

XVI CIAEM



Conferencia Interamericana de Educación Matemática
Conferência Interamericana de Educação Matemática
Inter-American Conference of Mathematics Education



Lima - Perú
30 julio - 4 agosto 2023



xvi.ciaem-iacme.org

Impresión 3D y Realidad Aumentada para el trabajo interdisciplinar. Una experiencia con futuro profesorado.

Antía **Fernández López**
Universidad de Santiago de Compostela
España
antia.fernandez.lopez0@rai.usc.es
Teresa F. **Blanco**
Universidad de Santiago de Compostela
España
teref.blanco@usc.es

Resumen

Se presenta un proyecto creado por 101 futuros maestros de Educación Primaria para conmemorar el día escolar de las matemáticas. La propuesta se estructura en cuatro fases en las que se integran diversas herramientas tecnológicas (Diseño e impresión 3D y Realidad Aumentada) y cuyo resultado es la generación de recreaciones de elementos arquitectónicos vinculados al Camino de Santiago Francés. La propuesta pretende relacionar los procesos didácticos de la geometría con las Tecnologías de la Información y la Comunicación así como analizar, en base al modelo SAMR, en qué medida se transforman los procesos de enseñanza-aprendizaje al combinar estas disciplinas. Esta experiencia conforma un ejemplo sobre la forma en la que la inclusión tecnológica en las aulas facilita la creación de proyectos de carácter interdisciplinar, promueve un aprendizaje competencial y motiva al alumnado. De igual forma, pone en manifiesto la relevancia en las decisiones sobre las orientaciones metodológicas a aplicar.

Palabras clave: Educación Matemática; Futuro profesorado; Geometría; Impresión 3D; Realidad Aumentada.

Introducción

Hoy en día, la tecnología conforma una herramienta primordial y necesaria para un íntegro desarrollo personal. Desde hace unos años, las TIC (Tecnologías de la Información y la

Comunicación) han revolucionado completamente nuestra forma de vida en aspectos como el profesional, el económico, la salud, las relaciones sociales o el tiempo de ocio. En lo relativo al ámbito educativo, son varios los programas institucionales que han hecho posible que los centros se encuentren provistos de recursos tecnológicos y acceso a nuevas tecnologías. A pesar de ello, la integración de las TIC en las aulas se encuentra con diversas dificultades entre las que se encuentran la desconfianza de los profesores sobre el papel que juegan estos recursos para favorecer los procesos de enseñanza-aprendizaje y la propia capacitación del profesorado para poder utilizarlos en su práctica docente, tanto en relación a su metodología como a los conocimientos técnicos necesarios (Ferraguti et al., 2020; Fortuny et al., 2010).

La implementación de la tecnología en las aulas se materializa en algo más que su mero uso como herramientas digitales. Su integración implica un enfoque metodológico adecuado que será el que determine el impacto en los procesos de enseñanza-aprendizaje. Varios estudios coinciden en las implicaciones que tienen las TIC a nivel metodológico en la redefinición de los roles tradicionales de alumnado y profesorado pasando los primeros a ser agentes activos, protagónicos y reflexivos que muestran actitudes como creatividad, perseverancia, actitud crítica, trabajo en equipo o autonomía en los procesos de aprendizaje y evaluación. Y los segundos a ser guías y facilitadores (Budhwar, 2017; Escalona et al., 2018).

Este documento presenta una propuesta que busca contribuir a esta integración tecnológica en las aulas, en la que la impresión 3D y la Realidad Aumentada se posicionan como protagonistas. La impresión 3D conforma una herramienta que permite la creación de cualquier pieza tridimensional en base a tres pasos: diseño digital, impresión y postproducción. Un recurso educativo en el que aún son escasas las investigaciones y propuestas llevadas a cabo pero que presenta altas expectativas de cara al futuro (Vicente, 2018; Kwon, 2017). Por su parte, la Realidad Aumentada hace referencia a la visualización directa o indirecta de elementos del mundo real combinados (o aumentados) con elementos virtuales generados por un dispositivo tecnológico. Siguiendo a Cabero et al. (2016) y Martínez et al. (2016), una forma de complementar, reforzar, potenciar, amplificar y enriquecer los procesos de enseñanza-aprendizaje.

