

JIDA'23

XI JORNADAS
SOBRE INNOVACIÓN DOCENTE
EN ARQUITECTURA

WORKSHOP ON EDUCATIONAL INNOVATION
IN ARCHITECTURE JIDA'23

JORNADES SOBRE INNOVACIÓ
DOCENT EN ARQUITECTURA JIDA'23

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE GRANADA
16 Y 17 DE NOVIEMBRE DE 2023



UNIVERSITAT POLITÈCNICA
DE CATALUNYA
BARCELONATECH

Organiza e impulsa **Universitat Politècnica de Catalunya · BarcelonaTech (UPC)**

Editores

Berta Bardí-Milà, Daniel García-Escudero

Revisión de textos

Alba Arboix Alió, Joan Moreno Sanz, Judit Taberna Torres

Edita

Iniciativa Digital Politècnica Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC

ISBN 978-84-10008-10-62 (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'23

Dirección y edición

Berta Bardí-Milà (UPC)

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

Daniel García-Escudero (UPC)

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

Organización

Joan Moreno Sanz (UPC)

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

Judit Taberna Torres (UPC)

Arquitecta, Departamento de Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

Rafael García Quesada (UGR)

Dr. Arquitecto, Departamento de Construcciones Arquitectónicas, ETSAGr-UGR

José María de la Hera Martín (UGR)

Administrador, ETSAGr-UGR

Coordinación

Alba Arboix Alió (UB)

Dra. Arquitecta, Departamento de Artes Visuales y Diseño, UB

Comité Científico JIDA'23

Francisco Javier Abarca Álvarez

Dr. Arquitecto, Urbanismo y ordenación del territorio, ETSAGr-UGR

Luisa Alarcón González

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Lara Alcaina Pozo

Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, EAR-URV

Atxu Amann Alcocer

Dra. Arquitecta, Ideación Gráfica Arquitectónica, ETSAM-UPM

Irma Arribas Pérez

Dra. Arquitecta, ETSALS

Raimundo Bambó Naya

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

María del Mar Barbero Barrera

Dra. Arquitecta, Construcción y Tecnología Arquitectónicas, ETSAM-UPM

Enrique Manuel Blanco Lorenzo

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

Francisco Javier Castellano-Pulido

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, eAM'-UMA

Raúl Castellanos Gómez

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

Nuria Castilla Cabanes

Dra. Arquitecta, Construcciones arquitectónicas, ETSA-UPV

David Caralt

Arquitecto, Universidad San Sebastián, Chile

Rodrigo Carbajal Ballell

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Rafael Córdoba Hernández

Dr. Arquitecto, Urbanismo y ordenación del territorio, ETSAM-UPM

Còssima Cornadó Bardón

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

Rafael de Lacour Jiménez

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSAGr-UGR

Eduardo Delgado Orusco

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, EINA-UNIZAR

Carmen Díez Medina

Dra. Arquitecta, Composición, EINA-UNIZAR

Débora Domingo Calabuig

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

Arturo Frediani Sarfati

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-URV

Pedro García Martínez

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

Eva Gil Lopesino

Dr. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSAM-UPM

Ana Eugenia Jara Venegas

Arquitecta, Universidad San Sebastián, Chile

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

Emma López Bahut

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

Alfredo Llorente Álvarez

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

Carlos Marmolejo Duarte

Dr. Arquitecto, Gestión y Valoración Urbana, ETSAB-UPC

Maria Dolors Martínez Santafe

Dra. Física, Departamento de Física, ETSAB-UPC

Javier Monclús Fraga

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

Leandro Morillas Romero

Dr. Arquitecto, Mecánica de Estructuras e Ingeniería Hidráulica, ETSAGr-UGR

David Navarro Moreno

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

Olatz Ocerin Ibáñez

Arquitecta, Dra. Filosofía, Construcciones Arquitectónicas, ETSA EHU-UPV

Ana Belén Onecha Pérez

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

Roger Paez

Dr. Arquitecto, Elisava Facultat de Disseny i Enginyeria, UVic-UCC

Andrea Parga Vázquez

Dra. Arquitecta, Expresión gráfica, Departamento de Ciencia e Ingeniería Náutica, FNB-UPC

Amadeo Ramos Carranza

Dr. Arquitecto, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Jorge Ramos Jular

