamente, el docente habrá explicado de forma general a todos los alumnos cómo funciona el programa, dándole las indicaciones necesarias para, al menos, intentar comenzar el trabajo. Será necesario que el maestro esté durante toda esta actividad a disposición de los alumnos a los que surjan dudas o necesiten apoyo y aclaración.

No obstante, para favorecer el proceso de aprendizaje, se procurará que el docente guíe sobre cómo solucionar la duda, pero que la solución provenga de los propios alumnos, mediante la investigación del programa o mediante el ensayo-error.

Cuando se haya finalizado el trabajo de diseño, se imprimirá mediante la impresora 3D.

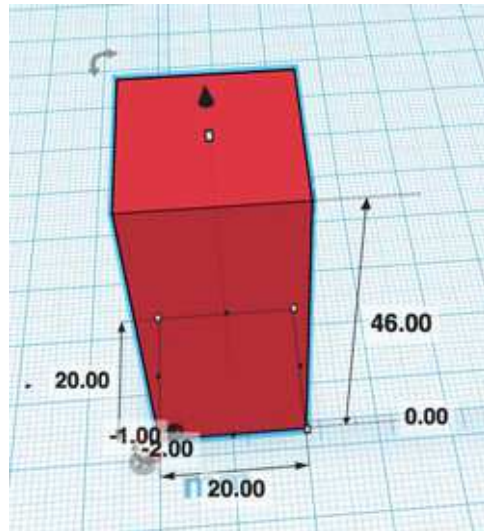


Figura 12. Diseño de un cubo con el programa Tinkercad. Fuente: *Tinkercad*.

### ACTIVIDAD 3

La tercera actividad tendrá lugar una vez se haya finalizado la segunda. En esta actividad el docente dará varias directrices una vez ya impresa la figura en tres dimensiones.

Estas directrices girarán en torno a la comprobación de reglas matemáticas o teoremas como el de Pitágoras o el de Tales. En este caso, bien se podrá hacer mediante una explicación general del profesor y la comprobación empírica por parte de los niños y las niñas; o si se dispone de tiempo suficiente, mediante la explicación de una de las reglas, previa documentación con apoyo del docente, a sus otros dos compañeros.

Quizás esta segunda variante sea más recomendable, en la línea de que sea el alumno el que realice la experiencia como sujeto activo, y no como sujeto pasivo el cual se limita a recibir datos e información.



Figura 13. Exposición de los alumnos. Fuente: frayluis-2006.blogspot.com recuperado de 9 de Enero en <http://frayluis-2006.blogspot.com.es/>

#### **ACTIVIDAD 4**

En esta última actividad, los niños deberán realizar una exposición ante el resto de la clase, explicando un ejemplo del mundo real que tenga la forma que ellos han diseñado y han impreso mediante la impresora 3D.

Los niños deberán debatir para escoger el objeto que quieran explicar: por ejemplo, un balón, una pirámide o un cono de tráfico, pero no bastará con hacer una referencia, sino que habrán de hacer un pequeño ejercicio de investigación, con el apoyo del docente si es necesario, para explicar la historia, las características, el uso o el motivo del uso, de ese objeto. Por ejemplo, si alguno de los grupos tiene un poliedro piramidal, podrá explicarles al resto de la clase la existencia de las pirámides del Antiguo Egipto, por qué se construyeron, para qué servían, etc.

El objetivo de esta actividad es que se adquieran conciencia de que las matemáticas no son solamente números en papeles o teoremas abstractos, sino que el mundo real que nos rodea está repleto de matemáticas, y que esta ciencia no puede ni debe serles ajena.

#### **5.6. RECURSOS**

Los recursos que se deberá disponer para llevar adelante esta unidad didáctica serán:

- Sala habilitada para informática
- Ordenadores
- Impresora 3D
- Red inalámbrica a internet
- Programa *Tinkercad*
- Fichas con figuras geométricas
- Libros de consulta y acceso a aplicaciones web

