

**ENSEÑANZA DE LA GEOMETRÍA A TRAVÉS DE LA REALIDAD
VIRTUAL EN LA EDUCACIÓN PRIMARIA. UNA PROPUESTA DE
INTERVENCIÓN**

GEOMETRY TEACHING THROUGH VIRTUAL REALITY IN THE
ELEMENTARY EDUCATION. AN INTERVENTION PROPOSAL.



**UNIVERSIDAD
DE ALMERÍA**

TRABAJO DE FIN DE GRADO

Autor: Joaquín Gómez Rocafull

Director: Antonio Codina Sánchez

GRADO EN EDUCACIÓN PRIMARIA.

FACULTAD DE CIENCIAS DE LA EDUCACIÓN

Curso Académico: 2019 / 2020

Almería, mayo de 2020

INDICE

1. INTRODUCCIÓN	1
1.1 Tecnologías de la Información y Comunicación.	1
1.1.1 Tecnología y la Educación Matemática.	2
1.1.2 Software educativo. Neotrie VR.	4
1.2 Aprendizaje de la Geometría.	6
1.2.1 Geometría plana.	7
1.2.2 Pensamiento espacial.	8
2. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN	9
2.1 Contexto del entorno de la intervención.	9
2.2 Diseño de la intervención	10
2.2.1. Objetivos	10
2.2.2. Temporalización	11
2.2.3. Instrumentos	12
2.2.4. Secuencia de actividades	12
2.2.5. Evaluación de aprendizajes	15
3. CONCLUSIONES	16
4. REFERENCIAS	18

RESUMEN

La elaboración de este documento tiene como finalidad exponer conocimientos y fundamentos que respaldan el empleo de recursos digitales para renovar la práctica docente e introducir metodologías que usan, en este caso, la Realidad Virtual como una potencial fuente de enseñanza dentro de la Geometría. Para ello, se refleja el respaldo y la necesidad que existe dentro de la comunidad y administración educativa por renovar la práctica docente y el entorno educativo para introducir nuevas metodologías de forma eficaz. Por último, se desarrolla una propuesta de intervención introduciendo la Realidad Virtual en el aula donde, a través de Neotrie VR, los estudiantes tomarán las riendas de un personaje capaz de interactuar en un entorno virtual cuyo eje vertebrador está basado en la enseñanza de la Geometría.

PALABRAS CLAVE

Geometría – Realidad Virtual – Propuesta de Intervención – Práctica docente – Nuevas Metodologías – Recursos Digitales.

ABSTRACT

The purpose of this document is to expose knowledge and fundamentals which support the use of digital resources to renovate the teaching practice and introduce methodologies that use, in this aspect, Virtual Reality like a potential source of teaching inside of the Geometry. For this, it reflects the support and necessity that exists inside of the educational community and of the educational administration to recycle the teaching practice and the educational environment incorporate news methodologies effectively. Finally, it develops an intervention proposal introducing the Virtual Reality in the classroom where, through of Neotrie VR, the students take the reins of a character capable of interacting in a virtual environment whose organizer axis is based in the teaching of the Geometry.

KEY WORDS

Geometry – Virtual Reality – Proposal for Intervention – Teaching Practice – New Methodologies – Digital Resources.

1. INTRODUCCIÓN

Según Santos-Trigo (2007a), el estudio de los marcos clásicos en resolución de problemas donde los estudiantes principalmente interactúan con lápiz y papel necesitan ser actualizados y ajustados, ofreciendo distintas oportunidades a los estudiantes para construir y desarrollar el conocimiento matemático utilizando recursos tecnológicos. El autor, en su trabajo, señala que está ampliamente documentado cómo el uso de software de representación dinámica favorece la construcción de representaciones más significativas de los problemas y de los objetos matemáticos. Es entonces clave diseñar experiencias de aprendizaje dónde el método de trabajo permita comparar diferentes tipos de enfoques a la vez que poner en juego la diversidad de representaciones que nos ofrecen las herramientas tecnológicas (Santos-Trigo, 2007b).

En este sentido, la intención de este documento es intentar diseñar una propuesta que sirva como experiencia de aprendizaje, para construir y desarrollar conocimiento matemático, cuya base sea el empleo de recursos tecnológicos y, además, que rompan con la dinámica de enseñanza tradicional. Para ello, se pretende que en su diseño el aprendizaje guiado por descubrimiento y cooperativo fundamenten la base del proceso de enseñanza y además de sentar las bases para expresar las ideas de forma organizada y justificada.

Para que el diseño de la propuesta de intervención siga esta línea, se respaldará en la metodología que, siguiendo las recomendaciones de la Administración, integrará recursos tecnológicos. En particular, mostraremos como las investigaciones relacionadas con la enseñanza y aprendizaje de la geometría es perfectamente compatible con el uso de recursos tecnológicos, y especialmente con la utilización de software de geometría dinámica.

Una vez sentadas las bases teóricas, procedemos al desarrollo de la propuesta de intervención, la cual gira entorno al software de Realidad Virtual NeoTrie VR, diseñada por Virtual Dor. NeoTrie VR es un software de geometría tridimensional que enfatiza la interactividad con el usuario, generando un escenario virtual de manipulación dinámica de objetos geométricos.

1.1 Tecnologías de la Información y Comunicación.

Si por algo se caracteriza la educación es por evolucionar en función del espacio y el tiempo en el que se desarrolla, y, por tanto, lo mismo debería de ocurrir con sus métodos de enseñanza (Sancho, 2006). Tal y como señalan Hernández y Muñoz (2012), una de las

principales labores del docente es la de estar a la vanguardia de los cambios del mundo, aprovecharlos y usarlos a su favor, así, de la misma forma que las tecnologías se encuentran constantemente en un continuo proceso de actualización y evolución, entonces el docente tiene que estar en continua actualización respecto de la tecnología aplicada a la educación.

En este sentido, las administraciones públicas están haciendo un esfuerzo por renovar los espacios para la labor educativa, introduciendo nuevos materiales y recursos tecnológicos con el fin de poder conseguir desarrollar no solo la competencia digital, siguiendo las recomendaciones propuestas por la Unión Europea o la UNESCO (Ministerio de Educación y Ciencia, 2006), sino también la aplicación de estas en los distintos elementos del currículo escolar.

