

JIDA'21

IX JORNADAS
SOBRE INNOVACIÓN DOCENTE
EN ARQUITECTURA

WORKSHOP ON EDUCATIONAL INNOVATION
IN ARCHITECTURE JIDA'21

JORNADES SOBRE INNOVACIÓ
DOCENT EN ARQUITECTURA JIDA'21

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE VALLADOLID
11 Y 12 DE NOVIEMBRE DE 2021



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

GILDA GRUP PER A LA INNOVACIÓ
I LA LOGÍSTICA DOCENT
EN ARQUITECTURA

Organiza e impulsa GILDA (Grupo para la Innovación y Logística Docente en la Arquitectura), en el marco del proyecto RIMA (Investigación e Innovación en Metodologías de Aprendizaje), de la **Universitat Politècnica de Catalunya · BarcelonaTech (UPC)** y el Institut de Ciències de l'Educació (ICE). <http://revistes.upc.edu/ojs/index.php/JIDA>

Editores

Daniel García-Escudero, Berta Bardí i Milà

Revisión de textos

Alba Arboix, Jordi Franquesa, Joan Moreno

Edita

Iniciativa Digital Politècnica Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC

ISBN 978-84-9880-969-5 (IDP-UPC)

eISSN 2462-571X

© de los textos y las imágenes: los autores

© de la presente edición: Iniciativa Digital Politècnica Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC



Esta obra está sujeta a una licencia Creative Commons:
Reconocimiento - No comercial - SinObraDerivada (cc-by-nc-nd):

<http://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/3.0/es>

<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>

Cualquier parte de esta obra se puede reproducir sin autorización pero con el reconocimiento y atribución de los autores.

No se puede hacer uso comercial de la obra y no se puede alterar, transformar o hacer obras derivadas.

Comité Organizador JIDA'21

Dirección y edición

Berta Bardí i Milà (UPC)

Dra. Arquitecta, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSAB-UPC

Daniel García-Escudero (UPC)

Dr. Arquitecto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSAB-UPC

Organización

Nieves Fernández Villalobos (UVA)

Dra. Arquitecta, Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, ETSAVA

Jordi Franquesa (UPC)

Dr. Arquitecto, Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio, ETSAB-UPC

Joan Moreno Sanz (UPC)

Dr. Arquitecto, Departamento de Urbanismo y Ordenación del Territorio, ETSAB-UPC,
ETSAB-UPC

Gemma Ramón-Cueto (UVA)

Dra. Arquitecta, Construcciones Arquitectónicas, Ingeniería del Terreno y Mecánica de los Medios continuos y Teoría de Estructuras, Secretaria Académica ETSAVA

Jorge Ramos Jular (UVA)

Dr. Arquitecto, Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, ETSAVA

Judit Taberna (UPC)

Arquitecta, Departamento de Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

Coordinación

Alba Arboix

Dra. Arquitecta, Teoría e Historia de la Arquitectura y Técnicas de la Comunicación, ETSAB-UPC

Comunicación

Eduard Llorens i Pomés

ETSAB-UPC

Comité Científico JIDA'21

Luisa Alarcón González

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Eusebio Alonso García

Dr. Arquitecto, Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, ETSAVA-UVA

Darío Álvarez Álvarez

Dr. Arquitecto, Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, ETSAVA-UVA

Antonio Álvaro Tordesillas

Dr. Arquitecto, Urbanismo y Representación de la Arquitectura, ETSAVA-UVA

Atxu Amann Alcocer

Dra. Arquitecta, Ideación Gráfica Arquitectónica, ETSAM-UPM

Javier Arias Madero

Dr. Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, ETSAVA-UVA

Irma Arribas Pérez

Dra. Arquitecta, Diseño, Instituto Europeo de Diseño, IED Barcelona

Raimundo Bambó

Dr. Arquitecto, Urbanismo y ordenación del territorio, EINA-UNIZAR

Iñaki Bergera

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-UNIZAR

Jaume Blancafort

Dr. Arquitecto, Arquitectura y Tecnología de la Edificación, ETSAE-UPCT

Enrique Manuel Blanco Lorenzo

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, Urbanismo y Composición, ETSAC-UdC

Raúl Castellanos Gómez

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

Nuria Castilla Cabanes

Dra. Arquitecta, Construcciones arquitectónicas, ETSA-UPV

David Caralt

Arquitecto, Universidad San Sebastián, Sede Concepción, Chile

Rodrigo Carbajal Ballell

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Eva Crespo

Dra. Arquitecta, Tecnología de la Arquitectura, ETSAB-UPC

Silvia Colmenares

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSAM-UPM

Còssima Cornadó Bardón

Dra. Arquitecta, Tecnología de la Arquitectura, ETSAB-UPC

Eduardo Delgado Orusco

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-UNIZAR

Carmen Díez Medina

Dra. Arquitecta, Composición, EINA-UNIZAR

Sagrario Fernández Raga

Dra. Arquitecta, Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, ETSAVA-UVA

Arturo Frediani Sarfati

Dr. Arquitecto, Proyectos, Urbanismo y Dibujo, EAR-URV

Jessica Fuentealba Quilodrán

Dra. Arquitecta, Departamento Diseño y Teoría de la Arquitectura, Universidad del Bio-Bío, Concepción, Chile

Noelia Galván Desvaux

Dra. Arquitecta, Urbanismo y Representación de la Arquitectura, ETSAVA-UVA

María Jesús García Granja

Arquitecta, Departamento de Arte y Arquitectura, eAM'-UMA

Pedro García Martínez

Dr. Arquitecto, Arquitectura y Tecnología de la Edificación, ETSAE-UPCT

Mariona Genís Vinyals

Dra. Arquitecta, BAU Centre Universitari de Disseny, UVic-UCC

Eva Gil Lopesino

Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSAM-UPM

María González

Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Arianna Guardiola Villora

Dra. Arquitecta, Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, ETSA-UPV

David Hernández Falagán

Dr. Arquitecto, Teoría e historia de la arquitectura y técnicas de comunicación, ETSAB-UPC

José M^a Jové Sandoval

Dr. Arquitecto, Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, ETSAVA-UVA

Íñigo Lizundia Uranga

Dr. Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, ETSA EHU-UPV

Carlos Labarta

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-UNIZAR

Emma López Bahut

Dra. Arquitecta, Proyectos, Urbanismo y Composición, ETSAC-UdC

Juanjo López de la Cruz

Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Alfredo Llorente Álvarez

Dr. Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, Ingeniería del Terreno y Mecánicas de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, ETSAVA-UVA

Magda Mària Serrano

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSAV-UPC

Cristina Marieta Gorriti

Dra. Arquitecta, Ingeniería Química y del Medio Ambiente, EIG UPV-EHU

Zaida Muxí Martínez

Dra. Arquitecta, Urbanismo y ordenación del territorio, ETSAB-UPC

David Navarro Moreno

Dr. Ingeniero de Edificación, Arquitectura y Tecnología de la Edificación, ETSAE-UPCT

Amadeo Ramos Carranza

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Patricia Reus

Dra. Arquitecta, Arquitectura y Tecnología de la Edificación, ETSAE-UPCT

Silvana Rodrigues de Oliveira

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Carlos Rodríguez Fernández

Dr. Arquitecto, Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, ETSAVA-UV

Jaume Roset Calzada

Dr. Físico, Física Aplicada, ETSAB-UPC

Borja Ruiz-Apilánez Corrochano

Dr. Arquitecto, UyOT, Ingeniería Civil y de la Edificación, EAT-UCLM

Patricia Sabín Díaz

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, Urbanismo y Composición, ETSAC-UdC