Modelo SAMR

El estudio considera el modelo SAMR (del inglés Substitution, Augmentation, Modification & Redefinition) como guía para el análisis sobre la calidad en el uso de las tecnologías aplicadas (Intef, s. f.). Este modelo se establece en cuatro niveles: Sustitución, Aumento, Modificación y Redefinición. En el primer nivel, Sustitución, la tecnología se aplica como un elemento sustitutorio de otro preexistente y no se producen cambios metodológicos. En el segundo nivel, Aumento, la tecnología se aplica como un sustituto de otro sistema existente produciendo mejoras funcionales. En este nivel, se potencian las situaciones de aprendizaje sin modificar la metodología. En el tercer nivel, Modificación, a través de las tecnologías se consigue una modificación significativa de las tareas. Se produce un cambio metodológico basado en las TIC. A través de aplicaciones sencillas nuestros alumnos pueden crear nuevos contenidos y presentar la información integrando distintas tecnologías. Por último, en el cuarto nivel, Redefinición, se crean nuevos ambientes de aprendizaje, actividades, etc. que mejoran la calidad educativa y que sin su utilización serían impensables (Intef, s. f.).

Metodología

Desde el año 2000, Año mundial de las matemáticas, la FESPM (Federación Española de Sociedades y Profesores de Matemáticas) celebra cada 12 de mayo el día escolar de las matemáticas. Este día es una oportunidad para que los centros educativos compartan y realicen actividades en las que la protagonista sea esta disciplina dentro de un tema concreto de interés cultural. De cara a conmemorar dicha fecha, el departamento de Didácticas Aplicadas de la Facultad de Ciencias de la Educación de Santiago de Compostela realiza todos los años una jornada en la que los futuros profesores y personal docente comparten experiencias, proyectos y actividades realizados en esta línea.

Dentro de este contexto, se presenta un proyecto realizado por el alumnado de tercer curso del Grado en Maestro de Educación Primaria y guiado por el profesorado de la materia Enseñanza y Aprendizaje de la Geometría. La propuesta, de carácter interdisciplinar, combina las matemáticas con las TIC (Diseño e impresión 3D y Realidad Aumentada) y la conmemoración en paralelo del Año Xacobeo 2022 y del día escolar de las matemáticas. Para ello, los participantes reproducen figuras emblemáticas del Camino de Santiago Francés y de la propia ciudad de Santiago de Compostela por medio de diseños en tres dimensiones que luego imprimen y sobre los que se generan proyecciones que pueden ser visualizadas en Realidad Aumentada. Se plantea el objetivo de generar una propuesta que relacione la impresión 3D y la realidad aumentada con los procesos de enseñanza-aprendizaje de la geometría y analizar, en base al modelo SAMR, en qué medida se transforman los procesos de enseñanza aprendizaje por medio de dicha propuesta.

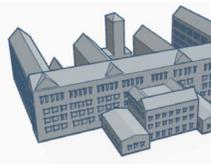
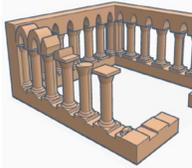
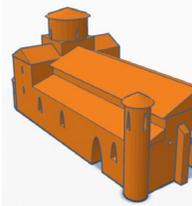
Desarrollo y resultados

El proyecto fue realizado por 101 estudiantes de tercer curso del Grado en Maestro/a de Educación Primaria de la materia Enseñanza y Aprendizaje de la Geometría. Entre los que encontramos 82 mujeres y 19 hombres. La propuesta se estructuró en cuatro fases: (I) Creación de diseños 3D, (II) Impresión de diseños 3D, (III) Generación de diseños en Realidad Aumentada y (IV) Ubicación de maquetas y marcadores en el mapa. Estas fases se describirán a continuación.

