

Teslando el plano con realidad aumentada, realidad virtual y Scratch en didáctica de la geometría

Silvia Natividad Moral-Sánchez

Universidad de Málaga

Abstract: Information and Communication Technologies (ICT) are increasingly present today and therefore in education, being a vehicle to produce changes in the educational paradigm. Moreover, these technologies help to develop skills and competencies that would not be possible with traditional manipulative materials in mathematics. This work has a double objective: on the one hand, to share an innovative experience using ICT such as augmented reality, virtual reality and block programming (Scratch) for the construction and study of tessellations. And, on the other hand, to show the students' opinion on some of the aspects in its implementation. The experience has been carried out in two groups in two consecutive academic years of the Degree in Primary Education at the University of Malaga in the context of the subject of didactics of geometry. In general, the results obtained, and the students' opinions coincide in the advantages of using ICT tools together with manipulative materials in geometry in the teaching-learning process, leading to an improvement in their digital competence, their mathematical skills and their computational thinking.

Keywords: didactics of geometry, augmented reality, virtual reality, Scratch, tessellations.

1. INTRODUCCIÓN

Las nuevas Tecnologías de la Información y la Comunicación (TIC) están cada vez más presentes en la sociedad actual y por ende en la educación (Sánchez-Otero et al., 2019). La tecnología juega un papel fundamental en el desarrollo de una sociedad por lo que debe ser un meta el adecuar los procesos educativos a dichos avances (Batista, 2006). Para Díaz y Svetlichich (2016) el desarrollo de herramientas tecnológicas y su aplicación en el aula puede suponer un medio vehicular para producir cambios en el paradigma educativo, a la vez que sirven de apoyo para el aprendizaje experiencial.

Estas innovaciones en el aula de matemáticas pueden hacer que procesos que se realizaban de una manera tediosa y con una logística complicada pasen a postularse como una variedad de posibilidades a explorar (Ruiz, 2016). Las TIC ayudan a desarrollar destrezas y competencias que debido a las características que aportan cada una de ellas, no sería posible llevarlas a cabo con materiales manipulativos tradicionales en el área de matemáticas (Moral-Sánchez, 2020).

Para López-Meneses (2022) algunas tecnologías que hasta hace unos años eran complicadas de manejar como la realidad aumentada, la realidad virtual y la programación por bloques (Scratch), en los últimos años han evolucionado en cuanto a su interfaz, siendo asequibles para el uso de los estudiantes en los procesos educativos sin necesidad de haber adquirido conocimientos específicos previos sobre su manejo. Independientemente del enfoque metodológico utilizado, el impacto que puede suponer esta nueva forma de aplicación de las nuevas tecnologías educativas, hace que se produzca un cambio en el proceso de enseñanza-aprendizaje (Ferrer, 2007). Además, este tipo de tecnologías ayudan al desarrollo de habilidades espaciales y pensamiento computacional del alumnado, integrándose en el aprendizaje de los propios contenidos matemáticos y llevando a un acercamiento a la integración de las áreas científicas y tecnológicas hacia un aprendizaje STEM (Science, Technology, Engineering and Mathematics) (López et al., 2019).

Para Aragón (2020) la realidad aumentada es un software que ofrece la posibilidad de desarrollar objetos en un entorno virtual sin tenerlos físicamente. La realidad aumentada se puede integrar en metodologías como el *mobile learning* (m-learning) enriqueciendo el proceso (Pullido, 2015). Estudios como los de Lu y Liu (2015) muestran como el uso de herramientas basadas en la realidad aumentada y la utilización de smartphones hace que el alumnado tome una actitud positiva en la realización de este tipo de actividades. Otras experiencias y estudios como los de Hernández et al. (2019) demuestran la responsabilidad y toma de decisiones en el proceso de enseñanza-aprendizaje, además de la motivación que aparece con el uso de las herramientas de realidad aumentada.