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

Ernest Redondo

Dr. Arquitecto, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

Gonzalo Ríos-Vizcarra

Dr. Arquitecto, Universidad Católica de Santa María, Arequipa, Perú

Silvana Rodrigues de Oliveira

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Concepción Rodríguez Moreno

Dra. Arquitecta, Expresión Gráfica Arquitectónica y en la Ingeniería, ETSAGr-UGR

Jaume Roset Calzada

Dr. Físico, Física Aplicada, ETSAB-UPC

Anna Royo Bareng

Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, EAR-URV

Emilia Román López

Dra. Arquitecta, Urbanística y Ordenación del Territorio, ETSAM-UPM

Borja Ruiz-Apilánez

Dr. Arquitecto, Urbanismo y ordenación del territorio, EAT-UCLM

Patricia Sabín Díaz

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

Luis Santos y Ganges

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

Carla Sentieri Omarrementeria

Dra. Arquitecta, Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

Josep Maria Solé Gras

Arquitecto, Urbanismo y Ordenación del Territorio, EAR-URV

Koldo Telleria Andueza

Arquitecto, Urbanismo y Ordenación del Territorio, ETSA EHU-UPV

Josep Maria Toldrà Domingo

Dr. Arquitecto, Representación Arquitectónica, EAR-URV

Ramon Torres Herrera

Dr. Físico, Departamento de Física, ETSAB-UPC

Francesc Valls Dalmau

Dr. Arquitecto, Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

José Vela Castillo

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

Eduardo Zurita Povedano

Dr. Arquitecto, Construcciones Arquitectónicas, ETSAGr-UGR

ÍNDICE

1. **El proceso gráfico como acto narrativo. *The graphic process as a narrative act.*** Grávalos-Lacambra, Ignacio.
2. **El Proyecto de Ejecución Estructural como parte del Proyecto Final de Máster. *Structural execution project as part of the Master's thesis.*** Guardiola-Víllora, Arianna; Mejía-Vallejo, Clara.
3. **La casa de los animales: seminario de composición arquitectónica. *The House of Animals: seminar on architectural composition.*** Gómez-García, Alejandro.
4. **Aula invertida, gamificación y multimedia en Construcción con el uso de redes sociales. *Flipped classroom, gamification and multimedia in Construction by using social networks.*** Serrano-Jiménez, Antonio; Esquivias, Paula M.; Fuentes-García, Raquel; Valverde-Palacios, Ignacio.
5. **Profesional en lo académico, académico en lo profesional: el concurso como taller. *Professionally academic, academically professional: competition as a workshop.*** Álvarez-Agea, Alberto.
6. **Adecuación de un A(t)BP al ejercicio profesional de la arquitectura. *Adaptation of a PB(t)L to the professional practice of architecture.*** Bertol-Gros, Ana; Álvarez-Atarés, Francisco Javier; Gómez Navarro, Belén.
7. **Visualización & Representación: Diseño Gráfico y Producción Industrial. *Visualization & Representation: Graphic Design and Industrial Production.*** Estepa Rubio, Antonio.
8. **Más allá del estado estable: diseño discursivo como práctica reflexiva asistida por IA. *Beyond the Steady State: Discursive Design as Reflective Practice Assisted by AI.*** Lobato-Valdespino, Juan Carlos; Flores Romero, Jorge Humberto.
9. **Geometría y memoria: las fuentes monumento de Aldo Rossi. *Geometry and memory: monument fountains by Aldo Rossi.*** Vílchez-Lara, María del Carmen.
10. **La experiencia de un taller "learning by building" en el diseño de un balcón de madera. *The experience of a "learning by building" workshop in the design of a wooden balcony.*** Serrano-Lanzarote, Begoña; Romero-Clausell, Joan; Rubio-Garrido, Alberto; Villanova-Civera, Isaac.
11. **Diseño de escenarios de aprendizaje universitarios para aprender haciendo. *University learning scenarios design for learning-by-doing.*** Prado-Acebo, Cristina.

12. **Cartografiando el acoso sexual: dos TFG sobre mujeres y espacio público en India. *Mapping Sexual Harassment: Two Undergraduate Theses on Women and Public Space in India.*** Cano-Ciborro, Víctor.
13. **Comparar, dialogar, proyectar. *Comparing, discussing, designing.*** Mària-Serrano, Magda; Musquera-Felip, Sílvia.
14. **Talleres preuniversitarios: itinerarios, bitácoras y mapas con niñxs. *Pre-university workshops: Itineraries, Sketchbooks, Maps with Kids.*** De Jorge-Huertas, Virginia; Ajuriaguerra-Escudero, Miguel Ángel.
15. **Dibujar y cartografiar: un marco teórico para arquitectura y paisajismo. *Drawing and mapping: a theoretical framework for architecture and landscape.*** De Jorge-Huertas, Virginia; Rodríguez-Aguilera, Ana Isabel.
16. **La especialización en el modelo formativo de las Escuelas de Arquitectura en España. *Specialization in the formative model of the Schools of Architecture in Spain.*** López-Sánchez, Marina; Vicente-Gilabert, Cristina.
17. **Regeneración paisajística de la Ría de Pontevedra: ApS para la renaturalización de Lourizán. *Ria de Pontevedra landscape regeneration: Service-Learning to rewild Lourizán.*** Rodríguez-Álvarez, Jorge; Vázquez-Díaz, Sonia.
18. **Manos a la obra: de la historia de la construcción a la ejecución de una bóveda tabicada. *Hands on: from the history of construction to commissioning of a timber vault.*** Gómez-Navarro, Belén; Elía-García, Santiago; Llorente-Vielba, Óscar.
19. **Artefactos: del co-diseño a la co-fabricación como acercamiento a la comunidad. *Artifacts: from co-design to co-manufacturing as approach to the community.*** Alberola-Peiró, Mónica; Casals-Pañella, Joan; Fernández-Rodríguez, Aurora.
20. **Análisis y comunicación: recursos docentes para acercar la profesión a la sociedad. *Analysis and communication: teaching resources to bring the profession closer to society.*** Díez Martínez, Daniel; Esteban Maluenda, Ana; Gil Donoso, Eva.
21. **Desafío constructivo: una vivienda eficiente y sostenible. *Building challenge: efficient and sustainable housing.*** Ros-Martín, Irene; Parra-Albarracín, Enrique.
22. **¿Mantiene usted sus ojos abiertos? La fotografía como herramienta transversal de aprendizaje. *Do you keep your eyes open? Photography as a transversal learning tool.*** González-Jiménez, Beatriz S.; Núñez-Bravo, Paula; Escudero-López, Elena.
23. **El COIL como método de aprendizaje: estudio de la iluminación natural en la arquitectura. *The COIL as a learning method: Study of natural lighting in architecture.*** Pérez González, Marlix T.

