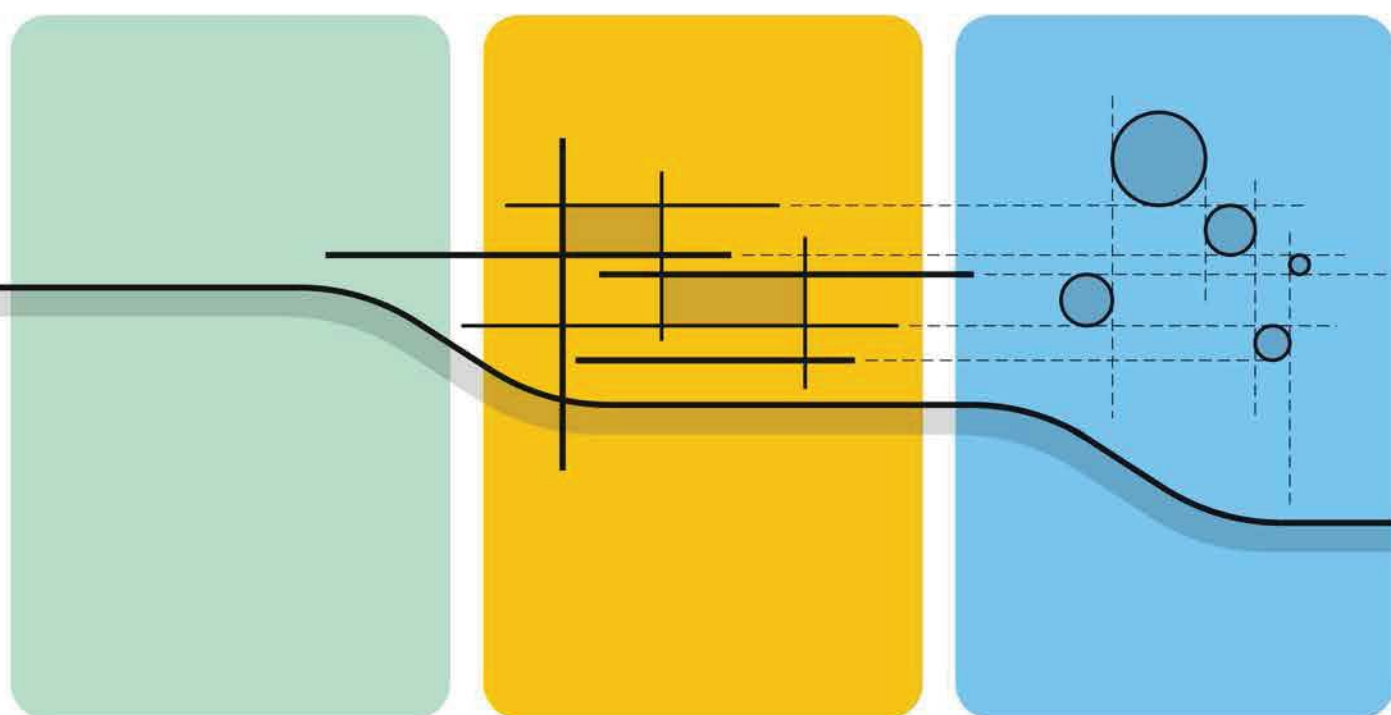


DIBUJAR, CONSTRUIR, SOÑAR

Investigaciones en torno a la expresión
gráfica aplicada a la edificación



DRAWING, BUILDING, DREAMING

Research on graphic expression
applied to building



Publicado por / *Published by:*

Tirant Lo Blanch

Editores / *Editors:*

Francisco Felip Miralles

Jaume Gual Ortí

Manuel Cabeza González

Carlos García-García

ISBN: 978-84-9143-485-6

Cubierta diseñada por / *Book cover designed by:*

Francisco Felip Miralles y Alba Soler Estrela

Copyright © 2016

Todos los derechos reservados. Ni la totalidad ni parte de este libro puede reproducirse o transmitirse por ningún procedimiento electrónico o mecánico, incluyendo fotocopia, grabación magnética, o cualquier almacenamiento de información y sistema de recuperación sin permiso escrito de los autores y del editor.

Los contenidos publicados en este libro reflejan únicamente las opiniones de sus autores. El editor no se hace responsable de la validez o uso de la información aquí contenida

The contents published in this book reflect the views only of the authors. The publisher cannot be held responsible for the validity or use of the information therein contained.

DIBUJAR, CONSTRUIR, SOÑAR

Investigaciones en torno a la expresión
gráfica aplicada a la edificación

DRAWING, BUILDING, DREAMING

Research on graphic expression
applied to building

COMITÉ CIENTÍFICO / SCIENTIFIC COMMITTEE

Italia / Italy

Dr. GIUSEPPE AMORUSO

Politecnico di Milano

D. CARLO BERIZZI

Università Degli Studi Di Pavia

Dr. STEFANO BRUSAPORCI

Università Degli Studi Dell'Aquila

Polonia / Poland

Dña. ANNA SZCZEGIELNIAK

Opole University of Technology

Colombia

Dra. ANGELICA CHICA SEGOVIA

Facultad de Artes Bogotá

Méjico / Mexico

Dña. CAROLINA CARMONA APARICIO

Instituto Tecnológico y de Estudios Superiores de Monterrey

Perú

D. LUCAR LESTER MEJIA

Universidad Nacional de Ingeniería

España / Spain

Dr. JOSÉ ANTONIO BARRERA VERA

Universidad de Sevilla

Dr. MANUEL CABEZA GONZÁLEZ

Universitat Jaume I

Dr. FRANCISCO FELIP MIRALLES

Universitat Jaume I

Dr. ANGEL JOSÉ FERNÁNDEZ ALVÁREZ

Universidad de A Coruña

Dr. CARLOS GARCÍA-GARCÍA

Universitat Jaume I

Dr. JORGE GARCÍA VALLDECABRES

Universitat Politècnica de València

D. JOSÉ TEODORO GARFELLA RUBIO

Universitat Jaume II/Ayuntamiento de Vila-Real

Dr. GABRIEL GRANADO CASTRO

Universidad de Sevilla

Dr. JAUME GUAL ORTÍ

Universitat Jaume I

Dra. MARÍA CONCEPCIÓN LÓPEZ GONZÁLEZ

Universitat Politècnica de València

Dra. MARÍA JESÚS MAÑEZ PITARCH

Universitat Jaume I

D. JOAQUÍN MARTÍNEZ MOYA

Universitat Jaume I

Dña. MARÍA CUEVA SANTA MORRO RUEDA

Universitat Jaume I

Dr. JOSÉ LUIS NAVARRO LIZANDRA

Universitat Jaume I

Dra. BEATRIZ SÁEZ RIQUELME

Universitat Jaume I

Dra. ALBA SOLER ESTRELA

Universitat Jaume I

Dra. ISABEL TORT AUSINA

Cátedra UNESCO Fórum Universidad y Patrimonio/Universitat Politècnica de València

