

# ENSEÑANZA INTERDISCIPLINAR EN GEOMETRÍA Y CIENCIAS SOCIALES. EXPERIENCIA EDUCATIVA EN FORMACIÓN DEL PROFESORADO SOBRE UN EDIFICIO GÓTICO-MUDÉJAR

José Manuel Infante Infante y  
José Fernando Gabardón de la Banda

## RESUMEN

El presente trabajo está fundamentado en un proyecto interdisciplinar entre las áreas de Ciencias Sociales y Matemáticas como experiencia piloto para la formación de maestros y que ha sido llevado a cabo en el Centro de Estudios Universitarios Cardenal Espínola, a raíz del Decreto 97/2015, de 3 de marzo, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía. Se presenta una sugerencia didáctica interdisciplinar entre las asignaturas Fundamentos de Historia. Historia de España y Didáctica de Matemáticas para Maestros, para ser realizada tras una visita cultural a un edificio gótico mudéjar del centro de Sevilla. Todo ello inspirado por las diversas muestras de interdisciplinariedad presentes en el citado currículo de Primaria.

*Palabras clave:* Interdisciplinariedad, geometría, ciencias sociales, innovación docente, formación de maestros, arte mudéjar, percepción visual de un edificio histórico.

**TITLE: THE INTERDISCIPLINARY TEACHING OF APPLIED GEOMETRY TO SOCIAL SCIENCE. AN EDUCATIONAL EXPERIENCE ON A GOTHIC- MUDEJAR BUILDING IN THE FIELD OF TEACHER TRAINING**

## ABSTRACT

This work is based on an interdisciplinary project between the areas of Social Science and Mathematics as a pilot experience for teacher training which was carried out at University College "Cardenal Spínola" as a result of Decree 97/2015, March 3rd, in which the curriculum and organization of Primary Education in the Autonomous Region of Andalusia is established. We present an interdisciplinary didactic suggestion among the subjects, Basis of History, History of Spain and Didactics of Mathematics for Primary Teachers, to be carried out after a cultural visit to a Gothic - Mudejar building in the center of Seville. All of this was inspired by the different interdisciplinary samples found in the aforementioned Primary curriculum.

*Keywords:* Interdisciplinary, Geometry, Social Sciences, Teaching Innovation, Teacher Training, Mudejar Art, Visual Perception of Historic Building.

Correspondencia con los autores: José Manuel Infante Infante <jminfante@ceuandalucia.es>. José Fernando Gabardón de la Banda <fgabardon@ceuandalucia.es>. CEU Cardenal Spínola. Original recibido: 17-06-15. Original aceptado: 28-10-15

## I. Geometría y ciencias sociales, un diálogo interdisciplinar en el currículo correspondiente a la educación primaria en Andalucía

*Nadie entra aquí que no sepa geometría*

*Platón*

### 1.1. La interdisciplinariedad en el ámbito educativo

La enseñanza tradicional estaba fundamentada en la idea de la disyuntiva de los contenidos curriculares, por lo que las distintas asignaturas delimitaban unas aportaciones exclusivistas en la formación de los alumnos. Jantsch (OCDE, 1972) ya distinguía entre multidisciplinariedad, pluridisciplinariedad, disciplinariedad cruzada, interdisciplinariedad y transdisciplinariedad. Andonegui (2004) por su parte ya distinguía entre métodos globalizados y enfoque globalizador. Como apuntaría, la interdisciplinariedad es una respuesta a la división del saber en disciplinas, característica de muchos sistemas educativos de Occidente. Este enfoque quiere dar solución a la incomunicación disciplinar que se da, a menudo, durante la enseñanza. La interdisciplinariedad se fue introduciendo como objetivo primordial en la formación del alumnado a raíz de las aportaciones pedagógicas del siglo XX, con la irrupción del constructivismo, plasmada ya en algunas concepciones iniciales en la Ley General de Educación de 1970 (LGE, 1970), y ya definitivamente en la Ley Orgánica de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE, 1990), convergiendo aspectos curriculares de asignaturas que hasta este momento habían sido divergentes.

La incorporación del carácter interdisciplinar de las matemáticas en el ámbito de la formación educativa aparece subrayada por el profesor Andonegui (2004), en cuatro campos distintos:

- Epistémico de cómo se construye el objeto matemático, cómo se representa, cómo se relacionan entre sí tales objetos, y cómo se valida.
- De contenidos de la realidad: la cantidad, la forma, el símbolo y la representación, la dimensión, los patrones, las relaciones, la determinación y la incertidumbre, la estabilidad y el cambio.
- De modelaje y aplicaciones: con la posibilidad de apertura hacia los problemas del contexto humano, científico y social.
- Estética: desde los predios de las regularidades, de las simetrías y asimetrías, de las generalizaciones y singularidades.

## 1.2. Interdisciplinariedad en la Orden de 17 de marzo de 2015

Probablemente una de las experiencias educativas más representativas haya sido el dialogo interdisciplinar entre la Geometría y las Ciencias Sociales, que incluso ha sido reafirmado con la promulgación de la Orden de 17 de marzo de 2015, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la educación Primaria en Andalucía, teniendo como precedente, aunque en niveles educativos diferentes, los contenidos que se tratan para 2º de Bachillerato en Matemáticas Aplicadas a las Ciencias Sociales II e Historia de la Filosofía corresponden a los establecidos en la Ley Orgánica de Educación (LOE, 2006) y Real Decreto (1467/2007).