Como docentes, la incorporación de las tecnologías de la información y comunicación en el desarrollo cotidiano del aula, nos muestran nuevos escenarios de aprendizaje en forma de un nuevo desafío educativo, donde el educando se enfrenta a un nuevo ambiente, que le permite y le obliga a la vez a desarrollarse de forma autónoma (Sanabria, Ibáñez y Valencia, 2015). Pero, tal y como señala Morales (2019), el avance tan rápido de las tecnologías provoca, entre otros motivos, que los docentes vayamos siempre un paso por detrás.

Un ejemplo de tecnología que demuestra garantizar un gran potencial dentro de la educación es, según Escartín (2000), la Realidad Virtual [RV] que la define como una simulación tridimensional en un ambiente computacional que proporciona información sensorial con el propósito de hacer que el participante se sienta en otro espacio o universo. Con la intención de alcanzar una sensación de realidad creíble, las computadoras deben de ser capaces de engañar nuestros sentidos para garantizar la inmersión dentro del entorno virtual. Dicha definición tiene su origen en la proporcionada Roehl (1996) quien considera la RV como un ambiente tridimensional creado por computadoras que permite al usuario manipular e intervenir en los contenidos de este ambiente. Llegado a este punto, hacemos un alto para ahondar en los nexos de unión entre tecnología y Educación Matemática

1.1.1 Tecnología y la Educación Matemática.

En la actualidad, las investigaciones que involucran a tecnología en la Educación Matemática ya no se centran en observar y describir las tecnologías ejerciendo simplemente como elementos mediadores en el aprendizaje, sino que ahora también son consideradas como elementos generadores de conocimiento, presencial y on-line (Cobo y Fortuny, 2005; Codina, 2008). La TIMSS 2015 Encyclopedia (Mullis y Martin, 2016) reveló que para garantizar que se pueda integrar con mayor profundidad el uso de la tecnología en el

aprendizaje de las matemáticas y las ciencias es necesario apostar por fomentar las habilidades de indagación, investigación o resolución de problemas, los países que han comenzado a introducir y ahondar estas habilidades obtienen mejores resultados cuando incorporan nuevas metodologías basadas en generar ambientes tecnológicos educativos.

Con el objetivo de romper con la mecanización de procedimientos en el campo de la Educación Matemática es recomendable la utilización de las denominadas representaciones matemáticas virtuales (Sedig y Summer, 2006), es decir, manipuladores virtuales en las que las representaciones en la interfaz codifican visualmente propiedades funcionales, estructurales, semánticas de los objetos matemáticos, lo que nos permiten evaluar la eficacia de su uso dentro de ambientes educativos. Dichas representaciones matemáticas virtuales llevan siendo estudiadas por los investigadores desde hace más de 20 años, y no es sino ahora que empiezan a utilizarse en el aula. Pero el avance y desarrollo de la tecnología no para, estando a las vísperas de un nuevo tipo de representaciones matemáticas virtuales que superan la concepción asumida hasta ahora, hablamos de las representaciones matemáticas en Realidad Virtual.

En general, los ambientes tecnológicos virtuales tienen dos tipos de soportes: físicos y lógicos (hardware y software), a través de los cuales los usuarios de interactuar. Dichos soportes son los que permitirán, en el caso de software de geometría dinámica, que los estudiantes (usuarios) puedan reconocer figuras geométricas y sus relaciones. En el caso de NeoTrie, Morales (2019) señala además que favorece procesos matemáticos como la visualización, exploración, construcción, realización de conjeturas, argumentar y conceptualizar, alejándose de los métodos tradicionales que se basan en la mecanización de los procedimientos (Morales, 2019).

Así pues, durante el desarrollo de la propuesta de intervención en el aula pondremos especial atención a trabajar con los objetos geométricos virtuales, es decir, una versión computacional de un material físico o teórico (matemático). Son un nuevo tipo de manipulador virtual matemático interactivo pues son representaciones matemáticas visuales sobre las que el estudiante puede interactuar, es decir, interactúa sobre las representaciones mostradas en la interfaz, las cuales responden o reaccionan a las acciones realizadas por los usuarios sobre ellos. Por este motivo se puede decir que existe una interactividad (Codina, 2015).

En la práctica se puede encontrar diversas investigaciones que contextualizan el empleo de recursos digitales de forma eficaz. Por ejemplo, Ruiz y Atrio (2013), utilizando «GeoGebra», detectan una mejora en las competencias geométricas de los estudiantes, sin

que la competencia digital de estos fuese un impedimento. Los propios estudiantes señalaron que el trabajo con GeoGebra “les ha ayudado a comprender mejor los conocimientos geométricos, a explorar, experimentar, hacer conjeturas y comprobarlas”.

1.1.2 Software educativo. Neotrie VR.

En el caso de esta propuesta, el recurso digital a utilizar es Neotrie VR¹, un software de Realidad Virtual desarrollado por Virtual Dor² con la ayuda de la Universidad de Almería. Virtual Dor es un centro de desarrollo y visionado de Realidad Virtual derivado de la Universidad de Almería. Este centro de desarrollo además ha realizado numerosas investigaciones en Realidad Virtual, Simulación 3D y Juegos Serios o Juegos Formativos, dentro de la Educación y la Salud, e incluso para identificar y dar solución a problemáticas sociales como puede ser el consumo de drogas, acoso escolar o reactivos a la imagen personal (Cangas, Crespo, Rodríguez y Zarauz, 2017; Cangas, Carmona, Langer, Gallego, y Scioli (2018); Cangas, Navarro, Aguilar-Parra, Trigueros, Gallego, Zárata, y Gregg (2019); Morales y Codina, 2020).

Este software le otorga la posibilidad al usuario de poder crear, modificar y manipular objetos tanto en 2D como en 3D. Este recurso permite la exposición y estudio de la mayoría de los contenidos de Geometría que se realizan en la Educación Primaria y Secundaria. Incluso, en cuestiones más avanzadas que se imparten en la Universidad (Cangas et al., 2017).



Imagen 1. Mesa de Trabajo de NeoTrie VR.