### 5.7. TEMPORALIZACIÓN

**Tabla 1.**Temporalización.

<b>1ª SESIÓN</b>		
Explicación teórica-práctica sobre el contenido geometría	<i>Se dará una breve introducción acerca de la importancia de la geometría en los ámbitos de la vida</i>	50 min
<b>2ª SESIÓN</b>		
Actividad 1: debate entre alumnos y elección de formas	<i>Serán los propios alumnos los que elijan qué figuras quieren crear en el programa</i>	30 min
Explicación funcionamiento software	<i>Antes de usar el programa, se dará una breve explicación de lo que se van a encontrar</i>	15 min
Primer contacto con el software	<i>Todos a la vez, iniciarán el programa siguiendo los pasos del tutor</i>	5 min
<b>3ª SESIÓN</b>		
Diseño e impresión, mediante trabajo en equipo	<i>Cada grupo crea la figura y la envía a la impresora una vez el tutor da el visto bueno</i>	40 min
Resolución de dudas y problemas	<i>Se deja abierta la</i>	15 min

	<i>posibilidad de que los alumnos tengan problemas técnicos con el programa</i>	
<b>4ª SESIÓN</b>		
Actividad sobre experimentación y comprobación de reglas matemáticas con los objetos impresos	<i>Se utilizarán figuras geométricas básicas (esfera, cubo, pirámide, etc.) para explicar ciertas reglas matemáticas como los volúmenes, superficies, partes del círculo, etc.).</i>	40 min  <i>Preparación por los alumnos 15 min.  Explicación en el grupo 35 min</i>
<b>5ª SESIÓN</b>		
Actividad de exposición de objetos reales con formas geométricas.	<i>Se mostrará a los alumnos objetos reales y existentes con formas geométricas reconocibles que acaben de estudiar (por ejemplo las pirámides de Egipto)</i>	40 min  <i>(a distribuir equitativamente entre todos los grupos)</i>
Resolución de dudas, comentarios, debate	-	15 min

Fuente: Elaboración propia.

## 5.8. EVALUACIÓN INICIAL, FORMATIVA Y FINAL

Antes de comenzar con el contenido de la unidad, los alumnos realizarán una prueba, que podrá consistir, en función de las características del grupo, bien en una prueba escrita, bien en una evaluación oral, con el objetivo de determinar el punto de partido en relación con los conocimientos que se van a tratar.

Esto es necesario dado que es absolutamente recomendable ajustar el proceso de aprendizaje al contexto concreto del aula, con el fin de obtener el mejor resultado posible. En el **Anexo 2** Se recoge un modelo de prueba inicial.

Con la evaluación formativa se pretende conseguir perfeccionar el proceso de enseñanza-aprendizaje, con el fin de ir corrigiendo los errores que se detecten sobre la marcha, antes de que finalice el proceso. Este tipo de evaluación está más relacionado con el proceso de aprendizaje que con el resultado del mismo. Para esta evaluación, se recopilará un registro de la realización de actividades, las dudas surgidas, la participación e interés de los niños.

Una vez finalizada la unidad didáctica, tras haberse expuesto todos los contenidos y realizado todas las actividades, se efectuará una prueba de evaluación para determinar el grado de conocimiento con respecto a los contenidos que han alcanzado los alumnos.

Esta evaluación final consistirá en una prueba escrita en la que, mediante la constatación a una serie de preguntas de carácter teórico-práctico, deberán demostrar los conocimientos adquiridos. La puntuación máxima posible será “10”, necesitándose un “5” para aprobar.

De forma complementaria, el docente valorará el interés y el esfuerzo de los alumnos, teniendo en cuenta la progresión, es decir, el punto de partida individual de cada alumno y el nivel alcanzado, en el momento de determinar la nota final.

### **5.9. AUTOEVALUACIÓN**

Es fundamental también para el docente conocer la opinión de los alumnos con respecto a la propuesta que se ha llevado a cabo. Para ello, tras finalizar el proyecto solicitaremos, a los alumnos implicados en la misma, que rellenen un cuestionario de satisfacción del proyecto **Anexo 3**. Como en el caso del primer cuestionario, que rellenaron al comienzo del curso, se les pedirá total sinceridad a la hora de responder las preguntas, ya que una vez más será entregado de forma anónima.

Con este tipo de evaluación lo que pretendemos es obtener información acerca de si las actividades que se han diseñado han sido de ayuda o no para el aprendizaje de los de los alumnos, extrayendo conclusiones y realizando las propuestas de mejora necesarias para el futuro.