24. **Viaje virtual a Amsterdam a través del dibujo. *Virtual trip to Amsterdam through drawing*.** Moliner-Nuño, Sandra; de-Gispert-Hernandez, Jordi; Bosch-Folch, Guillem.
25. **Los juegos de Escape Room como herramienta docente en Urbanismo: una propuesta didáctica. *Breakout Games as a teaching tool in Urban Planning: a didactic strategy*.** Bernabeu-Bautista, Álvaro; Nolasco-Cirugeda, Almudena.
26. **Happenings Urbanos: acciones espaciales efímeras, reflexivas y participativas. *Urban Happenings: Ephemeral, Reflective and Participatory Spatial Actions*.** Blancafort, Jaume; Reus, Patricia.
27. **Sensibilizando la arquitectura: una propuesta de ApS en el Centro Histórico de Quito. *Sensitizing architecture: An ApS proposal in the Historic Center of Quito*.** González-Ortiz, Juan Carlosa; Ríos-Mantilla, Renato Sebastián; Monard-Arciniégas, Alexka Shayarina.
28. **Regeneración urbana en el grado de arquitectura: experiencia de taller, San Cristóbal, Madrid. *Urban regeneration in the architecture degree: Workshop experience in San Cristóbal, Madrid*.** Ajuriaguerra Escudero, Miguel Angel.
29. **De las ideas a las cosas, de las cosas a las ideas: la arquitectura como transformación. *From ideas to things, from things to ideas: Architecture as transformation*.** González-Cruz, Alejandro Jesús; del Blanco-García, Federico Luis.
30. **A propósito del documental “Arquitectura Emocional 1959”: elaborar un artículo de crítica. *Regarding the documentary “Emotional Architecture”: Preparing a critical article*.** Moreno Moreno, María Pura.
31. **El modelo de Proyecto Basado en la investigación para el aprendizaje de la Arquitectura. *The Design-Research Model for Learning Architecture*.** Blanco Herrero, Arturo; Ioannou, Christina.
32. **La colección Elementos: un archivo operativo para el aprendizaje arquitectónico. *The Elements collection: an operational archive for architecture learning*.** Fernández-Elorza, Héctor Daniel; García-Fern, Carlos; Cruz-García, Oscar; Aparicio-Guisado, Jesús María.
33. **Red de roles: role-play para el aprendizaje sobre la producción social del hábitat. *Roles Network: role-play learning on the social production of habitat*.** Martín Blas, Sergio; Martín Domínguez, Guiomar.
34. **Proyecto de Aprendizaje-Servicio en Diseño y Viabilidad de Proyectos Arquitectónicos. *Service-Learning in Architectural Projects Design and Feasibility*.** García-Asenjo Llana, Davida; Vicente-Sandoval González, Ignacio; Echarte Ramos, Jose María; Hernández Correa, José Ramón.

35. **La muerte del héroe: la creación de una narrativa profesional inclusiva y cooperativa. *The hero's death: The creation of an inclusive and cooperative professional narrative.*** García-Asenjo Llana, David; Vicente-Sandoval González, Ignacio; Echarte Ramos, Jose María.
36. **Modelado arquitectónico: construyendo geometría. *Architectural modeling: constructing geometry.*** Crespo-Cabillo, Isabel; Àvila-Casademont, Genís.
37. **Propiocepciones del binomio formación-profesión en escuelas de arquitectura iberoamericanas. *Self awareness around the education-profession binomio in iberoamerican architecture schools.*** Fuentealba-Quilodrán, Jessica; Barrientos-Díaz, Macarena.
38. **Experiencing service learning in design-based partnerships through collective practice. *Aprendizaje-servicio en proyectos comunitarios a través de la práctica colectiva.*** Martínez-Almoyna Gual, Carles.
39. **Aprendizaje basado en proyectos: estudio de casos reales en la asignatura de Geometría. *Project-based learning: study of real cases in the subject of Geometry.*** Quintilla-Castán, Marta.
40. **El sílabo como dispositivo de [inter]mediación pedagógica. *Syllabus as pedagogical [inter]mediation device.*** Casino-Rubio, David; Pizarro-Juanas, María José; Rueda-Jiménez, Óscar; Robles-Pedraza, David.
41. **Didáctica en arquitectura: el dato empírico ambiental como andamiaje de la creatividad. *Didactics in architecture: the empirical environmental data as a support for creativity.*** Lecuona, Juan.
42. **Navegar la posmodernidad arquitectónica española desde una perspectiva de género. *Surfing the Spanish architectural postmodernity from a gender perspective.*** Díaz-García, Asunción; Parra-Martínez, José; Gilsanz-Díaz, Ana; Gutiérrez-Mozo, M. Elia.
43. **Encontrar: proyectar con materiales y objetos comunes como herramienta docente. *Found: designing with common materials and objects as a teaching tool.*** Casino-Rubio, David; Pizarro-Juanas, María José; Rueda-Jiménez, Óscar; Ruiz-Bulnes, Pilar.
44. **Modelo pedagógico para el primer curso: competencias para la resolución de problemas abiertos. *Pedagogical model for the first year of undergraduate studies: development of open problem solving skills.*** Gaspar, Pedro; Spencer, Jorge; Arenga, Nuno; Leite, João.
45. **Dispositivos versus Simuladores en la iniciación al proyecto arquitectónico. *Devices versus Simulators in the initiation to the architectural project.*** Lee-Camacho, Jose Ignacio.