¹ Acceso a la página oficial de Facebook de Neotrie VR: <https://es-es.facebook.com/neotrie/>.

Acceso al canal oficial de Youtube: <https://www.youtube.com/channel/UCdLPDDusXOjAa16odHRkTsw>.

² Acceso a la página web oficial de Virtual Dor: <http://virtualdor.com/wordpress/>.

Neotrie VR busca introducir nuevas metodologías en el aula que permitan consolidar un proceso de enseñanza y aprendizaje con el que se pretenden alcanzar los siguientes objetivos: Familiarizar al alumnado con la Geometría y sus elementos.

- Favorecer el aprendizaje por descubrimiento e inductivo.
- Educar la percepción espacial.
- Generar un aprendizaje cooperativo.
- Trabajar la Geometría de forma lúdica.

NeoTrie VR tiene la particularidad que permite ver a través de unas gafas virtuales, y en la pantalla del ordenador donde se está reproduciendo de forma simultánea, el entorno virtual donde se trabajará de forma interactiva con objetos geométricos. Se controla con dos periféricos o mandos, uno para cada mano, que percibe el movimiento y la dirección del movimiento en el espacio y los reproduce en el entorno virtual. El escenario de NeoTrie VR tiene la capacidad de envolver al usuario en una experiencia completamente inmersiva e interactiva (Ruiz, 2018; Morales, 2019).

A continuación, se puede observar el empleo de algunas de las herramientas de las que dispone este software para el desarrollo de la secuencia.

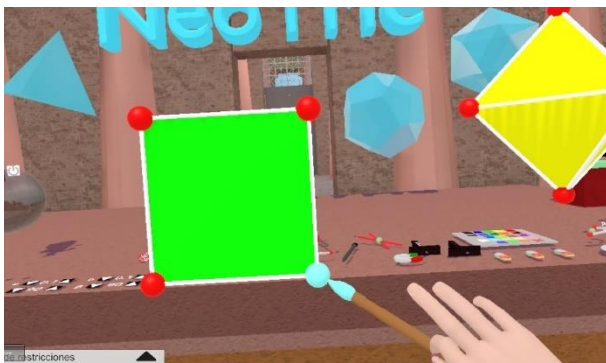


Imagen 2. Herramienta «pincel», para colorear. Útil para señalar elementos en figuras y cuerpos geométricos.

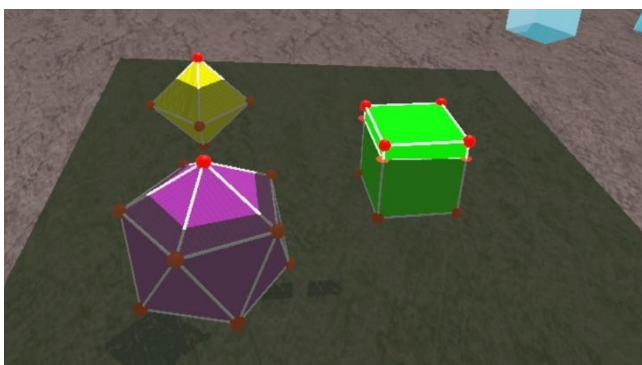


Imagen 3. Herramienta polivalente «escáner». Útil para introducir proyecciones o secciones de cuerpos geométricos.

1.2 Aprendizaje de la Geometría.

En el estudio TIMSS (Mullis y Martin, 2018), nos resalta la importancia de la enseñanza y aprendizaje de la geometría y el empleo de tecnología puesto que, como sujetos en sociedad, nos encontramos rodeados de diferentes tipos de objetos con distintas formas y tamaños, y la enseñanza de la geometría, así como las distintas tecnologías nos ayuda a visualizar, comprender y establecer relaciones entre las formas y tamaños. El estudio TIMSS también sostiene que los estudiantes de primaria deben de tener la capacidad suficiente para identificar las propiedades y características de una línea, un ángulo, diferentes formas geométricas de dos y tres dimensiones, además de considerar el sentido espacial como un elemento esencial en el estudio de la geometría.

En este sentido, la Consejería de Educación, Cultura y Deporte (2015) ya establecieron en los contenidos del Bloque 4 del currículo de Educación Primaria “Geometría”, incorpora aquellos contenidos que se encuentran relacionados con la identificación, clasificación y análisis de relaciones y propiedades y de la orientación y representación espacial de figuras planas y tridimensionales. La Consejería, además, resalta la importancia introducir la enseñanza de la geometría dentro del currículo debido a que favorece aspectos cognitivos como la reflexión y abstracción, y que del mismo modo permite la creación de entornos cooperativos de aprendizaje creativos que permiten crear espacios de investigación y experimentación.

Teniendo en cuenta la importancia que reflejan las administraciones educativas en la enseñanza de la geometría en la Educación Matemática sería conveniente encontrar un marco teórico que garantice una metodología de enseñanza de la geometría que garantice cumplir los objetivos que se fijan en los currículums oficiales. En este sentido, el marco de Van Hiele (1986) y su teoría de los niveles de pensamiento para el aprendizaje de la geometría, junto con las puntualizaciones propuestas por Fouz (2005), servirán para el diseño de las distintas actividades. Hay que recordar que los niveles de pensamiento de Van Hiele ayudan a secuenciar y ordenar los contenidos curriculares que posteriormente usaremos. Los niveles de Van Hiele (1986), determinan que para lograr el aprendizaje de la geometría es necesario adquirir unos niveles de pensamiento y conocimiento, que no van necesariamente ligados a la edad, y que es necesario adquirir estos niveles de forma ordenada. Es decir, si un estudiante de geometría no adquiere un nivel de pensamiento concreto, no puedes adquirir el siguiente. Adquirir un nivel, significa que con este nuevo orden de pensamiento, el individuo con respecto a determinadas operaciones, debe ser capaz de aplicarlas a nuevos objetos. Los

elementos fundamentales en los que se basan esta utilización adecuada al nivel del lenguaje, y la capacidad para relacionar el contenido, así como para utilizarlo en sus razonamientos. Aunque el método es una buena aproximación, no existe un método completamente determinado que te permita adquirir todos los niveles, pero si se puede predisponer a los estudiantes para su adquisición.