Mara Sánchez Llorens

Dra. Arquitecta, Ideación Gráfica Arquitectónica, ETSAM-UPM

Luis Santos y Ganges

Dr. Urbanista, Urbanismo y Representación de la Arquitectura, ETSAVA-UVA

Carla Sentieri Omarremertería

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

Marta Serra Permanyer

Dra. Arquitecta, Teoría e Historia de la Arquitectura y Técnicas de la Comunicación, ETSAV-UPC

Sergio Vega Sánchez

Dr. Arquitecto, Construcción y Tecnologías Arquitectónicas, ETSAM-UPM

José Vela Castillo

Dr. Arquitecto, Culture and Theory in Architecture and Idea and Form, IE School of Architecture and Design, IE University, Segovia

Ferran Ventura Blanch

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, eAM'-UMA

Isabel Zaragoza de Pedro

Dra. Arquitecta, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

ÍNDICE

1. **Hábitat, paisaje e infraestructura en el entorno de la presa de El Grado (Huesca)** *Habitat, landscape and infrastructure in the surroundings of El Grado dam (Huesca)*. Estepa Rubio, Antonio; Elía García, Santiago.
2. **Aprendiendo a dibujar confinados: un método, dos entornos.** *Learning to draw in confinement: one method, two environments*. Salgado de la Rosa, María Asunción; Raposo Grau, Javier Fco, Butragueño Díaz-Guerra, Belén.
3. **Aprendizaje basado en proyecto en la arquitectura a través de herramientas online.** *Project-based learning in architecture through online tools*. Oregi, Xabat; Rodriguez, Iñigo; Martín-Garín, Alexander.
4. **Técnicas de animación para la comprensión y narración de procesos de montaje constructivos.** *Animation techniques for understanding and storytelling of construction assembly processes*. Maciá-Torregrosa, María Eugenia.
5. **Desarrollo del Programa de Aprendizaje y Servicio en diversas asignaturas del grado de arquitectura.** *Development of the Learning and Service Program in various subjects of the degree of architecture*. Coll-Pla, Sergio; Costa-Jover, Agustí.
6. **Integración de estándares sostenibles en proyectos arquitectónicos.** *Integration of sustainable standards in architectural projects*. Oregi, Xabat.
7. **La Olla Común: una etnografía arquitectónica.** *The Common Pot: an architectural ethnography*. Abásolo-Llaría, José.
8. **Taller vertical, diseño de hábitat resiliente indígena: experiencia docente conectada.** *Vertical workshop, indigenous resilient habitat design: connected teaching experience*. Lobato-Valdespino, Juan Carlos; Flores-Romero, Jorge Humberto.
9. **Lecciones espaciales de las instalaciones artísticas.** *Learning from the space in art installations*. Zaparaín-Hernández, Fernando; Blanco-Martín, Javier.
10. **Alternativas para enseñar arquitectura: del proyecto introspectivo al campo expandido.** *Alternatives for Teaching Architecture: From the Introspective Project to the Expanded Field*. Juarranz Serrano, Angela; Rivera Linares, Javier.
11. **Una Herramienta de apoyo a la Docencia de las Matemáticas en los Estudios de Arquitectura.** *A Tool to support the Teaching of Mathematics for the Degree in Architecture*. Reyes-Iglesias, María Encarnación.
12. **Luvina, Juan Rulfo: materia de proyecto.** *Luvina, Juan Rulfo: matter of project*. Muñoz-Rodríguez, Rubén; Pastorelli-Paredes, Giuliano.

13. **No se trata de ver videos: métodos de aprendizaje de la geometría descriptiva.** *It's not about watching videos: descriptive geometry learning methods.* Álvarez Atarés, Fco. Javier.
14. **Integration of Art-Based Research in Design Curricula.** *Integración de investigación basada en el arte en programas de diseño.* Paez, Roger; Valtchanova, Manuela.
15. **¿Autómatas o autónomas? Juegos emocionales para el empoderamiento alineado y no alienado.** *Automata or autonomous? Emotional games for aligned and non-alienated empowerment.* Ruiz Plaza, Angela.
16. **Otras agendas para el estudiante.** *Another student agendas.* Minguito-García, Ana Patricia.
17. **Los Archivos de Arquitectura: una herramienta para la docencia con perspectiva de género.** *The Archives of Architecture: a tool for teaching with a gender perspective.* Ocerin-Ibáñez, Olatz; Rodríguez-Oyarbide, Itziar.
18. **Habitar 3.0: una estrategia para (re)pensar la arquitectura.** *Inhabiting 3.0: a strategy to (re)think architecture.* González-Ortiz, Juan Carlos.
19. **Actividades de aprendizaje para sesiones prácticas sobre la construcción en arquitectura.** *Learning activities for practical sessions about construction in architecture.* Pons-Valladares, Oriol.
20. **Getaria 2020: inspirar, pintar, iluminar.** *Getaria 2020: inspire, paint, enlight.* Mujika-Urteaga, Marte; Casado-Rezola, Amaia; Izkeaga-Zinkunegi, Jose Ramon.
21. **Aprendiendo a vivir con los otros a través del diseño: otras conversaciones y metodologías.** *Learning to live with others through design: other conversations and methodologies.* Barrientos-Díaz, Macarena; Nieto-Fernández, Enrique.
22. **Geogebra para la enseñanza de la Geometría Descriptiva: aplicación para la docencia online.** *Geogebra for the teaching of Descriptive Geometry: application for online education.* Quintilla Castán, Marta; Fernández-Morales, Angélica.
23. **La crítica bypass: un taller experimental virtual.** *The bypass critic: a virtual experimental workshop.* Barros-Di Giammarino, Fabián.
24. **Urbanismo táctico como herramienta docente para transitar hacia una ciudad cuidadora.** *Tactical urbanism as a teaching tool for moving towards a caring city.* Telleria-Andueza, Koldo; Otamendi-Irizar, Irati.
25. **Proyectos orales.** *Oral projects.* Cantero-Vinuesa, Antonio.
26. **Intercambios docentes online: una experiencia transdisciplinaria sobre creación espacial.** *Online teaching exchanges: a transdisciplinary experience on spatial creation.* Llamazares Blanco, Pablo.

