

TRABAJO FIN DE GRADO

Universidad de Sevilla

Curso 2019/2020



**PROPUESTA DE INTERVENCIÓN BASADA EN EL USO DE
BLENDER PARA LA ENSEÑANZA Y APRENDIZAJE DE
MATEMÁTICAS EN EL 4º CURSO DE PRIMARIA**

Autor: Jaime Torres Moríñigo

Facultad Ciencias de la Educación

Grado en Educación Primaria

Tutora: Inés Gallego Sánchez

Departamento de Didáctica de las Matemáticas

Convocatoria de junio de 2020

Índice

1. Resumen	3
2. Introducción	3
3. Objetivos	4
4. Marco Teórico	5
4.1 Currículo de Educación Primaria	5
4.2 Teoría del aprendizaje y enseñanza de la geometría	7
4.3. Teoría sobre el uso de las TIC en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas	15
4.4. Programa informático Blender	18
5. Metodología	20
6. Diseño de la intervención	22
6.1. Contenidos	22
6.1.1. Contenidos conceptuales	22
6.1.2. Contenidos procedimentales	22
6.1.3. Contenidos actitudinales	22
6.2. Recursos materiales	22
6.3. Desarrollo de las sesiones	23
6.3.1. Sesión nº1	23
6.3.2. Sesión nº2	25
6.3.3. Sesión nº3	27
6.4. Evaluación	28
7. Conclusiones, implicaciones y limitaciones	29
8. Referencias bibliográficas	30
9. Anexos	31
9.1. Anexo 1: Vídeos actividad 1	31

9.2. Anexo 2: Archivos de Blender	32
9.3. Anexo 3: Fichas de actividades	32
9.3.1. Ficha de la actividad 4	32
9.3.2. Ficha de la actividad 5	35
9.3.3. Ficha de la actividad 6	36
9.3.3. Ficha de la actividad 9	37
9.4 Anexo 4: Instrumentos de evaluación	39
9.4.1. Diario de reflexión	39
9.4.2. Tabla de autoevaluación	41
9.4.3. Tabla de evaluación del profesor	42
9.4.4. Tabla de evaluación del proceso de E/A	42
9.4.5. Rúbrica de evaluación	43

1. Resumen

Actualmente el uso de las tecnologías se encuentra ligado a muchos aspectos de la vida diaria de las personas, siendo la adquisición de las competencia digital una necesidad cada vez más visible. El ámbito educativo no se ha quedado atrás en la aplicación de las nuevas tecnologías en el proceso educativo, especialmente en el área de matemáticas. La siguiente propuesta de intervención busca enseñar en el 4º curso de la etapa de Educación Primaria contenidos de geometría haciendo uso del programa informático Blender.

Para ello, se llevará a cabo una revisión del currículo de la etapa de Educación Primaria, al igual que la búsqueda de información relevante acerca de la enseñanza y aprendizaje de la geometría y el uso de las TIC en la enseñanza de las matemáticas. Además, se explorarán las posibilidades del programa informático Blender en el ámbito educativo.

Se ha realizado un diseño de intervención haciendo uso del programa informático de forma satisfactoria, pero su puesta en práctica en el aula no ha sido posible debido al cese temporal de las clases presenciales. Se espera un resultado favorable durante su puesta en práctica, pero aspectos como la gestión del tiempo han quedado sin comprobar.

Palabras clave: Matemáticas, Geometría, Conceptos geométricos, Tecnología educativa, Programa informático didáctico.

2. Introducción

Actualmente, las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) se encuentran presentes en casi todos los aspectos de la vida cotidiana, tomando en nuestra sociedad un rol esencial dentro del ámbito laboral y de ocio. Asimismo, cada vez es más visible su aplicación en el ámbito académico como herramienta para mejorar en gran medida el proceso de enseñanza/aprendizaje dentro de las aulas de Educación Primaria. Su aplicación en el aula potencia a su vez la competencia digital del alumnado, imprescindible hoy en día para desenvolverse en el uso de diferentes herramientas informáticas presentes en la vida diaria.

Si nos centramos en el ámbito educativo, la asignatura de matemáticas siempre ha resultado de gran dificultad para la mayoría del alumnado de Educación Primaria. Es por ello que es necesario hacer uso del mayor número de recursos posibles para llevar a cabo una enseñanza significativa que se encuentre más allá de la mera memorización de contenidos. Dentro de la asignatura de matemáticas, el campo de la geometría puede ser especialmente tratado a través de herramientas de simulación para facilitar el visionado e interacción de objetos dentro de un espacio determinado.

Dicho esto, Blender consiste en una herramienta de modelado en 3D creada por “The Blender Foundation” en 2002. Se trata de un programa de software libre gratuito y de fácil acceso (ya que se encuentra disponible en Windows, Linux y Macintosh) que permite su uso con total libertad para cualquier propósito, sea comercial o educativo. Su popularidad es cada vez mayor y goza de una amplia cantidad de funcionalidades que pueden ser aplicadas en el aula, además de múltiples tutoriales que muestran su uso básico de forma rápida. Dado que su principal función es la creación de modelos 3D, los cuales pueden ser manipulados mediante la simulación, resulta un programa idóneo para la enseñanza de geometría.

Este trabajo pretende mostrar una propuesta de intervención mediante la cual se lleve a cabo el uso de Blender en el aula. Se centrará en la enseñanza de cuerpos geométricos y conceptos de geometría en el curso de 4º de Primaria.

3. Objetivos

Mediante la realización de esta propuesta de intervención didáctica se busca conseguir diferentes objetivos específicos, los cuales son:

- Enseñar geometría en el aula de Primaria a través del uso del programa informático Blender.

- Reconocer elementos básicos de las figuras geométricas, tales como “cara”, “arista” o “vértice”.
- Manipular y observar diferentes cuerpos geométricos (prismas, pirámides y cuerpos redondos) a través de la simulación en un programa informático.
- Discriminar diferentes cuerpos geométricos por sus características básicas.
- Describir cuerpos geométricos por sus características básicas (caras, aristas y vértices).
- Relacionar diferentes cuerpos geométricos con objetos de la vida cotidiana.

4. Marco Teórico

4.1 Currículo de Educación Primaria

Esta intervención se encuentra justificada por los aspectos recogidos en la Orden del 17 de Marzo de 2015 por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Primaria en Andalucía.

En primer lugar, se muestra la importancia de la geometría en la etapa de Educación Primaria en el hecho de que uno de los bloques de contenidos mostrados en el currículo (el bloque 4) se encuentra íntegramente dedicado a la geometría. En esta intervención se intentarán cubrir los siguientes contenidos de este bloque en el segundo ciclo de Educación Primaria:

“4.3. Exploración e Identificación de figuras planas y espaciales en la vida cotidiana. 4.10. Cubos, prismas y pirámides. Elementos básicos: vértices, caras y aristas. 4.11. Cuerpos redondos: cilindro y esfera. 4.12. Descripción de la forma de objetos utilizando el vocabulario geométrico básico.”

En el caso del segundo ciclo, encontramos un criterio de evaluación, el cual es el criterio número 11, que está dedicado exclusivamente a la geometría:

“Reconocer y describir, en el entorno cercano, las figuras planas (cuadrado, rectángulo, triángulo, trapecio y rombo, circunferencia y círculo) y los cuerpos geométricos (el cubo, el prisma, la pirámide, la esfera y el cilindro) e iniciarse en la clasificación de estos cuerpos.”

Además, en el currículo de Educación Primaria encontramos este párrafo referido a las orientaciones metodológicas que se recomiendan en torno a la enseñanza de la geometría, las cuales justifican en gran medida la elección de Blender para esta intervención:

“Para el estudio de la geometría es conveniente conjugar la experimentación a través de la manipulación con las posibilidades que ofrece el uso de la tecnología. Es recomendable el uso de materiales manipulables: geoplanos, mecanos, puzzles, libros de espejos, materiales para formar poliedros, etc., así como la incorporación de programas de geometría dinámica para construir, investigar y deducir propiedades geométricas. En este sentido, se potenciará el uso del taller y/o laboratorio de matemáticas”

Por otro lado, encontramos que uno de los objetivos generales de etapa del área de matemáticas que se recogen en la Orden del 17 de Marzo de 2015 se encuentra relacionado con la geometría:

O.MAT.5. Identificar formas geométricas del entorno natural y cultural y analizar sus características y propiedades, utilizando los datos obtenidos para describir la realidad y desarrollar nuevas posibilidades de acción.