Dra. MERCEDES VALIENTE LÓPEZ

Universidad Politècnica de Madrid

ÍNDICE/INDEX

Presentación/ <i>Presentation</i>	17
FELIP MIRALLES, Francisco; MÁÑEZ PITARCH, M ^a Jesús	

Capítulo introductorio/*Introductory chapter*

Las herramientas geométricas, proyectivas y visuales en la era digital/ <i>Gli strumenti geometrici, proiettivi e visuali per il progetto, nell'era del digitale/Geometric, visual and projective tools for design, in the digital age</i>	21
AMORUSO, Giuseppe	

Parte 1

DIBUJAR/*DRAWING*

Capítulo 1

¿Por qué dibujamos?/ <i>Why we draw?</i>	43
LLORENS CORRALIZA, Santiago	

Capítulo 2

Levantamiento y reconstrucción virtual del Castillo de San Jorge en Sevilla/ <i>Architectural Survey and virtual reconstruction of Inquisition's Castle of St. Jorge</i>	73
BARRERA VERA, José Antonio; BARBA, Salvatore; CABRERA REVUELTA, Elena; CAMILLO SAVIELLO, Saverio	

Capítulo 3

Planificación de un levantamiento arquitectónico a través de un algoritmo genético/ <i>Architectural Survey Planning by a Genetic Algorithm</i>	85
CABRERA REVUELTA, Elena; BARRERA VERA, José Antonio; CABALLERO SÁNCHEZ, Manuel; CHÁVEZ DE DIEGO, María-José; FERNÁNDEZ RODRÍGUEZ, Yago.	

Capítulo 4

Catastro y SIG como base de la representación urbana de la evolución de la ciudad/ <i>Cadastral and GIS as the basis for urban representation of city development</i> ...	97
DUALDE VIÑETA, Vicente; CANTERO RAMÓN, Eloy; HERNANDEZ FERNANDEZ, José M.	

Capítulo 5

Las redes geodésicas de Honduras para la ordenación del territorio. Investigación en cooperación de la Universidad de Alcalá y la Universidad Nacional Autónoma de Honduras/ <i>Honduras Geodesic networks for regional planning. Research cooperation the University of Alcalá and the National Autonomous University of Honduras</i>	109
MAZA VÁZQUEZ, Francisco	

Capítulo 6

- Uso de la información catastral en la ordenación urbanística mediante técnicas SIG/*Use of the cadastral information in urban planning through GIS techniques.....* 123
 NOGUERO HERNÁNDEZ, María Dolores ; RAMÍREZ MORENO, Eduardo; RAMÍREZ TORRES, Ana

Capítulo 7

- El “Plano General de Murcia” por Pedro Cerdan y Pedro Garcia Faria. 1896/*The “Plano General de Murcia” by Pedro Cerdán and Pedro García Faria. 1896.....* 133
 ROS MCDONNELL, Diego ; SILVENTE MARTÍNEZ, María José

Capítulo 8

- Enrique Viedma Vidal y el Mercado Central/*Enrique Viedma Vidal and the Central Market of Valencia.....* 145
 ARCE MARTÍNEZ, José Miguel; GALÁN SERRANO, Julia; GARCÍA-GARCÍA, Carlos

Capítulo 9

- Calidad gráfica en dibujos técnicos entre los siglos XIX y XX/*Graphic quality in technical drawings between the nineteenth and twentieth centuries* 159
 GORDILLO BEL, Dídac

Capítulo 10

- Diseño heráldico. Conocer la historia a través de la geometría plana/*Heraldic design. Knowing the History through Plane Geometry* 169
 GORDILLO BEL, Dídac

Capítulo 11

- Arquitectura escolar en Elche en la II República. Dibujos y proyectos/*The school Architecture of Elche during the Second Republic of Spain. Drawings and Projects* 181
 IRLLES PARREÑO, Ricardo; JUAN GUTIERREZ, Pablo Jeremías

Capítulo 12

- Correlacion geométrica entre el rosetón y el ábside de la Catedral de Chartres/*Geometric correlation between the rose window and the apse of Chartres' Cathedral..* 193
 SEGUÍ COLOMAR, Joan M.; SAMPER SOSA, Albert; HERRERA GÓMEZ, Blas

Capítulo 13

- Buscar el equilibrio entre lo colmatado y el hueco/*Finding the balance between the hollow and the fulness* 203
 ANDRÉS ROMANCE, Marta

Capítulo 14

- La trasformazione del linguaggio grafico di progetto nel primo Novecento in ambito romano/*The transformation of the design communication in the early twentieth century at least in Rome* 213
 CARNEVALI, Laura; LANFRANCHI, Fabio

Capítulo 15

- El color como estrategia para mejorar la orientación y capacidad sensorial en la arquitectura destinada a personas mayores/*Colour as a strategy to improve sense of direction and sensory ability in architecture for the elderly* 229
 DELCAMPO CARDA, Anna ; TORRES BARCHINO, Ana ; SERRA LLUCH, Juan

Capítulo 16

- La expresión gráfica como estrategia de comunicación entre el diseñador y la empresa/*Graphic expression as communication strategy between designer and company*..... 245
 FELIP MIRALLES, Francisco