27. **Nuevos retos docentes en geometría a través de la cestería. *New teaching challenges in geometry through basketry.*** Casado-Rezola, Amaia; Sanchez-Parandiet, Antonio; Leon-Cascante, Iñigo.
28. **Mecanismos de evaluación a distancia para asignaturas gráficas en Arquitectura. *Remote evaluation mechanisms for graphic subjects in architecture.*** Mestre-Martí, María; Muñoz-Mora, Maria José; Jiménez-Vicario, Pedro M.
29. **El proceso didáctico en arquitectura es un problema perverso: la respuesta, un algoritmo. *The architectural teaching process is a wicked problema: the answer, an algorithm.*** Santalla-Blanco, Luis Manuel.
30. **La experiencia de habitar de los estudiantes de nuevo ingreso: un recurso docente. *The experience of inhabiting in new students: a teaching resource.*** Vicente-Gilabert, Cristina; López Sánchez, Marina.
31. **Habitar la Post-Pandemia: una experiencia docente. *Inhabiting the Post-Pandemic: a teaching experience.*** Rivera-Linares, Javier; Ábalos-Ramos, Ana; Domingo-Calabuig, Débora; Lizondo-Sevilla, Laura.
32. **El arquitecto ciego: método Daumal para estudiar el paisaje sonoro en la arquitectura. *The blind architect: Daumal method to study the soundscape in architecture.*** Daumal-Domènech, Francesc.
33. **Reflexión guiada como preparación previa a la docencia de instalaciones en Arquitectura. *Guided reflection in preparation for the teaching of facilities in Architecture.*** Aguilar-Carrasco, María Teresa; López-Lovillo, Remedios María.
34. **PhD: Grasping Knowledge Through Design Speculation. *PhD: acceder al conocimiento a través de la especulación proyectual.*** Bajet, Pau.
35. **andamiARTE: la Arquitectura Efímera como herramienta pedagógica. *ScaffoldART: ephemeral Architecture as a pedagogical tool.*** Martínez-Domingo, Yolanda; Blanco-Martín, Javier.
36. **Como integrar la creación de una biblioteca de materiales en la docencia. *How to integrate the creation of a materials library into teaching.*** Azcona-Urbe, Leire.
37. **Acciones. *Actions.*** Gamarra-Sampén, Agustín; Perleche-Amaya, José Luis.
38. **Implementación de la Metodología BIM en el Grado en Fundamentos de Arquitectura. *Implementation of BIM Methodology in Bachelor's Degree in Architecture.*** Leon-Cascante, Iñigo; Uranga-Santamaria, Eneko Jokin; Rodríguez-Oyarbide, Itziar; Alberdi-Sarraoa, Aniceto.
39. **Cartografía de Controversias como recurso para analizar el espacio habitado. *Mapping Controversies as a resource for analysing the inhabited space.*** España-Naveira, Paloma; Morales-Soler, Eva; Blanco-López, Ángel.

40. **Percepciones sobre la creatividad en el Grado de Arquitectura. *Perceptions on creativity at the Architecture Degree.*** Bertol-Gros, Ana; López, David.
41. **El paisajismo en la redefinición del espacio público en el barrio de San Blas, Madrid. *The landscape architecture in the redefinition of public space in the neighbourhood of San Blas, Madrid.*** Del Pozo, Cristina; Jeschke, Anna Laura.
42. **De las formas a los flujos: aproximación a un proyecto urbano [eco]sistémico. *Drawing thought a screen: teaching architecture in a digital world.*** Crosas-Armengol, Carles; Perea-Solano, Jorge; Martí-Elias, Joan.
43. **Dibujar a través de una pantalla: la enseñanza de la arquitectura en un mundo digital. *Drawing thought a screen: teaching architecture in a digital world.*** Alonso-Rodríguez, Marta; Álvarez-Arce, Raquel.
44. **Land Arch: el arte de la tierra como Arquitectura, la Arquitectura como arte de la tierra. *Land Arch: Land Art as Architecture, Architecture as Land Art.*** Álvarez-Agea, Alberto; Pérez-de la Cruz, Elisa.
45. **Hyper-connected hybrid educational models for distributed learning through prototyping. *Modelo educacional híbrido hiperconectado para el aprendizaje mediante creación de prototipos.*** Chamorro, Eduardo; Chadha, Kunaljit.
46. **Ideograma. *Ideogram.*** Rodríguez-Andrés, Jairo; de los Ojos-Moral, Jesús; Fernández-Catalina, Manuel.
47. **Taller de las Ideas. *Ideas Workshop.*** De los Ojos-Moral, Jesús; Rodríguez-Andrés, Jairo; Fernández-Catalina, Manuel.
48. **Los proyectos colaborativos como estrategia docente. *Collaborative projects as a teaching strategy.*** Vodanovic-Undurruga, Drago; Fonseca-Alvarado, Maritza-Carolina; Noguera-Errazuriz, Cristóbal; Bustamante-Bustamante, Teresita-Paz.
49. **Paisajes Encontrados: docencia remota y pedagogías experimentales confinadas. *Found Landscapes: remote teaching and experimental confined pedagogies.*** Prado Díaz, Alberto.
50. **Urbanismo participativo: una herramienta docente para tiempos de incertidumbre. *Participatory urban planning: a teaching tool for uncertain times.*** Carrasco i Bonet, Marta; Fava, Nadia.
51. **El portafolio como estrategia para facilitar el aprendizaje significativo en Urbanismo. *Portfolio as a strategy for promoting meaningful learning in Urbanism.*** Márquez-Ballesteros, María José; Nebot-Gómez de Salazar, Nuria; Chamizo-Nieto, Francisco José.
52. **Participación activa del estudiante: gamificación y creatividad como estrategias docentes. *Active student participation: gamification and creativity as teaching strategies.*** Loren-Méndez, Mar; Pinzón-Ayala, Daniel; Alonso-Jiménez, Roberto F.

53. **Cuaderno de empatía: una buena práctica para conocer al usuario desde el inicio del proyecto. *Empathy workbook - a practice to better understand the user from the beginning of the project.*** Cabrero-Olmos, Raquel.
54. **Craft-based methods for robotic fabrication: a shift in Architectural Education. *Métodos artesanales en la fabricación robótica: una evolución en la experiencia docente.*** Mayor-Luque, Ricardo; Dubor, Alexandre; Marengo, Mathilde.
55. **Punto de encuentro interdisciplinar: el Museo Universitario de la Universidad de Navarra. *Interdisciplinary meeting point. The University Museum of the University of Navarra.*** Tabera Roldán, Andrés; Velasco Pérez, Álvaro; Alonso Pedrero, Fernando.
56. **Arquitectura e ingeniería: una visión paralela de la obra arquitectónica. *Architecture and engineering: a parallel vision of architectural work.*** García-Asenjo Llana, David.
57. **Imaginarios Estudiantiles de Barrio Universitario. *Student's University Neighborhood Imaginaries.*** Araneda-Gutiérrez, Claudio; Burdiles-Allende, Roberto; Morales-Rebolledo Dehany.
58. **El aprendizaje del hábitat colectivo a través del seguimiento del camino del refugiado. *Learning the collective habitat following the refugee path.*** Castellano-Pulido, F. Javier.
59. **El laboratorio de investigación como forma de enseñanza: un caso de aprendizaje recíproco. *The research lab as a form of teaching: a case of reciprocal learning.*** Fracalossi, Igor.

Geogebra para la enseñanza de la Geometría Descriptiva: aplicación para la docencia online

Geogebra for the teaching of Descriptive Geometry: application for online education

Quintilla Castán, Marta^a; Fernández-Morales, Angélica^b

^a Departamento de Arquitectura, Universidad de Zaragoza, España. mquintilla@unizar.es

^b Departamento de Arquitectura, Universidad de Zaragoza, España. af@unizar.es

Abstract

The purpose of this work is to show the implementation of a methodological proposal for the teaching of Descriptive Geometry, supported by the use of computer tools, such as Geogebra, which helps to enhance spatial intelligence in students who take the subject of Graphic Expression in the first architecture course. Due to the need to continue teaching in a non-face-to-face mode during this course, as a result of the measures adopted by the pandemic, it has been necessary to rethink the subject due to the special characteristics that its teaching entails, to adapt it to remote learning .

Keywords: *Geogebra, geometry, graphic expression, drawing, online education.*

Thematic areas: *graphic ideation, TIC tools, confined teaching.*

Resumen

El presente trabajo tiene como finalidad mostrar la implantación de una propuesta metodológica para la enseñanza de la Geometría Descriptiva, apoyada en el uso de herramientas informáticas, como Geogebra, que ayude a potenciar la inteligencia espacial en los alumnos que cursen la asignatura de Expresión Gráfica en el primer curso de Arquitectura. Con motivo de la necesidad de continuar la docencia en modalidad no presencial durante el presente curso, como consecuencia de las medidas adoptadas por la pandemia, ha sido necesario replantear la asignatura debido a las características especiales que conlleva su impartición, para adecuarla al aprendizaje en remoto.