La intervención se basará principalmente en este objetivo, pues se encuentra estrechamente vinculado con el campo de las matemáticas que se pretende enseñar. Sin embargo, se trabajarán dos objetivos más:

O.MAT.7 Apreciar el papel de las matemáticas en la vida cotidiana, disfrutar con su uso y reconocer el valor de la exploración de distintas alternativas, la conveniencia de la precisión, la perseverancia en la búsqueda de soluciones y la posibilidad de aportar nuestros propios criterios y razonamientos.

O.MAT.8 Utilizar los medios tecnológicos, en todo el proceso de aprendizaje, tanto en el cálculo como en la búsqueda, tratamiento y representación de informaciones diversas, buscando, analizando y seleccionando información y elaborando documentos propios con exposiciones argumentativas de los mismos.

El objetivo número 8 del área de matemáticas será trabajado debido a la implementación de Blender como recurso digital para la enseñanza de los objetivos planteados en esta intervención.

Cabe destacar que tres competencias se encuentran conectadas con el bloque 4 de contenidos del área de matemáticas: la competencia de conciencia y expresiones culturales (que se trabajará mediante la apreciación de expresiones artísticas), la competencia de comunicación lingüística (que se refiere a la capacidad del alumnado de expresar ideas a otras personas, sea mediante una interacción oral o escrita) y la competencia matemática y competencia básica en ciencia y tecnología (aludiendo a la capacidad de resolver problemas mediante el uso del razonamiento matemático).

Además de estas tres competencias, se trabajará la competencia digital, pues los alumnos aprenderán a utilizar el programa informático Blender de forma correcta y segura durante el proceso de enseñanza y aprendizaje. Se entrenará por tanto la capacidad del alumnado de adaptarse al uso de nuevos programas digitales.

4.2 Teoría del aprendizaje y enseñanza de la geometría

En primer lugar, debemos tener en consideración el trabajo de Jean Piaget (Piaget, 1964-1991) para comprender el aprendizaje del alumnado. La teoría de Piaget sobre el desarrollo cognitivo propone que las personas pasan a través de cuatro etapas que definen su

desarrollo mental a lo largo de la infancia (Cherry, 2020). Estas cuatro etapas reciben el nombre de etapa sensoriomotora; etapa preoperacional; etapa de las operaciones concretas y etapa de las operaciones formales. Cada una de estas etapas posee sus propias características y se encuentra ligada a diferentes rangos de edad. Cherry (2020) es uno de los autores que describen estas etapas.

La etapa sensoriomotora tiene lugar desde el nacimiento a los dos años. Durante esta etapa, los niños conocen el resto del mundo mediante el uso de los sentidos (como el oído, la vista y el tacto), generando experiencias sensoriales, y el movimiento. Asimismo, obtienen información a través de la manipulación de objetos.

En esta etapa del desarrollo mental cabe destacar que los niños aprenden acerca del lenguaje y aprenden acerca de la permanencia de los objetos en el entorno (a pesar de que ellos no sean capaces de verlos, los objetos permanecen existiendo). Por ello, se empieza a desarrollar la base para el aprendizaje del lenguaje, iniciando la vinculación de palabras con diferentes objetos.

Durante la etapa preoperacional, que tiene lugar entre los 2 y 7 años, el desarrollo del lenguaje es uno de los aspectos más importantes. Los niños que se encuentran en esta etapa empiezan a representar objetos mediante el uso de las palabras y dibujos, aprendiendo a pensar de forma simbólica.

Aquellos niños en la etapa preoperacional tienden en gran medida a actuar de forma egocéntrica (considerándose el centro de atención de toda actividad y situación) y poseen una alta dificultad a la hora de posicionarse en la perspectiva de otras personas, resultando esto en una mentalidad egoísta.

Otra característica importante de esta etapa es el hecho de que los niños aún no son capaces de realizar operaciones mentales de cierta complejidad y hacer uso de la lógica. Poseen asimismo dificultades con el concepto de conservación. Siguiendo el ejemplo de Cherry (2019), imaginemos que una persona divide una bola de plastilina (delante de un niño que se encuentra en esta etapa) en dos trozos de tamaño semejante. Tras hacer esto, si la

persona deforma estos dos trozos de forma que uno de ellos quede con forma de bola compacta y el otro como una masa plana alargada, es probable que el niño (que se encuentra en la etapa preoperacional) prefiera elegir el trozo aplanado. Esto se debe a que el trozo aplanado parece ser más grande que el trozo convertido en una bola compacta, aunque se demostró al principio que ambos trozos eran del mismo tamaño.

Tras la etapa preoperacional tiene lugar la etapa de operaciones concretas. Los niños que se encuentran en esta etapa de desarrollo tienen aproximadamente entre 7 y 11 años. La principal característica de esta tercera etapa es el desarrollo del pensamiento lógico de los niños. En esta etapa son capaces de llevar a cabo razonamientos lógicos sobre situaciones concretas y específicas, teniendo aún dificultad para trabajar con ideas abstractas. El razonamiento lógico que se da en esta etapa es de carácter inductivo, es decir, a partir de información concreta para llegar a una conclusión general. Tomando el ejemplo de Cherry (2019), si un niño observa una situación en la cual una persona experimenta picores y escozor de ojos siempre que se encuentra cerca de un gato, puede llegar a la conclusión de que la reacción alérgica que experimenta tenga como origen la presencia de gatos y que la persona sea alérgica a estos animales.

A pesar de que son capaces de razonar lógicamente de forma inductiva, poseen problemas a la hora de llevar a cabo razonamientos deductivos (razonar partiendo de una idea general para llegar a situaciones específicas). Los conceptos abstractos también resultan de gran dificultad para el alumnado que se encuentra en esta etapa.

Podemos encontrar otros avances en el desarrollo mental de los niños en esta etapa con respecto a la anterior. El concepto de conservación empieza a ser entendido por los niños y la actitud egocéntrica de los mismos disminuye a lo largo de la etapa. En este sentido, los niños son cada vez más capaces de comprender que otras personas pueden tener sentimientos diferentes a los suyos y verse afectadas de forma distinta ante un estímulo. Por ello, son capaces de entender que otras personas pueden tener una personalidad que contraste con la suya y que esto implique la aparición de opiniones dispares. Asimismo, pueden razonar sobre cómo otras personas pueden ver objetos desde otra perspectiva. Mientras que los niños en la etapa preoperacional serían incapaces, aquellos que se encuentran en la etapa de operaciones

concretas son capaces de completar con éxito el experimento de las 3 montañas de Piaget. El experimento consiste en disponer tres montañas de varios tamaños en la misma mesa. El niño que está llevando a cabo el experimento es situado en un lugar específico, mientras que un muñeco es situado mirando las montañas desde otra posición. Una vez hecho esto, se pregunta al niño que elija, entre varias fotos, cuál describe mejor la vista que posee el muñeco sobre las montañas. Si el niño elige la foto que representa su propia visión, no ha superado aún el egocentrismo de la etapa preoperacional.

Por último, encontramos la cuarta etapa. Esta es la etapa de las operaciones formales, y se alcanza aproximadamente a partir de los 12 años. Los niños que alcanzan este nivel de desarrollo mental poseen un mayor dominio del pensamiento lógico y son incluso capaces de trabajar en torno a situaciones hipotéticas. Esta capacidad se ve reflejada en el aumento de la creatividad durante la resolución de problemas, pudiendo proponer diferentes soluciones y pensar sobre los posibles resultados.

A diferencia de en la etapa anterior, los niños ahora son capaces de usar el razonamiento deductivo (razonando a partir de una idea general para llegar a casos específicos). De esta forma, son capaces de entender directamente ideas abstractas con las que poder trabajar.

Conocer y entender las diferentes etapas de la teoría Piaget sobre el desarrollo cognitivo es de gran importancia para el profesorado. Un profesor debe reconocer e identificar la etapa en la que se encuentra el alumnado al que imparte clases si quiere adaptar la enseñanza de la forma más óptima posible. Por ejemplo, sería irracional exigir a alumnos que se encuentren en la etapa preoperacional realizar pensamientos lógicos de carácter deductivo.

Dado que la intervención va dirigida a alumnos de 4º de Primaria y que la edad media de los alumnos en dicho curso suele ser de 9 a 10 años, podemos asumir que la gran mayoría del alumnado se encontrará en la etapa de operaciones concretas.