En los Preliminares del Decreto 97/2015 ya se precisa el enfoque interdisciplinar de las enseñanzas de la educación Primaria en Andalucía con el objeto de *facilitar la realización de actividades y tareas relevantes, así como la resolución de problemas complejos en contextos determinados mediante aprendizajes significativos, funcionales y motivadores, considerando como elementos transversales*. Entre los principios que fundamenta el Decreto están el aprendizaje por competencias, determinado por la transversalidad e integración, especialmente resaltando *la visión interdisciplinar y multidisciplinar del conocimiento, resaltando las conexiones entre diferentes áreas y la aportación de cada una de ellas a la comprensión global de los fenómenos estudiados*. Asimismo, cabe destacar entre los principios, la contextualización de los aprendizajes a través de la consideración de la vida cotidiana, la concienciación sobre los temas y problemas que afectan a todas las personas en un mundo globalizado. En el ámbito del área de Ciencias Sociales se define como objetivo primordial llamar *la atención en el estudio de las personas como entes sociales y las características generales y particulares del entorno en el que viven [...] valorar el patrimonio natural y cultural de Andalucía [...]*. Entre los contenidos comunes se siguen incluyendo las concepciones del tiempo, especialmente en el ámbito del tiempo histórico y su medida. Una interesante novedad en el diseño de los contenidos es, en el campo de las contribuciones con otras áreas, como es el caso de las Matemáticas, especificando el *uso de herramientas matemáticas, tales como medidas, escalas, tablas o representaciones gráficas, contribuyendo así al desarrollo de la competencia matemática para la resolución de tareas y problemas de la vida cotidiana. Así se va desarrollando la competencia que permite interpretar el mundo físico, el acercamiento al método científico y tecnológico: saber definir problemas, estimar soluciones posibles, elaborar estrategias, diseñar pequeñas investigaciones, analizar resultados y comunicarlos*. Entre los objetivos están el desarrollo de hábitos *que favorezcan o potencien el uso de estrategias para el trabajo individual y de grupo de forma cooperativa, en contextos próximos, presentando una*

*actitud responsable, de esfuerzo y constancia, de confianza en sí mismo, sentido crítico, iniciativa personal, curiosidad, interés y creatividad en la construcción del conocimiento y espíritu emprendedor, con la finalidad de planificar y gestionar proyectos relacionados con la vida cotidiana. Asimismo, como objetivos específicos, están el conocimiento y valoración del patrimonio natural y cultural de Andalucía y España; el descubrimiento y construcción de la propia identidad histórica, social y cultural a través de hechos relevantes de la historia de Andalucía y España en los diferentes periodos y etapas históricas y despertar la curiosidad y el interés por aprender y conocer las formas de vida del pasado valorando la importancia de monumentos, museos y restos históricos como fuentes y espacios, mostrando una actitud de respeto con su entorno y cultura, adoptando responsabilidades de conservación de su herencia cultural a nivel de localidad, de comunidad Autónoma, de España y de Europa.*

Muy novedoso es el contenido de los aspectos generales del Área de Matemáticas, especificando el bloque de contenidos como *un conjunto de saberes asociados a los números y a las formas que permiten conocer y estructurar la realidad, analizarla y obtener información para valorarla y tomar decisiones. Al mismo tiempo reivindica la identidad cultural de las Matemáticas, ya que forma parte de nuestra cultura y los individuos deben ser capaces de apreciarla y comprenderla, así como la impronta sobre el conocimiento del entorno en que vive: Es útil e incluso imprescindible para la vida cotidiana y para el desarrollo de las actividades profesionales y de todo tipo; porque nos ayuda a comprender la realidad que nos rodea; y también, porque su aprendizaje contribuye a la formación intelectual general potenciando las capacidades cognitivas de niños y niñas.*

En el correspondiente a Geometría se especifica que *el alumnado aprenderá sobre formas y estructuras geométricas. La geometría se centra sobre todo en la clasificación, descripción y análisis de relaciones y propiedades de las figuras en el plano y en el espacio. La geometría recoge los contenidos relacionados con la orientación y representación espacial, [...] El entorno cotidiano es una fuente de estudio de diversas situaciones físicas reales que evitan el nivel de abstracción de muchos conceptos geométricos, trabajando sus elementos, propiedades, etc. La geometría se presta a establecer relaciones constantes con el resto de los bloques y con otros ámbitos como el mundo del arte o de la ciencia.*

Entre las orientaciones metodológicas de carácter interdisciplinar en el ámbito de la Geometría especifica *la observación y manipulación de formas y relaciones en el plano y en el espacio presentes en la vida cotidiana (juegos, hogar, colegio, etc.) y en nuestro patrimonio cultural, artístico y natural servirán para desarrollar las capacidades geométricas. La geometría debe servir para establecer relaciones con otros ámbitos*

como la naturaleza, el arte, la arquitectura o el diseño, de manera que el alumnado sea capaz de comenzar a reconocer su presencia y valorar su importancia en nuestra historia y en nuestra cultura. Concretamente, la presencia de mosaicos y frisos en distintos monumentos permitirá descubrir e investigar la geometría de las transformaciones para explorar las características de las reflexiones (en primer ciclo), giros y traslaciones (a partir del segundo ciclo).

Entre los objetivos del área de Matemáticas están:

- Plantear y resolver de manera individual o en grupo problemas extraídos de la vida cotidiana.
- Emplear el conocimiento matemático para comprender, valorar y reproducir informaciones y mensajes sobre hechos y situaciones de la vida cotidiana, en un ambiente creativo, de investigación y proyectos cooperativos y reconocer su carácter instrumental para otros campos de conocimiento.
- Identificar formas geométricas del entorno natural y cultural y analizar sus características y propiedades, utilizando los datos obtenidos para describir la realidad y desarrollar nuevas posibilidades de acción.
- Utilizar los medios tecnológicos, en todo el proceso de aprendizaje, tanto en el cálculo como en la búsqueda, tratamiento y representación de informaciones diversas; buscando, analizando y seleccionando información y elaborando documentos propios con exposiciones argumentativas de los mismos.

A raíz de la promulgación de este decreto hemos considerado presentar una experiencia educativa dirigida a nuestros alumnos de Educación Primaria en el ámbito de la formación del profesorado, tras realizar una visita específica a la iglesia de Santa Marina de Sevilla, por lo que hemos considerado que uno de los campos vitales de la percepción visual, podía referirse al análisis de formas geométricas en el léxico arquitectónico de la historia del arte. En este último campo, en las artes plásticas, la apreciación matemática, dota a las obras de significado dentro del espacio y de un matiz diferenciador capaz de aumentar su disfrute.