Por otro lado, la realidad virtual se define como un entorno tecnológico que simula la realidad, pero a diferencia de la realidad aumentada, el mundo virtual es inmersivo y los objetos pueden ser manipulados virtualmente (Rodríguez et al., 2021). Los simuladores de realidad virtual contribuyen a mejorar las tareas de manipulación matemática ayudando a su proceso de visualización en el espacio (Cangas et al., 2019). Experiencias con realidad virtual en matemáticas, y más concretamente en geometría demuestran que las tareas no solo se hacen más sencillas de realizar, sino que estas se pueden realizar más rápidamente en un tiempo más corto, promoviendo el razonamiento visual-estructural y la mejora en la adquisición de los conceptos tratados (Rodríguez et al., 2021; Morales et al., 2022; Moral-Sánchez et al., 2023).

Otras de las tecnologías usadas en el aula es Scratch. Scratch es un lenguaje de programación por bloques que permite desarrollar el pensamiento lógico, la creatividad y la destreza para resolver un problema dado (Valle y Salgado, 2013). Experiencias en la asignatura de matemáticas como la de Palma y Sarmiento (2015) y Durango-Warnes y Ravelo-Méndez (2020) demuestran cómo se potencia el aprendizaje significativo, a la vez que el pensamiento computacional, adquiriendo la base de los conocimientos matemáticos.

Por último, aclarar que un teselado matemático es un patrón repetitivo de figuras geométricas o polígonos que encajan entre sí y recubren el plano, sin superponerse ni dejar huecos. La mayoría de las experiencias que se realizan en matemáticas sobre teselaciones se suelen realizar con materiales manipulativos lo que no permite experimentar todo el potencial respecto al pensamiento geométrico y sobre todo a la visualización espacial (Uribe et al., 2014).

2. OBJETIVOS

Este trabajo pretende un doble objetivo, por un lado, compartir una experiencia innovadora del aprendizaje, estudio y construcción de teselados en el plano en geometría, usando nuevas tecnologías de la información y la comunicación como la realidad aumentada con técnicas de *mobile learning* (*m-learning*) con las aplicaciones *Just a line* y *Wallame*; la realidad virtual con un software específico de geometría llamado Neotrie VR; y la programación por bloques utilizando la herramienta Scratch. Y, por otro lado, mostrar la opinión del alumnado sobre alguno de los aspectos de su puesta en práctica en el aula con la realización de varias actividades analizando sus respuestas.

3. METODOLOGÍA DE INVESTIGACIÓN Y CONTEXTO

Esta experiencia se enmarca en el desarrollo de una investigación-acción participativa que es un proceso cíclico de 4 fases según Lewin (1946), en la primera fase se hace una exploración y observación del problema a tratar, en la segunda fase se lleva a cabo un diagnóstico y planificación del problema, en una tercera fase se actúa con el diseño planteado en la fase anterior y por último, en una cuarta fase se valoran los resultados obtenidos para producir cambios y plantear mejoras para el siguiente ciclo

(Bausela, 2004). Además, se toma el método experiencial de Brunner (2001) para el aprendizaje autónomo del alumnado en la fase de actuación e implementación de cada ciclo de investigación-acción.

Como instrumentos de recogida de datos se utilizaron los propios de una metodología de investigación-acción, evidencias de las herramientas TIC utilizadas, fotografías y videos de las producciones del alumnado, la observación participativa recogida en el diario y un cuestionario ad-hoc realizado a los estudiantes. Este cuestionario tiene 10 ítems (puede ser consultado en el apartado de resultados), algunos de los cuales son respuestas de tipo 5 puntos en la escala de Likert o respuestas de si o no.

Respecto al contexto, la experiencia se ha desarrollado en dos ciclos de investigación-acción en dos años consecutivos con dos grupos con un total de 108 estudiantes. El alumnado se ha distribuido formando un total de 18 grupos de 6 personas cada uno, de los cuales cada grupo han creado un mosaico o teselación con las herramientas TIC anteriormente señaladas, además de con el material manipulativo del juego Conexión, en la asignatura de didáctica de la geometría del Grado en Educación Primaria de la Universidad de Málaga.

