

La ciencia en el arte - Science in Art

La Catedral de Burgos como elemento STEAM  
para la educación de la ciudadanía -  
The Cathedral of Burgos as a STEAM  
element for citizenship education

COMITÉ CIENTÍFICO

Agustín Adúriz-Bravo  
*Universidad de Buenos Aires*

Irene Arriasecq  
*Universidad Nacional del Centro de la Provincia de Buenos Aires*

José María Cuenca López  
*Universidad de Huelva*

Suzanne Gatt  
*University of Malta*

Pedro Miralles Martínez  
*Universidad de Murcia*

Francisco Javier Perales Palacios  
*Universidad de Granada*

Andreas Redfors  
*Kristianstad University*

Antoni Santisteban Fernández  
*Universitat Autònoma de Barcelona*

Flavia Maria Teixeira Santos  
*Universidade Federal do Rio Grande do Sul*

Delfín Ortega-Sánchez,  
Ileana M. Greca  
y María Pilar Alonso Abad (coords.)

# La ciencia en el arte - Science in Art

La Catedral de Burgos como  
elemento STEAM para la educación  
de la ciudadanía - The Cathedral  
of Burgos as a STEAM element  
for citizenship education

Colección Universidad

Título: *La ciencia en el arte. La Catedral de Burgos como elemento STEAM para la educación de la ciudadanía / Science in Art. The Cathedral of Burgos as a STEAM element for citizenship education*

Este libro monográfico ha sido financiado por la Universidad de Burgos al amparo del proyecto de investigación «La naturaleza de I-STEM (NoSTEM) para la formación ciudadana» (PID2020-118010RB-I00) [Agencia Estatal de Investigación - Ministerio de Ciencia e Innovación], de la Unidad de Investigación Consolidada (UIC) 285 - Didáctica en áreas STEAM (DAS), y del Grupo de Investigación Reconocido (GIR) en Didáctica de la Historia y de las Ciencias Sociales de la Universidad de Burgos.

Primera edición: abril de 2022

© Delfín Ortega-Sánchez, Ileana M. Greca y María Pilar Alonso Abad (coords.)

Revisión científica: Therese Martin. Instituto de Historia – Consejo Superior de Investigaciones Científicas (CSIC).

Fotografías: © Óscar Rodríguez Tejedor. Todas las fotografías patrimoniales, tanto interiores como exteriores, han obtenido del Arzobispado de Burgos (España) la autorización y los derechos de imagen correspondientes para su reproducción en el presente volumen monográfico.

Traducción: Transap - Antony R. Price.

© De esta edición:  
Ediciones OCTAEDRO, S.L.  
C/ Bailén, 5 – 08010 Barcelona  
Tel.: 93 246 40 02  
octaedro@octaedro.com  
www.octaedro.com

Cualquier forma de reproducción, distribución, comunicación pública o transformación de esta obra solo puede ser realizada con la autorización de sus titulares, salvo excepción prevista por la ley. Diríjase a CEDRO (Centro Español de Derechos Reprográficos, [www.cedro.org](http://www.cedro.org)) si necesita fotocopiar o escanear algún fragmento de esta obra.

ISBN: 978-84-19023-92-6

Depósito legal: B 8589-2022

Diseño y producción: Octaedro Editorial

Impresión: Ulzama

Impreso en España - *Printed in Spain*

# Sumario

## LA CIENCIA EN EL ARTE: LA CATEDRAL DE BURGOS COMO ELEMENTO STEAM PARA LA EDUCACIÓN DE LA CIUDADANÍA

Introducción .....	13
1. Las Ciencias en el Arte .....	17
M. <sup>a</sup> PILAR ALONSO ABAD	
2. La Catedral de Burgos como elemento en la Didáctica de las Ciencias Sociales .....	35
DELFIN ORTEGA-SÁNCHEZ	
3. La Catedral de Burgos como elemento en las Ciencias Experimentales .....	45
M. <sup>a</sup> PILAR ALONSO ABAD E ILEANA M. GRECA	
4. Metodologías didácticas STEAM para la ciudadanía ...	57
ILEANA M. GRECA Y DELFIN ORTEGA-SÁNCHEZ	
5. Propuestas didácticas STEAM .....	77
5.1. Una propuesta didáctica STEAM para el segundo ciclo de Educación Infantil: pigmentos .....	77
EVA M. <sup>a</sup> GARCÍA TERCEÑO, ILEANA M. GRECA, DELFIN ORTEGA-SÁNCHEZ Y M. <sup>a</sup> PILAR ALONSO ABAD	