No solo debemos evaluar el aprendizaje de nuestros alumnos, sino que tanto o todavía más importante es evaluar de igual forma el funcionamiento y la puesta en marcha de la propuesta que hemos diseñado **Anexo 3**. Con esto lo que se pretende es realizar una valoración de su desarrollo, para localizar los aspectos que pueden haber fallado, pudiendo así mejorarlos y adecuarlos a un proyecto futuro.

No se trata de echar por tierra el trabajo realizado, sino de reflexionar sobre él de manera constructiva, para poder cambiar todos aquellos aspectos que se consideren necesarios, y así garantizar una mejora en el proceso enseñanza-aprendizaje.

### **5.10. ATENCIÓN A LA DIVERSIDAD**

En este punto vamos a establecer cómo deberemos actuar en el aula para adecuarlos al contexto concreto con el que nos vayamos a encontrar.



Hemos de partir de la base de que la diversidad en el aula generalmente será destacable, por lo que el principio de atención individualizada a cada alumno deberá guiar la tarea docente, siendo éste capaz de adaptarse a los ritmos diversos de aprendizaje.

Para alumnos con necesidades especiales habremos de valorar caso por caso para determinar si se necesitará algún tipo de adaptación curricular. También, obviamente, habremos de adaptar los materiales y los instrumentos cuando las circunstancias lo requieran, adaptando de la misma forma, los criterios y procedimientos de evaluación a la característica concreta del niño o niña si valoramos que es necesario.

Estos criterios y procedimientos no deberán ser inamovibles, al contrario, sino que deberán ser dinámicos para poder ajustarse al caso concreto en función de su propio desarrollo.

## **6. CONCLUSIONES**

Como hemos visto a lo largo de esta propuesta de unidad didáctica, el uso de impresoras 3D, permite realizar una serie de tareas y potenciar algunos elementos que resultan de mucho interés dada la nueva realidad a la que debe adaptarse los proyectos pedagógicos.

En primer lugar, gracias al uso de esta tecnología la experiencia en el aprendizaje deja de ser aburrida, más teniendo en cuenta la dificultad de estudiar determinadas partes de las matemáticas, haciendo real y pudiendo experimentar de un modo tangible las reglas, leyes y teoremas.

Con este tipo de tecnologías también se puede fomentar la colaboración desde diferentes perspectivas. Primero, la colaboración de los niños y niñas, como hemos visto en algunas actividades, promoviendo el debate sobre diferentes cuestiones, como elegir qué tipo de figuras hacer y cómo crearlas.

Pero también, entre diferentes áreas de aprendizaje. En este sentido, hemos visto cómo mediante la impresión de objetos geométricos 3D, se puede aprender, historia (si hablamos de las pirámides), sobre seguridad vial si hablamos sobre conos, por poner solamente unos ejemplos, siendo esta práctica generalizable y, dando lugar a que diferentes departamentos de los centros de estudios implementen actividades conjuntas que permitan una educación transversal entre las diferentes áreas.

Por otra parte, el fomento de la creatividad que produce en los alumnos es otro elemento importante a tener en cuenta. Con las impresoras 3D y el uso de programas de diseño como Tinkercad, los alumnos desarrollan la capacidad de crear y diseñar objetos,

permitiéndoles situar en el espacio “vacío”, de la pantalla del ordenador diferentes elementos, potenciando y educando su capacidad de visión espacial, que, después, habrán de ser materializados y puestos en el “espacio real” y material.

Por último, y siempre línea con la necesidad de favorecer el aprendizaje basado en las nuevas tecnologías, el uso de impresoras 3D puede favorecer, sin ningún género de dudas, la tecnología, como la sociedad, avanza y desarrolla nuevas potencialidades.

La educación debe seguir esa línea, e incluso ser un factor clave en ese desarrollo, permitiendo al tiempo que ese desarrollo se realice mediante criterios de responsabilidad y buenas prácticas, para lo cual es importantísimo que en la educación y en los procesos de enseñanza se incluyan nuevas tecnologías, como estas impresoras 3D, que enseñe a los niños y niñas a jugar y trabajar con ellas, pero siempre desde un prisma de responsabilidad.

## **7. CONSIDERACIONES FINALES**

Con este trabajo he podido comprobar los muchos condicionantes que pueden influir en el niño. Sin embargo, es una mera aproximación de lo que para mí, podría ser una propuesta educativa con posibilidades increíbles, en la que conceptos tales como el trabajo colaborativo, la continua formación, la motivación, la reflexión personal, etc., jugarían un papel importantísimo a la hora de formar a nuestros alumnos para el futuro. Tras el estudio de esta metodología, se ha despertado en mí un gran interés por seguir investigando sobre las enormes posibilidades que la impresión 3D nos ofrece.