En un primer ciclo de investigación-acción se utilizaron los materiales manipulativos y las herramientas de realidad aumentada de las aplicaciones *Just a line* y *Wallame* para realizar una serie de mosaicos regulares e irregulares. Tras analizar las evidencias de este primer ciclo se diseñó una nueva experiencia en esta ocasión realizando esos mismos mosaicos con las herramientas de realidad virtual y el programa de programación por bloques Scratch. Se han analizado las evidencias de cada grupo en cada uno de los ciclos y, además, se han estudiado las respuestas de cada estudiante de forma individual sobre el cuestionario de satisfacción sobre las actividades realizadas y las herramientas utilizadas.

4. DESCRIPCIÓN DE LA EXPERIENCIA

La experiencia tiene lugar en el segundo cuatrimestre en la asignatura de didáctica de la geometría con docentes en formación inicial en el Grado de Educación Primaria. En el primer ciclo de investigación-acción la experiencia queda dividida en 4 fases. En una primera fase se explica al alumnado las teselaciones que deben realizar, regulares e irregulares, enseñándoles varias fotografías para poder tenerlas de referencia a la hora de construirlas. En una segunda fase, se realizan en primer lugar dichas teselaciones con el juego conexión, que es un juego de material manipulativo que contiene polígonos regulares e irregulares encajables. En la tercera fase con el uso de los smartphones o tablets del alumnado y utilizando las aplicaciones de realidad aumentada *Just a line* y *Wallame*, las cuales permiten hacer dibujos sobre superficies invisibles a simple vista, pero visibles a través de la pantalla del móvil con técnicas de realidad aumentada, se dibujan las mismas teselaciones que en la segunda fase, pero en esta ocasión no se usan fotografías, sino que la tesela de referencia a partir de la cual construir el mosaico. Estas teselas se encontraban visibles al aplicar en dichas aplicaciones y el alumnado debía reproducir y seguir dicho patrón necesitando hacer, a veces, uso de la habilidad de memoria visual. Por último, en una cuarta fase se guardan las producciones del alumnado para su posterior análisis.

En el segundo ciclo de investigación-acción, que también se llevó a cabo en 4 fases, la implementación fue similar a la del primer ciclo en cuanto a contenido, pero con herramientas diferentes. Se decidió cambiar las herramientas para poder comparar las producciones del alumnado y el grado de dificultad en las teselas y en el uso de las mismas para hacer las actividades. Así, en una primera fase de forma teórica se estudiaron y mostraron los teselados regulares e irregulares que se iban a realizar. En una segunda fase se utilizó la herramienta de realidad virtual inmersiva Neotrie VR con el correspondiente hardware de gafas y mandos oculus quest para realizar dichas teselas. En esta ocasión la tercera fase requirió de algunas sesiones extra de trabajo debido a que gran parte del alumnado no

estaba familiarizado con la programación por bloques, o si lo estaban solo conocían unas nociones muy básicas, y hubo que dedicar una sesión completa de clase a conocer la interfaz del programa y saber utilizar los comandos y bucles necesarios para poder generar los teselados. Así en la segunda sesión de esta tercera fase, el alumnado con la guía del profesorado-investigador pudo hacer los teselados en este caso solo regulares debido a la complejidad que entrañaba el realizar teselado irregular con la programación por bloques. Por último, en la cuarta fase, además de recopilar las actividades que cada estudiante había realizado con ambas herramientas para su posterior análisis, se contestó el cuestionario mencionado anteriormente.

5. RESULTADOS

A continuación, se muestran algunos de los resultados obtenidos con las evidencias recogidas en ambos ciclos de investigación-acción.

En primer lugar, en el cuestionario se hicieron tres preguntas al alumnado para ver si conocían las herramientas utilizadas antes de la experiencia:

1. ¿Has trabajado antes con las herramientas de realidad aumentada *Just a line* o *Wallame*?
2. ¿Has utilizado alguna vez el software Neotrie VR o la realidad virtual?
3. ¿Has trabajado alguna vez con Scratch?