(I) Creación de diseños 3D

Durante la primera fase, se trabajan conceptos de geometría tridimensional relacionados con la visión espacial, los ángulos, las medidas, los cuerpos geométricos, las vistas de una figura y la proporcionalidad. En esta fase se usa el software gratuito de diseño y modelado 3D [Tinkercad](#), un programa basado en la geometría sólida constructiva que permite a los usuarios crear modelos complejos mediante la combinación de objetos o cuerpos más sencillos. Para esta fase el alumnado se distribuye en parejas que, posteriormente, eligen un elemento arquitectónico del Camino de Santiago Francés o bien de la ciudad de Santiago de Compostela. Seguidamente, tras una breve aproximación al programa (desconocido para la totalidad de los participantes), los estudiantes diseñan una recreación tridimensional del elemento elegido en base a imágenes o modelos ya creados y subidos a la red. En la tabla 1 se pueden visualizar algunos de los resultados obtenidos.

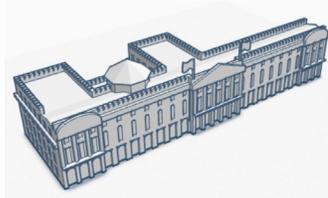
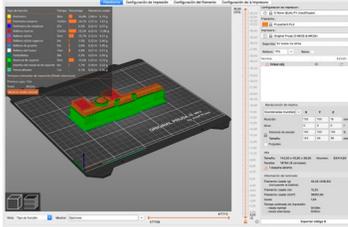
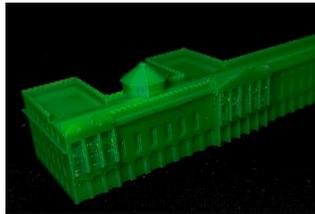
Tabla 1
Diseños generados con Tinkercad.

Imagen/modelo dado	Diseño en Tinkercad	Imagen/modelo dado	Diseño en Tinkercad
Seminario menor, Santiago de Compostela		Monasterio de San Juan de la Peña, Aragón	
			
Escalera de Bonaval, Santiago de Compostela		Iglesia de San Martín de Tours (Frómista), Palencia	
			

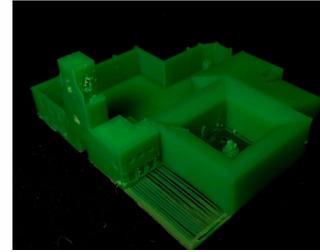
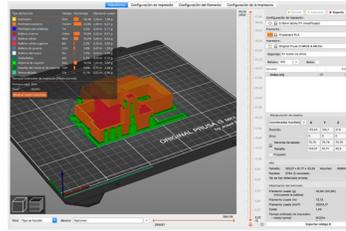
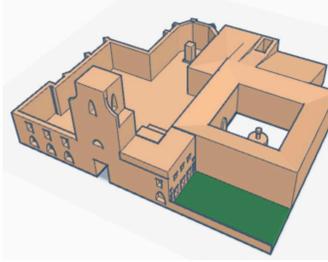
(II) Impresión de Diseños 3D

Una vez realizados los diseños, se emplea el *software* de laminado [PrusaSlicer](#), herramienta que permite modificar los parámetros de impresión y transformar el resultado final a código G para su impresión en tres dimensiones. En la tabla 2 se ilustra este proceso para el caso particular del Palacio de Rajoy, el Conjunto monumental Monasterio de San Juan y el Hospital de los reyes católicos,

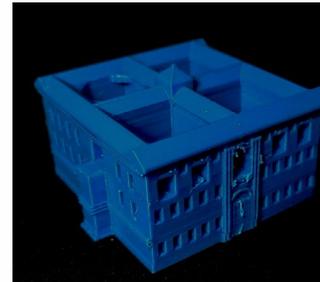
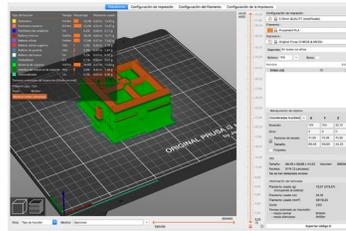
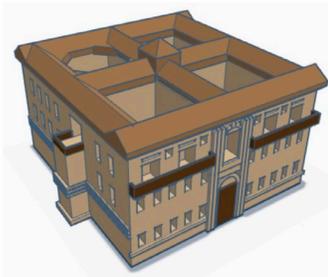
Tabla 2
Proceso de impresión 3D