## **2. Una experiencia educativa en la formación del profesorado de Educación Primaria: una lectura geométrica de la Iglesia de Santa Marina de Sevilla**

En el ámbito de la formación del profesorado de Educación Primaria se ha considerado realizar una verdadera experiencia educativa de carácter interdisciplinar

entre los departamentos de Matemáticas y Ciencias Sociales, al considerar converger dos disciplinas científicas en el campo epistemológico, que en principio tradicionalmente no han convergido. Sin embargo, si consideramos que la percepción visual de la realidad material se convierta en uno de los objetivos de los alumnos de Educación primaria, la convergencia entre la Geometría y la Historia del Arte puede ser vital al abrir un campo interdisciplinar rico en matices. Partiendo de las premisas conceptuales de la geometrización de las formas como base de la belleza en el arte islámico, hemos considerado que la construcción de módulos perfectamente delimitados en el rico juego de elementos arquitectónicos que presentan las iglesias mudéjares sevillanas nos puede acercar a su comprensión visual, no solamente como una pura recreación estética, sino como un verdadero ejercicio interdisciplinar. Al mismo tiempo se ha tomado como base conceptual de un análisis histórico y artístico de la propia iglesia de Santa Marina de Sevilla, atendiendo a un primer acercamiento al propio edificio en el ámbito sincrónico, a su propio contexto cultural e incluso al análisis estético, para a continuación, enlazar una serie de actividades que conjugan lo puramente geométrico con su percepción visual en el propio edificio. De esta manera se ha intentado superar el hecho de que *la presencia de la Historia del arte en el currículo se reduce a un simple barniz histórico-artístico y unas breves pinceladas en los manuales escolares, donde las obras de arte ilustran los textos pero sin descubrirlas, explicarlas y mucho menos interpretarlas* (Escribano y Molina, 2015), por lo que precisamente se podría utilizar la geometría como instrumento pedagógico en el camino de la comprensión de las artes visuales.

### *2.1. El valor geométrico del arte como experiencia. Objetivos y contenidos de la iglesia mudéjar en el diseño curricular de Educación Primaria*

La tradición cultural mudéjar no solamente se plasma en el campo arquitectónico o urbanístico, sino en todas las manifestaciones de la vida cotidiana, desde los hábitos sociales (vivienda, gastronomía, decoración, artes populares, música, religión). Se ha convertido en un referente cultural que ha enriquecido el legado patrimonial de la identidad cultural andaluza. Sin embargo, creemos que no se le ha reconocido, en el ámbito del proceso educativo español, el papel que ha representado y representa en nuestro ámbito socio-cultural, más centrado en las herencias del mundo clásico, barroco o incluso islámico. Sin entrar a valorar el proceso de defensa de este patrimonio cultural, que bebe en sus raíces desde el siglo XIX, con figuras como José Gestoso o Amador de los Ríos, y las posteriores declaraciones de protección

histórico-artística de un gran número de inmuebles desde principio del siglo XX, el arte mudéjar ha ido adquiriendo una gran relevancia a nivel científico e incluso en la propia divulgación social. El gusto por el decorativismo, el preciosismo de sus materiales, la incorporación de los motivos ornamentales de las artes populares, el propio material de construcción, el sabor oriental de sus elementos, le da una identidad peculiar, que incita la curiosidad y el asombro al que lo admira. No obstante, es el geometrismo de las formas lo que en sí mismo le da valor como identidad propia, siguiendo la propia tradición musulmana que a su vez recoge del mundo clásico. La geometría se convierte de este modo en el fundamento primordial de la percepción visual de los objetos en el arte mudéjar. Basta recordar algunas definiciones de la belleza en algunos tratadistas andalusíes, como el caso de Ibn Abi Hayala: *La belleza es la armonía de la figura, su equilibrio e igualdad. Sin embargo, puede haber una forma armónica que no sea bella*; o Ibn Hazm cuando refiere a la hora de definir la belleza: *La corrección de las formas externas es la hermosura de cada una de las cualidades aisladas y muchas veces el hermoso de cualidades aisladamente consideradas es frío de aspecto*.

## 2.2. Notas Históricas-Artísticas de la iglesia de Santa Marina de Sevilla

La iglesia de Santa Marina pertenece al conjunto de iglesias bajomedievales conocidas bajo la denominación de *templos parroquiales*, acuñación dada por Diego Angulo<sup>1</sup> (Angulo, 1932), construidos primordialmente en la etapa del reinado de Pedro I de Castilla. Las primeras referencias a la collación de Santa Marina se encuentra en el Libro de Repartimiento de Sevilla (Cómez, 1993). El Infante Don Felipe, hermano de Alfonso X, el Sabio, y arzobispo electo de Sevilla, fundó una capilla. A raíz del terremoto de 1356, la iglesia de Santa Marina sería reedificada por el monarca Pedro I de Castilla. Se conjugó la tradición constructiva mudéjar y las estructuras góticas, considerándose uno de los más bellos exponentes de la historia de la arquitectura sevillana.

El templo presenta la característica planta basilical, rectangular alargada de tres naves sin crucero, dos laterales y una central el doble de ancha, propia de los templos parroquiales. En la Figura 1 podemos ver un dibujo debido a Vicente Lampérez y Romea<sup>2</sup> en el que refleja claramente este detalle. Ocho arcos apuntados sobre pilares rectangulares de ladrillo con forma de cruz o cruciformes, separan la nave principal de las laterales y soportan la cubierta de madera (Figura 2)<sup>3</sup>.

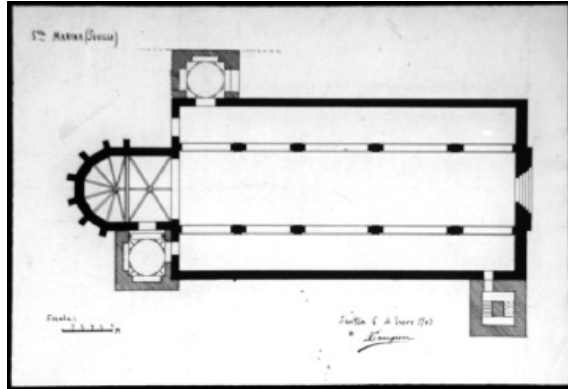


Figura 1. Planta de Sta. Marina por Vicente Lampérez (1903)



Figura 2. Nave principal



Los muros exteriores son en ladrillo, delimitan espacios y soportan el peso de las cubiertas, de madera y reciente construcción con aires mudéjares (Figura 3).