5.2. Una propuesta STEAM para Educación Primaria: vidrieros en el gótico . . . . .	92
RAQUEL SANZ-CAMARERO Y JAIRO ORTIZ-REVILLA	
5.3. Una propuesta didáctica STEAM para Bachillerato: la accesibilidad como base de una visión inclusiva del patrimonio cultural . . . . .	109
M.ª PILAR ALONSO ABAD, ILEANA M. GRECA Y DELFÍN ORTEGA-SÁNCHEZ	
5.4. Una propuesta didáctica STEAM para Bachillerato y Educación Secundaria Obligatoria: la conservación del patrimonio arquitectónico . . . . .	118
ILEANA M. GRECA, M.ª PILAR ALONSO ABAD Y DELFÍN ORTEGA-SÁNCHEZ	

SCIENCE IN ART: THE CATHEDRAL OF BURGOS  
AS A STEAM ELEMENT FOR CITIZENSHIP  
EDUCATION

Introduction . . . . .	133
1. The sciences in art . . . . .	137
M.ª PILAR ALONSO ABAD	
2. The Cathedral of Burgos as a Feature in the Didactics of Social Sciences . . . . .	155
DELFÍN ORTEGA-SÁNCHEZ	
3. The Cathedral of Burgos as an element of the Experimental Sciences. . . . .	165
M.ª PILAR ALONSO ABAD & ILEANA M. GRECA	
4. STEAM didactic methods for citizenship . . . . .	177
ILEANA M. GRECA & DELFÍN ORTEGA-SÁNCHEZ	
5. Didactic STEAM proposal. . . . .	197
5.1. A didactic STEAM proposal for pre-primary Education: Pigments . . . . .	197
EVA M.ª GARCÍA TERCEÑO, ILEANA M. GRECA, DELFÍN ORTEGA-SÁNCHEZ & M.ª PILAR ALONSO ABAD	
5.2. A STEAM proposal for primary education: stained glass in Gothic times . . . . .	212
RAQUEL SANZ-CAMARERO & JAIRO ORTIZ-REVILLA	

5.3. A didactic STEAM proposal for Upper-High School: accessibility as the basis for an inclusive vision of cultural heritage. . . . .	229
M. <sup>a</sup> PILAR ALONSO ABAD, ILEANA M. GRECA & DOLFÍN ORTEGA-SÁNCHEZ	
5.4. A STEAM didactic proposal for Upper High-School and Compulsory Secondary Education: the Conservation of Architectural Heritage . . . . .	238
ILEANA M. GRECA, M. <sup>a</sup> PILAR ALONSO ABAD & DOLFÍN ORTEGA-SÁNCHEZ	
Coordinadores - Coordinators. . . . .	251





LA CIENCIA EN EL ARTE:  
LA CATEDRAL DE BURGOS COMO  
ELEMENTO STEAM PARA LA EDUCACIÓN  
DE LA CIUDADANÍA



# Introducción

La Catedral de Burgos es un patrimonio singular, con reconocimiento de Patrimonio de la Humanidad desde 1984. Como tal, se distingue por su excepcionalidad cultural. Es un patrimonio heredado que reconoce el conocimiento, la espiritualidad, los valores y las capacidades humanas y técnicas imprimidas por quienes contribuyeron a su creación, conservación y difusión a lo largo de la Historia, así como una responsabilidad de preservarlo y transmitirlo a las generaciones futuras.