Como se observa en la figura 1 un 24,1% sí que conocía Scratch y había realizado alguna vez alguna actividad con la programación por bloques, aunque en la mayoría de los casos solo cosas muy sencillas y básicas. Por otro lado, solo el 14,8% reconocía haber trabajado con las aplicaciones de realidad aumentada y por último tan solo el 7,4 % había utilizado alguna vez herramientas de realidad virtual.

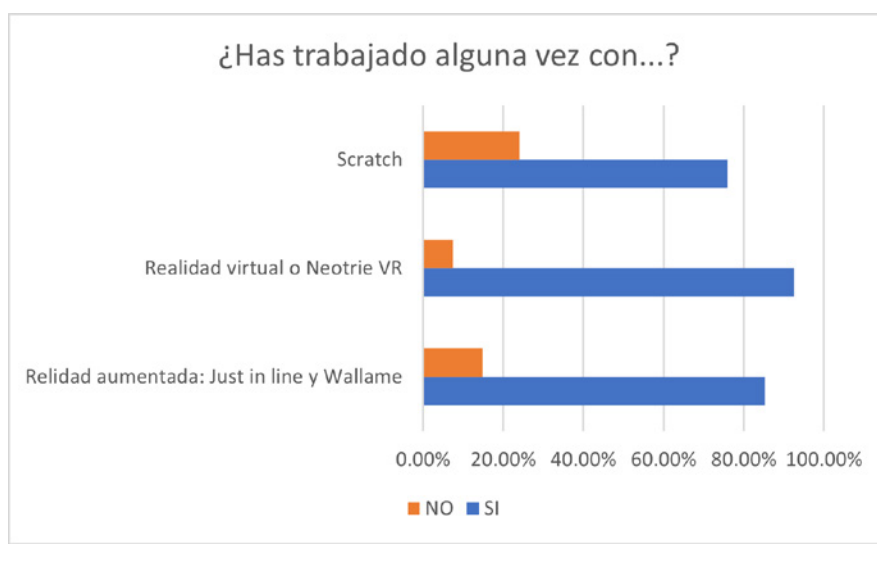


Figura 1. Porcentaje de utilización de TIC por parte del alumnado antes de la experiencia

A continuación, en las tres siguientes preguntas se preguntó por el grado de dificultad que les había supuesto realizar las teselaciones con cada una de estas herramientas TIC. Las respuestas están en una escala Likert de 5 puntos que van desde “1. Muy difícil” a “5. Muy fácil”

Como se observa en la figura 2 sumando el alumnado que considera que la actividad fue fácil o muy fácil representan el 83,3% y solo un 2,4% lo consideró muy difícil.

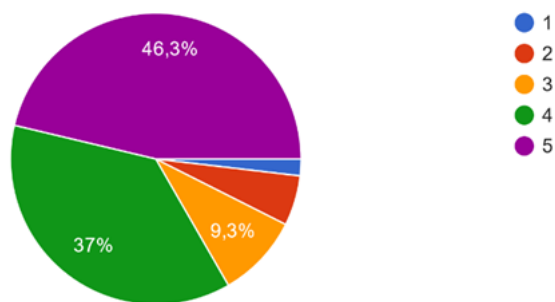


Figura 2. Grados de dificultad del alumnado para hacer las teselaciones regulares e irregulares con las aplicaciones de *Just a line* y *Wallame*

Respecto a la dificultad encontrada al realizar las teselaciones con el software de realidad virtual como se observa en la figura 3, un 50% lo consideraron muy fácil y un 25,9% fácil, sin embargo, un 5,3% lo consideró muy difícil de realizar.