Palabras clave: *Geogebra, geometría, expresión gráfica, dibujo, docencia online.*

Bloques temáticos: *ideación gráfica, herramientas TIC, docencia confinada.*

Introducción

El objeto de este texto es presentar y valorar la implantación de una propuesta metodológica para la enseñanza de la Geometría Descriptiva, realizada en el Grado en Estudios en arquitectura de la Universidad de Zaragoza en el curso 2020-21, que se apoya en el uso de la herramienta informática Geogebra. Se perseguía, con ella, potenciar la inteligencia espacial en los alumnos que cursen la asignatura de Expresión Gráfica 1, ubicada en el primer semestre de los estudios. La experiencia didáctica tiene su origen en la adaptación forzosa de la docencia al modo semipresencial, como consecuencia de las medidas adoptadas por la pandemia Covid-19, y la necesidad de previsión de contar con herramientas que permitieran, en caso necesario, realizar una prueba evaluación no presencial.

En primer lugar se introduce la disciplina de la Geometría Descriptiva, su docencia en los estudios de Arquitectura y el papel que juegan las herramientas digitales en ella. Para ello se ha explorado la literatura existente, sobre todo en el ámbito nacional, pero también internacional. A continuación, se presenta la herramienta GeoGebra y las posibilidades que ofrece para la enseñanza de la geometría. En un tercer punto se describe la metodología didáctica llevada a cabo en el contexto de la asignatura Expresión Gráfica Arquitectónica 1 de la Universidad de Zaragoza. Seguidamente se expone el análisis y la valoración de los resultados de dicha experiencia, para finalmente extraer unas conclusiones que puedan ser de utilidad para futuras experiencias didácticas.

1. Geometría Descriptiva

1.1. Antecedentes

La Geometría descriptiva forma parte de la enseñanza de la arquitectura desde hace más de dos siglos, y constituye un pilar fundamental de la formación básica del arquitecto. Su aplicación, tanto en la etapa formativa como en el ejercicio profesional, es directa, pues constituye la base de la elaboración de planos de arquitectura. No sin motivo Auguste Comte (1830) la consideró “una teoría general de las artes de la construcción”.

Como disciplina científica, tal y como la conocemos hoy en día, fue desarrollada por Gaspard Monge mientras enseñaba en la École du Génie de Mézières, e introducida en 1794 con esa denominación en la Escuela Central de Obras Públicas de París (hoy Escuela Politécnica) (Sakarovitch, 1997). En ningún momento Monge la presentó como una invención suya, sino más bien como la compilación y teorización del conjunto de métodos proyectivos utilizados tradicionalmente por canteros y carpinteros. (Sakarovitch, 2015).

La Geometría Descriptiva estudia la representación de objetos tridimensionales sobre superficies bidimensionales (Osers, 2006), lo que implica la puesta en práctica de una serie de procesos de pensamiento y resolución de problemas que abordan la percepción espacial y operaciones lógico-matemáticas entre otros (Calderón y Sandia, 2018).

Un elevado porcentaje de alumnos que comienzan a cursar la asignatura no han adquirido la capacidad para visualizar formas espaciales que no existen en la realidad y manipularlas mentalmente para poder ser finalmente representadas, una habilidad como la percepción espacial que es la más importante en la práctica de la Arquitectura (Mohler, 2001). Por este motivo, hay que abordar una serie de problemas asociados a las inquietudes y prejuicios que los alumnos tienen hacia la asignatura. La comprensión de la materia les resulta ardua, difícil de seguir y compleja, porque requiere de gran abstracción y de visión espacial. Poseen el

sentimiento de que no es útil para su futuro académico, ni en la práctica de la profesión, por lo que se sienten desmotivados y no se implican en su aprendizaje (Álvaro-Tordesillas et al., 2020).

La asignatura forma parte del conjunto de materias que conforman la formación básica en la rama de la Arquitectura y la Ingeniería. Desde sus inicios, el tratamiento de la asignatura se ha llevado a cabo mediante el método tradicional de exposición magistral y práctica individual mediante resolución de ejercicios en láminas de papel y como únicas herramientas los útiles de dibujo técnico (Calderón, 2019). Por lo general, se continúan utilizando como recurso principal los manuales tradicionales con representaciones bidimensionales que reproducen objetos tridimensionales, y como medio de exposición a los alumnos, el dibujo a mano alzada sobre una pizarra, situación que se debe en gran medida, a la dificultad de la materia.

La falta de correspondencia entre tales representaciones y el modo en que la estructura espacial se muestra en el campo visual, dificulta el entendimiento de la lectura tridimensional y la eficacia del aprendizaje, ya que las construcciones geométricas, por su estaticidad dificultan la percepción de las relaciones geométricas. En general, los alumnos se limitan a la memorización de ejercicios tipo y tienen problemas con los ejercicios que requieren mayor razonamiento lógico y visión espacial, ya que no se profundiza suficiente en la comprensión tridimensional del concepto antes de pasar a la resolución bidimensional.

1.2. Introducción de herramientas digitales en la docencia de la geometría descriptiva

En muchas Escuelas de Arquitectura a nivel nacional se está produciendo una transición a entornos digitales, que a menudo todavía coexisten con los tradicionales medios analógicos. Así lo podemos comprobar en los casos de Madrid, Barcelona o Valencia, en las asignaturas en las que se imparten los sistemas diédrico, axonométrico y cónico. En Madrid, la asignatura “Geometría y dibujo de arquitectura I” utiliza como medios gráficos una combinación del dibujo a lápiz a mano alzada y el CAD bidimensional, con apoyos en el entorno tridimensional (ETSAM, 2021). En Barcelona, la asignatura “Dibujo I” lo hace mediante CAD 2D y 3D (ETSAB, 2021). En el caso de Valencia, en la asignatura “Geometría Descriptiva” se utilizan tanto los medios manuales como los medios informáticos (Autocad y 3dStudio) (ETSA Valencia, 2021).

Las herramientas CAD mencionadas –en los casos no especificados, puede suponerse que se trata de los programas de uso más común, como Autocad o Rhinoceros–, si bien no son herramientas específicamente diseñadas para la enseñanza de la geometría descriptiva, ofrecen evidentes ventajas con respecto a los tradicionales lápiz y papel. Su mayor potencial es la posibilidad de explorar un espacio de tres dimensiones, superando los límites del sistema de doble proyección, pero ofrece también la posibilidad, por ejemplo, de automatizar la creación de ejercicios mediante programación (Moreno Cazorla, 2017). Hoy en día, entre las tecnologías digitales para la enseñanza de la geometría descriptiva no se encuentra solo el CAD, deben mencionarse otras más avanzadas como el AAD (Algorithm Aided Design), la realidad aumentada (Calderón Uribe 2015), o los programas Geometría Dinámica que aquí se abordan.