Capítulo 17

- Diseño paramétrico y generativo: exploración de formas arquitectónicas e industriales para facilitar su construcción (digital)/*Parametric and generative design: exploration of architectural and industrial forms to facilitate their (digital) construction*..... 259
 FERRERO GIL, Sergio; PONS AZNAR, Laura; VIDAL CALATAYUD, Almudena

Capítulo 18

- El dibujo como construcción de un espacio habitable/*Drawing as construction of a living space*..... 269
 MARTINEZ-DIAZ, Enrique

Capítulo 19

- ¿Cómo diseñar espacios habitables?/*How to design living spaces?* 283
 MONTESINOS, Dániaba; TENESACA, Jorge

Capítulo 20

- Diseño de una cubierta hiperbólica plegable tensada/*Design of a cover folding hyperbolic stressed* 297
 MORALES GUZMÁN, Carlos César

Capítulo 21

- Il disegno del progetto di architettura in cinque passi: esperienze didattiche/*The drawing of the architectural design in five steps: teaching experiences* 307
 PELLEGATTA, Cristina

Capítulo 22

- Espacios cromáticos para la enseñanza/*Chromatic Spaces for Education*..... 321
 TORRES BARCHINO, Ana; SERRA LLUCH, Juan; DELCAMPO CARDA, Anna

Capítulo 23

- Cómo preparar a un estudiante de expresión gráfica de forma previa y a través de un curso MOOC/*How to prepare a student of Graphic Expression in advance by means of a MOOC course* 329
 FERNÁNDEZ-COCA, Antonio

Capítulo 24

- La docencia en expresión gráfica mediante el Aprendizaje Basado en Problemas/*Teaching within Graphic Expression by means of Problem-Based Learning*..... 343
 FERNÁNDEZ-VALDERRAMA APARICIO, Pedro; ANTÓN GARCÍA, Daniel

Capítulo 25

- Gestión de riesgos según la norma ISO 31000 para el logro de objetivos docentes y el desarrollo de competencias en la asignatura Expresión Gráfica de Tecnologías de la Edificación/*Risk management according to ISO 31000 standard for the achievement of teaching objectives and skill development in Graphic Expression of Construction Technologies*..... 353
 FERNÁNDEZ-VALDERRAMA APARICIO, Pedro; MOYANO CAMPOS, Juan José; CHAZA CHIMENO, María del Rosario

Capítulo 26

- Visión temporal y geometría descriptiva/*Temporal vision and Descriptive Geometry*.. 367
 JUAN GUTIÉRREZ, Pablo Jeremías

Capítulo 27

- Dibujo y creatividad/*Drawing and creativity* 379
 LLORENS CORRALIZA, Santiago

Capítulo 28

- Manejo de maquetas de escaleras para entender espacios arquitectónicos/*Using stairs models to understand architectural spaces* 393
 SAUMELL LLADÓ, Juan

Capítulo 29

- Sessions de dessin en plein air por des achitectes en tant que complément des cours avec dessin à main levée/*Plein-air drawing sessions as a supplement for teaching drawing for architects*..... 403
 SZCZEGIELNIAK, Anna

Capítulo 30

- Aproximación a la gráfica de ingeniería cubana desde la Universidad de Camagüey/*Approach to the graph of cuban engineering from the University of Camagüey* 415
 MORCIEGO GARCÍA, Carlos Eralio; DIEGO CASAS, Sadi Gloria; RAMÍREZ VALLVEY, Jorge

Capítulo 31

- Revisión de metodologías docentes aplicadas a la expresión gráfica: arquitectura, diseño y realidad virtual/*Review of teaching methodologies applied to graphic expression: architecture, design and virtual reality* 431
 SOLER ESTRELA, Alba; ANDRÉS ROMANCE, Marta; BARTOLOMÉ ÁLVARO, Miguel; CABEZA GONZÁLEZ, Manuel; GARFELLA RUBIO, J. Teodoro; MAÑEZ PITARCH, M. Jesús; MARTINEZ MOYA, Joaquín; MORRO RUEDA, M. C. Santa; SAEZ RIQUELME, Beatriz

Parte 2

CONSTRUIR/BUILDING**Capítulo 32**

- El levantamiento gráfico de la escalera del Real Colegio de Corpus Christi de Calencia: análisis gráficos/*The graphic survey of the staircase of the Royal College of Corpus Christi of Valencia: metrological analysis* 441
 LÓPEZ GONZÁLEZ, M^a Concepción; ROMANÍ LÓPEZ, Rafael

Capítulo 33

- Ricostruzione virtuale di uno spazio illusorio. La prospettiva solida di Giovanni Maria da Bitonto a b;Bologna/*Virtual reconstruction of an illusory space. The relief-perspective by Giovanni Maria da Bitonto in Bologna* 453
 AMORUSO, Giuseppe; SDEGNO, Alberto; RIAVIS, Veronica

Capítulo 34

- L'area della "Porta Villanova" a Cagliari/*The area of the "Porta Villanova" city gate in Cagliari* 467
 BAGNOLO, Vincenzo; PIRINU, Andrea

Capítulo 35

- Metodología para el levantamiento detallado de un edificio en ruinas. Integración de tres técnicas actuales/*Methodology for a detailed survey of a ruined building. Integration of three current techniques* 481
 BAVIERA LLÓPEZ, Eduardo; LLOPIS VERDÚ, Jorge; DENIA RIOS, José Luis; MARTÍNEZ PIQUERAS, Jorge Francisco

Capítulo 36

- Aspetti ambientali nel progetto di recupero della chiesa di s. Giusta di Bazzano/*Environmental aspects in the project for renovation of the S. Giusta di Bazzano church* 495
 CONTINENZA, Romolo; TRIZIO, Ilaria; DI CESARE, Gianfranco

Capítulo 37

- Levantamiento y representación del Patrimonio Modernista y Noucentista del municipio de Salou (Tarragona)/*Construction and representation of Catalan. Modernista and Noucentista architecture in Salou (Tarragona)*..... 505
DOMINGO MAGAÑA, José Ramón