Debemos considerar también que, para Piaget, los alumnos deben de tomar un papel activo en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Según el constructivismo, son los propios alumnos los encargados de construir sobre el conocimiento que ya poseen (mediante la observación y la experimentación) y adaptar sus ideas previas a la nueva información disponible. Para llevar a cabo el proceso de adaptación de nueva información, los alumnos deben recurrir al proceso de acomodación (modificar ideas previas como consecuencia de la nueva información) y al de asimilación (incluir estas nuevas ideas dentro de las ya existentes en el alumno).

Por otro lado, en torno al campo de la geometría Piaget también desarrolló investigaciones. Según Godino y Ruiz (2004) Piaget propuso también una teoría que trataba de explicar el desarrollo de los conceptos espaciales en los niños.

Piaget tiene en cuenta dos conceptos diferentes. El primero de ellos es la percepción, la cual consiste en el conocimiento que se obtiene de los objetos mediante el contacto directo. El segundo concepto es la representación, que hace referencia a la capacidad de crear una imagen mental del objeto e interactuar con la misma sin la presencia directa del objeto al que se hace alusión. Las capacidades de percepción se perfeccionan a los dos años con el final de la etapa sensoriomotora, mientras que la capacidad de representación comienza a desarrollarse a los dos años y se va desarrollando gradualmente hasta el final de la etapa de las operaciones concretas. Esto tiene lugar alrededor de los 11 años.

A su vez, Piaget habla del desarrollo en la adquisición de diferentes propiedades geométricas. Estas propiedades las separa en topológicas (aquellas que son independientes de la forma o tamaño), proyectivas (la capacidad del niño de prever el aspecto que mantendrá un objeto desde diferentes ángulos de vista. Por ejemplo, no tiene el mismo aspecto un bolígrafo visto de forma horizontal que visto de forma vertical) y euclídeas. Las propiedades euclídeas son aquellas que mantienen relación con aspectos tales como la distancia, el tamaño o las dirección. Mediante las propiedades euclídeas se puede diferenciar, por ejemplo, un trapecio de un rectángulo tomando como referencia para ello aspectos como la longitud de los lados y los ángulos que poseen el trapecio y el rectángulo (Godino y Ruiz, 2004).

Además de las investigaciones de Piaget, existen numerosas teorías de enseñanza que conforman la didáctica de las matemáticas. Sin embargo, en el campo de la geometría el modelo que ha tenido mayor influencia sobre la didáctica de la geometría ha sido el llamado modelo de Van Hiele. Las bases de este modelo fueron desarrolladas por Pierre Van Hiele y su esposa Dina Van Hiele-Geldof para comprender el desarrollo del pensamiento de los estudiantes durante el aprendizaje de la geometría. Juntos formularon la existencia de 5 niveles de razonamiento (Van Hiele, 1957), siendo el modelo completado con la contribución de otras investigaciones.

El modelo de Van Hiele busca, mediante la asignación de niveles, describir la capacidad de comprensión de la geometría por parte de los estudiantes. Varios autores como Godino y Ruiz (2004) describen los 5 niveles del modelo, poseyendo cada nivel características propias. Los niveles son los siguientes:

En el primer nivel de Van Hiele los estudiantes son capaces de reconocer diferentes figuras geométricas de manera visual, prestando atención principalmente a la forma de la figura geométrica. En este nivel el alumno puede incluso reconocer información dada acerca de la figura, pero no todas las propiedades de la misma. Los alumnos en este nivel son capaces de dibujar de forma precisa las figuras e identificarlas en objetos.

Godino y Ruiz (2004) mantienen que aquellos estudiantes que se encuentren en este primer nivel pueden realizar actividades de clasificación e identificación de diferentes figuras. Además, la manipulación de diferentes ejemplos de figuras geométricas permite ayudar a reconocer las figuras ignorando cualidades irrelevantes como su rotación o traslación, aspectos que los alumnos en este nivel pueden tomar como importantes (un cuadrado deja de ser un cuadrado si se encuentra rotado 45°).

Los estudiantes que se encuentren en el segundo nivel de razonamiento del modelo de Van Hiele pueden pasar de hablar de simplemente una forma específica (un triángulo) y empezar a trabajar clases de formas de una misma figura geométrica (los alumnos pueden trabajar sobre diferentes tipos de triángulos). Dado que los alumnos son capaces de centrarse en clases de formas más que en una forma específica, son también capaces de pensar sobre las

propiedades que conforman y permiten agrupar las formas geométricas. Comprenden de este modo que diferentes formas pueden pertenecer a la misma clase debido a las diferentes propiedades que poseen en común. En este nivel los alumnos son capaces de listar todas las propiedades de una clase de forma. Sin embargo, los alumnos no son capaces de ver que algunas clases pueden estar contenidas dentro de otras (todos los cuadrados son paralelogramos).

Aquellos estudiantes que se encuentren en el nivel 2 pueden realizar actividades que se centren más en las propias propiedades de figuras geométricas en vez de simplemente en la identificación de figuras, como ocurría en el nivel 1. En este nivel los alumnos pueden clasificar figuras en base a los nombres o bien las propiedades de las formas geométricas (diferenciar unos triángulos de otros triángulos en base a sus diferencias o agruparlos según sus similitudes) (Godino y Ruiz, 2004).

Por otro lado, en el nivel 3 de Van Hiele los alumnos poseen un mayor control sobre las propiedades de las figuras geométricas, siendo capaces de relacionar diferentes figuras entre sí en base a las propiedades de las mismas (un cuadrado puede ser un rectángulo puesto que posee cuatro ángulos rectos). Se deja, por tanto, de simplemente listar las propiedades visibles de una figura geométrica y se empieza a razonar sobre las mismas. Los alumnos comprenden que hay propiedades que pueden no ser necesarias para describir una forma geométrica.

En este nivel se pueden realizar actividades tales como, a partir de un modelo, empezar a describir las diferentes propiedades del mismo. Una vez hecho esto, discutir cuáles de esas propiedades son realmente necesarias para definir una forma y cuáles pueden ser omitidas, utilizando por tanto únicamente las suficientes propiedades como para generar una definición (Godino y Ruiz, 2004).

En el cuarto nivel del modelo de Van Hiele los estudiantes comienzan a hacer un mayor uso de la lógica y la deducción para el análisis geométrico. En este nivel, los estudiantes son capaces de trabajar la geometría desde un punto más abstracto. De este modo, son capaces no solo de observar propiedades, sino de intentar probar las mismas siguiendo

argumentos deductivos. Mientras que en el tercer nivel no se considera necesario realizar estas demostraciones, en el cuarto nivel los alumnos aprecian la necesidad de llevarlas a cabo.

Las personas que alcanzan el quinto y último nivel de desarrollo mental del modelo de Van Hiele son capaces de trabajar con varios sistemas axiomáticos (conjuntos de axiomas, es decir, conjuntos de argumentos asumidos como verdad) además de con cada uno de los componentes de un sistema. En este nivel se es capaz de distinguir y relacionar entre sí diferentes sistemas axiomáticos para trabajar con ellos.

Por último, el modelo de Van Hiele posee ciertas características, como es por ejemplo la jerarquización de los niveles. Estos niveles se encuentran dispuestos de forma secuenciada, no pudiéndose alcanzar un nivel superior sin haber pasado por todos los anteriores. Esta característica es de gran importancia para el profesorado de matemáticas, pues es necesario reconocer en qué nivel de desarrollo mental (en torno a la geometría) se encuentran los alumnos para poder trabajar con ellos de la forma más efectiva posible. Durante la adquisición de los niveles hay un progresivo aumento en la complejidad de los conceptos y la capacidad de abstracción del estudiante, por lo que resulta incoherente trabajar en el nivel 4 con alumnos que se encuentren en el nivel 2.

Dicho esto, es necesario destacar que los diferentes niveles descritos en el modelo de Van Hiele no están vinculados a la edad del estudiante (como pueden estarlo las etapas del desarrollo cognitivo de Piaget), sino al grado de adquisición de experiencia con respecto al manejo de la geometría (algunas personas pueden incluso no llegar a pasar nunca del nivel 2). Sin embargo, de forma general, se suelen relacionar ciertos niveles a diferentes etapas académicas. Los alumnos de la etapa de Educación Primaria suelen encontrarse en el nivel 1 del modelo de Van Hiele, empezando el nivel 2 en cursos superiores de esta etapa. El nivel 3 suele estar relacionado con la etapa de Educación Secundaria, mientras que el nivel 4 se exige (aunque a veces los alumnos no llegan a este nivel) durante el Bachillerato. El último nivel de desarrollo mental se puede encontrar a nivel universitario en cursos de matemáticas especializados en geometría (Godino y Ruiz, 2004). Debemos tener en cuenta esto a la hora de llevar a cabo la enseñanza de la geometría.