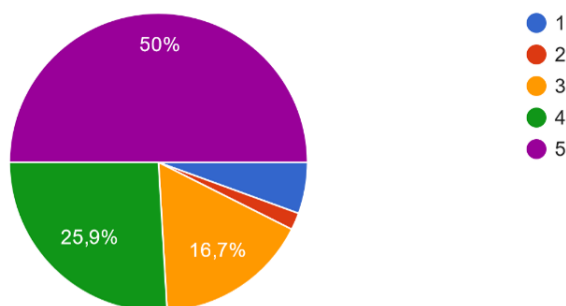


Figura 3. Grados de dificultad del alumnado al hacer las teselaciones regulares e irregulares con Neotrie VR

En el caso de Scratch, y a pesar de ser la herramienta que más conocían antes de la experiencia y de que solo se realizaron teselaciones regulares con ella, como se observa en la figura 4 los porcentajes son contrarios a los otros dos casos, así más de un 55% opina que la actividad fue muy difícil de realizar con esta herramienta, probablemente debido al uso de bucles para la repetición de las teselas y no simples órdenes de programación sencillas. Mientras que solo un 7,4 % la consideró una actividad muy fácil.

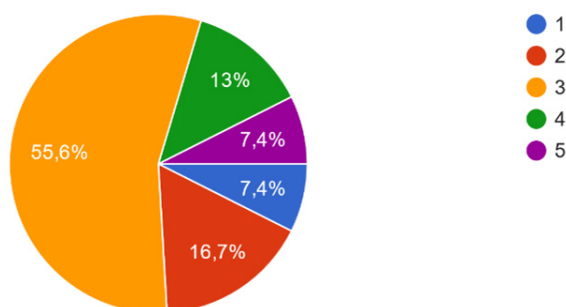


Figura 4. Grados de dificultad del alumnado al realizar las teselaciones regulares con Scratch

La séptima pregunta del cuestionario trata de cuantificar el grado de mejora en cuanto a la competencia digital en el alumnado tras utilizar todas estas TIC para realizar las actividades propuestas. Así, como se observa en la figura 5, donde en la escala Likert de 5 puntos propuesta las respuestas van desde “1. Nada” a “5. Mucho”, el 40,7% considera haber mejorado mucho su competencia digital y el 31,5% bastante, mientras un 20,4 % considera que su competencia digital no ha variado con la realización de este tipo de actividades.

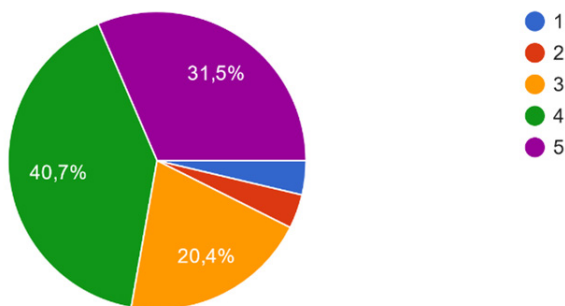


Figura 5. Mejora de la competencia digital del alumnado tras la realización de las actividades con TIC

En la siguiente pregunta un 96,3% del alumnado recomendaría la realización de este tipo de actividades con TIC en otras asignaturas. Además, como se observa en la figura 6, respondiendo a otro de los ítems formulados, más de un 80% utilizaría este tipo de actividades con realidad aumentada, realidad virtual y Scratch en la realización de su Plan de Intervención Autónoma (PIA) durante la realización de los prácticum en los centros escolares de Educación Primaria.

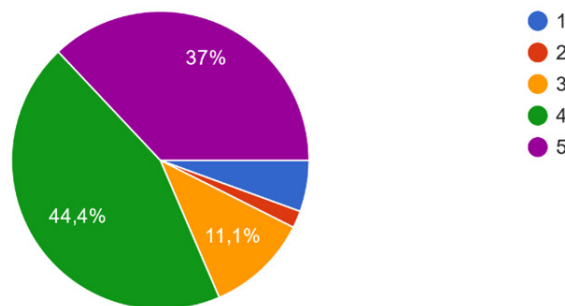


Figura 6. Respuestas a la pregunta: ¿Utilizarías estas herramientas TIC en tus practicum?