Capítulo 38

- Arquitectura y paisaje en los oasis pre-saharianos. Experiencia de trabajo en torno a Tinejdad, Marruecos/*Architecture and Landscape in the pre - Saharan oasis. Work experience around Tinejdad, Morocco* 519
GIL PIQUERAS, Teresa; JUAN VIDAL, Francisco; RODRÍGUEZ-NAVARRO, Pablo; LILLO GINER, Santiago

Capítulo 39

- Leica Cyclone 9.1. Avances en el registro automático y gestión de las nubes de puntos/*Leica Cyclone 9.1. Advances in point cloud automatic registration and management*..... 535
LILLO GINER, Santiago; RODRÍGUEZ-NAVARRO, Pablo; GIL PIQUERAS, Teresa; SOLER ESTRELA, Alba

Capítulo 40

- Metodología aplicada en el análisis de la cerámica arquitectónica del complejo sanitario de Fontilles, Alicante, España/*Applied methodology in the architectural analysis of ceramics at the health complex in Fontilles, Alicante, Spain* 547
MARÍN TOLOSA, Rafael Emilio; HIDALGO DELGADO, Francisco; LLOPIS VERDÚ, Jorge; MARTÍNEZ PIQUERAS, Jorge Francisco

Capítulo 41

- Composición y decoración de las portadas Tardogóticas del Palacio Condal de Oliva/*Composition and decoration of the late Gothic-style portals at the Earls' of Oliva Palace*..... 557
MARTÍNEZ MOYA, Joaquín Ángel

Capítulo 42

- La Recuperación del Patrimonio a Través de la Expresión Gráfica/*Heritage Recovery Through Graphic Expression* 569
MONZÓN PEÑATE, Felipe; CALLE CABRERO, Julio

Capítulo 43

- Lo cotidiano se pone en valor. Murallas de Castellnovo/*Everyday is put in value. The Walls of Castellnovo* 581
MORRO RUEDA, Cueva Santa; SÁEZ RIQUELME, Beatriz

Capítulo 44

Misura e proporzione nei ponti antichi lapidei. Il Ponte di Augusto a Narni/
Misure and proportion in the ancient stone bridges. The Augustus Bridge in Narni ... 593
 PARIS, Leonardo; INGLESE, Carlo; ROSSI, Maria Laura

Capítulo 45

I centri minori: castelli, rocche, torri e cinta murarie/*Small countries: castles, fortresses, towers and town walls.....* 607
 PIERAGOSTINI, Enrica; SANTUCCIO, Salvatore

Capítulo 46

El uso de la metodología apropiada para el levantamiento arquitectónico del patrimonio inmueble, aplicación del levantamiento tradicional en el Portal Medellín, Colima/ *The use of appropriate methodology for the architectural survey of built heritage, application of traditional uprising in the case of Medellin Portal, Colima.....* 623
 RODRÍGUEZ LICEA, Minerva; MENDOZA PÉREZ, Luís Alberto

Capítulo 47

La silueta histórica de los núcleos tradicionales bienes de relevancia local/*The historical shape of traditional nucleus Assets of Local Significance.....* 639
 ROGER ESPINOSA, Francisca

Capítulo 48

Los planos originales de la Iglesia Arciprestal de Vila-Real. Interpretación constructiva de la cúpula dibujada/*The original plans of the Archiprestal Church in Vila-real. A constructive interpretation of the drawn dome* 651
 VILA ESTÉBANEZ, Daniel; SOLER ESTRELA, Alba; SÁEZ RIQUELME, Beatriz

Capítulo 49

Recursos gráficos para el estudio del patrimonio. Aplicación particular al edificio del recinto ferial de Albacete/*Graphical resources for the heritage study. Application to the case of the Fair Pavilion of Albacete* 663
 CARO GALLEGO, Cristina; GUTIÉRREZ MOZO, María Elia

Capítulo 50

Echoes of liberty and deco. Graphic analysis of facades in sardinian bulidings/*Echi di liberty e déco. Analisi grafica dei caratteri déco nelle facciate degli edifici in sardegna.....* 675
 CICALÒ, Enrico

Capítulo 51

Quando l'edificio è un'opera d'arte. Ri-disegnare architetture d'artista/*When the building is a work of Art. Graphic analysis of artists' architectures* 687
 MAGAGNINI, Marta

Capítulo 52

- Estudios geométricos en el florecimiento del Renacimiento en tierras de Castellón. Entre la tradición Gótica y el Barroco/*Geometric studies in the blossoming of the Renaissance in lands of Castellón. Between the Gothic and Baroque tradition* 701
 MÁÑEZ PITARCH, María Jesús; GARFELLA RUBIO, José Teodoro

Capítulo 53

- La cartografía de Guadalajara de 1880 del instituto Geográfico y estadístico. Un documento fundamental Para la investigación arquitectónica y urbanística de La ciudad/*The cartography of Guadalajara of 1880 of the geographical and statistical institute. A fundamental document for architectural and urban research development of the city* 717
 TRALLERO SANZ, Antonio Miguel

Capítulo 54

- Hipótesis de métodos geométricos en perfiles de dovelas de bóvedas de crucería del monasterio de Santa Maria de la Valldigna (Valencia, España)/*Geometric methods hypothesis in vousoirs profiles of cross vaults of Santa Maria de la Valldigna monastery (Valencia, Spain)* 731
 CAPILLA TAMBORERO, Esther A.