Por último, para facilitar la creación de actividades (seguir estas fases es de gran ayuda a la hora de organizar las diferentes actividades didácticas que compondrían las sesiones de geometría), el modelo de Van Hiele propone organizarlas en 5 fases separadas de aprendizaje:

En la primera fase (información), el profesor introduce el nuevo contenido e investiga sobre las ideas previas de los alumnos acerca del mismo, al igual que trata de reconocer en qué nivel de razonamiento en torno a la geometría se encuentran. En la segunda fase (orientación dirigida) los alumnos realizan actividades dirigidas (controladas por el profesor para evitar que los alumnos se distraigan o desvíen del objetivo principal de la actividad), por las que aprenden de forma básica los nuevos contenidos. Mediante la fase 3 (explicitación) los alumnos expresan sus ideas (de forma verbal o escrita) y se acostumbran a usar un vocabulario matemático correcto que sustituya sus propios términos coloquiales, procurando que esta transición no obstruya el aprendizaje de los conceptos que se intentan enseñar. En la fase 4 (orientación libre) los alumnos profundizan, acerca de los nuevos contenidos, en actividades que requieren una mayor libertad y poseen diferentes formas de resolución. La fase 5 (integración) busca que los alumnos realicen con la ayuda del profesor un repaso general de los contenidos aprendidos.

Gutiérrez (2006) aclara que la fase 3 no debe ser entendida como una fase que se encuentre en un espacio temporal situado entre la fase 2 y la fase 4, sino que debe estar integrada a lo largo de las otras 4 fases.

4.3. Teoría sobre el uso de las TIC en la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas

De acuerdo con Godino et al. (2004), existe una gran cantidad de recursos didácticos que pueden ser utilizados en el aula de matemáticas. Sin embargo, recalcan el uso de los ordenadores para la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas por su velocidad y la gran cantidad de programas de software que soportan. Debido a esto, el uso de la tecnología puede apoyar el trabajo en muchas áreas de las matemáticas, como la estadística, el álgebra, la medida y, en nuestro caso, la geometría.

Además, la facilidad para explorar diferentes ámbitos de las matemáticas genera en el alumnado un aumento del interés. Esto se debe al hecho de que, con el uso de estos programas, los alumnos pueden centrarse en la reflexión, el razonamiento y la toma de decisiones.

Godino et al. (2004) recalcan diferentes recursos informáticos, tales como vídeos que actúan como tutoriales de aspectos concretos de las matemáticas o bien el uso de diferentes programas de ordenador. Con respecto a estos últimos, existen diferentes tipos de software que pueden ser utilizados en la enseñanza. Entre ellos se encuentran los softwares didácticos, los cuales provienen de adaptaciones de programas profesionales demasiado complejos o bien de la creación de paquetes didácticos en torno a ellos. Asimismo, encontramos los softwares de uso general. Su uso genérico y gran accesibilidad brindan la posibilidad de usarlos en el campo de la enseñanza con diferentes fines. Tomando como ejemplo el programa Paint, este puede ser utilizado en la enseñanza de la geometría (Godino et al., 2004).

Por otro lado, Michael de Villiers (De Villiers, 2007) ha observado diferentes peligros potenciales y concepciones erróneas que pueden llegar a ocurrir en el aula con la implementación de softwares de geometría dinámica. Estos problemas deben de evitarse a toda costa si se busca el uso óptimo de estos programas.

En primer lugar, uno de los fallos más comunes que se puede cometer es utilizar herramientas digitales de este tipo pero mantener un estilo de enseñanza tradicional. Si en vez de cambiar nuestro estilo de enseñanza con la ayuda de las nuevas tecnologías hacemos uso de las mismas para simplemente mantener la transmisión de conocimientos y la memorización, no se está realmente realizando una mejora en el proceso de E/A. Muchos profesores las utilizan para simplemente aparentar ser más innovadores, en vez de intentar cambiar su estilo de enseñanza y así poder aprovechar el potencial de estas herramientas. El estudiante debe tomar un papel activo en el proceso de enseñanza y aprendizaje para el correcto uso de estas tecnologías (De Villiers, 2007).

Este autor sostiene que ha observado otro gran error entre los profesores, y es la idea preconcebida de que los alumnos requieren dominar a la perfección una herramienta digital o

un programa informático para poder sacar fruto de su uso. De Villiers niega que esto sea cierto, pues carece de sentido. Esto se debe al hecho de que los alumnos sólo necesitan conocer aquello del programa que vayan a utilizar, y no comprender todo el funcionamiento del programa. Como solución, De Villiers propone que los profesores hagan uso de materiales bien preparados, pudiendo controlar así con mayor facilidad la manipulación que puedan hacer los alumnos del programa, consiguiendo así que los alumnos centren su atención en los materiales generados por el profesor. Al mismo tiempo, se puede simplemente enseñar al alumnado aquellos aspectos del programa que vayan a ser realmente utilizados, acabando de esta forma con la necesidad de aprender a usar un programa completo antes de empezar un proceso de E/A que haga uso de programas de software.

Tomando este problema como justificación, el contacto que se realizará en el aula de Primaria con el programa de software Blender será basado en sus funciones básicas, que serán las utilizadas durante la intervención. El programa posee una gran cantidad de herramientas con multitud de posibilidades, pero nos centraremos en las funciones elementales que serán utilizadas. De esta forma no solo se empezará a trabajar con el alumnado de forma más rápida en torno al programa, sino que además no se proporcionará al alumnado una cantidad de información que pueda resultar abrumadora.

Según De Villiers (2007), otro problema que suele ser común es requerir que los alumnos construyan diferentes figuras matemáticas antes de observar las propiedades geométricas que las componen. Este orden es incoherente, ya que, para llevar a cabo la construcción de una figura, se debe tener una comprensión amplia de las condiciones mínimas que se han de cumplir para ello. Dicho esto, la observación de las propiedades de las figuras geométricas tiene lugar durante los niveles 1 y 2 de Van Hiele, por lo que la visualización de las propiedades tiene que producirse antes de solicitar al alumnado la capacidad de construir figuras de forma autónoma sin ayuda del profesor.

Asimismo, debemos evitar que el alumnado pierda de vista el objetivo de las tareas propuestas y se despiste por demasiada información visual. Del mismo modo, no debemos olvidar que es necesaria la reflexión (durante el proceso de aprendizaje) como un paso

esencial para consolidar los contenidos, llevando a cabo el feedback suficiente para ello (De Villiers, 2007).

4.4. Programa informático Blender

Blender se trata de un programa informático de software libre que consiste en una amplia serie de herramientas virtuales, las cuales pueden ser utilizadas para crear películas animadas, arte, efectos visuales y modelos en 3D. El programa fue creado por “The Blender Foundation” en 2002 y es completamente gratuito. Dado que se trata de un software libre, puede ser utilizado con total libertad para cualquier propósito (Blender Foundation, 2020). Siendo usado en gran medida por pequeños estudios de animación o bien de creación de videojuegos, también es utilizado con motivos educativos.

Como se ha dicho, el programa posee herramientas para multitud de tareas, en especial el modelado en tres dimensiones. Para la realización de la intervención nos centraremos en aquellas funcionalidades centradas en este último aspecto, ya que buscamos que los alumnos observen y manipulen virtualmente diferentes cuerpos geométricos en tres dimensiones. Es necesario recalcar que Blender cuenta con una extensa variedad de herramientas que tienen como objetivo la creación de modelos en 3D. Sin embargo, nos centraremos en aquellas más básicas que se usarán junto al alumnado, ya que probablemente este será el primer contacto que tendrán los alumnos con el programa.

En primer lugar, el programa distingue entre el modo “objeto” y el modo “edición”. El modo “objeto” permite al usuario seleccionar, mover y rotar figuras sin modificar su forma, mientras que en el modo “edición” se permite deformar y modificar los objetos creados, pudiendo para ello cambiar de posición vértices, aristas y caras. Durante esta intervención, el uso del modo “edición” se limitará al visionado de los vértices, aristas y caras de forma resaltada. En la figura 1 se puede ver el uso del programa para resaltar una cara de un cuerpo geométrico tras haber hecho clic sobre la misma con el ratón del ordenador.