Diseño en Tinkercad	Diseño en PrusaSlicer	Diseño impreso
Palacio de Rajoy, Santiago de Compostela		
		

Conjunto monumental Monasterio de San Juan, Burgos



Hospital de los Reyes Católicos, Santiago de Compostela



Como se puede observar, estas dos primeras fases, en concordancia con Budhwar (2017), promueven una modificación en los roles tradicionales de los procesos de enseñanza-aprendizaje situando al alumnado en el centro de los procesos y fomentando actitudes como el trabajo en equipo, la creatividad o la autonomía. En cuanto a lo postulado por Puentedura y recogido en el Intef (s. f.), el uso de la impresión 3D como herramienta didáctica promueve la redefinición de los procesos por medio del desarrollo de actividades que son inimaginables sin el uso de recursos tecnológicos, tanto en lo relativo al trabajo geométrico como a la conexión y trabajo online entre estudiantes, lo que nos situaría ante el nivel Redefinición del modelo SAMR,

(III) Generación de diseños en Realidad Aumentada

De cara a la generación de diseños en Realidad Aumentada, se usa la herramienta de *software* [Creator](#), en combinación con la comunidad de realidad aumentada educativa [Aumentaty](#) y la aplicación para dispositivos móviles [Scope](#). La herramienta [Creator](#), sirve para transformar todo tipo de representaciones a la realidad aumentada (imágenes, vídeos u objetos tridimensionales). Así pues, el alumnado convierte los diseños creados con [Tinkercad](#) a modelos visibles en dicha plataforma. Recreaciones que, como se puede ver en la figura 1, posteriormente se suben a la comunidad [Aumentaty](#) para ser visualizado a través de un marcador con [Scope](#) en los dispositivos móviles.

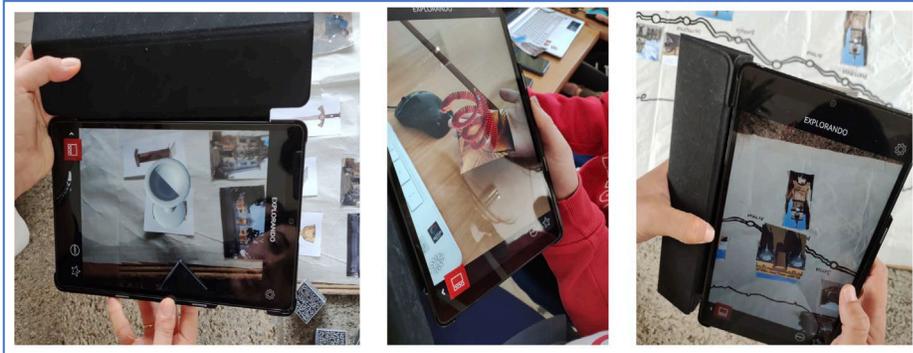


Figura 1. Visualización de las figuras creadas por medio de la aplicación *Scope*.

(IV) Ubicación de maquetas y marcadores en el mapa

Finalmente, se ultiman los preparativos para la presentación de la propuesta. Para ello se crean dos mapas: uno del Camino de Santiago Francés y otro de la Ciudad de Santiago de Compostela. Se colocan sobre dichos mapas, en los lugares correspondientes, tanto las figuras de impresión 3D como los marcadores (fotografías de los elementos arquitectónicos), como se puede observar en la figura 2.



Figura 2. Mapas y visualización de las figuras creadas por medio de la aplicación *Scope*.

En estas dos últimas fases de trabajo, al contrario que en las anteriores y en la línea de lo expuesto por el Intef (s. f.), nos encontramos con que la tecnología se aplica como un sustituto de otro sistema ya existente (en este caso, la propia visualización de las figuras impresas en físico). Además, aparecen mejoras funcionales, como son el ahorro de materiales de impresión, procesos de laminado o tiempo. Con todo, su uso no supone una modificación metodológica ni del rol tradicional de estudiantes ni del rol del profesorado. Esto indicaría que estamos ante el nivel Aumento del modelo SAMR.