1.2.1 Geometría plana.

Teniendo en cuenta las consideraciones previas, Gonzato (2014) señala que los niveles del modelo de Van Hiele nos deben servir como guía para organizar la enseñanza y aprendizaje de la Geometría y promover las condiciones de adquisición de cada nivel. Este modelo se puede aplicar tanto para el estudio y enseñanza de la geometría plana como la tridimensional.

En este sentido, Aray, Párraga y Chun (2019) muestra como los niveles aplicados a la geometría plana además facilita la adquisición de otras habilidades necesarias para otros aspectos de la Educación Matemática. Para Aray, Párraga y Chun (2019), la geometría plana se constituye como una herramienta muy poderosa que facilita el desarrollo del pensamiento deductivo, el cual es necesario y habilita el desarrollo de la capacidad de abstracción. Además, nos permite crear un espacio factible que da pie y favorece la resolución de problemas, el reconocimiento de patrones, generalizaciones, elaboración de conjeturas o demostraciones. Todos estos elementos favorecen la creación de procesos de enseñanza aprendizaje constructivista. En su artículo, Aray, Párraga y Chun (2019) continúa resaltando la importancia de cómo se debe relacionar la geometría con otras ramas de las matemáticas o disciplinas, con la intención de poder extrapolar los conocimientos a contextos y situaciones reales. El autor concluye afirmando que uno de los problemas que podemos encontrar dentro de la enseñanza de la geometría plana es que se están dejando de lado el razonamiento, argumentación y visualización, elementos que son clave dentro de la enseñanza de la geometría (y de otras muchas disciplinas) y que se están dejando de lado.

Como no puede ser de otra forma, en cualquier diseño se debe reflexionar acerca del método de enseñanza, pues las ideas, conceptos y métodos dentro de la enseñanza, tanto de las matemáticas como en la geometría en particular, deben presentar una importante riqueza en contenidos visuales que favorezcan la representación intuitiva (De Guzmán, 1996). Es por ello que el método de enseñanza debe primar la visualización pues según Gutiérrez (1992) y Cajaraville, Fernández y Godino (2006), en geometría los procesos y habilidades requieren ver o imaginar mentalmente los objetos geométricos espaciales, así como relacionar estos

objetos y completar operaciones o transformaciones sobre los mismos cuerpos geométricos. Y estas mismas relaciones se pueden realizar a través de la geometría plana y ejercitando los procesos de visualización para dar forma a los cuerpos geométricos, para poder desarrollar así las representaciones espaciales.

1.2.2 Pensamiento espacial.

Para poder construir una representación o una visualización espacial, para Gutiérrez, (1992) el elemento básico de toda concepción de percepción visual son las imágenes mentales, es decir aquellas representaciones mentales que las personas nos podemos hacer de los objetos físicos, relaciones entre elementos o conceptos. Teniendo como base la teoría de Van Hiele, se puede aplicar este modelo para poder comprender y organizar la adquisición de las habilidades que permiten la visualización espacial dentro de la geometría tridimensional.

Con la intención de dar sentido y comprender un poco mejor el pensamiento y la visualización espacial Arcavi (2003) recurre a la visualización espacial, la cual define como la capacidad, el proceso de interpretación y reflexión de ciertas imágenes en nuestras mentes. Estas habilidades y capacidades consolidan el primer nivel de razonamiento del modelo de Van Hiele, imprescindible dentro de la jerarquía del conocimiento geométrico (Fernández, 2013), y es recomendable introducir y emplear este modelo para lograr y garantizar el desarrollo de la destreza y la capacidad de la visualización espacial que forma los cimientos en el aprendizaje de la geometría tridimensional (Gutiérrez, 1992).

Una de las formas que Gutiérrez (1992) recomienda para desarrollar la visualización y percepción espacial es el propio movimiento de los cuerpos, concretamente, los movimientos sobre alguno de los tres ejes de coordenadas, porque estas situaciones obligan al individuo a razonar y predecir el movimiento que realizará el cuerpo.

Para conseguir un aprendizaje significativo es necesario construir una sólida interacción entre las habilidades visuales y la argumentación, la base teórica ayuda a construir el sentido de sus habilidades perceptivas y la capacidad visual, guiada con la teoría otorga y mejora la precisión de visualización (Castiblanco, Urquina, Camargo y Acosta, 2004). Es por esta razón que para que el aprendizaje de la geometría no pierda el sentido, en la labor docente, se debe buscar este equilibrio, un equilibrio entre las habilidades sociales y la capacidad de argumentación porque determinan el desarrollo formativo (Gutiérrez, 1992). De esta manera, y con el apoyo del modelo de niveles de Van Hiele, el desarrollo y la senda del aprendizaje de la geometría transcurre de un discurso informal que se basa en una justificación

descriptiva, da lugar a un discurso formal, con base teórica y apoyado en la visualización, generará un razonamiento, ya no basado en una simple descripción de una figura, sino de una inferencia lógica fundamentada en teoremas y con definiciones sólidas (Castiblanco et al., 2004).

Así, teniendo enmarcados los fundamentos y bases teóricas que respaldan el empleo de nuevos métodos de enseñanza basados en el empleo de nuevas tecnologías y recursos digitales interactivos y de la importancia que recibe la enseñanza de la geometría por parte de las administraciones, así como las bases de la enseñanza de la geometría, se procede a desarrollar el diseño de la propuesta de intervención.

2. PROPUESTA DE INTERVENCIÓN

Este documento tiene la intención de reflejar un posible trabajo desempeñado en un proceso de investigación-acción, que atendiendo a las premisas de Anderson y Herr (2007), consiste en la implicación de un estudiante universitario dentro de una institución de carácter educativa para realizar una investigación de forma conjunta, y no sobre los participantes. En este caso, los participantes son los estudiantes del centro educativo junto con el docente, para trabajar de forma activa en una investigación experimental sobre la enseñanza de la enseñanza de la geometría a través de un entorno de realidad virtual.