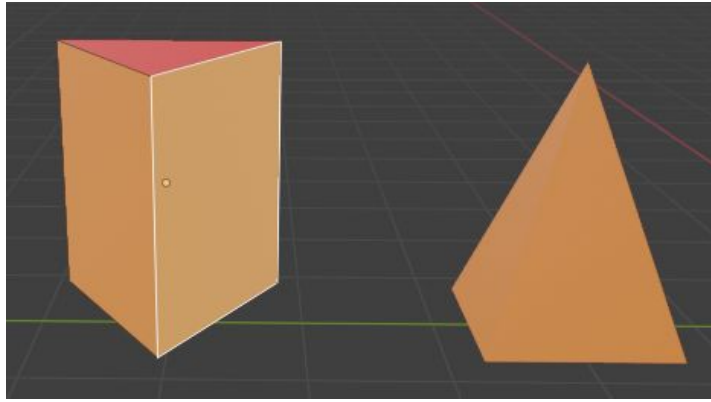


Figura 1

El programa ofrece además diferentes modos de vista. El modo de vista “sólido” permite ver la forma del objeto, mientras que el modo de vista “desarrollo visual” permite visionarlo con diferentes colores aplicados sobre el objeto 3D (figura 1). Por otro lado, el modo “estructura” permite observar el objeto completamente transparentado, mostrando de esta forma únicamente la estructura básica del cuerpo geométrico, tal y como se ve en la figura 2.

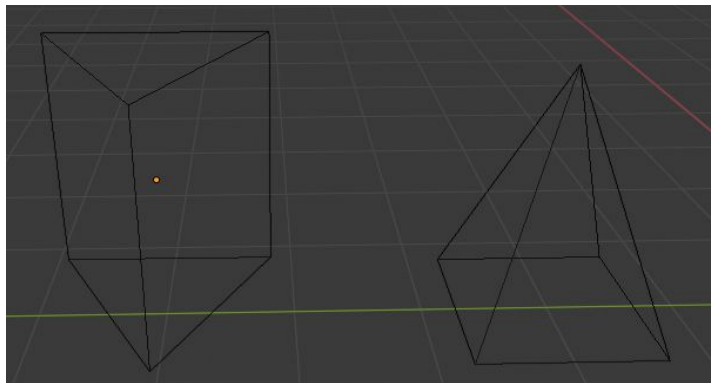


Figura 2

Se debe destacar que el programa posee una gran cantidad de posibilidades para la enseñanza de la geometría. La comunidad de usuarios que usan este programa es amplia y activa, por lo que existe una gran variedad de tutoriales, tanto básicos como complejos, que muestran cómo hacer uso del programa. Asimismo, existen plataformas que ponen a disposición de quien lo necesite diferentes modelos ya acabados.

Por último, es necesario que, para el desarrollo óptimo de la intervención, el profesor que realice la misma posea cierta familiaridad con el programa y sea capaz de usarlo de forma básica. De esta forma, será capaz de guiar el uso que el alumnado haga del mismo.

5. Metodología

Para llevar a cabo este trabajo de fin de grado tomé en cuenta diferentes consideraciones con el objetivo de crear un tema que resultara real, actual y de interés. En primer lugar, tras hablar con mi tutora académica, decidí llevar a cabo una propuesta de intervención en el aula.

El año pasado durante la realización de mis prácticas docentes en el centro educativo CEIP Tomás de Ybarra, que se encuentra situado en Tomares, llevé a cabo una pequeña charla en una clase del primer ciclo. La charla trataba acerca del diseño y creación de videojuegos, mostrando el programa informático Blender, al igual que algunos modelos creados con la misma herramienta. Los alumnos se encontraban realmente motivados y mostraron mucho interés en el programa. Debido a esta experiencia, pensé que se podría llevar a cabo su implementación en el aula de forma didáctica.

Dada mi experiencia personal con este programa, decidí explorar las posibilidades didácticas que ofrecía para llevar a cabo la enseñanza de las matemáticas. Observé en qué medida podía ser explotado para su uso en el proceso de enseñanza y aprendizaje en el aula de Primaria. Se trata de un programa informático que resulta fácil de aprender de forma básica y pensé que podría ser utilizado para aprender geometría desde un contexto real, siendo este programa usado de forma profesional en la vida real para el diseño de modelos en 3D y la creación de animaciones.

Para comprobar si su uso podría ser correcto en el aula, decidí explorar el currículo de Educación Primaria en la comunidad autónoma de Andalucía. Para ello, accedí a la Orden de 17 de marzo de 2015, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Primaria en Andalucía. En esta Orden, publicada en el boletín oficial de la Junta de

Andalucía, se recogen los diferentes contenidos y objetivos que requieren ser trabajados durante la etapa de Educación Primaria.

Para la realización de la propuesta de intervención seleccioné contenidos específicos del bloque de geometría para el segundo ciclo de la etapa. Los contenidos seleccionados son idóneos para ser enseñados mediante esta herramienta, la cual facilita la simulación y manipulación de cuerpos geométricos. Además, el currículo recoge la necesidad de adquirir la competencia digital, teniendo el alumnado una edad suficiente como para aprender a interactuar con herramientas digitales de forma guiada.

Además de observar el currículo propio de la etapa de Educación Primaria, busqué diferentes publicaciones para investigar acerca de la enseñanza y aprendizaje de la geometría en esta etapa educativa, además de buscar información acerca de la implantación de las tecnologías en el aula. Dada la imposibilidad de acceder a bibliotecas presenciales debido a su cierre temporal por la declaración del estado de alarma, hice uso de diferentes plataformas digitales para la búsqueda de bibliografía. Usé plataformas tales como FAMA (que recoge todo el catálogo de la biblioteca de la Universidad de Sevilla), en la que se encuentran disponibles diferentes artículos de investigación online, o Dialnet.

La implementación en el aula de esta propuesta no ha sido posible, pero su puesta en práctica se encontraría situada en torno a un contexto que posea la capacidad de tener acceso al uso de ordenadores dentro del aula. La propuesta se encuentra atada a unas necesidades generalizadas recogidas en el currículo para todos los alumnos de Educación Primaria, por lo que el contexto en el que tenga lugar tiene únicamente posee la limitación impuesta por la falta de acceso a los recursos necesarios.

No obstante, el uso de Blender frente a otros programas evita las dificultades que pueda generar el uso de herramientas digitales online en el aula, ya que este es utilizado de forma completamente offline. Para hacer más accesible la propuesta, el uso de ordenadores se llevará a cabo en parejas, reduciendo el número de ordenadores necesarios. De esta forma, se fomentará además el discurso entre iguales durante las actividades.

Por último, para la selección del sistema de evaluación de la propuesta, se ha tomado como referencia principal la experiencia adquirida (a lo largo del Grado de Educación Primaria) en el desarrollo de Unidades Didácticas. Por ello, se ha decidido que se hará uso de la observación para llevar a cabo la evaluación del proceso. Además, en la propuesta se busca evaluar también la propia metodología empleada en el aula y una autoevaluación por parte del alumno, así como la elaboración de un diario de reflexión.

6. Diseño de la intervención

6.1. Contenidos

La intervención busca cubrir diferentes contenidos conceptuales, procedimentales y actitudinales, los cuales se encuentran derivados de los contenidos recogidos en la Orden del 15 de marzo de 2015.

6.1.1. Contenidos conceptuales

- Prismas, pirámides y cuerpos redondos (conos, cilindros y esferas).
- Elementos básicos de las figuras geométricas (caras, aristas y vértices).
- Funcionamiento básico de Blender.

6.1.2. Contenidos procedimentales

- Identificación de elementos básicos de figuras geométricas (caras, aristas y vértices).
- Manipulación y observación de cuerpos geométricos a través del programa informático Blender.
- Descripción de cuerpos geométricos haciendo uso de vocabulario geométrico básico.
- Identificación de cuerpos geométricos en objetos de la vida diaria.

6.1.3. Contenidos actitudinales

- Mostrar interés por el uso de las matemáticas en la vida real.

- Hacer un uso correcto y responsable de las nuevas tecnologías.

6.2. Recursos materiales

Para llevar a cabo la intervención se requiere, principalmente, el acceso a ordenadores en el aula para hacer uso del programa informático Blender. Se necesitará tener acceso a un ordenador por cada dos alumnos que se encuentren realizando las actividades de la intervención. En caso de usarse un ordenador portátil, este debe tener acceso a un ratón de ordenador para poder usar el programa de forma correcta.