Por tanto, y una vez expuesta mi propuesta de intervención, es importante reflexionar sobre todo el trabajo que queda por hacer, y sobre las posibles limitaciones que puede presentar esta propuesta a la hora de llevarla a cabo y ponerla en práctica en la realidad del contexto educativo.

Nosotros, como docentes, debemos promover una educación libre de prejuicios y estereotipos, fomentando el respeto hacia todos los compañeros, independientemente de sus culturas. Una de nuestras metas como maestros será la de promover el trabajo en equipo, así como de hacer de los alumnos personas autónomas, capaces de pensar y reflexionar para solucionar posibles problemas o dificultades.

Una de las dificultades que podremos encontrar en el desarrollo del proyecto, será el propio desconocimiento de la impresión 3D, y manejo del programa Tinkercad.

Otra limitación con la que me he encontrado al no haber podido llevar a cabo mi propuesta de forma real, es la dificultad de poder evaluar la misma, comprobando su

eficacia real. Aun así, se ha intentado establecer una evaluación lo más acorde posible a la realidad.

Por otro lado, creo que la propuesta planteada es muy flexible, pudiendo adaptarla de forma sencilla a las diferentes necesidades de los alumnos, y muy útil de igual forma en secundaria y bachillerato, ya que se pueden ampliar o modificar los aspectos que sean necesarios para adaptarla a las necesidades del grupo-clase.

Considero que la propuesta de intervención realizada para este Trabajo Fin de Grado, nos ofrece un abanico muy amplio de posibilidades para trabajar durante todas las etapas escolares, ofreciendo a nuestros alumnos muchas oportunidades para adquirir la competencia comunicativa exigida por el currículo básico de Educación Primaria, que les permita expresar y comprender mensajes sencillos y desenvolverse en situaciones cotidianas, a través del uso de la impresión 3D.

Aunque no he tenido la oportunidad de desarrollar este proyecto en el aula y no se ha podido evaluar de forma real la eficacia del mismo, creo que si lo implantásemos podríamos hablar de resultados positivos y podría llegar a ser una herramienta muy útil y de uso común para todos los alumnos en el área de matemáticas.

Con este proyecto de intervención he tratado de acercarme más a la docencia, y no verla como un simple trabajo, sino como una vocación, la de educar a niños y niñas de la forma más correcta posible, para conseguir alumnos íntegros y capaces de crear su propio proyecto de vida.

Para finalizar, me gustaría añadir que sin duda la realización de este TFG, me ha supuesto un claro enriquecimiento como futura docente y como persona. He sido capaz de crear esta propuesta de intervención gracias a todos los conocimientos adquiridos a lo largo de estos cuatro años durante el grado, lo cual me ha permitido desarrollarla de una forma correcta, descubrimiento nuevos recursos que antes ni imaginaba que pudieran existir.

Durante el desempeño de este TFG me he sentido muy arropada por mi tutora y directora ya que han hecho todo lo posible para guiarme en el desarrollo del mismo. He ganado seguridad en mí misma y me han ofrecido una visión más clara de cómo enfocar mis clases en un futuro.

Realizar este proyecto ha sido muy gratificante para mí, que aún coincidiendo con la pérdida de mi padre y pasar por muy malos momentos, me ha servido para hacerme mas fuerte y luchar por lo que hace cuatro años era todo un sueño para mí.

## 8. BIBLIOGRAFÍA

### Referencias bibliográficas

Grasso, S.Y. (2009) "The History of Lithography", *Electric current activated/ assisted sinterization*. Recuperado el 20 de Noviembre.:

[http://sites.tech.uh.edu/digitalmedia/materials/3350/History\\_of\\_Litho.pdf](http://sites.tech.uh.edu/digitalmedia/materials/3350/History_of_Litho.pdf)

3D Printing Industry (2012, <http://3dprintingindustry.com/3d-printing-basics-free-beginners-guide/processes/>) esto es recuperado de 25 de Noviembre.

Ali Tehfe, M; Louradour, F; Lalevée, J&Fouassier, JP.(2013) Photopolymerization Reactions: On the Way to a Green and Sustainable Chemistry. Vól.6,pág. 7,8,9.