En 1221 se colocó la primera piedra de lo que sería la segunda seo burgalesa, que se instituyó como sede de una diócesis distinguida por su lugar de asentamiento –la *Caput Castellae* del reino de Castilla–, la diócesis que asistía y el obispo –arzobispo desde 1574– que la regiría y desde la que impartiría su magisterio. Como tal, su configuración respondió a los cánones imperantes en el momento, esto es, ser sede episcopal y conjunto monumental que materializara la Casa de Dios, la fe y la doctrina.

La sociedad medieval recurrió a las ciencias para configurar unos espacios, unas formas, un lenguaje y una estética que, conjugados armónicamente, evidenciaran la obra de Dios en todo lo creado y las enseñanzas que transmitía al ser humano en su historia de la salvación. De este modo, todas las ciencias (humanas o sociales y aplicadas) confluyeron en diseñar –bella y armónicamente– todo el ambicioso plan artístico del conjunto catedralicio burgalés.

Esta monografía pretende presentar, acercar y valorar la obra científica que supone la Catedral de Burgos a los estudiantes de infantil, primaria y secundaria a través de propuestas didácticas participativas elaboradas por profesorado de la Universidad de Burgos, especialistas en disciplinas humanísticas, sociales y didácticas. Desde su aportación interdisciplinar y su experiencia en la didáctica STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*), se ha procurado ofrecer una obra que ayude a descifrar las claves estéticas, iconográficas, históricas y científicas de la seo y brindar una metodología didáctica que trabaje habilidades y competencias del siglo XXI a partir de la resolución de problemas contextualizados. A pesar de que las propuestas están centradas en la Catedral de Burgos, la obra pretende dar herramientas para que los docentes de todos los niveles educativos puedan abordar el patrimonio histórico y cultural en sus aulas desde perspectivas integradoras, independientemente del aspecto u obra patrimonial considerada. En ese sentido, esta obra ha sido concebida con una vocación más universal y, por ello, los capítulos también se presentan en lengua inglesa, de forma que puedan ser usados por docentes de países de habla no española.

Así, se incluyen tres capítulos dedicados a la descripción de Las ciencias en el arte, la Catedral de Burgos como elemento en la Didáctica de las Ciencias Sociales y de las Ciencias Experimentales y las Metodologías didácticas STEAM para la ciudadanía. Complementariamente, otros cuatro capítulos compendian propuestas didácticas STEAM para los distintos niveles del sistema educativo actual, por medio de aplicaciones prácticas de los pigmentos para el segundo ciclo de Educación Infantil, los vidrieros góticos para Educación Primaria y la accesibilidad como base de una visión inclusiva del patrimonio cultural y la conservación del patrimonio arquitectónico para Bachillerato y Educación Secundaria Obligatoria.

Los autores y autoras de este libro agradecen las facilidades brindadas para la elaboración de estos estudios y desean que sean provechosos a la sociedad. Todo se ha realizado desde la experiencia y especialidad profesional y desde el respeto, orgullo y admiración por la Catedral de Burgos, y quienes han contribuido y contribuyen a su investigación, conservación y difusión.

También queremos destacar que la Unidad de Cultura Científica de la Universidad de Burgos ha creado una serie documental,

en colaboración con la Fundación Española para la Ciencia y la Tecnología (FECYT) - Ministerio de Ciencia e Innovación, titulada *La ciencia que esconde la Catedral de Burgos* (<https://bit.ly/359weVk>), que describe la Catedral de Burgos desde una perspectiva científica y técnica. Así, ocho capítulos describen la arquitectura, la piedra, las matemáticas, la pintura, las vidrieras, la música, las tecnologías modernas y la conservación.

Ambas iniciativas y aportaciones científicas –este libro y la serie documental– rinden homenaje a la Catedral de Burgos en el VIII Centenario de su fundación.



SCIENCE IN ART: THE CATHEDRAL  
OF BURGOS AS A STEAM ELEMENT  
FOR CITIZENSHIP EDUCATION





# Introduction

The Cathedral of Burgos, a unique heritage, has been recognized as Heritage of Humanity since 1984. As such, it is distinguished by its exceptional cultural values. It is heritage passed down over the generations in which knowledge, spirituality, values, and human capabilities, and techniques are recognized. Heritage that is marked by people who have contributed to its creation, conservation and dissemination throughout History, as well as by a responsibility to conserve it and to hand it down to future generations.