Conclusiones

Esta propuesta conforma un ejemplo sobre la forma en la que las Tecnologías de la Información y la Comunicación pueden llegar a integrarse y redefinir los procesos de enseñanza-aprendizaje, si bien también puede conllevar prácticas en las que impliquen una escasa transformación didáctica. Una realidad que va más allá de la propia experiencia presentada

pudiendo extrapolarse a diversos niveles y áreas educativas. La impresión 3D se posiciona como una herramienta con gran potencial para el trabajo de la geometría, facilitando el diseño de proyectos y experiencias interdisciplinarias, fomentando la capacidad de resolución de problemas, la creatividad y promoviendo un aprendizaje situado en la que el alumno ejerce un rol protagónico. Por su parte, en el caso del uso de Realidad Aumentada, queda patente la necesidad de replantear las actividades realizadas, sin descartar por ello las potencialidades que este recurso puede llegar a presentar. Los procesos de trabajo reflejan y refuerzan la concepción de la inclusión tecnológica en las aulas como una fuente de motivación para los estudiantes, lo que pone de manifiesto los beneficios que estos recursos tecnológicos pueden generar siempre y cuando se empleen los enfoques metodológicos adecuados.

Agradecimientos

Este proyecto ha sido financiado por: FEDER/Ministerio de Ciencia, Innovación y Universidades – Agencia Estatal de Investigación/ _Proyecto EDU2017-84979-R y por PROYECTOS DE GENERACIÓN DE CONOCIMIENTO» en el marco del Programa Estatal para Impulsar la Investigación Científico-Técnica y su Transferencia, del Plan Estatal de Investigación Científica, Técnica y de Innovación 2021-2023 de referencia PID2021-122326OB-I00.

Referencias y bibliografía

- Budhwar, K. (2017). The role of technology in education. *International Journal of Engineering Applied Sciences and Technology*, 2(8), 55-57. <https://bit.ly/35n4Gbk>
- Cabero J., Leiva J. J., Moreno N. M., Barroso J. y López-Meneses, E. (2016). *Realidad Aumentada y Educación. Innovación en contextos formativos*. Octaedro. [https:// bit.ly/3zHm1 fr](https://bit.ly/3zHm1fr)
- Escalona, T. Z., Cartagena, Y. G., e González, D. R. (2018). Educación para el sujeto del siglo XXI: principales características del enfoque STEAM desde la mirada educacional. *Contextos: Estudios de Humanidades y Ciencias Sociales*, (41). <https://bit.ly/35Au7Gl>
- Ferraguti, F., Villani, V., Sabattini, L., e Bonfè, M. (Eds.). (2020). *Human-Friendly Robotics 2019: 12th International Workshop*. Springer Nature.
- Fortuny, J.M., Iranzo, N., Morera, L. (2010). Geometría y tecnología. En M.M. Moreno, A. Estrada, J. Carrillo, & T.A. Sierra, (Eds.), *Investigación en Educación Matemática XIV* (pp. 69-85). Lleida: SEIEM
- Martínez, N. M. M., Olivencia, J. J. L., & Meneses, E. L. (2016). Experiencia formativa en el uso didáctico de tecnologías emergentes con estudiantes del máster de formación del profesorado en educación secundaria en la Universidad de Málaga. En Roig-Vila, R. (Ed.) *Tecnología, innovación e investigación en los procesos de enseñanza-aprendizaje* (2733–2764). Octaedro. <https://bit.ly/3GtvQ2t>
- Intef, S. D. F. E. R. (s. f.). *Modelo SAMR | Integración de las TIC en Educación*. <https://bit.ly/3CKJX2q>
- Kwon, H. (2017). Effects of 3d printing and design software on students' interests, motivation, mathematical and technical skills. *Journal of STEM Education*, 18(4). <https://bit.ly/3gFo8oP>
- Vicente, S. (2018). La impresión 3D como tecnología de uso general en el futuro. *Economía Industrial*, 407, 123-135. <https://bit.ly/3pZHLMK>