ARCE et al. (2014) *La geometría en el currículo de educación primaria*.

ARNAIZ, P.; GARRIDO, C. (1999) *Atención a la diversidad desde la programación de aula*. Revista Interuniversitaria de Formación del Profesorado, 36, 107-121

BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO, nº 106 de 2014. Disposición 4626,

BOLETÍN OFICIAL DEL ESTADO, nº 52 de 2014. Disposición 2222

CABALLERO, L. (2015) *Impresión 3D en las aulas: tecnología creativa para niños*. Mobile World Capital. 16/07/2015.

CARNICER et al. *Unidad didáctica de matemáticas: Identificación de los cuerpos geométricos: cubos, ortoedros, prismas, pirámides, cilindros y esferas*.

CRESPO, G. (2015). *Currículum primaria LOMCE – Objetivos de área*. Blog Gigas de tiza.

DESCARTES v4. Recursos TIC en educación

DIARIO OFICIAL DE GALICIA, nº 171 de 2014. Decreto 105/2014.

GARCÍA, D. (2015). *Cultura maker e impresoras 3D en el aula de primaria: Diego García, profesores innovadores*. Xataka.

GARRIGÓS, J. (2015) *Programación anual, 6º de primaria, curso 2015/2016*. Liceo Español Cervantes.

Gilpin, Lyndsey. The dark side of 3D printing. 10 things to watch (2014, <http://www.techrepublic.com/article/the-dark-side-of-3d-printing-10-things-to-watch/TechRepublic>)

Grasso, S. Y. (2009). Electric current activated/ assisted sinterization. *vol.3, pgs.23,24.*

Johnson ,L., Adams Becker, S ., Cummins , M., Estrada V.,Freeman,1.,y Ludgate , H.(2013). NMC Horizon Report: 2013 K-12 Edition. Austin, Texas: The New Media Consortium.

Kang, Suk-Joong L. (2005), "History of Sintering".

Knill, Oliver, Slavkovsky, Elizabeth. *Ilustrar Matemáticas Usando Impresoras 3D*, 2014.

Lütolf, Gregor. *Uso de impresoras 3D en la Escuela: La experiencia de 3drucken.ch* (2014, [https://impresion3denelictp.files.wordpress.com/2014/03/uso-de-impresoras-3d-en-la-escuela-la-experiencia-de-3drucken-ch\\_gregor-lc3bctolf1.pdf](https://impresion3denelictp.files.wordpress.com/2014/03/uso-de-impresoras-3d-en-la-escuela-la-experiencia-de-3drucken-ch_gregor-lc3bctolf1.pdf))

MUNDO DIGITAL (2015). *Los beneficios de las impresores 3D en la enseñanza recuperado de 17 de Marzo.*

OLLERO, D. (2014) *Las impresoras 3D ya están listas para entrar en las aulas. El Mundo.* 20/10/2014

PAJUELO, L. (2013). *¿Qué puedo hacer con una impresora 3D en clase?* Educación 3.0. La revista para el aula del siglo XXI, capítulo 11,ejs, 5,6.

TALENS, I. *Unidad didáctica: probabilidad y estadística. Elaboración de una Unidad Didáctica desde la perspectiva intercultural* (2012), capítulo 4, ejs, 3,7,8,14,15.

### **Bibliografía consultada**

Autodesk, Inc.(2015). *Tinkercad.The easiest, fiercest 3D design tool around.* Recuperado el 10 de Diciembre. <https://www.tinkercad.com/>

Europa Press.(2015).*Bq y el colegio Balder de Madrid impulsan un proyecto "pionero" para enseñar avances tecnológicos a alumnos de ESO.* Recuperada el 10 de Diciembre. [http://www.colegiobalder.com/story/bq-colegio-balder-impulsan-proyecto-pionero-para-ense-ar-avances-tecnol-gicos-alumnos-eso.](http://www.colegiobalder.com/story/bq-colegio-balder-impulsan-proyecto-pionero-para-ense-ar-avances-tecnol-gicos-alumnos-eso)

GARZA, R. (2013). Inventor of 3D Printing. Recuperado el 18 de Noviembre.  
<http://on3dprinting.com/tag/scott-crump/>