46. **Implementación de metodologías de Design Thinking en el Taller de Arquitectura. *Implementation of Design Thinking methodologies in the Architectural Design Lab.*** Sádaba, Juan; Collantes, Ezekiel.
47. **Jano Bifronte: el poder de la contradicción. *Jano Bifronte: the power of contradiction.*** García-Sánchez, José Francisco.
48. **Vitruvio nos mira desde lejos: observar y representar en confinamiento. *Vitruvio Looks at us from Afar: Observing and Representing in Confinement.*** Quintanilla Chala, José Antonio; Razeto Cáceres, Valeria.
49. **Muro Virtual como herramienta de aprendizaje para la enseñanza colaborativa de un taller de arquitectura. *Virtual Wall as a learning tool for collaborative teaching in an architecture workshop.*** Galleguillos-Negroni, Valentina; Mazzarini-Watts, Piero; Harriet, De Santiago, Beatriz; Aguilera-Alegría, Paula.
50. **Ritmos Espaciales: aprender jugando. *Ritmos Espaciales: Learn by playing.*** Pérez-De la Cruz, Elisa; Ortega-Torres, Patricio; Galdames-Riquelme, Alejandra Silva- Inostroza, Valeria.
51. **Experiencias metodológicas para el análisis del proyecto de arquitectura *Methodological experiences for architectural project analysis.*** Aguirre-Bermeo, Fernanda; Vanegas-Peña, Santiago.
52. **Fabricando paisajes: el estudio del arquetipo como forma de relación con el territorio. *Making landscapes: the study of the archetype as a way of relating to the territorys.*** Cortés-Sánchez, Luis Miguel.
53. **Resonar en el paisaje: formas de reciprocidad natural-artificial desde la arquitectura. *Landscape resonance: natural-artificial reciprocities learnt from architecture.*** Carrasco-Hortal, Jose.
54. **Investigación del impacto del Solar Decathlon en estudiantes: análisis de una encuesta. *Researching the impact of the Solar Decathlon on students: a survey analysis.*** Amaral, Richard; Arranz, Beatriz; Vega, Sergio.
55. **Urban Co-Mapping: exploring a collective transversal learning model. *Urban Co-mapping: modelo de aprendizaje transversal colectivo.*** Toldi, Aubrey; Seve, Bruno.
56. **Docencia elástica y activa para una mirada crítica hacia el territorio y la ciudad del siglo XXI. *Elastic and active teaching for a critical approach to the territory and the city oaf the 21st century.*** Otamendi-Irizar, Irati; Aseguinolaza-Braga, Izaskun.
57. **Adoptar un rincón: taller de mapeo y acción urbana para estudiantes de arte. *Adopting a corner: mapping and urban action workshop for art students.*** Rivas-Herencia, Eugenio; González-Vera, Víctor Miguel.

58. **Aprendizaje-Servicio: comenzar a proyectar desde el compromiso social.**
Service-Learning: Start designing from social engagement. Amoroso, Serafina;
Martínez-Gutiérrez, Raquel; Pérez-Tembleque, Laura.
59. **Emergencia habitacional: interrelaciones entre servicio público y academia en Chile.**
Housing emergency: interrelations between public service and academia in Chile. Fuentealba-Quilodrán, Jessica; Schmidt-Gomez, Denisse.
60. **Optimización energética: acercando la práctica profesional a distintos niveles educativos.**
Energy optimization: bringing professional practice closer to different educational levels. López-Lovillo, Remedios María; Aguilar-Carrasco, María Teresa; Díaz-Borrogo, Julia; Romero-Gómez, María Isabel.
61. **Aprendizaje transversal en hormigón.**
Transversal learning in concrete. Ramos-Abengózar, José Antonio; Moreno-Hernández, Álvaro; Santolaria-Castellanos, Ana Isabel; Sanz-Arauz, David.
62. **Un viaje como vehículo de conocimiento del Patrimonio Cultural.**
A journey as a vehicle of knowledge about Cultural Heritage. Bailliet, Elisa.
63. **La saga del Huerto Vertical de Tomé: ejecución de proyectos académicos como investigación.**
The saga of the Vertical Orchard of Tome: execution of academic projects as research. Araneda-Gutiérrez, Claudio; Burdiles-Allende, Roberto.
64. **Lo uno, y también lo otro: contenedor preciso, programa alterno.**
The one, and also the other: precise container, alternate program. Castillo-Fuentealba, Carlos; Gatica-Gómez, Gabriel.
65. **Elogio a la deriva: relatos del paisaje como experiencias de aprendizajes.**
In praise of drift: landscape narratives as learning experiences. Barrale, Julián; Seve, Bruno.
66. **De la academia al barrio: profesionales para las oficinas de cercanía.**
From the academy to the neighbourhood: professionals for one-stop-shops. Urrutia del Campo, Nagore; Grijalba Aseguinolaza, Olatz.
67. **Habitar el campo, cultivar la casa: aprendizaje- servicio en el patrimonio agrícola.**
Inhabiting the field, cultivating the house: service-learning in agricultural heritage. Escudero López, Elena; Garrido López, Fermina; Urda Peña, Lucila
68. **Mare Nostrum: una investigación dibujada.**
Nostrum Mare: a Drawn Research. Sánchez-Llorens, Mara; de Fontcuberta-Rueda, Luis; de Coca-Leicher, José.
69. **El Taller Invitado: un espacio docente para vincular profesión y formación.**
“El Taller Invitado”: a teaching space to link profession and education. Barrientos-Díaz, Macarena Paz; Solís-Figueroa, Raúl Alejandro.