En general, se ha comprobado que las herramientas digitales contribuyen positivamente a la enseñanza de la Geometría Descriptiva en los estudios de Arquitectura o Arquitectura Técnica, incrementando la motivación de los estudiantes (Álvaro-Tordesillas et al., 2020), reduciendo el absentismo en clase (Pita et al., 2019), mejorando la comprensión y el análisis de figuras tridimensionales complejas (Di Paola et al., 2013), o relacionando mejor los modelos geométricos con la arquitectura construida (Falcón, 2015). Debe destacarse también el papel que las herramientas digitales pueden jugar a favor de la transdisciplinariedad, aproximando diferentes asignaturas y materias en una titulación. En particular, en los primeros cursos de los estudios de arquitectura, pueden favorecer la interconexión entre las asignaturas de Matemáticas y

Expresión Gráfica Arquitectónica. Si bien existen algunas interesantes experiencias de transversalidad en esta línea (Ros Campos et al. 2019), en general las distintas materias se imparten de forma independiente, con poca o nula colaboración entre los profesores, sin tener en cuenta los contenidos comunes que puedan existir.

2. Materiales: Geogebra

Con el desarrollo de las tecnologías de la información y comunicación (TIC), han surgido programas que se adaptan a las necesidades de la enseñanza de la Geometría Descriptiva. Se trata de programas de Geometría Dinámica, que permiten dibujar figuras en función de sus relaciones geométricas y permiten al usuario interactuar con los modelos geométricos (mover, girar, modificar), otorgando gran versatilidad al poder visualizar los modelos de manera algebraica y de forma gráfica en 2D y 3D. Este tipo de herramientas permiten al docente introducir en la explicación teórica, material interactivo del contenido geométrico, que facilitan la comprensión al estudiante del enunciado y su visión en el espacio. Entre los programas de Geometría Dinámica más conocidos se encuentran Cabri, Geometer's Sketchpad, Cinderella, y el propio Geogebra aquí presentado.

Son muchas las publicaciones sobre experiencias docentes basadas en el uso de la Geometría Dinámica y, en particular, Geogebra. Esta herramienta se ha implementado exitosamente tanto en educación primaria y secundaria (Sordo 2005, Gutiérrez 2006, Iranzo y Fortuny 2009, entre otros), como en estudios superiores de magisterio y educación (Ruiz López 2012) como en estudios superiores de matemáticas (Alonso-González et al. 2019). En el ámbito de las enseñanzas de Arquitectura e Ingeniería, se ha utilizado tanto para la exposición de lecciones magistrales, mediante la creación de materiales para el profesorado y material de estudio (Barrena Algara et al. 2010, Berenguer Maldonado et al. 2011, Peinado y López 2014, Calderón y Sandía 2018), como para el uso por parte de los estudiantes a un nivel práctico (Rabasa 2014, Calderón 2019, Di Paola et al. 2013).

En el caso que aquí nos ocupa de la Universidad de Zaragoza, aprovechando la situación de pandemia y las nuevas necesidades y requerimientos de la docencia online, se ha decidido renovar la metodología de la asignatura para incorporar los programas de geometría dinámica. Tras investigar entre los programas disponibles con similar orientación, la herramienta seleccionada para llevar a cabo la docencia ha sido Geogebra.

La elección ha tomado en consideración las características de usabilidad que debe tener un programa informático destinado a la docencia del dibujo técnico, tal como describe Alonso et al. (2005):

- Programas sencillos con herramientas y entornos de trabajo simples.
- Existencia de diferentes niveles de usuario conforme el alumno va adquiriendo destrezas en el conocimiento del dibujo.
- Programas multiplataforma.
- Programas con licencia abierta y bajo coste, ya que es un entorno educacional.
- El anterior punto implica que sean programables, personalizables y ampliables.
- Bien documentados, con la existencia de manuales, ejemplos y ejercicios prácticos.

Geogebra (Hohenwarter, 2002) es un programa de software libre y de código abierto multiplataforma con numerosas características, enfocada a la geometría y las matemáticas. Por su facilidad de uso y rapidez de aprendizaje se ha considerado la herramienta adecuada para solucionar la docencia online durante este curso para la modalidad no presencial, tanto para las

clases magistrales como para las prácticas. Durante la exposición teórica permite al profesor explicar al mismo tiempo el contenido, así como dibujar a modo de pizarra en 2D - 3D simultáneamente (figura 1). De este modo, el alumno puede ver la realidad espacial y su representación en dos dimensiones, facilitando su comprensión. El programa permite modificar los atributos de cada componente, por color, grosor o tipos de línea, así como la posibilidad de realizar construcciones paramétricas, que establecen relaciones de ligadura entre componentes, y así variar instantáneamente la solución al modificar uno de los parámetros. Además, una característica importante de cara al aprendizaje de los alumnos, es la capacidad de mostrar los distintos pasos de la construcción en una animación secuencial (figura 2 y 3), ofreciendo la posibilidad de repetir o deshacer los desarrollos (Di Paola et al., 2013).

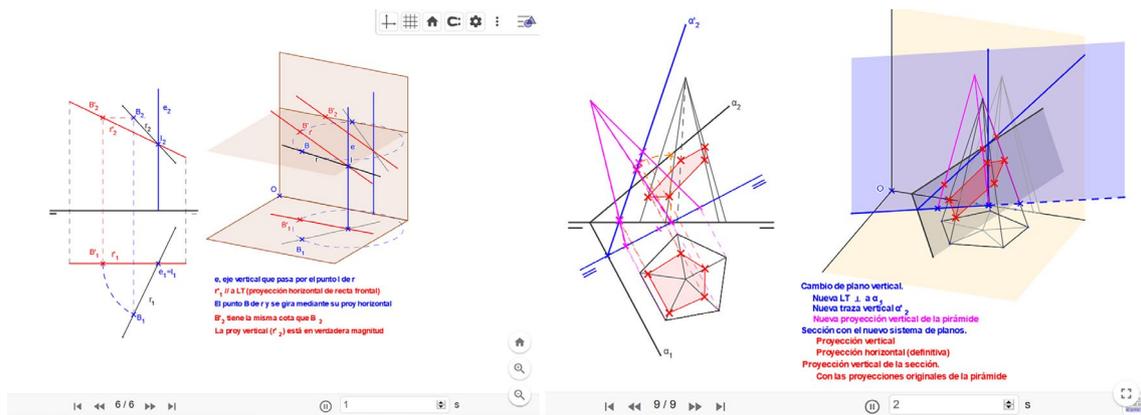


Fig. 1 Visión del ejercicio en 2D-3D simultáneamente. Fuente: Recursos libres obtenidos de Geogebra