En la fachada principal se encuentra la portada en piedra, de proporciones cuadradas, adelantada a la línea del muro y abocinada, compuesta de arcos ojivales concéntricos llamados arquivoltas, festoneados en zig-zag y puntos de diamante. En la parte superior se encuentran la cornisa para proteger de la lluvia y con función decorativa de cabezas de leones. También encontramos cinco figuras: en el centro Cristo entronizado, la Virgen y Santa Marina a la izquierda, y Santa Catalina y Santa Bárbara a la derecha (Figura 4).

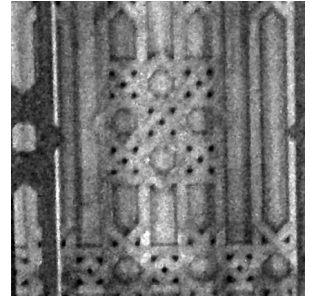


Figura 3. Detalle de la cubierta



Figura 4. Portada principal

Se completa el conjunto con tres rosetones, dos de ellos góticos de piedra (Figura 5). Es apreciable la simetría compositiva de esta fachada principal (Figura 6).

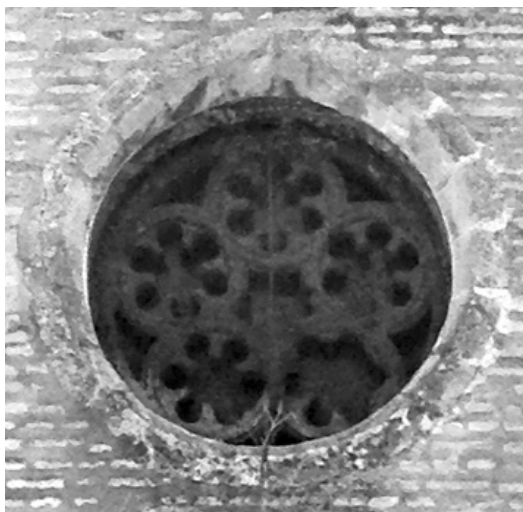


Figura 5. Rosetón



Figura 6. Fachada principal y torre



Figura 7. Torre

En la cara norte del templo, y adherida a los pies del mismo, se encuentra la torre de planta cuadrada (Figura 10, sección 5), fabricada en ladrillo, con piedra en las esquinas. Aloja las campanas y son destacables los vanos y decoraciones presentes en forma de arcos polilobulados. La cornisa se remata con almenas escalonadas (Figura 7).

El ábside o cabecera es planta poligonal y fabricada en piedra, de perfil defensivo, propio de las iglesias bajomedievales. En el exterior se sitúan siete contrafuertes o pilares adosados a los muros de piedra para darles más resistencia (Figura 8).

Existen tres vanos estrechos y de gran altura que iluminan el interior del templo. El ábside se cubre con bóvedas nervadas sexpartitas unidas a un nervio que sigue el eje longitudinal del templo (Figura 9).



Figura 8. Contrafuertes exteriores



Figura 9. Bóveda ábside

Durante el siglo XV se fueron adosando capillas funerarias (Figura 10), como fue el caso del caballero veinticuatro y armador de las flotas reales, Juan Martínez, entre 1411 y 1415. Todas las capillas adheridas a las naves laterales son de planta cuadrada y cubiertas con bóvedas sobre trompas que posibilitan pasar de una planta cuadrada a poligonal.

En 1676 la Cofradía de la Piedad adquiere la capilla funeraria del lado de la Epístola (Figura 10, Sección 6) y en 1704 el conde de la Motilla cedería su capilla funeraria a la cofradía de la Divina Pastora. En 1868 sería incautada por la Junta Revolucionaria de Sevilla, y al año siguiente se procedió a su restauración. Presenta bóveda con rica lacería de ladrillo y yesería nazarí sobre doble sistema de trompas (Figura 11). En 1676 se le añadió una linterna (Figura 12).



Figura 10. Planta actual

Las capillas adosadas a la nave del Evangelio son: la Capilla del Santísimo (Figura 10, Sección 2), con bóveda gallonada (Figura 13); la Capilla de la Divida Pastora (Figura 10, Sección 3), con bóveda de paños sobre trompas (Figura 14); y la Capilla del Bautismo (Figura 10, Sección 4), igual que la anterior pero de menores dimensiones.

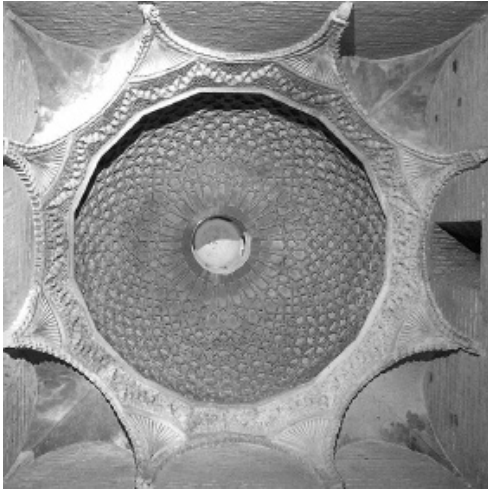


Figura 11. Detalle de la Capilla de la Piedad



Figura 12. Exterior de la capilla de la Piedad



Figura 13. Bóveda en capilla del Santísimo



Figura 14. Bóveda en capilla de la Pastora

En 1931 sería declarada Monumento Nacional e incendiada en los avatares de la Guerra Civil Española, en 1936. En 1942 sería restaurada por el arquitecto Félix Hernández, aunque se interrumpió hasta 1964 con el arquitecto Rafael Manzano. Una vez restaurada, sería cedida a la Hermandad del Resucitado de Sevilla (Figura 15 y Figura 16).