Blender funciona de forma offline y no requiere de instalación (solamente es necesario descargarlo para ejecutarlo). Dicho esto, para realizar la intervención, el programa debe encontrarse descargado en todos los ordenadores, al igual que los archivos necesarios para hacer las actividades. Dado que se trata de un programa que no requiere conexión a internet, no es necesario que los ordenadores tengan acceso a la misma durante la intervención.

Por otro lado, Blender es un programa multiplataforma que soporta los principales sistemas operativos usados en la actualidad. Se encuentra disponible para Linux, Windows (7, 8.1 y 10), y Macintosh (macOS 10.12+). El programa es gratuito y su descarga puede ser llevada a cabo mediante su página web (Blender Foundation, 2020).

En cuanto a los recursos espaciales, la intervención se podrá realizar en cualquier instalación que permita que los alumnos puedan situarse en parejas en torno a un ordenador, siempre que sea de forma cómoda y sin molestar a otras parejas de alumnos. Además, el aula debe tener disponible una pizarra digital o bien un proyector conectado a un ordenador. De esta forma, el profesor podrá mostrar la pantalla de su ordenador al resto del alumnado para guiar el uso del programa.

6.3. Desarrollo de las sesiones

La intervención diseñada se encuentra compuesta por 3 sesiones de 45 minutos, las cuales se encuentran descritas a continuación.

6.3.1. Sesión nº1

- **Actividad 1 (15 minutos):** ¡Vemos películas juntos!

Esta actividad tiene como objetivo introducir la intervención. En ella, el profesor reproducirá en la pizarra digital o el proyector dos cortos cinematográficos creados por Blender Animation Studio haciendo uso de la herramienta Blender (Anexo 1). Tras su visualización, el profesor procederá a realizar una lluvia de ideas junto al alumnado, con el objetivo de introducir el programa informático Blender y las actividades que los alumnos harán en la intervención. Las preguntas que se harán para guiar la lluvia de ideas serán las siguientes:

- ¿Qué os han parecido los cortos?
- ¿Sabéis qué quiere decir que algo esté en “2D”? ¿y en “3D”?
- ¿La animación estaba en “3D” o “2D”?
- ¿Qué objetos había en los cortos en tres dimensiones?
- ¿Cómo pensáis que se han hecho esos objetos?

- **Actividad 2 (25 minutos):** ¡Conociendo Blender!

Mediante esta actividad los alumnos se familiarizarán de forma básica con el programa. Cada pareja de alumnos interactuará con Blender desde su ordenador, mientras que el profesor utilizará el mismo programa desde su propio ordenador, mostrando su pantalla en el proyector o pizarra digital del aula. El programa posee muchas funciones, pero sólo se mostrarán al alumno aquellas con las que se vaya a trabajar:

- Abrir y cerrar archivos. De este modo los alumnos podrán seleccionar los archivos dependiendo de la actividad que se vaya a realizar, además de ser capaz de abrir de nuevo un archivo en el caso de equivocarse y tener que ver el archivo sin modificar.
- Seleccionar y deseleccionar objetos.

- Ver objetos en modo “objeto” y modo “edición”. El modo “objeto” permitirá a los alumnos ver los objetos en su totalidad, mientras que el modo “edición” permitirá a los alumnos visualizar de forma resaltada los vértices, las aristas y las caras.
- Cambiar el tipo de vista de los objetos. El tipo de vista “estructura” permite ver el objeto de forma transparente (resaltando únicamente las aristas), mientras que el tipo de vista “sólido” muestra el objeto de forma opaca. El modo de vista “desarrollo visual” permitirá ver colores asignados a las caras de los cuerpos geométricos.

El profesor guiará a los alumnos viendo cada uno de los anteriores aspectos uno a uno. La actividad se realizará en parejas para que los alumnos puedan usar el programa con mayor facilidad ayudándose entre ellos.

En el caso de que haya tiempo, se permitirá a los alumnos experimentar de forma libre con el programa. Si los alumnos no saben cómo salir de una función del programa, se les recomendará salir y volver a entrar en el programa.

- Actividad 3 (5 minutos): Reflexión de lo aprendido.

En esta actividad los alumnos deberán, de forma individual, reflexionar acerca de lo aprendido en la sesión, rellenando para ello una ficha de reflexión con diferentes apartados (Anexo 4).

6.3.2. Sesión nº2

- Actividad 4 (15 minutos): Prismas y pirámides.

Esta actividad tendrá como objetivo que los alumnos sepan reconocer la forma de los prismas y las pirámides. Para ello, los alumnos deberán abrir el archivo de Blender llamado “prismas_ejemplos.blend” (Anexo 2), en el que se encontrarán diferentes prismas y pirámides. Los alumnos deberán responder a una serie de preguntas (Anexo 3) a partir de prismas concretos para inducir características de los prismas. Los alumnos podrán moverse (en el programa) alrededor de los prismas para observarlos usando el ratón del ordenador. Al

seleccionar uno de los cuerpos geométricos aparecerá su nombre resaltado en el programa, tal y como aparece en la figura 3.

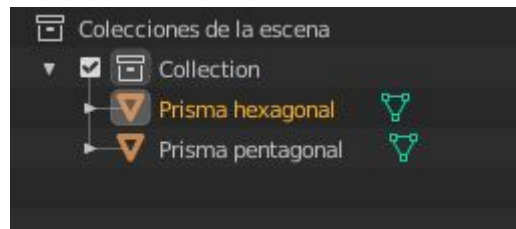


Figura 3

Una vez resueltas las preguntas acerca de los prismas, los alumnos deberán abrir el archivo de Blender llamado “pirámides_ejemplos.blend” (Anexo 2) y responder el resto de preguntas de la ficha.

El profesor ayudará a todos los alumnos que lo necesiten, pudiendo mostrar en la pizarra digital o proyector cómo interactuar con los cuerpos geométricos.

- **Actividad 5 (10 minutos):** Cuerpos redondos (cilindros, esferas y conos).

En esta actividad los alumnos tendrán que intentar reconocer la forma de los cilindros, las esferas y los conos. Para ello, primero abrirán el archivo de Blender “cuerpos_redondos_ejemplos.blend” (Anexo 2), en el que habrá un cono, un cilindro y una esfera. Los alumnos deberán ir respondiendo una serie de preguntas sobre estos cuerpos redondos (Anexo 3) a través de la observación de los mismos.

- **Actividad 6 (10 minutos):** Identificar cuerpos geométricos.

En esta actividad los alumnos tendrán que identificar los cuerpos geométricos vistos hasta ahora en diferentes objetos de la vida diaria. Para ello, el profesor dará a los alumnos una serie de archivos de Blender (Anexo 2) con modelos que representan diferentes objetos de la vida diaria. Los alumnos deberán intentar relacionar los objetos con los diferentes cuerpos geométricos, conociendo que en un mismo objeto puede haber varios cuerpos geométricos a la vez.

Finalmente, el profesor proyectará los diferentes objetos, en la pizarra digital o proyector, y debatirá junto a los alumnos qué cuerpos geométricos aparecen en los archivos de Blender proporcionados.

- **Actividad 7 (5 minutos):** Reflexión de lo aprendido.

En esta actividad los alumnos deberán, de forma individual, reflexionar acerca de lo aprendido en la sesión, rellenando para ello una ficha de reflexión con diferentes apartados (Anexo 4).

6.3.3. Sesión nº3

- **Actividad 8 (5 minutos):** Caras, vértices y aristas.

En esta actividad los alumnos deberán identificar elementos básicos de los cuerpos geométricos (caras, vértices y aristas). Para ello, deberán abrir un archivo de Blender llamado “cubo.blend” (Anexo 3). Con ayuda del profesor, el cual aportará apoyo visual sobre el uso de las herramientas del programa, los alumnos deberán contar los vértices, las aristas y las caras del cubo. Haciendo uso del modo “edición”, los alumnos pueden elegir resaltar los vértices, las aristas o bien las caras del cuerpo geométrico, tal y como se ve en la figura 4. Si los alumnos pulsan el botón de “selección de vértices”, solamente podrán pulsar sobre los vértices del cuerpo geométrico.

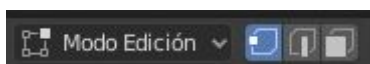


Figura 4

- **Actividad 9 (23 minutos):** Analizando cuerpos geométricos.