Para ello se diseña una secuencia didáctica “viva”, interactiva, participativa y reflexiva, pensada para que los estudiantes puedan interaccionar con los objetos de estudio y ahondar en sus fundamentos. La secuencia incluye un conjunto de actividades cuya implementación permitirá: a) analizar el proceso de aprendizaje de los estudiantes participantes; b) evaluar al alumnado durante el desarrollo de la secuencia; c) evaluar a la propia secuencia didáctica con la finalidad de compartir mi información y mejorar la programación de la misma, y a la vez, d) evaluar mi propia práctica docente.

A continuación, se detallará en profundidad el contexto en el que se desarrolla el diseño de la intervención.

2.1 Contexto del entorno de la intervención.

Hay que señalar que la propuesta estaba pensada para ponerla en práctica en el centro educativo concertado Virgen del Mar de Almería con la colaboración de la Universidad de Almería y el centro de desarrollo de software de Realidad Virtual, *Virtual Dor* de Almería. El software empleado para poner en práctica el proyecto educativo es Neotrie VR, software

que permite al estudiante manipular mediante dispositivos electrónicos cuerpos geométricos a través de la Realidad Virtual.

La propuesta de intervención se diseñará para llevarla a cabo con un grupo reducido de estudiantes (4 - 5 estudiantes), pertenecientes al 3^{er} ciclo de Educación Primaria. Estos estudiantes deberán de conocer las nociones básicas de geometría que han tenido que haber aprendido en cursos anteriores. Aun así, la propuesta contempla unas series de sesiones que sirven para contextualizar a los estudiantes en el campo de la materia a estudiar, y a su vez de repaso pues tendrán que poner en prácticas contenidos de cursos anteriores. El diseño sigue las líneas de trabajo marcadas en otras investigaciones realizadas en relación al estudio de los posibles beneficios educativos del uso y puesta en práctica de NeoTrie VR (Codina, 2015; Morales, 2019).

Por otro lado, la secuencia didáctica se llevará a cabo de una forma bidireccional, donde existirá una interacción constante entre el alumnado y el docente, y donde el alumnado completará las actividades propuestas en la secuencia sin la ayuda del profesor, tratando de explicar los procedimientos que realizan, y justificando el porqué de cada una de sus acciones. Aquí el papel que desempeña el docente es de guía, es decir, sujeto que indica y explica en qué consiste cada actividad, y que fomenta la participación del alumnado, el aprendizaje cooperativo, y el aprendizaje por descubrimiento.

Para una mayor precisión en la propuesta de evaluación del aprendizaje, es pertinente videograbar las sesiones con el software de realidad virtual, y así poder realizar un análisis de las reacciones, comportamientos e interacciones de los estudiantes, a la vez que permitirá revisar si las anotaciones en el cuaderno de campo del docente realizadas durante las sesiones reflejan la información necesaria para la evaluación.

2.2 Diseño de la intervención

2.2.1. Objetivos

Para comenzar el diseño de la propuesta hay que fijar unos objetivos con fines educativos que marquen dinámica que debe seguir. Los objetivos que definen esta propuesta de intervención son los siguientes:

- Introducir en el aula el empleo de NeoTrie VR para el aprendizaje de la geometría.
- Fomentar el razonamiento geométrico a través de NeoTrie VR.
- Desarrollar el aprendizaje individual, cooperativo y por descubrimiento, fomentando la participación a través de actividades lúdicas y manipulativas.

- Evaluar el diseño de la propuesta para adaptarlo a futuros proyectos educativos más amplios en el tiempo y en los contenidos.

2.2.2. Temporalización

Para llevar a cabo esta propuesta de intervención hay que tener en cuenta que el empleo de esta metodología es complejo y requiere el conocimiento del uso y empleo de la tecnología de la que se precisa. Por ello, seguramente será necesario revisar la organización de la temporalización mientras se lleva a cabo esta propuesta en función de las necesidades, y ritmos de aprendizaje de los estudiantes.

Teniendo esto en cuenta, la secuencia se divide en seis lecciones con 2 sesiones cada una. Cada sesión está diseñada para que se pueda desarrollar en un módulo horario, definido en 45 minutos (Consejería de Educación, Cultura y Deporte, 2015). En caso de que fuese necesario, se alargarán las sesiones a una hora o se aumentará el número de sesiones a dedicar una lección concreta, intentando garantizar el aprendizaje deseado.

La organización de las sesiones es:

- **LECCIÓN 0: INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE.**
 - **SESIÓN 0:** Prueba de evaluación. (para conocer sus conocimientos previos)
 - **SESIÓN 1:** Conociendo el software.
- **LECCIÓN 1: ELEMENTOS Y CONCEPTOS.**
 - **SESIÓN 2:** Identificación de polígonos y sus características.
 - **SESIÓN 3:** Identificación de elementos.
- **LECCIÓN 2: GEOMETRÍA PLANA Y ESPACIAL.**
 - **SESIÓN 4:** Paso de 1D a 2D y paso de 2D a 3D I.
 - **SESIÓN 5:** Paso de 2D a 3D II.
- **LECCIÓN 3: PROYECCIONES.**
 - **SESIÓN 6:** Desarrollo plano de un cuerpo geométrico
 - **SESIÓN 7:** Proyecciones de cuerpos geométricos I.
- **LECCIÓN 4: SECCIONES.**
 - **SESIÓN 8:** Seccionar cuerpos geométricos con planos I.
 - **SESIÓN 9:** Seccionar cuerpos geométricos con planos II.
- **LECCIÓN 5: EVALUACIÓN.**
 - **SESIÓN 10:** Repaso general de las sesiones anteriores.
 - **SESIÓN 11:** Prueba de evaluación.