Capítulo 55

- El camino hacia la modernidad en la obra de Mauro Lleó. Análisis compositivo y constructivo de tres proyectos/*The way to modernity in the work of Mauro Lleó. Compositional and constructive analysis of three projects* 745
 MARTÍNEZ GREGORI, Carmen

Capítulo 56

- Las trazas del antepecho de coronación neogótico en la Catedral de Sevilla. Una serie de dibujos inéditos de la construcción de la portada norte de 1917/*Traces of the Neogothic top parapet in the Cathedral of Seville. A series of unpublished drawings of the construction of the northern facade in 1917* 759
 MOYANO CAMPOS, Juan José; FERNÁNDEZ-VALDERRAMA APARICIO, Pedro; FRESCO CONTRERAS, Rafael

Capítulo 57

- Vuelo, escaneado e impresión de la expresión gráfica: un viaje por el tiempo/*Flighting, Scanning and Printing of Graphic Expression: a journey through the time*. 773
 PINO SUÁREZ, Ruth; MOLERO ALONSO, Borja

Capítulo 58

- El eneágono de la fortaleza de Palmanova/*The nonagon fortress of Palamanova* 793
 SAMPER SOSA, Albert; HERRERA GÓMEZ, Blas

Capítulo 59

- Revisión geométrica de la teoría de Louis Charpentier/ *Geometrical and astronomical revision of Louis Charpentier's Theory* 807
 SEGUÍ COLOMER, Joan M.; SAMPER SOSA, Albert; HERRERA GÓMEZ, Blas

Capítulo 60

- Architettura ovata e tracciamento geometrico/ *Ovate architecture and geometric tracing* 819
 ZERLENGA, Ornella; CIRILLO, Vincenzo

Capítulo 61

- Re-Loading BIM: Between Spatial and Database Information Modeling for Architectural Heritage Documentation 835
 BRUSAPORCI, Stefano; MAIEZZA, Pamela

Capítulo 62

- La potencia gráfica del BIM como herramienta analítica en la asignatura de Proyectos Técnicos/ *BIM's graphical power as an analytical tool in the subject of Proyectos Técnicos* 849
 CAÑIZARES MONTÓN, José Manuel; VALVERDE CANTERO, David; PÉREZ GONZÁLEZ, Pedro Enrique

Capítulo 63

- Registro de monumentos históricos con HBIM/ *Historic Monuments Registration with HBIM* 861
 GARCÍA VALLDECABRES, Jorge; MARCH OLIVER, Rubén; JORDÁN PALOMAR, Isabel

Capítulo 64

- Il rilievo come conoscenza complessa in forma di database. Dagli approcci tradizionali alle recenti metodologie di Building Information Modeling/ *The Survey: complex knowledge organized as a database. From traditional approaches to newer methodologies of Building Information Modeling* 873
 LO TURCO, Massimiliano; MAROTTA, Anna; VITALI, Marco

Parte 3

SOÑAR/DREAMING**Capítulo 65**

- Sueños digitales. La memoria del agua/ *Digital dreams. The memory of water* 889
 FERNÁNDEZ ÁLVAREZ, Ángel José

Capítulo 66

- La Realidad Aumentada como complemento para la expresión gráfica/ *Augmented Reality as a complement for Graphic Expression* 911
 ANTÓN GARCÍA, Daniel; AMARO-MELLADO, José-Lázaro

Capítulo 67

- Aplicación de patrimonio arquitectónico para dispositivos móviles/*Architectural heritage application for mobile devices*..... 923
 GARCÍA RODRÍGUEZ, Fco. Javier; MECA ACOSTA, Benet

Capítulo 68

- Restitución gráfica del patrimonio arquitectónico desaparecido. El ejemplo de los monasterios franciscanos de Zamora/*Graphic restitution of architectural heritage disappeared. The example of the franciscan monasteries of Zamora* 937
 LÓPEZ BRAGADO, Daniel

Capítulo 69

- Realidad virtual inmersiva a partir de un modelo BIM/*Immersive virtual reality based on a BIM model*..... 949
 SANTAMARTA MARTÍNEZ, Jaime; GALLO SALAZAR, Paula; RAYA CASTRO, Luis

Capítulo 70

- Modelli architettonici. Dal rilievo col drone alla stampa 3D/*Architectural models. From air drone survey to 3D printing* 959
 BERIZZI Carlo; MARINO Salvatore Dario

Capítulo 71

- La maqueta como expresión plástica del proyecto en edificación/*Model as a plastic expression in building Project*..... 971
 BERNAL LÓPEZ-SANVICENTE, Amparo

Capítulo 72

- Realidad Virtual, impresión 3D y visualización de las puertas y torres de la muralla de Morella/*Virtual reality, 3D printing and visualization of the portals and towers of the defensive walls of Morella*..... 983
 DUALDE VIÑETA, Vicente; HERNÁNDEZ FERNÁNDEZ, José Miguel; CANTERO RAMÓN, Eloy

Capítulo 73

- La estereotomía de la cúpula semiesférica por hiladas horizontales. Del dibujo en los tratados al diseño infográfico/*The Stereotomy of the semispherical dome constructed by horizontal rows. From the drawing in the treaties to the infographic design*..... 995
 GARCÍA JARA, Francisco

Capítulo 74

- Nuevas situaciones, nuevas orientaciones y nuevos recursos/*New situations, new orientations and new resources* 1013
 REDONDO REDONDO, Miguel

Capítulo 75

Infraestructuras de datos espaciales como herramienta para la gestión del patrimonio cultural/*Spatial data infrastructure as a tool for cultural heritage management*..... 1025
 AMARO-MELLADO, José-Lázaro; ANTÓN GARCÍA, Daniel

Capítulo 76

El dibujo híbrido como medio de representación arquitectónica/*The hybrid drawing as a way of architectural representation* 1037
 GARCÍA-GARCÍA, Carlos; GALÁN SERRANO, Julia; ARCE MARTÍNEZ, José Miguel

Capítulo 77

Un nuevo enfoque en la gestión de nubes de puntos obtenidos por escáner y fotogrametría, para la optimización de formatos imprimibles 3D/*A novel approach to the management of point clouds derived from scanning and photogrammetry for the optimisation of printable 3D formats* 1051
 RICO DELGADO, Fernando; NIETO JULIÁN, Enrique; ANTÓN GARCÍA, Daniel

Capítulo 78

La rappresentazione degli elementi scultorei in architettura. Dal modello 3D alle geometrie sottese/*The representation of sculptural elements in architecture. From 3D models to the underlying geometry* 1067
 VALENTI, Rita; PATERNO, Emanuela

Capítulo 79

Nuevas formas de presentación del Proyecto Arquitectónico/*New forms of presentation in the Architectural Project*
 VALIENTE LÓPEZ, Mercedes; SANZ CONTRERAS, M.Carmen; OSANZ DÍAZ, J.Ramón