Johnson, L., Adams Becker, S., Cummins, M., Estrada V., Freeman, A., and Ludgate, H. (2013). NMC Horizon Report: 2013 K-12 Edition. Austin, Texas: The New Media Consortium. Recuperado 18 de Junio.  
[http://blog.educalab.es/intef/wpcontent/uploads/sites/4/2013/06/Informe\\_Horizon\\_2013\\_K12\\_INTEF\\_julio\\_2013.pdf](http://blog.educalab.es/intef/wpcontent/uploads/sites/4/2013/06/Informe_Horizon_2013_K12_INTEF_julio_2013.pdf)

Krassenstein, E. (2015). Inventes by Chuck Hull. Recuperado el 10 de Junio.  
<http://3dprint.com/72171/first-3d-printer-chuck-hull/>

Mava, D. (2013). Breve Historia de la impresión 3D. Recuperado el 23 de marzo.  
<http://impresoras3d.com/breve-historia-de-la-impresion-3d/>

Moilanen, J. & Vadén, T. (2012). RepRap. Recuperado el 20 de Enero.  
<http://reprap.org/wiki/RepRap/es>

Stratasys, Ltd. (2016). The 3D Printing solution Company. Recuperado el 16 de Octubre.  
<http://www.stratasys.com/corporate/about-us>

Thompson, J. (2014). El creador de la impresora 3D habla del pasado, futuro y presente de su invento. Recuperado el 1 Noviembre.  
<http://www.laгранepoca.com/archivo/32145-creador-impresion-3-d-habla-del-pasado-futuro-presente-su-invento.html>

## 9. ANEXOS

### ANEXO 1

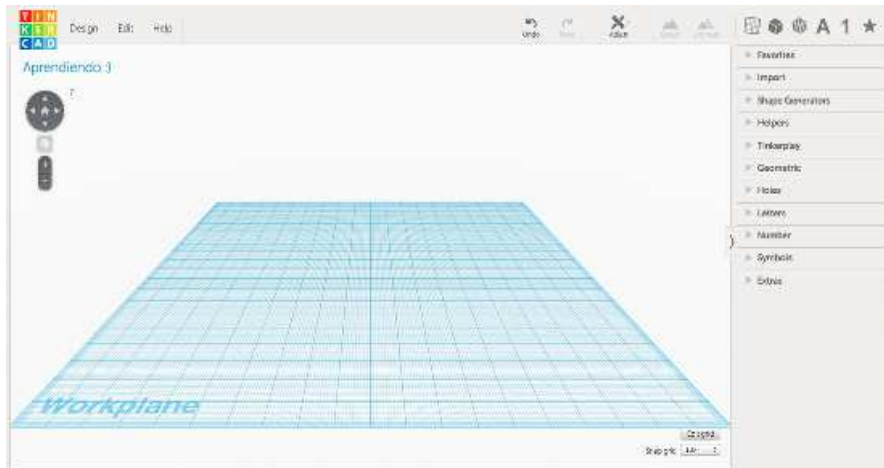


Figura 14. Imagen de la interfaz de Tinkercad. Fuente: Tinkercad.