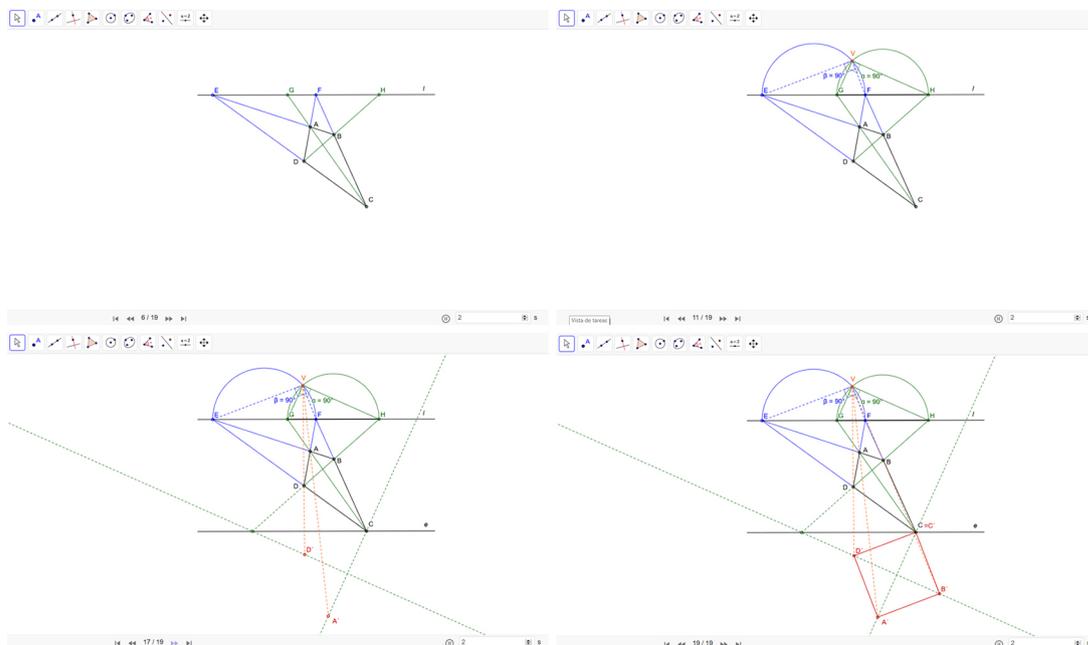


Fig. 2 Construcción por pasos para que la figura homológica del cuadrilátero sea un cuadrado. Fuente: elaboración propia

El programa permite acceder a miles de recursos, ejercicios, actividades, y lecciones disponibles de modo gratuito, realizados por otros docentes o alumnos, y es posible descargarlos para poder ser modificados y reutilizados. Igualmente, la función examen permite a profesores realizar exámenes online restringiendo el acceso a internet, a la plataforma de recursos de GeoGebra, a los archivos guardados en el dispositivo y otro software que no pueda utilizarse durante la prueba, además, se emite una alerta visual fácilmente detectable cuando se abandona el Modo Examen sin autorización.

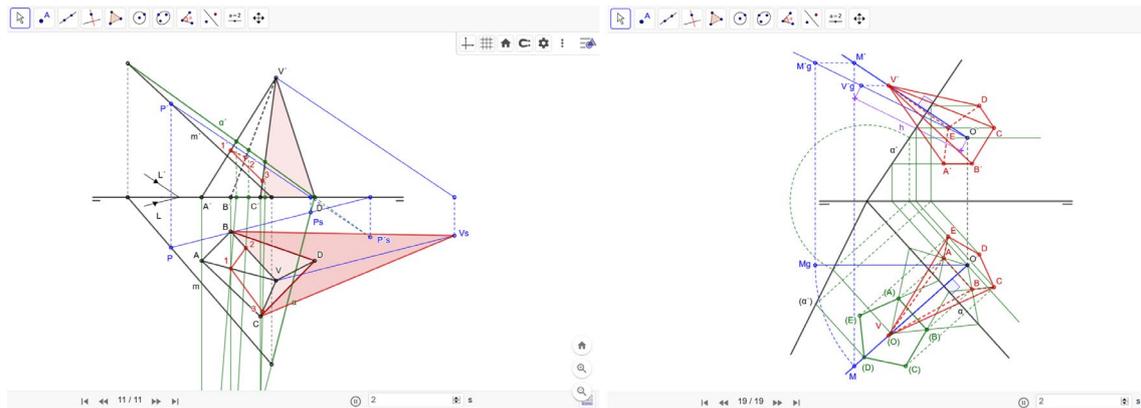


Fig. 3 Sombra propia y arrojada de una pirámide y construcción de pirámide regular apoyada en un plano oblicuo.
Fuente: elaboración propia

Para la elección también se ha tenido en cuenta una experiencia docente previa llevada a cabo en el área en el curso 2015-16, que formaba parte de un Proyecto de innovación docente conjunto con la asignatura de Expresión Gráfica y Diseño asistido por ordenador, del Grado de Ingeniería de Diseño y Fabricación, denominado “Aplicación de Geogebra a la enseñanza de la Geometría Plana y Geometría Descriptiva. Integración con Moodle” (Peinado y López, 2014). El objetivo del Proyecto consistió en implementar una herramienta informática para complementar los contenidos impartidos en las clases presenciales de teoría y problemas, así como crear una biblioteca de recursos accesible a los alumnos a través de la plataforma Moodle para su consulta y estudio. El proyecto no continuó en los años posteriores en el Grado de Arquitectura, pero ha supuesto la base para considerar que la experiencia ya adquirida facilitaba la implementación de la herramienta en la actual situación de pandemia.

3. Metodología didáctica

La asignatura Expresión Gráfica Arquitectónica 1 está ubicada en el contexto del primer curso del Grado de estudios en Arquitectura; es una asignatura básica, donde se adquieren conocimientos generales comparables total o parcialmente con otras titulaciones de la rama técnica (Ingenierías). El objeto disciplinar de la asignatura, la Geometría Descriptiva, se relaciona a su vez con otras asignaturas de la titulación: Matemáticas, EGA 3, EGA 2, EGA 4. Contribuye al desarrollo de la estructuración mental para la visión espacial y, a través de los sistemas de representación, constituye la base de la representación gráfica arquitectónica.

Las clases teóricas se imparten divididas en sesiones teóricas y de problemas en las que el profesor, con la ayuda de medios técnicos e informáticos, expone el sistema diédrico, acotado

de representación y geometría proyectiva, explicando el conocimiento teórico del sistema, enseñando la utilización de las herramientas para resolver casos prácticos, como el cambio de plano, el giro o el abatimiento y también se resuelven casos prácticos generales. Esta sesión teórica se complementa con las clases prácticas de ejercicios propuestos, donde se realizan una serie de ejercicios en tiempo y realización controlada por los profesores de la asignatura y son ejercicios que permiten la correcta resolución de los ejercicios propuestos en las clases prácticas. Los resultados de las prácticas deben entregarse al final de la sesión correspondiente. Además, semanalmente se proponen ejercicios para realizar en casa, que deben ser entregados en la sesión práctica siguiente.

3.1. Descripción de la metodología didáctica adaptada a la semi-presencialidad

Con motivo de la necesidad de continuar la docencia en modalidad no presencial durante el curso 2020-21, como consecuencia de las medidas adoptadas por la pandemia, fue necesario replantear la asignatura debido a las características especiales que conlleva su impartición, para adecuarla al aprendizaje en remoto, conforme a las directrices que se aprobaron por parte del Rectorado de la Universidad de Zaragoza para afrontar el desarrollo de la docencia en la situación de nueva normalidad. Las nuevas directrices estipularon la obligatoriedad de impartir la docencia en modalidad online para las clases teóricas y de problemas mediante videoconferencia, así como las tutorías, sin embargo, permitió la asistencia presencial en pequeños grupos a las sesiones de prácticas. Como resultado de ello, se adaptó la metodología docente a la semi-presencialidad mediante el método “Blended Learning” (B-Learning), que combina enseñanza presencial con no presencial y online interactiva.