In 1221, the first stone was placed of what was to become the second see of Burgos, established as the seat of a diocese distinguished by the place of its establishment –the *Caput Castellae*– the diocese that assisted the bishop –archbishop since 1574– who ruled over it and from which he exercised his magisterium. As such, its establishment responded to the dominant canons of the time, *i.e.*, an episcopal seat and monumental building that would give life to the House of the Lord, faith, and doctrine.

Medieval society resorted to the sciences to shape spaces, forms, a language, and an esthetic that, harmonically interwoven, were to stand in evidence of the work of God in all creation and the teachings that they transmitted to human beings on the history of their salvation. In this manner, every (human and social and applied) science converged –beautifully and harmonically– to design all of the ambitious artistic plans of the Cathedral seat of Burgos.

This monograph seeks to approach and to value the inherent scientific work of Burgos Cathedral and to present it to infant, primary and secondary school students through participative didactic proposals prepared by teaching staff at the University of Burgos, specialists in humanist, social and didactic disciplines. From their interdisciplinary contributions and their experience with STEAM (*Science, Technology, Engineering, Arts and Mathematics*), they have sought to offer a work that helps to decipher the esthetic, iconographic, historic, and scientific keys of the see, and to provide a didactic methodology that practices 21<sup>st</sup> c. skills and competences through the resolution of contextualized problems. Despite the proposals being centered on the Cathedral of Burgos, this work seeks to provide tools, so that teachers at all educational levels can approach historic and cultural history in their classrooms through integrated perspectives, regardless of the aspect of historic and cultural heritage that may be under consideration. In this sense, our work has been conceived with a more universal vocation and, therefore, the chapters are also presented in English, in such a way that they may also be used by teachers from non-Spanish speaking countries.

Thus, three chapters are included, dedicated to the description of *The Sciences in Art; The Cathedral of Burgos as a Feature in the Didactics of Social Sciences* and the *STEAM didactic methods for citizenship*. As a complement, another four chapters compile STEAM didactic proposals for the different levels of the current educational system, through practical applications of *Pigments* for the second stage of Infant education; *Gothic Stained Glass* for Primary Education and *Accessibility as the foundation for an inclusive vision of cultural heritage and the conservation of architectural heritage* for upper High School studies and compulsory Secondary Education.

The authors of this booklet are grateful for the facilities made available for the preparation of these studies and hope that they will be of utility to society. It has all been done through experience and professional specialisms and out of respect, pride, and admiration for the Cathedral of Burgos, and towards those who have and have continued to contribute to its investigation, conservation, and communication.

We also want to highlight that the Scientific Culture Unit of the University of Burgos has created a documentary-series, entitled

*The Science that Hides the Cathedral*, which describes the Cathedral of Burgos from a scientific and technical perspective. Thus, eight chapters describe architecture, stone, mathematics, painting, stained-glass, music, modern technologies and conservation.

Both initiatives and scientific contributions –this book and the documentary-series– pay tribute to the Cathedral of Burgos in its VIII Centenary of its foundation.



## Coordinadores - Coordinators

### **Delfín Ortega-Sánchez**

Profesor titular de Universidad de Didáctica de las Ciencias Sociales en la Universidad de Burgos. Doctor en Didáctica de las Ciencias Sociales por la Universitat Autònoma de Barcelona, doctor en Educación por la Universidad de Burgos y doctor en Historia de América por la Universidad de Extremadura. Ha centrado sus principales intereses investigadores en la inclusión de los problemas sociales en educación.

Senior Lecturer in Didactics of Social Sciences at the University of Burgos. Doctor of Didactics of Social Sciences from the Autonomous University of Barcelona, Doctor of Educational Sciences from the University of Burgos, and Doctor of History from the University of Extremadura. He has focused his main research interests on the inclusion of social problems in education.

### **Ileana M. Greca**

Catedrática de Didáctica de las Ciencias Experimentales en la Universidad de Burgos. Sus intereses de investigación incluyen el desarrollo profesional docente, los abordajes integrados e inclusivos en Educación Primaria y en la formación de docentes, y el uso de la epistemología en la enseñanza de las ciencias. Ha coordinado numerosos proyectos europeos y nacionales.