70. **Ensayos y tutoriales en los talleres de Urbanismo+Proyectos de segundo curso. *Rehearsals and tutorials in the second year Architecture+Urban design Studios.*** Tiñena Guiarnet, Ferran; Solans Ibáñez, Indibil; Buscemi, Agata; Lorenzo Almeida, Daniel.
71. **Taller Amereida: encuentros entre Arquitectura, Arte y Poesía. *Taller Amereida: encounters between Architecture, Art and Poetry.*** Baquero-Masats, Paloma; Serrano-García, Juan Antonio.
72. **Crealab: punto de encuentro entre los estudiantes de arquitectura y secundaria. *Crealab: meeting point between architecture and high-school students.*** Cobeta-Gutiérrez, Íñigo; Sánchez-Carrasco, Laura; Toribio-Marín, Carmen.
73. **Laboratorios de innovación urbana: hacia nuevos aprendizajes entre academia y profesión. *Urban innovation labs: towards new learning experiences between academia and profession.*** Fontana, María Pia; Mayorga, Miguel; Genís-Vinyals, Mariona; Planelles-Salvans, Jordi.
74. **Réplicas interiores: un atlas doméstico. *Interior replicas: a domestic atlas.*** Pérez-García, Diego; González-Pecchi, Paula.
75. **Arquitectura efímera desde la docencia del proyecto: la construcción del proyecto en la ciudad. *Ephemeral architecture from teaching of the project: construction of the project in the city.*** Ventura-Blanch, Ferran; Pérez del Pulgar Mancebo, Fernando; Álvarez Gil, Antonio.
76. **Start-up Education for Architects: Fostering Green Innovative Solutions. *Educación Start-up para arquitectos: fomentar soluciones ecológicas innovadoras.*** Farinea, Chiara; Demeur, Fiona.
77. **10 años, 10 concursos, 10 talleres: un camino de desarrollo académico. *10 years, 10 contests, 10 design studios: a trail in academic development.*** Prado-Lamas, Tomás.
78. **El Proyecto Experiencial: la titulación de arquitectos a través de proyectos no convencionales. *“El Proyecto Experiencial”: non-conventional projects for architecture students in the final studio.*** Solís-Figueroa, Raúl Alejandro.
79. **Design in Time: aprendizaje colaborativo y basado en el juego sobre la historia del diseño. *Design in Time: collaborative and game-based learning about the history of design.*** Fernández Villalobos, Nieves; Cebrián Renedo, Silvia; Fernández Raga, Sagrario; Cabrero Olmos, Raquel.
80. **Propuesta de mejora de los indicadores de calidad de la enseñanza de la arquitectura. *Proposal to improve the quality indicators of architecture teaching.*** Santalla-Blanco, Luis Manuel.

81. **Aprender de la experiencia: el conocimiento previo en la formación inicial del arquitecto. *Learning from experience: The role of prior knowledge in the initial training of architects.*** Arias-Jiménez, Nelson; Moraga-Herrera, Nicolás; Ortiz-Salgado, Rodrigo; Ascui Fernández, Hernán.
82. **Iluminación natural: diseño eficiente en espacios arquitectónicos. *Daylight: efficient design in architectural spaces.*** Roldán-Rojas, Jeannette; Cortés-San Román, Natalia.
83. **Fundamentación en arquitectura: el estado de la cuestión. *Architecture basic course: state of knowledge.*** Estrada-Gil, Ana María; López Chalarca, Diego; Suárez-Velásquez, Ana Mercedes; Uribe-Lemarie, Natalia.
84. **El cálculo de la huella de carbono en herramientas digitales de diseño: reflexiones sobre experiencias docentes. *Calculating the carbon footprint in design digital tools: reflections on teaching experiences.*** Soust-Verdaguer, Bernardette; Gómez de Cózar, Juan Carlos; García-Martínez, Antonio.

Iluminación natural: diseño eficiente en espacios arquitectónicos

Daylight: efficient design in architectural spaces

Roldán-Rojas, Jeannette; Cortés-San Román, Natalia

Departamento de Arquitectura, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad de Chile.

jroldan@uchilefau.cl; natalia.cortes.s@ug.uchile.cl

Abstract

Natural lighting in architectural spaces creates atmospheres, and in turn deals with sunlight, compromising energy and climate aspects that are addressed from the impact on human health and well-being. The teaching of natural lighting in our faculty belongs to the areas of technology, sustainability and habitability, from where the mandatory training subjects, specialization electives and the research seminar tutorials are taught. The subject communicated is an elective specialization. The problem-based learning methodology is used and different strategies are applied, both active and collaborative work. The activities take place in a computer laboratory and on the ground with good reception by students who have high participation and attendance. Completion of the activities and final grades have demonstrated interest and dedication to the subject.

Keywords: *natural lighting, dynamic lighting evaluation, sunlight, glare.*

Thematic areas: *technology, active methodologies, environmental technology.*

Resumen

La iluminación natural en los espacios arquitectónicos crea atmósferas, y a su vez trata de la luz solar, comprometiendo aspectos energéticos y climáticos que se abordan desde el impacto en la salud y bienestar humano. La enseñanza de la iluminación natural en nuestra facultad, pertenece a las áreas de tecnología, sostenibilidad y habitabilidad, desde donde se imparten las asignaturas de formación obligatoria, electivos de especialización y las tutorías del seminario de investigación. La asignatura que se comunica es electiva de especialización. Se utiliza la metodología de aprendizaje basada en problemas y se aplican diferentes estrategias, tanto activas como de trabajo colaborativo. Las actividades se desarrollan en un laboratorio de computación y en terreno con buena recepción por parte de los estudiantes, que tienen alta participación y asistencia. El cumplimiento de las actividades y las calificaciones finales han demostrado el interés y dedicación a la asignatura.

Palabras clave: *iluminación natural, evaluación lumínica dinámica, luz solar, deslumbramiento.*

Bloques temáticos: *tecnología, metodologías activas, tecnología medio ambiental.*

Resumen datos académicos

Titulación: Profesional de Arquitecta/o

Nivel/curso dentro de la titulación: Curso electivo de séptimo-octavo semestre

Denominación oficial asignatura, experiencia docente, acción:

Departamento/s o área/s de conocimiento: Sostenibilidad y hábitat.
Tecnología, 32 años, docencia, investigación, extensión

Número profesorado: 1 responsable; 1 ayudante

Número estudiantes: 75

Número de cursos impartidos: 3

Página web o red social: No

Publicaciones derivadas: No

Introducción

La luz natural, es la interacción de la luz diurna y la forma del edificio para proporcionar, un ambiente interior visualmente estimulante, saludable y productivo (Reinhart, 2014). La percepción de la luz solar en el espacio arquitectónico, es sin duda, un aspecto importante en el desempeño visual e impacta en cómo se experimenta. La iluminación natural es clave para realizar cualquier tarea visual, es el factor principal en la satisfacción de los ocupantes con respecto a la comodidad visual y térmica, tiene un fuerte impacto en la en la salud y el bienestar humano, una estrecha asociación con la calidad perceptiva del espacio, y es de naturaleza dinámica según, las variaciones diarias y estacionales (Andersen, 2015).