En la Tabla 1 se recoge un cronograma tomando como referencia el mes de mayo de 2020 para ubicar las sesiones en el tiempo, y teniendo como referencia los horarios para cada área, en este caso, matemáticas, del “Anexo II: Horario para la etapa de Educación Primaria” del Decreto 97/2015, donde se establece el número de módulos semanales son de 5

Tabla 1. Distribución de sesiones durante el mes de mayo de 2020				
				Viernes 1 SESIÓN 0
Lunes 4 SESIÓN 1	Martes 5 SESIÓN 2	Miércoles 6 SESIÓN 3	Jueves 7 SESIÓN 4	Viernes 8 SESIÓN 5
Lunes 11 SESIÓN 6	Martes 12 SESIÓN 7	Miércoles 13 SESIÓN 8	Jueves 14 SESIÓN 9	Viernes 15 SESIÓN 10
Lunes 18 SESIÓN 11	Martes 19	Miércoles 20	Jueves 21	Viernes 22

2.2.3. Instrumentos

Los instrumentos necesarios para llevar a cabo esta propuesta de intervención son:

- Un ordenador portátil que tenga instalado el software Neotrie VR.
- Licencia de uso de software Neotrie VR.
- Un equipo de visualización de Realidad Virtual.
- Un dispositivo de grabación de la sesión.
- Un bloc para realizar las anotaciones.

También se precisaría de un aula para trabajar la secuencia que se disponga de espacio necesario y cañón proyector.

2.2.4. Secuencia de actividades

El desarrollo de las actividades se ha organizado agrupando las mismas por sesión, y a su vez, éstas se agruparán por lección, tal y como aparece en la temporalización (Ver Tabla 2).

Tabla 2. Secuencia de Actividades		
LECCIONES	SESIONES	DESARROLLO DE ACTIVIDADES
LECCIÓN 0:	SESIÓN 0:	<i>Evaluación inicial:</i> Se realizará una prueba de

<p>INTRODUCCIÓN AL SOFTWARE.</p>	<p>Prueba de Evaluación.</p> <p>SESIÓN 1: Conociendo el software.</p>	<p>evaluación inicial, antes de comenzar a trabajar los contenidos de geometría con la realidad virtual para tener en cuenta cuáles son los conocimientos e ideas previas que tienen nuestros estudiantes acerca de la geometría. Los resultados de esta evaluación inicial se contrastarán con los resultados de la evaluación final para comprobar cómo de significativo ha sido el aprendizaje de esta propuesta de intervención.</p> <p>Actividad 1: Para conocer el software y los dispositivos que tienen que utilizar los manipularán y aprenderán las nociones básicas para su uso en el desarrollo de la secuencia didáctica. Aprenderán a moverse, manipular objetos y herramientas y códigos de voz. Cada estudiante estará entre 8 y 10 minutos para tener un primer contacto con el software.</p>
<p>LECCIÓN 1: ELEMENTOS Y CONCEPTOS.</p>	<p>SESIÓN 2: Identificación de polígonos y sus características.</p> <p>SESIÓN 3: Identificación de elementos.</p>	<p>Actividad 2: El docente preparará con antelación el escenario virtual con una serie de polígonos. Los estudiantes tendrán que identificar qué polígonos aparecen en el escenario. Tendrán que justificar la identificación de cada polígono.</p> <p>Actividad 3: A mano alzada, los estudiantes tendrán que crear una serie de polígonos enunciados por el docente justificando las características de cada polígono.</p> <p>Actividad 4: A modo de repaso, los estudiantes prepararán el escenario con los polígonos enunciados por el docente. Los estudiantes con la herramienta correspondiente tendrán que señalar con colores los elementos de los polígonos que enuncie el docente.</p> <p>Actividad 5: Los estudiantes tendrán que crear los polígonos definidos por el docente. Con la herramienta correspondiente tendrán que manipular, modificar y transformar los polígonos iniciales en los polígonos enunciados por el docente. Los estudiantes tendrán que justificar por qué realizan la transformación de la forma elegida. <i>Ejemplo: Transforma el cuadrado en un rectángulo.</i></p>
<p>LECCIÓN 2: GEOMETRÍA PLANA Y</p>	<p>SESIÓN 4: Paso 1D a 2D.</p>	<p>Actividad 6: Los estudiantes con la herramienta correspondiente tendrán que realizar las acciones que enuncie el docente y tendrán que justificar que</p>

<p>ESPACIAL.</p>	<p>Paso de 2D a 3D I</p> <p>SESIÓN 5: Paso de 2D a 3D II.</p>	<p>proceso se está produciendo.</p> <p>Actividad 7: Los estudiantes con la herramienta correspondiente tendrán que realizar las acciones que enuncie el docente sobre figuras planas y tendrán que justificar que proceso se está produciendo y que objetos resultantes están obteniendo.</p> <p>Actividad 8: Los estudiantes con la herramienta correspondiente tendrán que realizar las acciones que enuncie el docente sobre figuras planas y tendrán que justificar que proceso se está produciendo y que objetos resultantes están obteniendo.</p>
<p>LECCIÓN 3: PROYECCIONES</p>	<p>SESIÓN 6: Desarrollo plano de un cuerpo geométrico.</p> <p>SESIÓN 7: Proyecciones de cuerpos geométricos I.</p>	<p>Actividad 9: A modo de introducción a las proyecciones de cuerpos geométricos, tendrán que crear los cuerpos geométricos definidos por el docente. Los estudiantes tendrán que observar las caras de los cuerpos geométricos y recrear que figura plana forman.</p> <p>Actividad 10: El docente tendrá que preparar el escenario con antelación. Los estudiantes con la herramienta correspondiente, tendrán que construir el cuerpo geométrico en función del desarrollo plano que se haya encontrado.</p> <p>Actividad 11: El docente tendrá que preparar el escenario con antelación. Los estudiantes tendrán que asociar cada conjunto de figuras planas a un cuerpo geométrico específico, actuando las figuras planas como proyecciones del cuerpo geométrico.</p>
<p>LECCIÓN 4: SECCIONES.</p>	<p>SESIÓN 8: Seccionar cuerpos geométricos con planos I.</p> <p>SESIÓN 9:</p>	<p>Actividad 12: Los estudiantes tendrán que crear los cuerpos geométricos definidos por el docente. Una vez creado el cuerpo geométrico tendrán que seccionar con el cuerpo geométrico con la intención de obtener los cuerpos geométricos definidos por el docente.</p> <p>Actividad 13: Los estudiantes tendrán que crear</p>

	Seccionar cuerpos geométricos con planos II.	los cuerpos geométricos definidos por el docente. Una vez creado el cuerpo geométrico tendrán que seccionar el cuerpo geométrico para obtener la forma definida por el docente en una de las caras del cuerpo geométrico resultante.
LECCIÓN 5: EVALUACIÓN.	<p>SESIÓN 10: Repaso general.</p> <p>SESIÓN 11: Evaluación.</p>	<p>Sesión de repaso: Durante esta sesión se resolverán las dudas que aún puedan surgir. En caso de no haber dudas por parte del alumnado, se realizarán algunos ejercicios variados con todos aquellos contenidos anteriormente explicados.</p> <p>Evaluación: Se procederá a la realización de la prueba de evaluación del alumnado. Los resultados obtenidos se contrastarán con la evaluación inicial realizada para considerar la calidad del aprendizaje.</p>

2.2.5. Evaluación de aprendizajes

Para realizar la evaluación de aprendizajes de los estudiantes, se proponen tres instrumentos de evaluación: las anotaciones realizadas durante las sesiones, las grabaciones y las pruebas de evaluación.