Professor of Didactics of Experimental Sciences at the University of Burgos. Her research interests include teacher professional

development, integrated and inclusive approaches in primary education and teacher training, and the use of epistemology in science teaching. She has coordinated numerous European and national projects.

**M.ª Pilar Alonso Abad**

Profesora titular de Historia del Arte en la Universidad de Burgos. Directora del Área de Investigación, Gestión y Difusión del Patrimonio de la Universidad de Burgos. Directora de la Unidad Asociada de I+D+i al CSIC Vidrio y Materiales del Patrimonio Cultural. Secretaria de la Sección de Arte, Archeometría y Patrimonio de la Sociedad Española de Cerámica y Vidrio.

Senior Lecturer in Art History at the University of Burgos. Director of Heritage Research, Management and Dissemination at the University of Burgos. Director of unit associated to CSIC 'Glass and Materials of Cultural Heritage'. Secretary of Section of Art, Archaeometry and Heritage - Spanish Ceramic and Glass Society.

# Índice

## LA CIENCIA EN EL ARTE: LA CATEDRAL DE BURGOS COMO ELEMENTO STEAM PARA LA EDUCACIÓN DE LA CIUDADANÍA

Introducción . . . . .	13
1. Las Ciencias en el Arte . . . . .	17
Binomio Ciencia-Arte. . . . .	18
Consideraciones sociales, culturales y científicas que han determinado el Arte. . . . .	21
Síntesis histórica de la interrelación Ciencia-Arte. . . . .	25
Referencias . . . . .	32
2. La Catedral de Burgos como elemento en la Didáctica de las Ciencias Sociales. . . . .	35
La educación patrimonial en la construcción de identidades culturales. . . . .	35
Ciencia Ciudadana (CC), identidades culturales y promoción educativa del patrimonio cultural: sugerencias en torno a la Catedral de Burgos . . . . .	37
Referencias . . . . .	42
3. La Catedral de Burgos como elemento en las Ciencias Experimentales. . . . .	45
La concepción de las catedrales . . . . .	45
Las Ciencias Experimentales en las catedrales . . . . .	48

La Didáctica de las Ciencias Experimentales en las catedrales . . .	52
Referencias . . . . .	55
4. Metodologías didácticas STEAM para la ciudadanía . . . . .	57
Las propuestas STEAM integradas y la formación ciudadana . . .	57
Aprendizaje basado en la investigación guiada . . . . .	59
El diseño de ingeniería. . . . .	65
El <i>design thinking</i> . . . . .	68
El aprendizaje por investigación guiada de controversias sociocientíficas . . . . .	71
Conclusiones . . . . .	73
Referencias . . . . .	74
5. Propuestas didácticas STEAM . . . . .	77
5.1. Una propuesta didáctica STEAM para el segundo ciclo de Educación Infantil: pigmentos . . . . .	77
Introducción . . . . .	77
Metodología . . . . .	78
Contenidos . . . . .	78
Objetivos de la propuesta didáctica . . . . .	80
Secuencia didáctica . . . . .	81
Posibles adaptaciones . . . . .	89
Referencias . . . . .	89
Anexo I. ¿Mezcla o disolución? . . . . .	90
Anexo II. ¿Qué material es el más permeable? . . . . .	91
Anexo III. Los colores. . . . .	91
5.2. Una propuesta STEAM para Educación Primaria: vidrieros en el gótico. . . . .	92
Introducción . . . . .	92
Metodología . . . . .	93
Contenidos . . . . .	94
Objetivos de la propuesta didáctica . . . . .	94
Secuencia didáctica . . . . .	95
Posibles adaptaciones . . . . .	106
Referencias . . . . .	106
Anexo I. Ficha completada de la indagación guiada sobre la propagación de la luz . . . . .	108
Anexo II. Ficha completada de la indagación guiada sobre la descomposición de la luz . . . . .	109