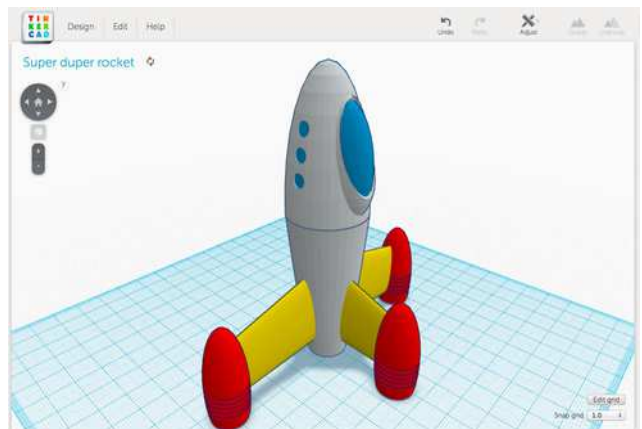
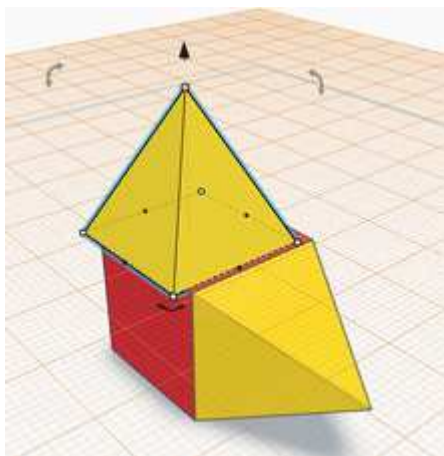
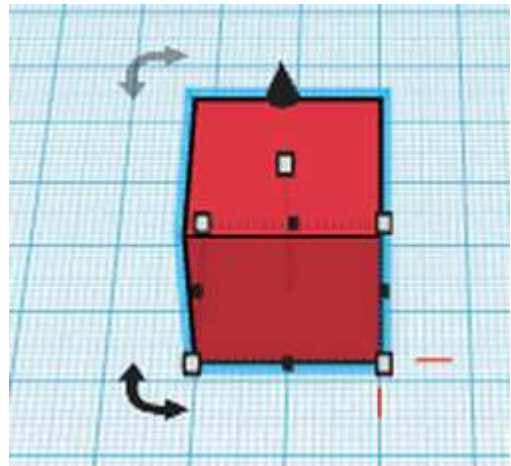
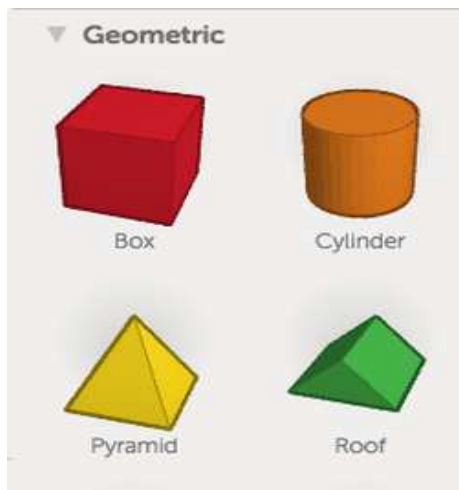


Figura 15. Diseños realizados con Tinkercad. Fuente: Tinkercad.

**ANEXO 2**

1. Completa la siguiente tabla en tu cuaderno:

**Tabla 2.** Modelo de posible prueba inicial.

Poliedro	Nombre base	Nº caras laterales	Nº de aristas	Nº de vértices
Prisma triangular				
Prisma cuadrado				
Prisma pentagonal				
Prisma hexagonal				

Fuente: Elaboración propia

2. Completa la siguiente tabla en tu cuaderno:

**Tabla 3.** Modelo de posible prueba inicial.

Poliedro	Nombre base	Nº caras laterales	Nº de aristas	Nº de vértices
Pirámide triangular				
Pirámide cuadrada				
Pirámide pentagonal				
Pirámide hexagonal				

Fuente: Elaboración propia



## ANEXO 3

Tabla 4. Ficha de evaluación de la propuesta y del docente.

Evaluación de la propuesta	CURSO:				
¿Crees que los objetivos perseguidos son adecuados?	1	2	3	4	5
¿Ha sido una propuesta motivadora para los alumnos?					
¿Has mejorado tu papel como docente tras la puesta en marcha de la propuesta?					
¿Crees que has modificado tu conducta tras la implantación de esta propuesta?					
¿Has conseguido transmitir tus conocimientos a los alumnos?					
Evaluación docente	1	2	3	4	5
¿Proporciones la ayuda y orientación que necesita cada alumno?					
¿Tratas de buscar las causas de las dificultades para poder ayudar a los alumnos?					
¿Has tenido prejuicios por algún alumno en concreto? ¿Dejas que afecte en tu labor docente?					
¿Has enseñado a los alumnos a autoevaluarse?					
¿Has exigido a cada uno de acuerdo a sus aptitudes y capacidades?					
¿Has permitido que tus alumnos tomen decisiones y critiquen constructivamente?					
Propuestas de mejora:					

Indica el grado de satisfacción con la labor que has desempeñado en el aula:

Insatisfecho	Poco satisfecho	Satisfecho	Muy satisfecho	Totalmente satisfecho
--------------	-----------------	------------	----------------	-----------------------

Indica el grado de satisfacción con el resultado de la propuesta:

Insatisfecho	Poco satisfecho	Satisfecho	Muy satisfecho	Totalmente satisfecho
--------------	-----------------	------------	----------------	-----------------------

Fuente: Elaboración propia.