El comportamiento de la luz solar en el ambiente interior, conduce hacia un amplio estudio, a través de metodologías, técnicas y herramientas de evaluación (Shafavi, Zomorodian, Tahsildoost, Javadi, 2020), que van más allá, del conocimiento sensible desde la percepción, subjetiva y cualitativa durante la formación del profesional de la arquitectura. La variabilidad del comportamiento solar lumínico requiere precisión cuantitativa, según el contexto geográfico y climático que especialmente se requiere analizar entre la latitud geográfica 17° S y 53° S, correspondiente al territorio nacional.

La experiencia docente y en la investigación, han permitido participar inicialmente en el planteamiento de asignaturas del área de ciencias de la construcción inicialmente, profundizando en lo específico del hábitat y la sostenibilidad desde el área de tecnología. Ambas son líneas de especialización que nuestra facultad respalda al finalizar el grado de licenciatura. Si bien, todos los estudiantes inician un camino de formación común, es a través de los cursos electivos y el seminario de investigación que certifican su especialidad.

La luz solar, es un tema de investigación llevado a cabo durante años. Para integrar la diversidad y variabilidad de las necesidades humanas como requerimientos fundamentales del diseño de iluminación natural, se ha situado a los ocupantes en el centro de la cuestión. Este es un principio que conduce a apoyar a los estudiantes en el desarrollo de tesis final de la carrera. En el caso de postgrado se ha formado a profesionales a través del diploma en arquitectura sustentable, integrando equipos docentes en el área de iluminación natural y artificial.

A partir del año 2016 con la actualización de la malla curricular, en nuestra facultad se promovió la enseñanza basada en competencias. Por tal motivo, el propósito de esta asignatura en iluminación natural es profundizar en las metodologías activas desde el aprendizaje basado en problemas, y el trabajo colaborativo, (Lizundia y Etxepare, 2016).

En la búsqueda de fortalecer el análisis sensible del ambiente luminoso arquitectónico, y promover su apreciación desde el habitar la arquitectura. Inicialmente se trabajó de manera cualitativa para luego verificar desempeños cuantitativos. Los casos de estudio fueron diversos, viviendas y oficinas, y, luego en terreno se trabajó en algunos espacios de interés tales como, *halls* de ingreso, biblioteca, sala de exposición, aula taller, casinos, cafeterías.

El estudio de la iluminación natural incorporada en los proyectos de arquitectura es vital, y los enfoques más avanzados parecen apuntar integralmente, a identificar problemas mal definidos, en problemas bien estructurados para poder clasificar, guiar o generar soluciones de diseño utilizando análisis objetivos o métodos de optimización (Andersen, Kleindienst, Yi, Lee, Bodart y Cutler, 2008; Andersen, 2015). Para respaldar eficazmente la toma de decisiones, dichos métodos también se deben respetar, o incluso, alimentar el proceso de exploración del diseño inherentemente creativo e impredecible.

1. Electivo de especialización

Los cambios más significativos en los planes de estudio durante los cinco años previos al año 2010, habían estado relacionados con el fortalecimiento de la oferta de cursos de diseño sustentable. Según informaron los decanos y jefes de departamento de arquitectura estadounidenses, de 126 programas académicos (Reinhart, 2014).

Boarín, Martínez-Molina, Ferruses (2020), compararon tres diferentes planes de estudio provenientes de universidades en Auckland, Valencia y Texas. Además, se encuestó la percepción y conocimiento de los estudiantes de arquitectura en sostenibilidad. Detectaron entre los diversos temas consultados que la comodidad de la iluminación en los espacios interiores, obtuvo alta identificación y valoración. Sin embargo, no se diferenció el tipo de fuente luminosa natural y/o artificial.

La malla curricular de nuestra facultad, ofrece diferentes áreas de especialización y una de estas se refiere al área de tecnología. La formación se inicia en tercer semestre a partir de la asignatura “Principios de habitabilidad y sostenibilidad” que incluye, unidades tales como clima y lugar, bienestar, radiación solar e iluminación natural, además de termoventilación. El curso se encuentra en el área de construcción para la sostenibilidad y el diseño sostenible, desde una perspectiva amplia, centrándonos en la calidad de vida, la satisfacción de los ocupantes y el bienestar humano psicofisiológico, destacando la necesidad de trabajar el contexto climático y el entorno natural, en constante cambio.

La calidad de la iluminación natural en un espacio es una cuestión multifacética: es un factor clave para determinar qué tan bien se realizará cualquier tarea visual, que es un factor principal de satisfacción de los ocupantes con respecto al confort visual y térmico, y, por tanto, al consumo de energía resultante (Andersen, 2015). Un buen diseño de iluminación se logra con un óptimo equilibrio entre provisión y control de luz natural para esto, se debe considerar la variabilidad y distribución de la luz, mediante indicadores dinámicos, para alcanzar niveles óptimos de iluminación, evitando el brillo luminoso y el deslumbramiento. (Mardaljevic, Heschong y Lee, 2009)

Por tal motivo, esta asignatura se ha situado en el área de especialización en la formación profesional. Se inicia a partir de los conocimientos base de energías y luminotécnicos adquiridos inicialmente, en tercer semestre. Más adelante los estudiantes de séptimo y octavo semestre pueden elegir cursar el programa, cuyo propósito es abordar el comportamiento solar lumínico integrado al diseño arquitectónico. Para llevar a cabo este cometido, se plantea realizarlo de acuerdo a la metodología de evaluación dinámica basada en el clima (Reinhart y Walkenhorst, 2001; Navil y Mardaljevic, 2005) en conjunto con herramientas de evaluación que permiten interpretar el ambiente luminoso (Ayoub, 2019, 2020).