Capítulo 22

ESPACIOS CROMÁTICOS PARA LA ENSEÑANZA

TORRES BARCHINO, Ana⁽¹⁾

SERRA LLUCH, Juan⁽²⁾

DELCAMPO CARDA, Anna⁽³⁾

⁽¹⁾Departamento de Expresión Gráfica Arquitectónica,
Escuela Técnica Superior de Arquitectura,
Universitat Politècnica de València. Valencia, España
atorresb@ega.upv.es

⁽²⁾juanserra@ega.upv.es

⁽³⁾andelcar@ega.upv.es

Abstract

Chromatic Spaces for Education

Architectural spaces designed for Educational Centers of different levels require an appropriate lighting and chromatic conditions. These two architectural factors are essential in order to carry out correctly different educational activities in these kind of spaces. Likewise, the fact of providing an accurate artificial and natural lighting system could improve the visual quality and the colour perception applied to these educational facilities. Therefore, it requires to the designer to study, manage and organize correctly these two architectonical factors in order to help to stimulate the senses and improve the visual perception. It creates a positive learning environment.

The aim of the present communication is to explain how Lighting and Colour, applied as an architectural expression strategy, plays a significant role in human activities. Therefore, their application in the habitable spaces design must not be arbitrary or subjective. Numerous studies and new architectural interventions carried out in recent years confirm the positive effects of Lighting and Colour in educational centres of different levels. For example, in childhood education centres, colour takes on a special significance for children because they experience continuous psychological changes, and because their visual analyser is in the process of maturing and training.

1. Introducción

La mayor parte de nuestras vidas transcurre en ambientes proyectados y diseñados por las personas: la escuela, el instituto, la universidad, nuestra casa, la oficina. En estos ambientes en los que podemos vivir o trabajar con o sin luz natural, la calidad lumínica se ve influida, en mu-

chas ocasiones, por el color de los paramentos, generalmente pintados de blanco u otro color neutro claro ayudando a los espacios a conferirles iluminación y claridad. Sin embargo, se trata de un color neutro, que caracteriza a los espacios de un ambiente anónimo, impersonal, falto de estímulos. Por ello, en los espacios donde se realizan y concentran las diversas actividades educativas, es necesario proyectar unas apropiadas condiciones lumínicas y cromáticas. Así mismo, es conveniente determinar los colores que ayuden a estimular los sentidos y mejorar la percepción visual en estas etapas educativas creando un clima emocional positivo en los estudiantes. Las nuevas construcciones e intervenciones arquitectónicas realizadas en los últimos años en diversos países europeos demuestran la intención de recurrir a diseños más adaptados y consecuentemente con instalaciones iluminadas que favorecen y mejoran la calidad visual y perceptiva en los espacios destinados a las actividades propias de centros educativos (Fig. 1). La elección del color y la iluminación debe determinarse, además, en relación con la edad de los estudiantes[1].



Fig. 1. De izquierda a derecha: Centro educacional el Chaparral, Granada, 2010. Arquitecto Alejandro Muñoz Miranda. Fotografía: Fernando Alda | Escuela Infantil En Vereda De Estudiantes, Madrid, 2010. Rueda Pizarro Arquitectos. Fotografía: Miguel de Guzmán | Guardería en Vélez Rubio, Almería, 2010. Elap Arquitectos Ingenieros slp. Fotografía: David Frutos

El color se encuentra inmerso en cada una de las actividades que el ser humano desarrolla. Numerosas investigaciones ratifican que el color puede influir determinantemente sobre el ser humano, su rendimiento, confort y sobre aspectos tan vitales como el psicológico, pedagógico y fisiológico, entre otros [2]–[4]. Por tanto, una correcta aplicación del color en centros de enseñanza como guarderías, educación infantil, primaria, secundaria o educación universitaria, debe centrarse en buscar un proceso de estimulación positivo, con una base científica adecuada, que garantice a los escolares la asimilación de las acciones perceptuales susceptibles en el desarrollo cognitivo y de aprendizaje [5].

2. Contribuciones teóricas

El interés sobre la repercusión de la iluminación y el color en relación con el comportamiento humano lleva más de cien años preocupando a los investigadores, demostrando que ambos son

factores arquitectónicos de suma importancia en la configuración del entorno habitable, porque intervienen en el bienestar físico, sensorial y en el estado psicológico del individuo. Además, es sabido que la percepción del color, así como la agudeza visual, son condicionados por el tipo de luz del espacio iluminado. Existen numerosas evidencias de que el color afecta al estado de ánimo de las personas (Birren, 1978), pudiendo reducir comportamientos agresivos (Schauss, 1979). Existen variables de diseño arquitectónico, científicamente constatados, que inciden positivamente en la ergonomía visual o sensación psicológica de confort: una adecuada iluminación (Boyce, 1981) (Ott, 1972); un buen diseño de la orientación del edificio (Ulrich, 1984); la necesidad de cierta variación cromática (Mahnke, 1996), etc. Son escasos los estudios previos llevados a cabo en relación con la luz y color y los espacios de aprendizaje. Hamid y Newport (1989), demostraron que la fuerza producida por la mano de los niños se veía influida según el color de la sala. Así, la fuerza de la mano era mayor en una sala rosa y disminuía en una sala azul. La fuerza todavía disminuía más si los niños se encontraban en una sala gris. De forma similar, Kwaliek y Lewis (1990) demuestran que el color tiene influencia sobre las emociones, el estado de ánimo, y el desempeño de actividades. En su estudio, a pesar de que los estudiantes opinaban que una oficina blanca se percibía más apropiada, sin distraer la atención se obtuvieron mejores resultados en el desempeño de ciertas actividades en la oficina de color rojo. Kyller y Lindsten (1992), determinaron que la luz en aulas de estudio generada por tubos fluorescentes, sin luz natural, podían llegar a producir hormonas del estrés y enfermedades en los alumnos durante su curso escolar en dicha aula. Del mismo modo, Küller, Ballal, Lalke, Mikellides y Tonello (2006) demostraron la relevancia que posee el uso de distintas intensidades de luz y color en el entorno escolar, incidiendo en el comportamiento del estudiante, según la sala y las actividades que allí se desarrollan. En muchos de estos estudios anteriores, no se identificaron con exactitud qué tipo o determinado color era el apropiado. Por tanto, son escasos los estudios de color e iluminación en espacios para el aprendizaje, adecuadamente contrastados y definidos, especialmente centrados en el diseño de la luz y el color en espacios para el aprendizaje y cómo estos factores arquitectónicos pueden influir en los estudiantes a la hora del estudio y concentración. Con todos estos datos, se concluye que luz y color, como factores arquitectónicos indispensables en el diseño del espacio, deben ser tratados como una asociación indisoluble.