Figura 15. Ntra. Sra. de la Aurora



Figura 16. Resurrección de Ntr. Sr. Jesucristo

### 2.3. Recursos y actividades interdisciplinares alrededor de la Iglesia de Santa Marina de Sevilla

Presentamos algunas de las actividades interdisciplinares diseñadas para trabajar tras la visita cultural a la iglesia de Santa Marina de Sevilla por parte de los estudiantes para maestros. Pretendemos realizar un recorrido histórico-artístico-geométrico por el templo que nos ocupa, comenzando por su localización y orientación en el entorno del barrio de Santa Marina de Sevilla, continuando por la fachada principal, que nos dará idea de la envergadura del edificio, realizando un estudio de los arcos y finalizando en el ábside de este edificio singular del gótico mudéjar sevillano.

	CONTENIDOS	ACTIVIDADES
<b>Matemáticas</b>	Los puntos cardinales.	1
	Posiciones relativas de unos objetos respecto de otros.	1, 2
	Identificación de los elementos más representativos del arte mudéjar por sus trazas geométricas.	2, 4, 5, 6, 7, 8
	Clasificación, descripción y análisis de relaciones y propiedades de figuras planas, como triángulos y cuadriláteros.	2, 3, 4, 8
	Caracterización de circunferencias, arcos de circunferencia, semicircunferencias, cuadrados, rectángulos, triángulos.	2, 4, 6, 7
	Interpretación de un plano y reconocimiento de sus elementos en el edificio real, y viceversa.	1, 2, 8
	Rectángulos semejantes. Razón de semejanza, proporción aurea.	2
	Simetría axial. Eje de simetría como mediatriz de un segmento	2, 5, 6, 7, 8
	Clasificación de triángulos según sus ángulos y/o longitudes de lados. Triángulos isósceles, rectángulos y equiláteros.	3, 5
	Medida de ángulos.	3
	Inclinación y pendiente.	3
	Reconocimiento y descripción de poligonales.	2, 3, 5, 7, 8
	Divisiones uniformes de un segmento.	4, 5, 6, 7
	Construcciones sencillas con regla y compás: circunferencias, arcos de circunferencia, mediatrices, paralelas.	2, 4, 5, 6, 7
	Elementos geométricos en un cuadrilátero.	7
Reconocimiento y descripción de figuras planas en un edificio.	2, 3, 7, 8	
<b>Ciencias Sociales</b>	Construcción cognitiva del espacio en el ámbito de las ciencias sociales	1, 3, 8
	Percepción visual de la geometrización como fundamento estético del arte mudéjar.	2, 4, 5, 6, 7, 8
	El análisis formal de las iglesias gótico-mudéjares. La configuración de la iglesia parroquial sevillana.	1, 3, 8
	La impronta de la estética islámica en el léxico constructivo de la arquitectura mudéjar.	1, 2, 3, 5, 6, 7

Cuadro 1. Contenidos de las actividades

	OBJETIVOS	ACTIVIDADES
<b>Matemáticas</b>	Reconocer figuras geométricas elementales en un edificio real y extraer sus características principales.	2, 3, 4, 7, 8
	Reconocer la simetría presente en elementos arquitectónicos de un edificio y trazar su eje.	2, 5, 7, 8
	Construir con regla y compás un rectángulo áureo.	2
	Medir ángulos sobre una fotografía de un edificio real.	3
	Descubrir funcionalidades de elementos arquitectónicos, como las pendientes en las cubiertas.	3
	Identificar los elementos que configuran una portada de una iglesia gótico-mudéjar.	3, 4
	Describir elementos decorativos arquitectónicos, mediante el reconocimiento de los objetos geométricos presentes.	4, 6, 7, 8
	Construir con regla y compás distintos tipos de arco: ojival, medio punto.	4, 5, 6, 7
	Reconocer un arco polilobulado como cadena de arcos de circunferencia.	5
	Determinar el centro de una circunferencia dado un arco de la misma, sobre la mediatriz de la cuerda.	5, 6
	Reconocer un triángulo equilátero mediante las medidas de sus lados.	5
<b>Ciencias Sociales</b>	Localizar en una imagen cenital de un edificio sus elementos constituyentes.	1
	Estimular la percepción visual desde una posición aérea.	1, 3
	Identificar en el ámbito exterior la disposición de la planta basilical, propia de los edificios gótico-mudéjares.	1, 2
	Identificar los motivos ornamentales del arte mudéjar fundamentado en la geometría.	2, 3, 4, 6, 8
	Delimitar la geometrización de los elementos estructurales en la planta de las iglesias gótico mudéjar.	1, 2, 7, 8
	Delimitar la concepción simbólica de los espacios interiores del templo gótico mudéjar bajo los planteamientos geométricos.	6, 7, 8
	Analizar la portada de las iglesias mudéjares en función de la traza geométrica.	2, 3, 4

Cuadro 2. Objetivos de las actividades

En esta primera actividad nos situamos en una posición cenital para identificar diferentes estancias que configuran la planta del edificio.

### Actividad 1) **Planta de la Iglesia de Santa Marina**

Se observan los diferentes espacios:

1. Ábside, en el lado Este del templo.
2. Nave Epístola, orientada al Sur.
3. Nave del Evangelio, orientada al Norte.
4. Nave principal, entre las dos naves laterales.
5. Portada principal, orientada al Oeste.
6. Capilla del Santísimo Sacramento, junto al ábside.
7. Capilla de la Divina Pastora, en la nave del Evangelio, en su cabecera.
8. Capilla Bautismal, junto al pie de la torre.
9. Torre, a los pies de la nave del Evangelio.
10. Capilla de la Piedad, en la cabecera de la nave de la Epístola.

Localiza en la fotografía aérea (Figura 17) estos espacios de la iglesia de Santa Marina. La fotografía está orientada según los puntos cardinales y deberás indicar en las casillas el número que corresponde a cada espacio.