Por último, se preguntó al alumnado cuál de las herramientas TIC utilizadas les había ayudado a comprender mejor la realización y formación de las teselaciones en matemáticas y que por tanto recomendaría utilizarlas en un futuro en la asignatura para su aprendizaje. Como se observa en la figura 7 la herramienta más recomendada con un 37%, quizás por lo fácil que les resultó usarlas con sus teléfonos móviles son las aplicaciones de realidad aumentada *Just a line* y *Wallame*, con un porcentaje parecido recomiendan usar Neotrie VR, la herramienta de realidad virtual, por el realismo y las ventajas de visualización espacial que resulta al trabajar en este tipo de entornos inmersivos, un

25,9% recomienda usar los materiales manipulativos del juego conexión. Por último, y probablemente debido al grado de dificultad de programar por bloques, y que no se le pudo dedicar el tiempo suficiente, recomiendan realizar los mosaicos con Scratch con solo un 7,4%.

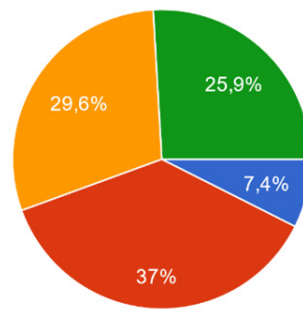


Figura 7. Recomendaciones de uso de las diferentes TIC y materiales manipulativos empleados para el aprendizaje de teselas en geometría

Respecto a las producciones del alumnado con cada una de las TIC, más de un 90% decidió realizar un mosaico regular siendo la tesela principal solo cuadrados con Scratch frente al 10% que hizo un mosaico regular combinando dos polígonos, en este caso, hexágonos y rombos.

Con las aplicaciones de realidad aumentada y de realidad virtual se realizaron mucha variedad de teselas tanto regulares como irregulares, si bien es cierto que la herramienta de realidad virtual Neotrie VR ha permitido una mayor precisión en el dibujo de estas, al disponer de herramientas para dibujar polígonos y otras figuras irregulares, mientras que en las aplicaciones de realidad aumentada los mosaicos se iban dibujando y formando con un dibujo a mano alzada de forma aproximada.

Por último, comentar que una gran mayoría del alumnado sugirió realizar la actividad haciendo uso del material manipulativo en combinación con este tipo de herramientas TIC mejorando así las destrezas y habilidades espaciales.

6. CONCLUSIONES

En general los resultados obtenidos y las opiniones del alumnado coinciden en las ventajas que suponen en el proceso de enseñanza aprendizaje usar herramientas TIC junto a los materiales manipulativos en geometría. Estas innovaciones pueden hacer que procesos que se realizaban en el aula de una manera tediosa y con una logística complicada pasen a suponer una variedad de posibilidades a explorar (Ruiz, 2016). Como indica Moral-Sánchez et al. (2020), las TIC ayudan a desarrollar destrezas y competencias que debido a las características que aportan cada una de ellas, no sería posible llevarlas a cabo con materiales manipulativos tradicionales en el área de matemáticas.

Los resultados muestran cómo entre todas las herramientas utilizadas el alumnado prefiere la realidad aumentada, mostrando esta predisposición al poder controlar dicha herramienta directamente desde su móvil sin recurrir al uso de elementos externos. Coincidiendo con Estudios como los de Lu y Liu (2015) que muestran cómo el uso de herramientas basadas en la realidad aumentada y la utilización de smartphones hace que el alumnado tome una actitud positiva en la realización de este tipo de actividades. Y con otras experiencias y estudios como los de Hernández et al. (2019) que demuestran la responsabilidad y toma de decisiones en el proceso de enseñanza-aprendizaje, además de la motivación que aparece con el uso de la realidad aumentada.

Por otro lado, al alumnado la herramienta de realidad virtual les parece también fácil en su manejo de la interfaz y destacan la versatilidad de dicha herramienta de realidad virtual y el potencial para el

desarrollo de actividades con una mayor precisión al disponer de herramientas de apoyo de geometría. Coincidiendo cómo habían demostrado experiencias previas con realidad virtual en matemáticas, y más concretamente en geometría que demuestran que las tareas no solo se hacen más sencillas de realizar sino es un tiempo más rápido promoviendo el razonamiento visual-estructural y la mejora en la adquisición de los conceptos tratados (Rodríguez et al., 2021; Morales et al., 2022; Moral-Sánchez et al., 2023).