3. Últimas investigaciones

En una investigación llevada a cabo, por los investigadores Debora Niero y Alessandro Premier, tutelado por el profesor Pietro Zennaro (2010), de la Universidad de Venecia, se identificaron y analizaron 54 centros educativos de diversas etapas de enseñanza, pertenecientes tanto a Italia, como a diversos países de Europa y algunos edificios relevantes americanos. El estudio se centró exclusivamente en la aplicación y uso de los colores de cada uno de estos centros. Aunque los resultados de la investigación muestran que son muchos los colores que se utilizan, el blanco, así como los colores neutros, son los colores más utilizados [1] (Fig. 2). Es cierto que el blanco

A este respecto, cabe señalar el reciente estudio llevado a cabo por A.AL-Ayash,R. Kane, D.Smith y P.Green-Armytage (2016), en el que se examina el impacto de seis colores de diferente tonalidad y claridad en la comprensión lectora, evaluación emocional y el ritmo cardíaco de estudiantes de entre 20 y 38 años, de la Universidad de Curtin en Australia. De este modo, se eligen tres colores fuertes, rojo, amarillo y azul, y tres colores pálidos, rojo, amarillo y azul, según una estudiada relación de tono y valor. Cada uno de estos estudiantes es aislado en un espacio real, diseñado a tal efecto, donde es evaluado ante una prueba de comprensión lectora, evaluación emocional y ritmo cardíaco. Cada alumno lleva a cabo estas tareas en seis repetidas ocasiones, en el mismo espacio, pero cada vez, con la pared frontal de un color distinto, de acuerdo a los seis colores elegidos previamente. El estudio demuestra que el color afecta tanto a las emociones, el ritmo cardíaco y la actividad lectora. El tono y la claridad, concretamente, tuvieron un impacto relevante en los estudiantes: Los colores más pálidos fueron considerados más positivamente que los colores fuertes al transmitir una sensación más calmante o relajante. El azul y amarillo son los colores que los estudiantes consideraron que transmitían un estado más positivo. Sin embargo, la comprensión lectora obtuvo mejores resultados al llevarse a cabo en la sala de colores fuertes (Fig. 4) [7]. Además, el ritmo cardíaco se vio afectado de forma significativa por el tono, pues éste aumentó con el color rojo y amarillo y disminuye con el azul. Por tanto, se constata que el uso de color puede conllevar respuestas fisiológicas en los estudiantes, produciendo una mayor capacidad de atención y, en consecuencia, facilitar el aprendizaje.

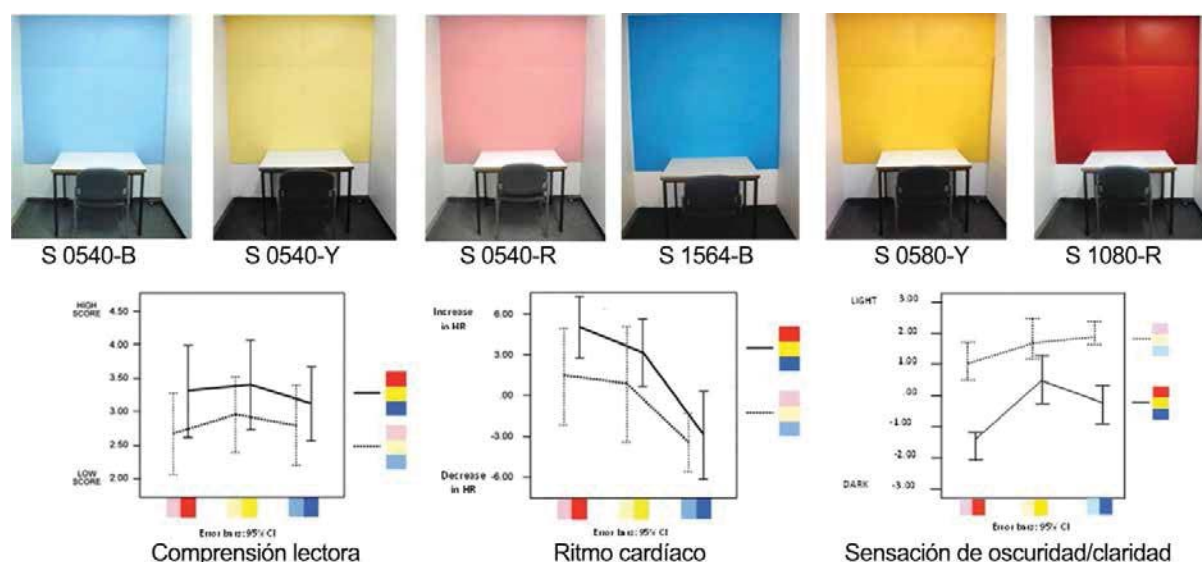


Fig. 4. Las seis escenas cromáticas utilizadas en el estudio. Pared de color situada justo en frente del escritorio blanco. Gráficas de los resultados obtenidos tras el análisis de los resultados. Estudio realizado por A.AL-Ayash,R. Kane, D.Smith y P.Green-Armytage (2016), a 24 estudiantes de entre 20 y 38 años, de la Universidad de Curtin en Australia. Fuente: [7]

Una buena instalación de luminarias contribuye a comunicar unas cualidades determinadas, de diverso ámbito, desde la determinación de las condiciones de uso del espacio, hasta la generación de sensaciones concretas que permitan a los niños interaccionar con el espacio

de una forma estimulante, produciendo sensaciones visuales determinadas. Como estímulo en sí misma, la luz, dispuesta de forma correcta, puede generar efectos que permitan avanzar con este desarrollo perceptual propio en la educación de estas edades.