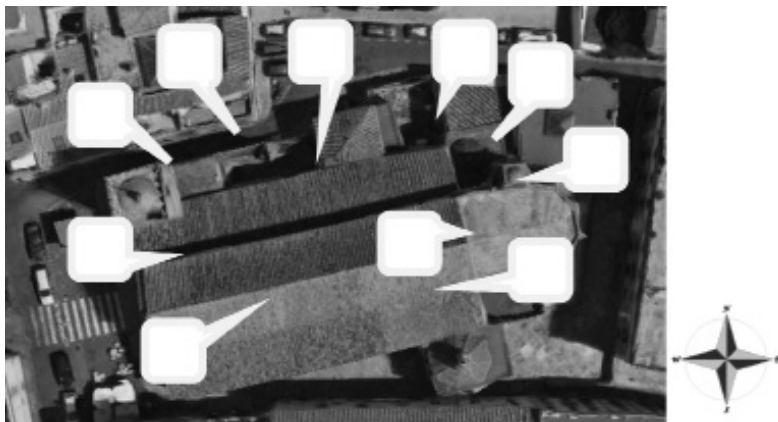


Figura 17. Fotografía aérea. © 2012-2014 Apple Inc.



En la siguiente actividad, nos situamos en la fachada principal, reconociendo sus proporciones y elementos arquitectónicos, que nos anuncian los cuerpos de los que está compuesto este templo: dos naves laterales y una principal más ancha.

### Actividad 2) La portada principal

- Observa en la Figura 18 los elementos arquitectónicos que la componen. ¿Sabrías describir sus formas geométricas?
- Si te fijas bien podrás ver cierta simetría en la composición de la fachada. ¿Sabrías situar su eje de simetría?
- Con una regla graduada mide el ancho y el alto del rectángulo ABCD trazado sobre la fachada, te permitirá dar las proporciones de la fachada. Por otra parte, haz lo mismo con el rectángulo CDEF. Realiza el cociente entre el lado mayor y el lado menor de estos dos rectángulos y compara las dos cantidades obtenidas. ¿Son iguales?
- La portada principal está inscrita en un cuadrado. Construye el punto medio del lado BF, G, y el arco con centro G y extremos C y E. Comprobarás que obtienes el rectángulo ABCD. A los rectángulos que cumplen esta propiedad se les denomina rectángulos áureos<sup>4</sup>.

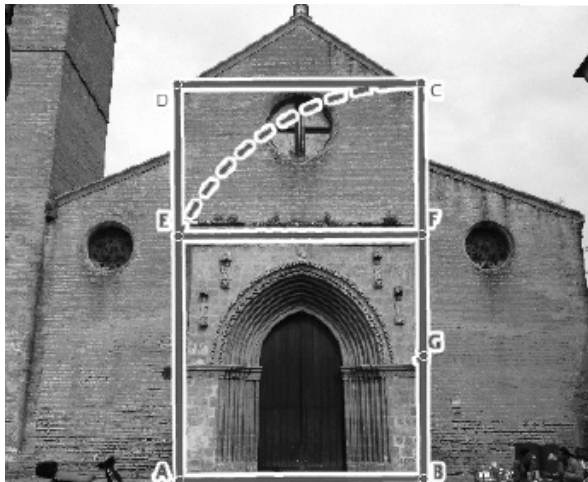


Figura 18. Fachada principal

Continuamos observando más elementos y propiedades en la fachada principal.

### Actividad 3) Las cubiertas de la iglesia

- Observa las cubiertas de cada nave del templo en la fotografía aérea, Figura 17. ¿Qué puedes decir sobre el ancho de cada nave?
- Como ves en la Figura 19, las cubiertas están inclinadas, ¿por qué crees que las hicieron así? Mide con tu transportador de ángulos la inclinación de cada cubierta.
- Describe todas las características que puedas de triángulos, respecto de las medidas de sus lados y ángulos, trazados en la fachada principal.



Figura 19. Inclinación de las cubiertas

Las siguientes actividades tienen como protagonista el arco y los diferentes estilos constructivos presentes en el templo que nos ocupa. Los estudiantes descubrirán la fundamentación geométrica que ha permitido su construcción.

#### Actividad 4) Los arcos en la portada principal

- La entrada principal de la iglesia Figura 20 es un conjunto de **arcos ojivales romanos**, abocinados, ¿cuántos son? Mide la luz y el alto de cada arco, ¿conservan todos la misma proporción?
- Fíjate en la decoración de los dos arcos más exteriores. ¿En qué consiste esa decoración? Descríbela.
- La construcción de un arco ojival romano es muy fácil, pues son dos arcos de circunferencia con centro en la tercera parte del segmento que define el ancho del arco o luz. Fíjate, en la Figura 21, cuáles son sus centros y su radio. Realiza sobre la imagen la construcción del arco ojival de la entrada principal.



Figura 20. Entrada principal

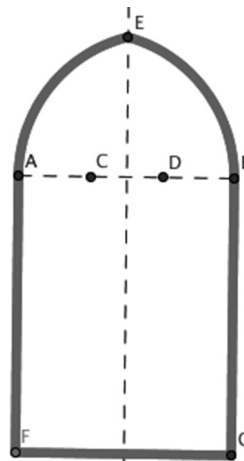


Figura 21. Esquema de un arco ojival

Actividad 5) **La torre campanario de la iglesia. Estudio de arcos**

- a) En el primer cuerpo de la cara Oeste de la torre se abren tres arcos (Figura 22). Fíjate en la forma de estos arcos, son **polilobulados**. ¿De qué figura geométrica están compuestos estos arcos? ¿Cuántas la componen? ¿Observas simetría compositiva en este cuerpo de la torre? En caso afirmativo, dibuja el eje de simetría.
- b) Fíjate ahora en las proporciones de las ventanas. ¿Siguen las de la fachada principal?



Figura 22. Arcos polilobulados en la cara Este de la torre

- c) El arco central se abre al exterior por un hueco con arco apuntado, es un arco ojival árabe. Su construcción se consigue con dos arcos de circunferencia con centros en la sexta parte del segmento luz de la ventana. Traza sobre la Figura 23 el arco ojival árabe siguiendo el esquema de la Figura 24.