En esta actividad, tomando como ejemplo la actividad anterior, los alumnos deberán abrir el archivo de Blender llamado “elementos_cuerpos_geometricos” (Anexo 2) e

identificar las diferentes partes que conforman los cuerpos geométricos que aparecen en el mismo. Para ello, el profesor dará a los alumnos una tabla en la que rellenar diferentes apartados con los elementos que conforman estos cuerpos geométricos (Anexo 3).

Una vez los alumnos hayan acabado, el profesor corregirá junto a los alumnos las respuestas proporcionadas. Con este fin, el profesor usará el programa (desde su propio ordenador) como apoyo visual (mediante la pizarra digital o el proyector del aula) para realizar la corrección.

- Actividad 10 (17 minutos): Reflexión final.

Esta actividad tiene como objetivo realizar un repaso general de lo aprendido a lo largo de la intervención. Para ello, el profesor llevará a cabo un pequeño resumen de los contenidos nuevos aprendidos con la participación del resto de alumnos.

Tras esto, el profesor pedirá a los alumnos que rellenen diferentes tablas de evaluación. Los alumnos deberán evaluar su propia actuación a lo largo de las actividades; la actuación del profesor durante las sesiones y el mismo proceso de enseñanza y aprendizaje. Además, al igual que en la sesión anterior, deberán completar una hoja de reflexión sobre lo aprendido en la sesión.

6.4. Evaluación

Para llevar a cabo la evaluación de la intervención, se hará uso de una amplia selección de instrumentos de evaluación, en los cuales participará tanto el profesor como el alumnado.

En primer lugar, los alumnos realizarán a lo largo de las sesiones un diario de reflexión (Anexo 4), en el cual meditarán sobre lo aprendido en las mismas y las dificultades que han tenido durante el desarrollo de las actividades, al igual que los aspectos que les han resultado fáciles. Del mismo modo, el alumno completará una tabla de autoevaluación por la cual valorará su propio desempeño a lo largo de las sesiones (Anexo 4).

El alumnado deberá evaluar también el trabajo del profesor mediante una tabla de evaluación (Anexo 4), con el objetivo de conocer qué aspectos ha de mejorar el docente sobre su trabajo en el aula (resolución de dudas, claridad de las instrucciones, actitud, etc.). Además, el alumnado valorará el proceso de enseñanza y aprendizaje (Anexo 4) llevado a cabo en la intervención, mostrando así su opinión sobre el mismo (aspectos positivos, aspectos a mejorar, etc).

Por otro lado, el profesor rellenará a lo largo de las sesiones (mediante la observación del alumnado) una rúbrica (Anexo 4), mediante la cual valorará tanto la adquisición de los contenidos por parte del alumnado como el comportamiento del mismo en el aula.

7. Conclusiones, implicaciones y limitaciones

Realizar este trabajo ha permitido aprender acerca del diseño de intervenciones, aunque han surgido problemas durante su realización. El principal problema para la optimización del diseño de intervención ha sido la imposibilidad de llevarlo a la práctica, lo cual se ha debido al cese temporal de las clases presenciales en los centros educativos.

No poder llevar a cabo la intervención de forma práctica ha impedido poner a prueba el diseño de las sesiones y comprobar su viabilidad. Dicho esto, el principal factor que se ha visto afectado ha sido la gestión del tiempo de las actividades, ya que no se ha podido comprobar si la temporalización de las mismas es acertada o requiere modificaciones.

Por otro lado, las investigaciones llevadas a cabo durante la realización del marco teórico han aportado información relevante que se ha tenido en cuenta para la elaboración de esta propuesta de intervención, pudiendo ser esta información adaptada a intervenciones de carácter similar.

Finalmente, aunque no se ha testado la temporalización de las actividades, el diseño de intervención realizado como fruto de este trabajo se considera realizable en el aula. Esto se

debe a que los materiales necesarios para su ejecución son lo suficientemente accesibles como para resultar realista su uso en la misma.

8. Referencias bibliográficas

Blender Animation Studio. (2017a, 15 de mayo). Agent 327: Operation Barbershop [Archivo de vídeo]. En *YouTube*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=mN0zPOpADL4>

Blender Animation Studio. (2017b, 19 de octubre). The Daily Dweebs [Archivo de vídeo]. En *YouTube*. Recuperado de <https://www.youtube.com/watch?v=RJnKaAtBPhA>

Blender Foundation. (2020). Blender.org - Home of the Blender project - Free and Open 3D Creation Software. Recuperado de <https://www.blender.org/>

Cherry, K. (2020, 31 de marzo). Verywell Mind. The 4 Stages of Cognitive Development: Background and Key Concepts of Piaget's Theory. Recuperado el 5 de mayo de 2020, de <https://www.verywellmind.com/piagets-stages-of-cognitive-development-2795457>

Cherry, K. (2019, 26 de junio). Verywell Mind. The Preoperational Stage of Cognitive Development. Recuperado el 5 de mayo de 2020, de <https://www.verywellmind.com/preoperational-stage-of-cognitive-development-2795461>

Cherry, K. (2019, 2 de mayo). Verywell Mind. The Concrete Operational Stage of Cognitive Development. Recuperado el 5 de mayo de 2020, de <https://www.verywellmind.com/concrete-operational-stage-of-cognitive-development-2795458>

De Villiers., M. (2007). Some pitfalls of dynamic geometry software. *Teaching & Learning Mathematics*, No. 4, 46-52. Recuperado de <http://mysite.mweb.co.za/residents/profmd/pitfalls.pdf>

Godino, J. D., Batanero, C. y Font, V. (2004). Fundamentos de la enseñanza y aprendizaje de las matemáticas. En Godino, J. D., *Didáctica de las matemáticas para maestros* (pp. 5-153). Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada. Recuperado de: https://www.ugr.es/~jgodino/edumat-maestros/manual/9_didactica_maestros.pdf

Godino, J. D. y Ruiz, F. (2004). Didáctica de la geometría para maestros. En Godino, J. D., *Didáctica de las matemáticas para maestros* (pp. 287-353). Granada: Departamento de Didáctica de la Matemática, Universidad de Granada. Recuperado de: https://www.ugr.es/~jgodino/edumat-maestros/manual/9_didactica_maestros.pdf

Gutiérrez, A. (2006). La investigación sobre enseñanza y aprendizaje de la geometría. Geometría para el siglo XXI, Síntesis, Madrid. Recuperado de <https://www.uv.es/gutierre/archivos1/textospdf/Gut06.pdf>

Orden de 17 de marzo de 2015, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Primaria en Andalucía. *Boletín Oficial de la Junta de Andalucía*, núm. 60, de 27 de marzo de 2015, pp 9-696. Recuperada de <https://www.juntadeandalucia.es/boja/2015/60/BOJA15-060-00831.pdf>.

Turbosquid: 3D Models for Download. (2020.). Recuperado el 1 de junio de 2020, de <https://www.turbosquid.com/Search/3D-Models>

9. Anexos

9.1. Anexo 1: Vídeos actividad 1

Vídeo 1. Agent 327: Operation Barbershop (Blender Animation Studio, 2017a)

Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=mN0zPOpADL4>

Vídeo 2. The Daily Dweebs (Blender Animation Studio, 2017b)

Enlace: <https://www.youtube.com/watch?v=RJnKaAtBPhA>

9.2. Anexo 2: Archivos de Blender

Enlace para descargar los archivos de Blender usados en la intervención:
https://drive.google.com/file/d/1rwpWSSfL_9x0zhlQC2cKwI-joYdMyoJR/view?usp=sharing

9.3. Anexo 3: Fichas de actividades

9.3.1. Ficha de la actividad 4

Actividad 4

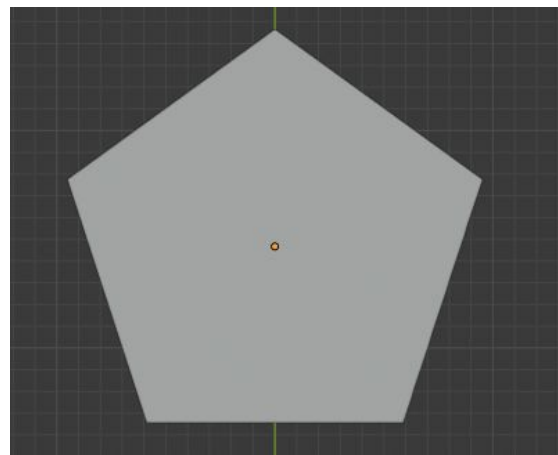
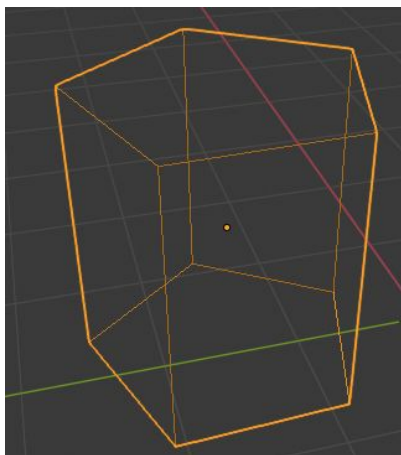
Nombre de alumno 1: _____