Así lo indican las últimas investigaciones sobre el rendimiento escolar y la ergonomía visual de los entornos o espacios educativos realizados por empresas como Philips, ERCO o Grupo LLEDÓ, afirmando que es necesario adaptar de forma correcta la iluminación, tanto natural como artificial, a las necesidades de los escolares y docentes, de forma que propicie un óptimo entorno de aprendizaje [8]

Es el caso del sistema Schoolvision de Philips, capaz de recrear los diversos escenarios que se llevan a cabo en la educación, y que a partir de la utilización de diferentes tonalidades de luz (Fig. 5), permite disminuir un 76% los casos de hiperactividad y aumentar la velocidad de lectura de los alumnos, siendo a su vez un tipo de iluminación sostenible, pues permite ahorrar hasta el 57% de energía. “Las preferencias de luz, en escolares y profesores, está relacionada con la percepción que tienen ambos sobre el nivel de alerta o atención. Una luz concentrada y potente aumenta la atención y, por tanto, la sensación de un mayor rendimiento” [9]. Por tanto, la iluminación desempeña un papel importante en este proceso ya que se convierte en una de las condiciones de habitabilidad de los espacios educativos que garantiza una mejora en el rendimiento, concentración y participación de los niños.



Fig. 5. Estudio realizado por la Universidad de Nebrija junto con la empresa de Iluminación Philips (2014), en el que se comprueban los efectos de la iluminación sobre el rendimiento escolar de alumnos de 5º de primaria en el Colegio Público Francisco de Quevedo (Leganés, Madrid). Sistema de Iluminación SCHOOLVISION. Fuente: [9]

4. Discusión y Conclusiones

Por tanto, conviene que se consideren los avances científicos desarrollados en el ámbito de la iluminación y el color, como parte imprescindible en proyectos e instalaciones arquitectónicas destinados a la enseñanza, recurriendo a ensayos y trabajos desarrollados con una cierta coherencia científica-técnica. En la actualidad, se continúan los estudios dedicados a la incorporación del color en espacios sanitarios, espacios de trabajo, entre otros, y desde los cuales se completan con otros tipos de investigación basados en luces coloreadas e imágenes proyectadas aportando, con rigurosidad científica, la relación entre la actividad realizada en un lugar y los estados de ánimo.

Se pretende, por lo tanto, en el estudio que aquí se presenta, no solo dar a conocer dichos estudios, sino ahondar en métodos que ayuden y posibiliten una orientación en las tareas de organización lumínica y en estrategias de organización cromática para espacios, de modo que permitan una adecuada ambientación a los escenarios educativos con rigurosidad, estableciendo cartas cromáticas que ayuden u orienten en la preparación de un proyecto arquitectónico, así como en las aplicaciones técnicas de intervención.

La luz y el color tiene una influencia significativa en las actividades humanas, por ello se hace necesario un buen estudio de este fenómeno natural y como consecuencia su control científico. Los estudios sobre la sensación y la percepción, conllevan a establecer por lógica un vínculo en el proceso de la gestión en la aplicación de la luz y el color. Por lo tanto, estos dos elementos, deben considerarse unas de las prioridades a la hora de realizar un proyecto arquitectónico para este tipo de construcciones.

Por eso, se trata de crear posibilidades e indicaciones cromáticas para la arquitectura de este tipo de construcciones y por un lado, conocer las posibilidades para cada tipo de estancia, y por otro saber utilizar el color de una manera más racional y científica del mismo [5].

Una adecuada utilización del color, para los espacios destinados a la enseñanza, ayudaría a mejorar la calidad de un espacio y permitiría una mejora en la visión y en la percepción según las actividades educativas. Adecuar un buen diseño cromático y lumínico en los espacios arquitectónicos para centros educativos según cada etapa de aprendizaje, ayuda al desarrollo cognitivo y perceptivo en la infancia, y aumenta la atención del mundo que le rodea en el periodo adulto. “Cognición-emoción es un binomio indisoluble; no hay razón sin emoción. Un niño, no comienza a aprender con ideas y con abstractos, sino con percepciones, emociones, sensaciones” [10].

5. Citas y Referencias bibliográficas

- [1] D. Niero y A. Premier, (2010). «Colour in the Schools», en *Colour and Light in Architecture. First International Conference 2010*, pp. 475-481. València.
- [2] K. Goldstein, (1942). «Some experimental observations concerning the influence of colors on the function of the organism.», *Am. J. Phys. Med. Rehabil.*, vol. 21, n.o 3, pp. 147-151,
- [3] A. Mehrabian y J. A. Russell, (1974). *An approach to environmental psychology*. Cambridge, MA, USA; London, UK: the MIT Press.
- [4] F. Mahnke, (1996). *Color, environment, and human response*. Detroit: Van Nostrand Reinhold.
- [5] A. Torres Barchino, J. Serra Lluch, y A. Delcampo Carda, (2015). «The Colour of Light for Childhood Education Centers, Spaces for Better», en *BIGlights. Light: Science, technology and emotions*, Valencia: Universitat Politècnica de València, pp. 30-34.
- [6] J. G. «Philip» Park, (2014). «Correlations Between Color Attributes and Children's Color Preferences», *Color Res. Appl.*, vol. 39, n.o 5, pp. 452-462.

- [7] A. AL-Ayash, R. T. Kane, D. Smith, y P. Green-Armytage, (2016). «The influence of color on student emotion, heart rate, and performance in learning environments», *Color Res. Appl.*, vol. 41, n.o 2, pp. 196-205.
- [8] J. Lillo Jover, (2000). *Ergonomía: evaluación y diseño del entorno visual*. Madrid: Alianza.
- [9] Universidad de Nebrija y Philips, (2014). «Estudio sobre la influencia de la iluminación en el rendimiento escolar», Nebrija.
- [10] F. Mora Teruel, (2013). *Neuroeducación: solo se puede aprender aquello que se ama*. Madrid: Alianza.