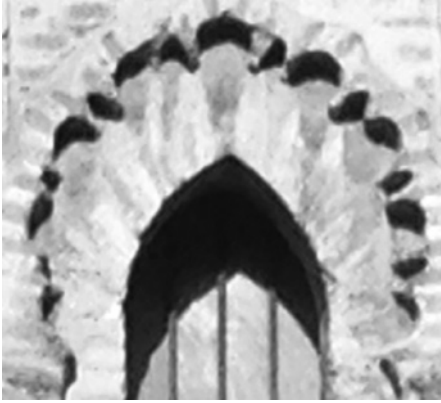


Figura 23. Arco ojival en ventana central de la torre

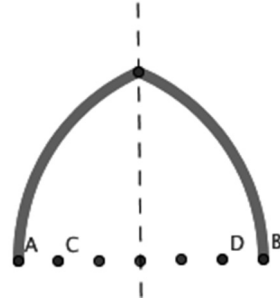


Figura. 24 Esquema de un arco ojival árabe

- d) En el cuerpo superior, solo tres caras tienen ventanas, en las que se sitúan las campanas. En la Figura 25 ves la ventana que da al lado Oeste. Fíjate en la forma de su arco, es de **medio punto rebajado**. Si te fijas bien, verás que se trata de un arco de circunferencia. En la Figura 26, trata de encontrar el centro  $O$  de la misma, sobre la mediatriz del segmento  $AB$ . Así podrás trazar el arco de una ventana como la de la Figura 25. Cuando creas que lo tienes, mide las longitudes de los segmentos  $OA$ ,  $OB$  y  $AB$ . ¿Se parecen sus longitudes? ¿Dirías que  $OAB$  define un triángulo equilátero?



Figura 25. Ventana Oeste del cuerpo de campanas

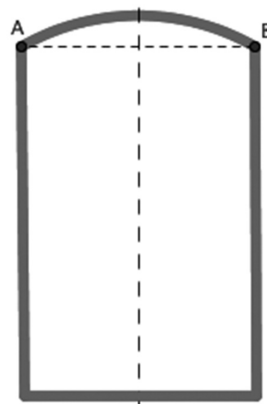


Figura 26. Esquema de un arco de medio punto rebajado

- e) En la cara Este de la torre, el arco de la ventana es también de medio punto, pero ¿sabrías describir las diferencias con el arco anterior? Los arcos como este se llaman de **medio punto rampante**.

Su construcción es algo más complicada que las anteriores. Sigue las instrucciones y podrás construir un arco como el de la Figura 27.

Construye el rectángulo ABCD. Lleva la distancia BC sobre el lado BA y definirás un punto E sobre este lado.

Traza la mediatriz del segmento AE y define los puntos de corte con los lados AB y CD del rectángulo, O y O'. Estos serán centros de sendos arcos de circunferencias necesarios para construir el arco buscado.



Figura 27. Ventana Este del campanario

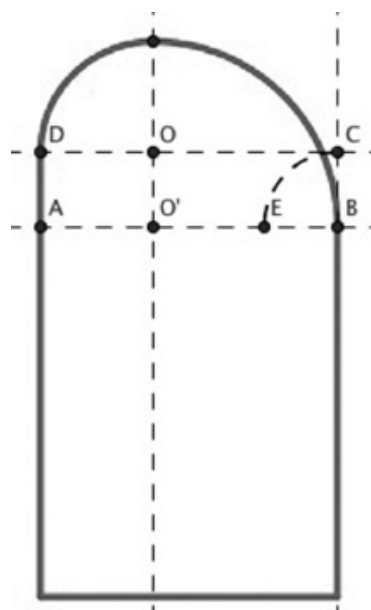


Figura 28. Esquema arco de medio punto rampante

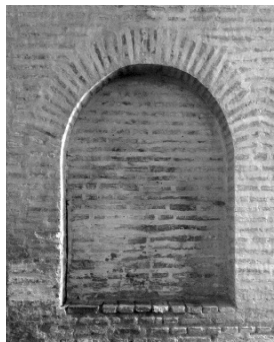
Ya en el interior de la iglesia, en la nave de la Epístola, nos encontramos con unos espacios en la pared llamados hornacinas, antiguamente de uso funerario (Figura 29).

#### Actividad 6) **Hornacinas**

Estos espacios están coronados por arcos de **medio punto**. Su construcción es igual que la ya estudiada en la Actividad 4 c). ¿Sabrías encontrar en este caso el centro del arco de circunferencia que permite construirlo? Traza sobre la Figura 30 el arco de medio punto.



*Figura 29. Hornacinas en nave de la Epístola*



*Figura 30. Detalle de una hornacina*

Continuamos en el interior de la iglesia y nos situamos a los pies de la nave principal, mirando al altar mayor.

### Actividad 7) El arco toral

La cabecera de la nave está separada del altar mayor mediante un arco denominado toral. ¿Reconoces qué tipo de arco es?, lo hemos visto en la portada principal. ¿Recuerdas cómo se construye? Trázalo, con regla y compás, sobre la Figura 31.



*Figura 31. Arco toral en nave central*



Nos acercamos al altar mayor para observar de cerca el ábside del templo, concretamente su bóveda. Está construido en piedra y presenta tres ventanales en el fondo que ayudan a iluminar el templo.

### Actividad 8) El ábside

En el ábside se aprecian claramente dos espacios:

- En primer lugar, vemos un cuadrilátero, y en él unos segmentos, ¿sabes definirlos? Estos segmentos definen seis espacios en la bóveda, por eso se denomina nervada sexpartita.
- Fíjate ahora en el fondo del ábside, es poligonal, ¿cuántos lados ves?
- Dos espacios están unidos por un nervio que sigue el eje longitudinal del templo. ¿Sabrías reconocer en la Figura 33 los segmentos (nervios de la bóveda) de la Figura 32?

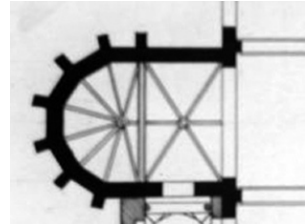


Figura 32. Esquema de la cubierta del ábside



Figura 33. Cubierta del ábside



Figura 34. Contrafuertes del ábside

- El exterior del ábside es muy interesante. Está reforzado con contrafuertes de piedra y calado por tres ventanales. ¿Sabes identificar los contrafuertes de Figura 34 la en el plano de la Figura 32?