En las anotaciones realizadas durante las sesiones se valorará principalmente los aspectos didácticos, la calidad de las justificaciones y explicaciones realizadas, así como el progreso que se haya podido apreciar en ellas durante el transcurso de toda la secuencia didáctica. En ese sentido, hay que ser conscientes de que al principio los estudiantes realizarán justificaciones pobres y escuetas, y se espera que evolucionen hacia explicaciones más elaboradas y precisas. Es esta evolución sobre la que tendremos que prestar atención. De la misma forma se valorará la participación e implicación en el trabajo en equipo.

El segundo instrumento, las grabaciones de las sesiones, pretenden servir como elemento de control de las anotaciones del cuaderno de campo (primer instrumento). Aquí pondremos el énfasis en el contraste producido en los estudiantes. De esta manera, podremos poner el foco de atención en la observación de detalles comportamentales, actitudinales y en los cambios producidos a lo largo de la secuencia didáctica, así como detectar algún aspecto no identificado en las anotaciones.

Y, por último, el tercer instrumento, dos pruebas de evaluación con las que determinar el grado de adquisición de conocimientos y de aprendizaje de los estudiantes. Para ello, se

realizará un contraste entre una evaluación inicial y final, transcurrida e implementada la secuencia de aprendizaje.

El conjunto de las valoraciones de los tres instrumentos nos permitirá valorar el desempeño de los estudiantes. Pero, es más, la propia propuesta de intervención también estará sujeta a evaluación con el objetivo de detectar aspectos a mejorar, insuficiencias o potencialidades para futuras secuencias didácticas que mejoren el diseño actual.

3. CONCLUSIONES

Para el desarrollo de este documento se ha necesitado de un periodo de estudio para sentar las bases de la fundamentación teórica que respalden la propuesta. Durante este periodo de fundamentación, he llegado a la conclusión, tanto por lo que mencionan muchos autores, como por parte de las Administración, el proceso de reciclaje de intervención educativa, más que un consejo es una necesidad, de la misma forma que la renovación y actualización de los ambientes educativos para poder lograr una educación que permita desarrollar competencias que permitan desenvolverse cada vez mejor en una sociedad y en una realidad que cada vez resulta más cambiante debido a la innovación tecnológica. (MECD, 2014). Y nuestra labor como docentes, nos empuja a intentar introducir progresivamente metodologías de enseñanza que estén basadas en el empleo de las nuevas tecnologías para la adquisición de estas competencias.

Durante el periodo de fundamentación, además, he podido encontrar, como he reflejado en este documento, que existe una gran variedad de posibles recursos a los que se puede acceder para llevar a cabo esta transición educativa. Hay materiales y recursos digitales más asequibles y con una necesidad menor de presupuesto para adquirirlas y otras, con un coste más elevado, por los recursos que necesita la metodología para que sea llevada a cabo de una forma completa y eficaz. Este puede ser uno de los principales inconvenientes a la hora de llevar estas nuevas tecnologías a la práctica.

Luego, en el supuesto de poder adquirir todos los recursos necesarios para poder llevar a cabo estas metodologías, es importante también, educar y formar al profesorado para que sea capaz de utilizar los recursos tecnológicos a los que hacemos referencia, debido a que la mayoría de los profesionales de la docencia, han estado acostumbrados a llevar a cabo su práctica con materiales y un estilo tradicional.

Teniendo en cuenta estos dos principales inconvenientes, es necesario buscar soluciones: para poder solventar los problemas económicos que suponen dotar a los centros con estos

materiales y recursos, la solución puede empezar por solicitar a la administración que realice inversiones económicas que permitan a los centros educativos poder adquirir estos materiales o buscar acuerdos con entidades formativas como universidades o centros especializados en estos materiales que puedan realizar una concesión, como es el caso de la Universidad de Almería, concretamente para favorecer el respaldo para la puesta en práctica de estas metodologías; y para garantizar la formación del personal docente, la solución puede ser similar, solicitar a las administraciones que apuesten por estas metodologías y que realicen cursos formativos para dotar al personal docente de las competencias necesarias para acercar al aula estas metodologías de forma eficaz.

Para finalizar, durante mi proceso de elaboración de este Trabajo de Fin de Grado, he podido apreciar que mediante un uso correcto de estas metodologías los resultados que se pueden obtener pueden ser realmente satisfactorios, aunque sean metodologías que se encuentren en permanente revisión con la intención de perfeccionar su utilización, cada vez más, encontramos a profesionales que apuestan y abogan por su acercamiento a las aulas. Debido al continuo avance que se producen en los aspectos tecnológicos he podido apreciar, que es especialmente recomendable, introducir y acercar, las tecnologías a los estudiantes para que se familiaricen y sean capaces de desenvolverse en la sociedad que se avecina.