Por último y a pesar de ser la herramienta más conocida con anterioridad a la realización de la experiencia, consideran la herramienta de Scratch como la de mayor dificultad para poder crear las teselaciones, posiblemente debido a que este conocimiento corresponde a unos conocimientos básicos de la misma y para poder hacer las teselaciones regulares requieren de un poco más de conocimiento, por ejemplo, en la utilización de bucles para poder hacer el mosaico completo, y eso requiere un poco más de tiempo para poder adquirir ese manejo y conocimientos previos de programación por bloques que no fue necesario con la realidad aumentada o la realidad virtual. Del mismo modo que mostraban experiencias en la asignatura de matemáticas como la de Palma y Sarmiento (2015) y Durango-Warnes y Ravelo-Méndez (2020) que demuestran cómo se potencia el aprendizaje significativo, a la vez que el pensamiento computacional, adquiriendo la base de los conocimientos matemáticos.

También se produce una mejora en la competencia digital del alumnado, sus competencias matemáticas en el área de geometría y su pensamiento computacional al realizar este tipo de actividades con TIC. Por lo que los estudiantes recomiendan realizar este tipo de actividades en los prácticums que llevan a cabo en los centros de Educación Primaria, además de en el aprendizaje de la asignatura de didáctica de la geometría del Grado de Educación Primaria.

Por lo tanto, en esta experiencia se muestra cómo las TIC ayudan en el aprendizaje de las matemáticas complementando y desarrollando habilidades, destrezas y competencias que no serían posibles con la utilización de solo materiales manipulativos tradicionales.

AGRADECIMIENTOS

Este trabajo ha sido realizado dentro del grupo de investigación SEJ-462 “Globalización, Tecnología, Educación y Aprendizaje” (GTEA) de la Universidad de Málaga y el proyecto de investigación FEDER Junta de Andalucía UAL2020-SEJ-B2086.

REFERENCIAS

- Aragón, L. L. (2020). Producción de recursos didácticos para el aula de matemáticas de Secundaria con realidad aumentada. *Innovación educativa*, (30), 185-198. <https://doi.org/10.15304/ie.30.6905>
- Batista, M. H. (2006). Consideraciones para el diseño didáctico de ambientes virtuales de aprendizaje: una propuesta basada en las funciones cognitivas del aprendizaje. *Revista Iberoamericana de educación*, 38(Extra 5), 1-20.
- Bausela Herreras, E. (2004). La docencia a través de la investigación-acción. *Revista Iberoamericana de Educación*, 35(1), 1-9.
- Brunner, J.J. (2001). *Nuevos escenarios de la educación. Revolución tecnológica y Sociedad de la Información*. PREAL.
- Cangas, D., Morga, G. y Rodríguez, J. L. (2019). Geometry teaching experience in virtual reality with Neotrie VR. *Psychology, Society, & Education*, 11(3), 355-366. <https://doi.org/10.25115/psye.v11i3.2270>