### 3. Reflexiones finales

*La génesis inicial del aprendizaje visual de un objeto está en la representación gráfica de lo geométrico; una lectura posterior estaría en la descomposición del mismo, teniendo como resultado su esencia.*

J. F. Gabardón

J. M. Infante

Desde un interés por la enseñanza y aprendizaje tanto de la geometría como del arte en su contexto histórico artístico, nos hemos acercado a la iglesia de Santa Marina de Sevilla, edificio ejemplar para familiarizarse con el gótico mudéjar sevillano. Para ello, nuestra propuesta didáctica para la formación de maestros de Educación Primaria, utiliza como medio la visualización, representación y estudio de los elementos geométricos presentes en la arquitectura del edificio. Reproducir construcciones geométricas presentes en elementos arquitectónicos de un edificio real aporta a la propuesta didáctica un carácter interdisciplinar a apreciar.

Consideramos que existe un gran número de edificaciones con gran valor histórico-artístico-geométrico, susceptibles de ser estudiadas en profundidad. Iglesias, capillas, palacios, puentes y otros edificios históricos, están al alcance de todos y se convierten en un fabuloso recurso interdisciplinar entre las Ciencias Sociales y las Matemáticas.

### 4. Referencias

Andonegui, M. (2004). Interdisciplinariedad y educación matemática en las dos primeras etapas de la educación básica. *Educere*, 8 (26), 301-308.

Angulo, D. (1932). *Arquitectura mudéjar sevillana de los siglos XIII, XIV y XV*. Sevilla: Universidad de Sevilla.

Cómez, R. (1993). *La Iglesia de Santa Marina de Sevilla*. Sevilla: Diputación provincial de Sevilla.

Decreto 97/2015, de 3 de marzo, por el que se establece la ordenación y el currículo de la Educación Primaria en la Comunidad Autónoma de Andalucía.

Escribano, A. y Molina, S. (2015). La presencia de la historia del arte en el nuevo currículum de educación primaria. *Iber*, 75, 15-24.

Ley 14/1970, de 4 de agosto, General de Educación y Financiamiento de la Reforma Educativa. *Boletín Oficial del Estado*, 187.

Ley Orgánica 1/1990 de Ordenación General del Sistema Educativo (LOGSE), de 3 de Octubre de 1990. *Boletín Oficial del Estado*, 238.

Ley Orgánica 2/2006, de 4 de mayo, de Educación (LOE). *Boletín Oficial del Estado*, 106.

Lomba, J. (2000). El papel de la belleza en la tradición islámica. *Anales del Seminario de Historia de la Filosofía*, 17, 37-51.

OCDE (1972). Centre pour la recherche et l'innovation dans l'enseignement (Paris), & Apostel, L. *L'Interdisciplinarité: problèmes d'enseignement et de recherche dans les Universités* (rapport fondé sur les résultats d'un séminaire organisé par le CERI en collab. du Ministère de l'Education National à l'Université de Nice du 7 au 12 sept. 1970).

Orden BOJA N° 60/2015, de 17 de marzo de 2015, por la que se desarrolla el currículo correspondiente a la Educación Primaria en Andalucía.

Quintana, J. M. (1997). La interdisciplinariedad en las ciencias de la educación. En E. López-Barajas (Ed.). *Integración de saberes e interdisciplinariedad. Actas y congresos*. (pp. 25-39). Madrid: UNED.

Real Decreto 1467/2007, de 2 de noviembre, por el que se establece la estructura del bachillerato y se fijan sus enseñanzas mínimas.

## 5. Webgrafía

Patrimonio Inmueble de Andalucía: <<http://www.iaph.es/patrimonio-inmueble-andalucia/resumen.do?id=i19471&ids=410910148>>

Otra arquitectura es posible. Conferencia impartida por el profesor D. Rafael Manzano Martos el 17 de noviembre de 2010 en la Escuela de Arquitectura de la Universidad de Notre Dame, EEUU. <[http://otraarquitecturaesposible.blogspot.com.es/2011/04/elementos-primarios-de-la-arquitectura\\_17.html](http://otraarquitecturaesposible.blogspot.com.es/2011/04/elementos-primarios-de-la-arquitectura_17.html)>

Mateolivares. Blog personal de un profesor de matemáticas en Olivares (Sevilla) <<http://matemolivares.blogia.com/2012/052301-iglesia-de-santa-marina-sevilla.php>>.

Construcción de arcos arquitectónicos, José Manuel Arraz. Recuperado 21/20/05/2015 de <<http://roble.pntic.mec.es/jarran2/cabriweb/arcos/arcos.htm>>.

Cubiertas de madera españolas. Ángel Arturo Lozano Quijada. Recuperado el 31/05/2015 de <<http://arquitectotecnico.pro/pdf/CUBIERTAS%20DE%20MADERA.pdf>>.

Patrimonio Inmueble de Andalucía: <<http://www.iaph.es/patrimonio-inmueble-andalucia/resumen.do?id=i19471&ids=410910148>>.

## Agradecimientos

Dedicamos este trabajo a los actuales alumnos de tercero del Grado en Educación Primaria. CEU Cardenal Spínola.

## Notas

1. Diego Angulo Íñiguez (1901-1986) fue un importante historiador del arte español y profesor universitario dedicado a la docencia y la investigación. Estudió la arquitectura mudéjar de Sevilla.

2. Vicente Lampérez y Romea (1861-1923) Destacado restaurador, arquitecto e historiador del arte español, miembro de la Real Academia de la Historia.

3. Todas las figuras, excepto aquellas en las que se indica su procedencia, han sido tomadas fotográficamente o elaboradas con el software GeoGebra, por el autor José Manuel Infante Infante.

4. La proporción constante en los rectángulos ABCD y CDEF es el llamado *número de oro*, muy presente en el arte, en todas sus manifestaciones  $F = 1,618...$