4. REFERENCIAS

- Anderson, G. y Herr, K. (2007). El docente-investigador: investigación-acción como una forma válida de conocimientos. En I. Sverdlick (Ed.), *La investigación educativa. Una herramienta de conocimiento y acción* (pp. 47-70). Buenos Aires, Argentina: Novedades Educativas.
- Aray, C. A., Párraga, O. F., y Chun, R. (2019). La falta de enseñanza de la geometría en el nivel medio y su repercusión en el nivel universitario: análisis del proceso de nivelación de la Universidad Técnica de Manabí. *Rehuso: Revista de Ciencias Humanística y Sociales*, (4), 20-31.
- Arcavi, A. (2003). The role of visual representations in the learning of mathematics. *Educational Studies in Mathematics*, 52, 215-241.
- Cajaraville, J., Fernández, T., y Godino, J. (2006). *Configuraciones epistémicas y cognitivas en tareas de visualización y razonamiento espacial*. España: SEIEM
- Cangas, D. Crespo, D. Rodríguez, J. L. y Zarauz, A. (2019). Neotrie VR: nueva geometría en realidad virtual. *Pi-InnovaMath*, 2, pp. 109-116.
- Castiblanco, A., Urquina, H., Camargo, L. y Acosta, M. (2004). *Pensamiento Geométrico y Tecnologías Computacionales*. Colombia: Ministerio de Educación Nacional.
- Cobo, P. y Fortuny, J. M. (2005). El sistema tutorial AgentGeom y su contribución a la mejora de las competencias del alumnado en la resolución de problemas de matemáticas. En A. Maz, B. Gómez y M. Torralbo (Eds). *Investigación en educación matemática, Actas del IX simposio de la sociedad española de educación matemática*. (pp. 50-70). Córdoba, España: Sociedad Española de Investigación en Educación Matemática.
- Codina, A. (2008). Una experiencia de trabajo colaborativo y evaluación formativa en ambientes virtuales en Educación Matemática. Ventajas, peligros y riesgos. *Enseñanza de la Matemática*, 17 (2), pp. 59-78.
- Codina, A. (2015). Interacción e interactividad con nuevas tecnologías en la resolución de problemas matemáticos (tesis doctoral). Granada, España: Universidad de Granada.
- Consejería de Educación, Cultura y Deporte (2015). *Decreto 97/2015 de 3 de marzo, por el que se establece la ordenación y las enseñanzas correspondientes a la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía*. Sevilla, España: Junta de Andalucía.
- De Guzmán, M. (1996). *El rincón de la pizarra: Ensayos de visualización en análisis matemático. Elementos básicos del análisis*. Madrid, España: Pirámide

- Escartín, E. (2000). *La realidad virtual una tecnología educativa a nuestro alcance*. Instituto Superior Politécnico “José A. Echeverría”. Cuba.
- Fernández, T. (2013). La investigación en visualización y razonamiento espacial. pasado, presente y futuro. En E. De La Torre. (Coordinador) Berciano, A. Gutiérrez, G. Estepa, A. y Climent, N. (Eds.). *Investigación en Educación Matemática XVII*. Seminario impartido en la Universidad de País Vasco, Bilbao, España. Recuperado de: <https://dialnet.unirioja.es/servlet/libro?codigo=569414>
- Fouz, F. (2005). *Modelo de Van Hiele para la didáctica de la Geometría*. Madrid, España: Real Sociedad Matemática Española.
- Gonzato, M. (2014). *Evaluación de futuros profesores de educación primaria para la enseñanza de la visualización espacial*. (tesis doctoral). Granada, España: Universidad de Granada.
- Gutiérrez, A. (1992). Procesos y habilidades en visualización espacial. *Memorias del Tercer Simposio Internacional sobre Investigación en Educación Matemática: Geometría*. (pp. 44-59) México. CINVESTAV.
- Hernández, L. y Muñoz, L. (2012). *Usos de las tecnologías de la información y la comunicación (TIC) en un proceso formal de enseñanza y aprendizaje en la educación básica*. Zona Próxima.
- Ministerio de Educación, Cultura y Deporte [MECD] (2014). Real Decreto 126/2014, de 28 de febrero, por el que se establece el currículo básico de la Educación Primaria. *Boletín Oficial del Estado*. Madrid, España: Gobierno de España.
- Ministerio de Educación y Ciencia [MEC] (2006). Ley Orgánica 2/2006, del 3 de mayo, de Educación. *Boletín Oficial del Estado*, España: Gobierno de España.
- Morales, C. S. (2019). *La metacognición en un ambiente de realidad virtual. Geometría con Neotrie VR*. (Trabajo de Fin de Máster). Universidad de Almería, España: Universidad de Almería.
- Morales, C.S. y Codina, A. (2020). *Cognición y metacognición en actividades de geometría con realidad virtual utilizando NeoTrie VR* (En prensa). Madrid, España: Octaedro.
- Mullis, I y Martin, M, (2016). *TIMSS 2015 Marcos de Evaluación*. Ministerio de Educación Cultura y Deporte. Madrid, España.
- Mullis, I y Martin, M, (2018). *TIMSS 2019 Marcos de Evaluación*. Ministerio de Educación y Formación Profesional. Madrid, España.
- Roehl, B. y Matsuba, S. (1996). *Special Edition Using VRML*. QUE. Indianapolis, Estados Unidos.

- Ruiz, A. (2018). *Uso del software Neotrie VR para segundo de la ESO*. (Trabajo de Fin de Máster). Universidad de Almería, España: Universidad de Almería.
- Ruiz, N. y Atrio, S. (2013). *Influencia del nivel de competencia digital en la adquisición de competencias geométricas en un entorno GeoGebra*. Facultad de Formación de Profesorado y Educación. Universidad Autónoma de Madrid, España.
- Sanabria, L. Ibáñez, I y Valecia, N. (2015). Ambiente metacognitivo digital para apoyar el aprendizaje de las matemáticas. *Revista papeles*. 7(14), pp. 42-54. Madrid. España.
- Sancho, J. (2006). *Tecnologías para transformar la educación*. Madrid, España Akal.
- Santos-Trigo, M. (2007a). *La resolución de problemas matemáticos. Fundamentos cognitivos*. México: Trillas.
- Santos-Trigo, M. (2007b). Mathematical problem solving: an evolving research and practice domain. *ZDM The International Journal on Mathematics Education*, 39(5-6), 523-536.
- Sedig, K. y Summer, M. (2006). Characterizing interaction with visual mathematical representations. *International Journal of Computers for Mathematics Learning*. 11, 1-55.
- Van Hiele, P. (1986). *Structure and insight*. Academic Press. Nueva York.