Entre los aspectos que se fortalecen, se encuentran el aporte al diseño arquitectónico de la luz natural al generar atmósferas, identificar la dinámica del espacio, provocando interés visual y deleite emocional, estrechamente asociado con la calidad de percepción de un espacio, destacando la naturaleza altamente dinámica como resultado de las variaciones diarias y estacionales (Andersen, 2015), comportamientos que en su conjunto tienen un fuerte impacto en la salud y el bienestar humano al satisfacer el confort lumínico y la comodidad visual.

1.1. El programa

Las prácticas en relación a la sostenibilidad lumínica, han relevado su importancia en la salud humana además, del ahorro energético que aporta. Más allá de cumplir los requerimientos de confort lumínico, actualmente se ha puesto en valor la comodidad visual.

Una correcta distribución de la luz natural junto al control de deslumbramiento, son dos aspectos necesarios de diseñar debido al enorme potencial disponible desde el recurso luminoso exterior, de acuerdo los bajos niveles luminosos requeridos para el desarrollo de las actividades diarias.

Las actuales herramientas tecnológicas permiten interpretar cuantitativamente el ambiente luminoso en cada lugar, y nos llevan a simular los comportamientos basados en el clima local. Sin embargo, la comodidad visual nos plantea, además de una experiencia cualitativa, de mediciones, un trabajo cuantitativo a través de fotografías realizadas en terreno para su interpretación.

El propósito de este curso es entregar conceptos y habilitar el análisis cualitativo, sensible del ambiente luminoso, así como fortalecer su apreciación a partir de técnicas de análisis de diseño basadas en evidencia, tales como simulaciones y la experimentación práctica.

1.2. Resultados del Aprendizaje

A partir de los diferentes conceptos que permiten identificar, describir e interpretar la luz natural en un espacio determinado, se realiza un análisis diagnóstico. Inicialmente se verifica si se cumple con el propósito (concepto) deseado según el destino de uso. En caso contrario, se plantean las modificaciones favorables interiores y/o exteriores, que lo favorezcan aplicando criterios y prácticas solar, lumínicas, ópticas de las superficies y materiales, para lograr el confort lumínico solar, y de comodidad visual.

Se trabaja en simulaciones y evaluaciones basadas en información climática, geográfica y del terreno, vinculada al comportamiento de la luz solar y las características ópticas de los materiales.

A partir de los conocimientos previos de los estudiantes, en las herramientas de gráfica y diseño arquitectónico en ordenador, se refuerzan estas aptitudes guiándolas en la adquisición de nuevas y específicas herramientas de evaluación lumínica.

Se elaboran modelos geométricos computacionales para la aplicación, de metodologías de evaluación lumínica de simulaciones dinámicas, basadas en el clima y la experimentación fotográfica.

Se promueve la capacidad de “interpretación gráfica de la documentación que se dispone, en conjunto con la búsqueda de información complementaria y sobre todo la capacidad de explicar y comunicar las propuestas realizadas” (Bilbao y Muros, 2022). Este objetivo se persigue a través de la elaboración de informes técnicos dando cuenta de las metodologías y los medios utilizados en los trabajos prácticos llevados a cabo.

Para lograr estos propósitos, los saberes y contenidos de esta asignatura, se estructuran en tres unidades acumulativas.

La primera unidad, aborda el marco conceptual y fotometría a partir de los conocimientos fundamentales del confort lumínico y la comodidad visual, ya adquiridos en el curso de principios de “Habitabilidad y sostenibilidad” de tercer semestre. Se profundiza en los aspectos del lenguaje de la luz (Bilbao y Muros, 2022), reforzando en la relación con los materiales de la arquitectura y el ambiente construido en cuanto a la atmósfera lograda.

En la segunda unidad se aborda el clima y las características luminosas, a partir de la condición del cielo, la humedad, la nubosidad y la radiación solar. De este modo se plantea evaluar y profundizar, en la iluminación dinámica y las actuales metodologías según los diferentes indicadores dinámicos de rendimiento de luz diurna, basados en luminancias e iluminancias al

interior de un edificio en períodos de tiempo laborales. La ventaja de los indicadores dinámicos por sobre los estáticos, es que estos consideran la cantidad y el carácter de las variaciones diarias y estacionales de la luz diurna en un sitio determinado, en conjunto con los eventos meteorológicos irregulares (Reinhart, Mardaljevic y Rogers, 2006)

Finalmente la tercera unidad relativa a comodidad visual, se realiza fuera del aula, con el propósito de aplicar las metodologías de evaluación y percepción sensible del brillo luminoso, desde el enfoque conceptual y experimental (Reinhart, 2018).. Son jornadas de fotografías que permiten configurar e interpretar el ambiente diurno iluminado, a partir de las intensidades luminosas que impactan en el ambiente construido.

Entre los aspectos destacados, se puede mencionar que cada unidad finalizó con la exposición de cada grupo de estudiantes al curso. Una mención especial, merece la estandarización de los formatos de presentación de los trabajos, a manera de informe técnico. Esto permitió a los estudiantes en cada etapa, seleccionar y clasificar jerárquicamente, los resultados que deseaban comunicar, a partir de la basta información obtenida en laboratorio y luego en terreno, lo cual orientó favorablemente el análisis y las conclusiones.

1.3. Metodología

La metodología principal es el aprendizaje basado en problemas, que corresponden a casos de estudio de la arquitectura.