A continuación, se describen los cambios introducidos en los distintos aspectos que componen la metodología y materiales docentes de la asignatura de Geometría Descriptiva:

- Generación de nuevos materiales: Se ha modificado todo el material didáctico adaptándolo al uso de la herramienta, redibujando todos los recursos con Geogebra. El programa permite visualizar cada ejercicio paso a paso al ritmo necesario, de este modo se puede utilizar durante la explicación del profesor y el estudio posterior del alumno. El material didáctico en formato pdf, se compone de texto explicativo y un enlace al recurso gráfico previamente generado por el profesor, con el que se puede interactuar y seguir el protocolo de construcción del ejercicio al ritmo adecuado a cada alumno.
- Creación de materiales específicos para el conocimiento de la herramienta: Impartición de clase teórica online, específica de Geogebra, con la finalidad de dar a conocer su funcionamiento y características particulares. Así como se suministró materiales adicionales para complementar los recursos, mediante recursos creados por Geogebra, como tutoriales o cursos de autoaprendizaje, todos ellos disponibles a través del Moodle de la asignatura.
- Impartición de sesiones teóricas y de problemas online: Semanalmente las sesiones teóricas y de problemas se realizaron mediante videoconferencia a través de Google Meet. Los alumnos tuvieron a su disposición previamente a través de Moodle el material docente con el que el profesor impartía las clases y podían interactuar con los recursos gráficos al igual que el profesor.
- Tutorías: Siempre en formato online.
- Prácticas semanales: Se mantuvo el formato de las prácticas presenciales, realizadas a mano y con la obligatoriedad de ser entregadas al finalizar la sesión, pero se modificó el formato de entrega de los ejercicios semanales a realizar en casa. Se exigió llevar a cabo las prácticas con Geogebra, de este modo al introducir la herramienta en las prácticas

semanales desde el inicio del curso, los alumnos tienen los conocimientos y herramientas necesarios para continuar siguiendo la asignatura desde sus hogares, sin ser necesario el cambio de la metodología docente de la asignatura, ya que esta es útil tanto en modo presencial como online. Además, ha propiciado mantener la entrega de las prácticas semanales al poder ser realizadas con Geogebra y ser entregadas a través del apartado de Tareas de Moodle.

- Evaluación: Se conservó la presencialidad para la realización de los exámenes, tanto parciales como finales. Pero en caso de tener que pasar a la evaluación online, el Modo Examen de Geogebra permitía la posibilidad de ser utilizado para la realización de la Evaluación final de la asignatura y los alumnos ya conocían la herramienta para poder realizar los ejercicios a través de la aplicación.

4. Resultados

Se han valorado de forma objetiva los cambios implantados en la metodología docente de la asignatura, para adecuarse a la semi-presencialidad impuesta por las medidas sanitarias. Los resultados del curso se han medido en función de dos parámetros, las encuestas de satisfacción realizadas por los propios alumnos al final de la asignatura y el análisis de los datos del rendimiento académico de los últimos cinco años.

4.1. Las encuestas de satisfacción

La Universidad de Zaragoza, desde el Área de Calidad y Mejora, realiza anualmente encuestas de satisfacción a los alumnos al finalizar la docencia de cada asignatura. Dentro del bloque de preguntas referentes a la organización de las enseñanzas, en lo referente a la utilización de recurso didácticos, se valora positivamente por un 73% de los alumnos. Sin embargo, en el apartado de respuestas abiertas, algún alumno valora negativamente la utilización de la herramienta para realizar las prácticas semanales, ya que considera que se pierde más tiempo al tener que dejar el ejercicio visible y entendible, es decir tener que modificar los atributos de las líneas, como color, grosor o tipo de línea.

4.2. El rendimiento académico

El análisis de los datos académicos de los últimos cinco años, nos indica que el rendimiento de los alumnos en el último curso 2020-21 está ligeramente por encima de la media. Los alumnos presentados a la evaluación de la asignatura en primera convocatoria han incrementado respecto a los dos anteriores cursos y el porcentaje de alumnos aprobados también ha subido (figura 4).

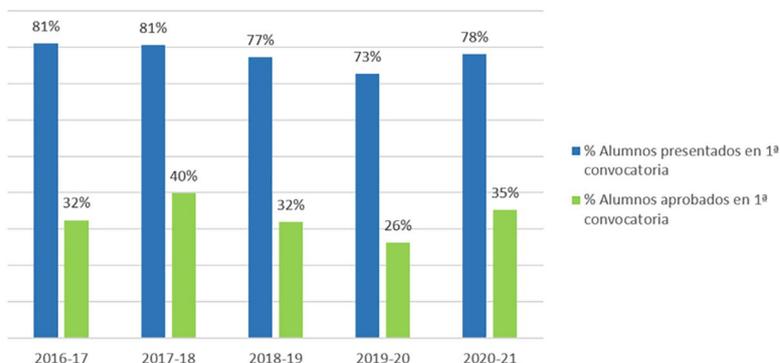


Fig. 4 % de alumnos presentados, respecto al % de alumnos aprobados en 1ª convocatoria durante los últimos 5 años

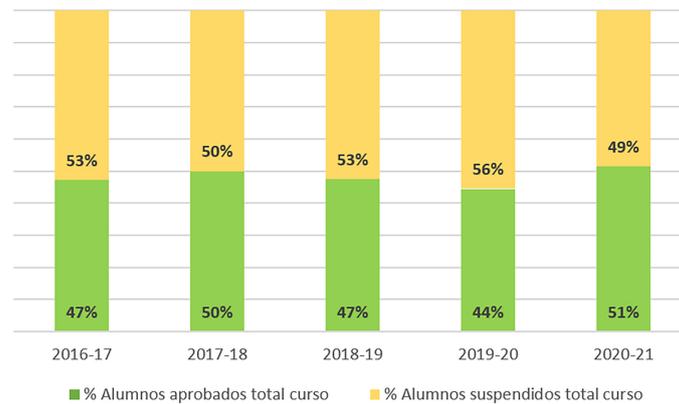


Fig. 5 Relación de porcentaje de superación de la asignatura en los últimos cinco años.

Considerando el porcentaje de superación de la asignatura tras la suma de las dos convocatorias del curso, los datos son positivos, estando por encima de la media en 3,2 puntos, e incrementando un 7% respecto al curso anterior (figura 5).

5. Conclusiones

Las necesidades de adaptación de la docencia de la asignatura de Geometría Descriptiva a la modalidad semi-presencial, obligaron a replantear la metodología utilizada hasta el momento. Se tomó como una oportunidad para renovar el proceso de enseñanza y favorecer el aprendizaje individual del estudiante gracias a la introducción del software Geogebra.

Tras analizar los resultados obtenidos en las evaluaciones y las encuestas de satisfacción, así como las apreciaciones directas de los alumnos en las prácticas presenciales, se valora positivamente la incorporación del software Geogebra como parte de los materiales teóricos con los que se imparte la docencia, ya que facilita la comprensión, la interacción con los recursos y el aprendizaje autónomo al disponer de explicaciones gráficas por pasos y diferenciando construcciones con colores y grosores. Ha servido para actualizar los materiales docentes, que ahora son interactivos y se mantendrán para los próximos cursos.

Una de las razones principales para la elección de Geogebra, es la disponibilidad de Modo Examen, que permite la posibilidad de ser utilizado para la evaluación final de la asignatura en caso de tener que pasar a la evaluación no presencial. Finalmente, no fue necesario para el global de los estudiantes, pero hubo que adaptar la evaluación a varios estudiantes que debían guardar cuarentena. No se utilizó el modo examen, ya que no hubo oportunidad de hacer pruebas previamente, pero se resolvió mediante entregas de ejercicios realizados con Geogebra a través de Tareas de Moodle, limitando el tiempo y controlando la evaluación a través de videoconferencia.

Sin embargo, no se contempla mantener la herramienta para la realización de las prácticas semanales en el siguiente curso académico. Los alumnos no se sienten cómodos utilizándola, alegando que se emplea más tiempo en la realización de las prácticas, y especialmente los alumnos que ya conocen Autocad, se resisten a tener que aprender otro software específico que consideran que no van a necesitar en su futuro profesional.