Nombre de alumno 2: _____

1. Abre el archivo de Blender llamado “prismas_ejemplos.blend” y observa los cuerpos geométricos que aparecen. Contesta a las preguntas:

- ¿Cómo se llaman estos cuerpos geométricos? ¿Cómo son las caras que los componen?
¿Son curvas o planas?
- Las caras de color **rojo** son las **bases** de estos cuerpos geométricos, ¿Cuántas bases tiene cada uno de los prismas que aparecen en el archivo? ¿Tienen todos los prismas el mismo número de bases?

- ¿Son todas las bases de los prismas iguales? ¿Y todas las bases de un mismo prisma? ¿Qué forma tienen las bases de un prisma pentagonal? ¿Y las bases de un prisma cuadrangular?
- Las caras de color **naranja** son las **caras laterales**. ¿Cuántas caras laterales tiene cada uno de los prismas que aparecen en el archivo? ¿Tienen todos los prismas el mismo número de caras laterales? ¿Qué forma tienen las caras laterales de los prismas?
- Si las bases de un prisma tuvieran forma de pentágono, ¿Cómo se llamaría el prisma? ¿Cuántas caras laterales tendría?



2. Abre el archivo de Blender llamado “pirámides_ejemplos.blend” y observa los cuerpos geométricos que aparecen. Contesta a las preguntas:

- ¿Cómo se llaman estos cuerpos geométricos? ¿Cómo son las caras que los componen?
¿Son curvas o planas?

- Las caras de color **rojo** son las **bases** de estos cuerpos geométricos, ¿Cuántas bases tiene cada una de las pirámides que aparecen en el archivo? ¿Tienen todas las pirámides el mismo número de bases?

- ¿Son todas las bases de las pirámides que aparecen iguales? ¿Qué forma tiene la base de una pirámide cuadrangular? ¿Y la base de una pirámide hexagonal?

- Las caras de color naranja son las **caras laterales**. ¿Cuántas caras laterales tiene cada una de las pirámides que aparecen en el archivo? ¿Tienen todas las pirámides el mismo número de caras laterales? ¿Qué forma tienen las caras laterales de las pirámides?

- Si la base de una pirámide tuviera forma de hexágono, ¿cómo se llamaría la pirámide? ¿Cuántas caras laterales tendría?

9.3.2. Ficha de la actividad 5

Actividad 5

Nombre de alumno 1: _____

Nombre de alumno 2: _____

1. Abre el archivo “cuerpos_redondos_ejemplos.blend” y observa los cuerpos geométricos que aparecen. Contesta las preguntas:

- Estos cuerpos geométricos reciben el nombre de cuerpos redondos, ¿Cómo se llama cada uno de ellos? ¿Cómo son las caras que los componen? ¿Son curvas o rectas?

- Las caras planas de **color rojo** son las **bases** de estos cuerpos redondos, ¿Cuántas bases tiene el cono que aparece en el archivo? ¿Y el cilindro? ¿Tienen ambos el mismo número de bases?

- ¿Son las bases de un cono y un cilindro iguales? ¿Qué forma tienen las bases de un cilindro? ¿Y la base de un cono? ¿Tiene base la esfera? ¿Qué forma tiene la esfera?

- La superficie de color **verde** es la **superficie lateral** de los cuerpos redondos ¿Es curva o plana? ¿Tienen el cono y el cilindro el mismo número de superficies laterales?

9.3.3. Ficha de la actividad 6

Actividad 6

Nombre de alumno 1: _____

Nombre de alumno 2: _____

1. Abre uno a uno los siguientes archivos de Blender: “objeto_1.blend”; “objeto_2.blend”; “objeto_3.blend” “objeto_4.blend”; “objeto_5.blend” y “objeto_6.blend”. Identifica los cuerpos geométricos que forman los objetos que aparecen. Recuerda que un objeto puede estar formado por más de un cuerpo geométrico a la vez.

Nombre del archivo	Objeto	Cuerpo/s geométrico/s que aparecen
Objeto_1.blend		
Objeto_2.blend		
Objeto_3.blend		
Objeto_4.blend		
Objeto_5.blend		
Objeto_6.blend		

9.3.3. Ficha de la actividad 9

Actividad 9

Nombre de alumno 1: _____

Nombre de alumno 2: _____

1. Abre el archivo “cuerpos_geométricos_elementos.blend”. Observa los cuerpos geométricos que aparecen en el archivo usando el modo “edición” y completa la tabla:

Cuerpo geométrico 1	
Nombre	
Nº total de caras	
Nº de bases	
Nº de caras laterales	
Nº de aristas	
Nº de vértices	

Cuerpo geométrico 2	
Nombre	
Nº total de caras	
Nº de bases	
Nº de caras laterales	
Nº de aristas	
Nº de vértices	

Cuerpo geométrico 3	
Nombre	
Nº total de caras	
Nº de bases	
Nº de caras laterales	
Nº de aristas	
Nº de vértices	

Cuerpo geométrico 4	
---------------------	--

Nombre	
Nº total de caras	
Nº de bases	
Nº de caras laterales	
Nº de aristas	
Nº de vértices	

9.4 Anexo 4: Instrumentos de evaluación

9.4.1. Diario de reflexión

Diario de reflexión	
Nombre: _____	
Sesión nº1	
1. ¿Qué he aprendido?	
2. ¿Qué me ha parecido más fácil?	
3. ¿Con qué he tenido problemas?	
Sesión nº2	
1. ¿Qué he aprendido?	

2. ¿Qué me ha parecido más fácil?

3. ¿Con qué he tenido problemas?

Sesión nº3

1. ¿Qué he aprendido?

2. ¿Qué me ha parecido más fácil?




3. ¿Con qué he tenido problemas?

9.4.2. Tabla de autoevaluación




¡Valoro mi trabajo!

Marca con una X			
Ayudo a mi compañero si tiene dudas y trabajo con él.			
Si el profesor habla, presto atención.			
Hago las actividades que dice el profesor, incluso las que no me gustan.			
Uso Blender de forma adecuada para hacer las actividades que dice el profesor.			
Uso correctamente el ordenador y tengo cuidado de no romperlo.			
Relleno el diario de reflexión lo mejor que puedo.			

9.4.3. Tabla de evaluación del profesor

¡Valoramos al profesor!			
No se enfada si le pregunto muchas cosas.			
Explica con claridad.			
Me ayuda si es necesario.			
Escucha mi opinión.			
Pregunta si hay dudas.			

9.4.4. Tabla de evaluación del proceso de E/A

¡Valoramos las sesiones!			
Me han parecido interesantes las actividades.			
He aprendido mucho.			
Los contenidos han sido fáciles de aprender.			
Las explicaciones han sido claras.			
He aprendido a usar Blender (de forma básica).			
¿Qué es lo que más te ha gustado?			
¿Qué es lo que menos te ha gustado?			
¿Qué mejorarías?			
¿Quitarías algo?			

Propón alguna actividad.

9.4.5. Rúbrica de evaluación

Rúbrica de contenidos					
Nombre del alumno: _____	Valoración de los conocimientos adquiridos				
Hace las actividades de forma correcta.	0	1	2	3	4
Presta atención.	0	1	2	3	4
Reconoce la forma de los cuerpos geométricos aprendidos.	0	1	2	3	4
Relaciona correctamente los cuerpos geométricos con objetos de la vida diaria.	0	1	2	3	4
Identifica los diferentes elementos básicos de los cuerpos geométricos (caras, aristas y vértices).	0	1	2	3	4
Muestra interés por el uso de las matemáticas.	0	1	2	3	4
Trata con cuidado el material y usa Blender correctamente.	0	1	2	3	4