- Díaz Durán, M. y Svetlichich, M. (2016). Nuevas herramientas tecnológicas en la educación superior. *Proyecciones*, (11), 93-149.
- Durango-Warnes, C. y Ravelo-Méndez, R. E. (2020). Beneficios del programa Scratch para potenciar el aprendizaje significativo de las Matemáticas en tercero de primaria (Benefits of Implementing the Scratch Software to Enhance Meaningful Math Learning for Third Graders). *Trilogía Ciencia Tecnología Sociedad*, 12(23), 163-183. <https://doi.org/10.22430/21457778.1524>
- Ferrer, D. M. (2007). Las nuevas tecnologías y el aprendizaje de las matemáticas. *Revista Iberoamericana de Educación*, 42(Extra 4), 1-17.
- Hernández, F. J. L., Gómez, O. L. F. y Cortés, R. B. (2019). Realidad aumentada y Matemáticas: propuesta de mediación para la comprensión de la función. *Campus Virtuales*, 8(2), 63-72.
- Lewin, K., Tax, S., Stavenhagen, R. y Fals, O. (1946). La investigación-acción participativa. En M.C. Salazar (Ed.), *La investigación-acción y los problemas de las minorías* (pp. 15-26). Editorial Popular S.A.
- López, J., Pozo, S. y Fuentes, A. (2019). Análisis de la competencia digital docente: Factor clave en el desempeño de pedagogías activas con Realidad Aumentada. *REICE. Revista Iberoamericana sobre Calidad, Eficacia y Cambio en Educación*, 17(2), 27-40.
- López Meneses, E. (2022). *Enseñanzas y prácticas en educación*. Dykinson.
- Lu, S. J., y Liu, Y. C. (2015). Integrating augmented reality technology to enhance children's learning in marine education. *Environmental Education Research*, 21(4), 525-541. <https://doi.org/10.1080/13504622.2014.911247>
- Moral-Sánchez, S.N., Sánchez-Compañá, M.T. y Romero-Albaladejo, I. (2020b). Tuiteando la geometría: Microblogging para el cambio metodológico en la didáctica de la matemática. En J. Ruíz-Palmero (Ed.), *La Tecnología como Eje del Cambio Metodológico* (pp. 1991-1993). UMA Editorial.
- Moral-Sánchez, S. N., Sánchez-Compañá, M. T., y Romero-Albaladejo, I. (2023). Uso de realidad virtual en Geometría para el desarrollo de habilidades espaciales. Enseñanza de las Ciencias. *Revista de investigación y experiencias didácticas*, 41(1), 125-147.
- Morales, C., Codina, A., y Romero, I. (2022). Using immersive virtual reality with neotrie to promote students' conceptualization of quadrilaterals. En C. Fernández, S. Llinares, A. Gutiérrez y N. Planas (Eds.), *Proceedings of the 45th Conference of the International Group for the Psychology of Mathematics Education* (Vol. 4, p. 381). PME.
- Palma Suárez, C. A., y Sarmiento Porras, R. E. (2015). Estado del arte sobre experiencias de enseñanza de programación a niños y jóvenes para el mejoramiento de las competencias matemáticas en primaria. *Revista mexicana de investigación educativa*, 20(65), 607-641.
- Pulido, R. D. B. (2015). Incidencia de la realidad aumentada sobre el estilo cognitivo: caso para el estudio de las matemáticas. *Educación y educadores*, 18(1), 27-41.
- Rodríguez, J.L., Romero, I., y Codina, A. (2021). The Influence of NeoTrie VR's Immersive Virtual Reality on the Teaching and Learning of Geometry. *Mathematics*, 9(19), 2411. <https://doi.org/10.3390/math9192411>
- Sánchez-Otero, M., García-Guiliany, J., Steffens-Sanabria, E. y Palma, H. H. (2019). Estrategias Pedagógicas en Procesos de Enseñanza y Aprendizaje en la Educación Superior incluyendo Tecnologías de la Información y las Comunicaciones. *Información tecnológica*, 30(3), 277-286.
- Ruiz Rey, F. J. (2016). TIC en educación infantil: una propuesta formativa en la asignatura didáctica de las matemáticas basada en el uso de la tecnología. *DIM: Didáctica, Innovación y Multimedia*, (33), 1-18.

- Uribe Garzón, S. M., Cárdenas Forero, Ó. L. y Becerra Martínez, J. F. (2014). Teselaciones para niños: una estrategia para el desarrollo del pensamiento geométrico y espacial de los niños. *Educación matemática*, 26(2), 135-160.
- Valle, J. E. M., y Salgado, V. C. (2013). Pensamiento lógico matemático con Scratch en nivel básico. *Revista Vínculos*, 9(1), 87-95.