5.3. Una propuesta didáctica STEAM para Bachillerato: la accesibilidad como base de una visión inclusiva del patrimonio cultural . . . . .	109
Introducción . . . . .	109
Metodología . . . . .	110
Contenidos . . . . .	110
Objetivos de la propuesta didáctica . . . . .	112
Secuencia didáctica . . . . .	112
Posibles adaptaciones . . . . .	117
Referencias . . . . .	117
5.4. Una propuesta didáctica STEAM para Bachillerato y Educación Secundaria Obligatoria: la conservación del patrimonio arquitectónico . . . . .	118
Introducción . . . . .	118
Metodología . . . . .	120
Contenidos . . . . .	120
Objetivos de la propuesta didáctica . . . . .	122
Secuencia didáctica . . . . .	123
Posibles adaptaciones . . . . .	128
Referencias . . . . .	128

SCIENCE IN ART: THE CATHEDRAL OF BURGOS AS  
A STEAM ELEMENT FOR CITIZENSHIP EDUCATION

Introduction . . . . .	133
1. The sciences in art . . . . .	137
Binomial Science-Art . . . . .	138
Social, cultural and scientific considerations that have determined Art . . . . .	141
Historical synthesis of the interrelation between Science and Art . . . . .	145
References. . . . .	152
2. The Cathedral of Burgos as a Feature in the Didactics of Social Sciences. . . . .	155
Heritage education in the construction of cultural identities . . . . .	155
Citizenship Science (CS), cultural identities, and the educational advancement of cultural heritage: suggestions relating to Burgos Cathedral . . . . .	157
References. . . . .	162

3. The Cathedral of Burgos as an element of the Experimental Sciences . . . . .	165
The conception of cathedrals . . . . .	165
The experimental sciences within cathedrals . . . . .	168
The didactics of the experimental sciences in Cathedrals . . . . .	172
References . . . . .	175
4. STEAM didactic methods for citizenship . . . . .	177
STEAM integrated proposals and citizenship training . . . . .	177
Inquiry-based Science Education (IBSE) . . . . .	179
Engineering design . . . . .	184
Design thinking . . . . .	188
Socio-Scientific Inquiry-Based Learning . . . . .	190
Conclusions . . . . .	192
References . . . . .	193
5. Didactic STEAM proposal . . . . .	197
5.1. A didactic STEAM proposal for pre-primary Education:	
Pigments . . . . .	197
Introduction . . . . .	197
Methodology . . . . .	198
Contents . . . . .	198
Objectives of the didactic proposal . . . . .	200
Didactic sequence . . . . .	201
Possible adaptations . . . . .	209
References . . . . .	209
Annex I. Mixture or solution? . . . . .	210
Annex II. Which material is the most permeable? Circle the answer . . . . .	211
Annex III. The colors . . . . .	211
5.2. A STEAM proposal for primary education: stained glass in Gothic times . . . . .	212
Introduction . . . . .	212
Methodology . . . . .	213
Contents . . . . .	213
Objectives of the didactic proposal . . . . .	214
Didactic sequence . . . . .	215
Possible adaptations . . . . .	226
References . . . . .	226
Annex I. Completed form for the guided inquiry on the propagation of light . . . . .	228

Annex II. Completed guided inquiry form on the decomposition of light . . . . .	229
5.3. A didactic STEAM proposal for Upper-High School: accessibility as the basis for an inclusive vision of cultural heritage . . . . .	229
Introduction . . . . .	229
Method . . . . .	230
Contents . . . . .	230
Objectives of the didactic proposal . . . . .	232
Didactic sequence . . . . .	232
Possible adaptations . . . . .	237
References . . . . .	237
5.4. A STEAM didactic proposal for Upper High-School and Compulsory Secondary Education: the Conservation of Architectural Heritage . . . . .	238
Introduction . . . . .	238
Method . . . . .	239
Contents . . . . .	240
Objectives of the didactic proposal . . . . .	241
Didactic sequence . . . . .	243
Possible adaptations . . . . .	247
Bibliography . . . . .	247

Si desea más información  
o adquirir el libro  
diríjase a:

[www.octaedro.com](http://www.octaedro.com)