La valoración general del uso de Geogebra para impartir la asignatura de Geometría Descriptiva en modalidad semi-presencial en el curso académico 2020-21 a causa de la pandemia, se considera positiva. No se ha tenido que modificar el temario ni la guía docente, ha servido para poder mantener la docencia y las evaluaciones en cualquiera de las modalidades, así como ha permitido adaptarse a las circunstancias que podían surgir a lo largo del cuatrimestre.

6. Bibliografía

ALONSO RODRÍGUEZ, J.A.; TRONCOSO SARACHO, J.C.; PÉREZ COTA, M.; y MOREIRA VICTOR, J. (2005). "Geometricidad: Entorno asistido para el proceso enseñanza/aprendizaje en Expresión Gráfica" en *VII Simposio Internacional de Informática Educativa - SIIEE05*. Leiria, Portugal. 63-67.

ALONSO-GONZÁLEZ, C.; CAMPOY GARCÍA, R.; NAVARRO PÉREZ, M.Á.; y RODRÍGUEZ ÁLVAREZ, M. (2019). "Experimentando con GeoGebra y las curvas cónicas en la asignatura Geometría Lineal", en *Investigación e innovación en la Enseñanza Superior. Nuevos contextos, nuevas ideas*. Barcelona: Octaedro.

ÁLVARO-TORDESILLAS, A.; ALONSO-RODRÍGUEZ, M.; POZA-CASADO, I., y GALVÁN-DESVAUX, N. (2020). "Experiencia de gamificación en la asignatura de geometría descriptiva para la arquitectura" en *Educación XX1*, vol. 23, issue 1, p. 373-408.

BARRENA ALGARA, E.; FALCÓN GANFORNINA, R.M.; RAMÍREZ CAMPOS, R.; y RÍOS COLLANTES DE TERÁN, R. (2010), "Elaboración de una presentación interactiva de diapositivas con GeoGebra". *Actas del XIII CEAM*. S.A.E.M. THALES.

BERENGUER MALDONADO, M.I.; DELGADO OLMOS, A.H.; FORTES ESCALONA, M.A.; MÁRQUEZ GARCÍA, M. L.; PASADAS FERNÁNDEZ, M.; y RODRÍGUEZ GONZÁLEZ, M.L. (2011). "Uso de Geogebra como complemento en la enseñanza de matemáticas en el Grado de Arquitectura", en *IX Jornades de xarxes d'investigació en docència universitària*, Alicante: Universidad de Alicante, p. 632.

CALDERÓN, J. y SANDIA, B. (2018). "Aprendiendo Geometría Descriptiva con el apoyo de Geogebra" en *Revista Aprendizaje Digital*, vol. 3, issue 2, p. 8-18.

CALDERÓN, J. (2019). "Representación de la recta en el Sistema de Monge con el apoyo de Geogebra: una experiencia didáctica" en *Revista do Instituto Geogebra Internacional de Sao Paulo*, vol. 8, issue 2, p. 102-118.

CALDERÓN URIBE, F. (2015). "Realidad aumentada aplicada a la enseñanza de la geometría descriptiva", en *AUS* 18, p. 18-22 / DOI:10.4206/aus.2015.n18-04

COMTE, A. (1830). *Cours de philosophie positive*. Paris, 2ª lección.

DI PAOLA, F.; PEDONE, P.; y PIZZURRO, M.R. (2013). "Digital and interactive Learning and Teaching methods in descriptive Geometry" en *Procedia - Social and Behavioral Sciences*, vol. 106, p. 873-885.

ETSA Valencia (2021). *Guía docente de la asignatura 'Geometría Descriptiva'* <https://www.upv.es/titulaciones/GFA/menu_1013973c.html>

ETSAB (2021). *Guía docente de la asignatura 'Dibuix I'*. <<https://etsab1.upc.edu/web/estudios/guiadocenteSOA/asignatura.jsp?i=1&p=1112&c=210101&o=3>>

ETSAM (2021). *Guía docente de la asignatura 'Geometría y dibujo de arquitectura'*. <<https://etsam.aq.upm.es/v2/es/estudios/grado/grado-en-fundamentos-de-la-arquitectura/informacion/guias>>

FALCÓN, R.M. (2015). "Modelización matemática de sistemas CAD en Ingeniería de Edificación", en *Modelling in Science Education and Learning*: 8(2), DOI: 10.4995/mse.2015.3258.

GUTIERREZ RODRÍGUEZ, A. (2006). "La investigación sobre enseñanza y aprendizaje de la geometría", en *Geometría para el siglo XXI*. Badajoz: Federación Española de Profesores de Matemáticas y Sociedad Andaluza de Educación Matemática Thales.

HOHENWARTER, M. (2002). *Geogebra-Ein Software system für dynamische Geometrie und Algebra der Ebene*. Master Thesis. University of Salzburg

IRANZO N. y FORTUNY J.M. (2009). "La influencia conjunta del uso de geogebra y lápiz y papel en la adquisición de competencia del alumnado" en *Enseñanza de las ciencias: revista de investigación y experiencias didácticas*, vol. 27, n. 3, p. 433-445.

MOHLER, J. (2001). "Using interactive multimedia technologies to improve student understanding of spatially-dependent engineering concepts" en *GraphiCon*, p. 292-300.

OSERS, H. (2006). *Estudio de Geometría Descriptiva*. Caracas: Editorial Torino.

PEINADO CHECA, Z. y LÓPEZ CARDIEL, E. (2014). "A new method of teaching and learning the descriptive geometry" en Von Feigenblatt, O. *Journal of Alternative Perspectives in the Social Sciences. Collection: "The innovation in education series"*. Florida: JAPSS Press. p. 235-248.

PITA ANDREU, J.; LÓPEZ- ZALDÍVAR, O.; BALCÁZAR FERNÁNDEZ, A.; y LOZANO-DIEZ, R.V. (2019) "Implementación de herramientas digitales en la enseñanza de Geometría Descriptiva: Impacto en el rendimiento académico". En *Advances in Building Education*, Vol. 3. nº 3, p. 33-50.

RABASA DÍAZ, R. (2014) Memoria del proyecto "Recursos de geometría dinámica en la docencia de geometría y dibujo de arquitectura" Proyecto de Innovación educativa UPM, cursos 2012-2014. <https://innovacioneducativa.upm.es/documentos/memorias_2012/928.pdf>

ROS CAMPOS, A. et al. (2017) "Del cuadrado al cubo: metodología para la comprensión de la Arquitectura", en *V Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura (JIDA'17)*. Barcelona: UPC.

RUIZ LÓPEZ, N. (2012). *Análisis del desarrollo de competencias geométricas y didácticas mediante el software de geometría dinámica Geogebra en la formación inicial del profesorado de primaria*. Tesis doctoral. Universidad Autónoma de Madrid.

SAKAROVITCH, J. (1997). *Epures d'architecture. De la coupe des pierres a la géométrie descriptive XVI-XIX siècles*. Basilea: Birkhäuser.

SAKAROVITCH, J. (2015). "La géométrie descriptive et l'œuvre de Gaspard Monge", en *Géométrie pratique: Géomètres, ingénieurs et architectes. XVIe-XVIIIe siècle*. Besançon: Presses universitaires de Franche-Comté.

SORDO JUANENA, J.M. (2005). *Estudio de una estrategia didáctica basada en las nuevas tecnologías para la enseñanza de la geometría*. Tesis doctoral. Universidad Complutense de Madrid.