Al inicio de cada sesión se realiza una clase expositiva, acompañada de un documento de estudio. Luego se aplica la metodología activa llevada a cabo en el laboratorio de computación, y, en terreno para realizar las capturas fotográficas.

Se avanza luego con una estrategia de metodología de aprendizaje colaborativo, al agrupar al curso cada dos o tres integrantes para favorecer la participación y aprendizaje de cada estudiante.

Para evaluar, de manera confiable la intención de diseño lumínico arquitectónico, en los diferentes casos de estudio, se pide identificar los indicadores dinámicos lumínicos contemporáneos, a partir de los diferentes atributos del ambiente luminoso analizado.

El primer trabajo, se realiza a partir de los casos asignados de ejemplos publicados en páginas de arquitectura, viviendas o pequeños edificios de oficinas. Estos casos son modelados geoméricamente en SketchUp 3D o Revit versión estudiante, u otro modelador que permita exportar a la plataforma de evaluación lumínica, LightStanza (Glaser, 2011), cuyo motor de cálculo es Radiance (Ayub, 2020). Fue validada, en 2019 por Vasudha Sunger y Prasad Vaidya. La herramienta permite un código abierto temporal, previa suscripción.

Uno de los aspectos más atractivos de LightStanza corresponde a la incorporación, de bases de datos climáticos. Entre los propósitos de esta etapa se busca realizar la actividad de evaluación en alguna latitud geográfica del país, entre las cuales en algunos casos, el clima es contrastante.

En la siguiente unidad y en la búsqueda de una correcta interpretación de la luz natural, se aplica en terreno una metodología experimental para evaluar, la comodidad visual. Se utiliza la técnica de adquisición de datos de luminancias, a partir de la selección píxeles desde fotografías de alta resolución dinámica, HDR (Pierson, Bodart, Weinold, 2017).

Esta respuesta se obtiene a partir de una secuencia de fotografías en baja resolución dinámica, LDR elaboradas en el programa Photosphere 1.3 (Ward, 2003). La técnica permite analizar brillos luminosos, y, riesgo de contrastes (Weinold y Christoffersen, 2006; Wienold, 2009).

Estos son comportamientos lumínicos necesarios de incorporar en el diseño arquitectónico, debido al enorme potencial disponible desde el recurso luminoso exterior.

Las herramientas que se utilizan son una cámara fotográfica Nikon D3300 con lente ojo de pez, sobre trípode. Las imágenes obtenidas en HDR son calibradas de acuerdo a un patrón gris neutro al interior, de cada uno de los espacios de trabajo asignados. En este caso a diferencia de la primera unidad, el curso se desplaza desde el laboratorio hacia diferentes sectores del campus universitario.

La actividad de término de la asignatura es un trabajo final, que se desarrolla en el laboratorio para elaborar los modelos que permitan simulaciones de los espacios asignados en el trabajo dos, en conjunto con verificar los comportamiento observados en terreno y la discusión de resultados.

1.4. Evaluación

Cada etapa finaliza con la elaboración de un informe técnico escrito y gráfico de la actividad realizada, primero de las actividades realizadas en el laboratorio, y luego en terreno para el segundo trabajo.

El formato del informe técnico, se diseñó exhaustivamente para orientar, a los estudiantes en cuanto a los aspectos necesarios de tener presentes, a la hora de analizar los desempeños lumínicos y comunicar sus resultados. Por ejemplo, la primera lámina es de información general, para avanzar progresivamente en mayor detalle respecto a la actividad llevada a cabo.

A su vez cada trabajo se realiza a partir de un diagnóstico, detectando propuestas arquitectónicas de mejoramiento lumínico, para luego nuevamente iterar la viabilidad de los planteamientos y diseños que permitieran abordar, la evaluación dinámica anual de los requerimientos de iluminancia para el desarrollo de las actividades diarias, de acuerdo a los estándares de confort lumínico, en conjunto con la comodidad visual.

La evaluación de cada trabajo es de 25% el informe completo, además de 15%, la exposición que incluye la participación de cada integrante del grupo, proporcional al tiempo asignado 10 minutos. Además, cada estudiante entrega un resumen escrito de se expsición.

El trabajo final está integrado entre las fotografías elaboradas en terreno y la simulación computacional que permite verificar los resultados obtenidos en laboratorio, a manera de comparaciones para el día y hora de la actividad en terreno y desde la plataforma de cálculo lumínico apreciar el desempeño para el año completo. Se le asigna el 20% al informe.

El porcentaje de cada uno de los trabajos evaluados son proporcionales con las horas dedicadas por los estudiantes y la docencia impartida. Cada trabajo tiene una rúbrica elaborada detalladamente para orientar en un buen desempeño final. Al igual que la planificación completa de la asignatura, la ponderación de la nota final, se comunica en la primera sesión de clases y se publica en la página del asignatura a través de Ucursos.

2. Trabajos a desarrollarse

Para llevar a cabo los trabajos realizase en el curso electivo, se cuenta previamente desde el tercer semestre, con la formación y base de los fundamentos y conceptos luminotécnicos. Los estudiantes en el curso obligatorio "Principios de habitabilidad y sostenibilidad", desarrollan un trabajo de análisis y mensura en un modelo físico que les permite aplicar criterios luminotécnicos básicos de la unidad iluminación.

Los modelos a escala pueden servir para múltiples propósitos, siendo los más comunes los estudios visuales cualitativos y la representación arquitectónica. El concepto de utilizar modelos físicos a escala reducida concuerda con la definición del prototipo, sirviendo como una herramienta rápida y efectiva para verificar el carácter de una opción de diseño de luz natural, (Ruttkey; González y Atanasio, 2007).

Se busca que un modelo a escala pueda ser particularmente útil para capturar, el estado lumínico y el carácter de un espacio. Así comprender mejor el impacto que las aberturas de diferentes tamaños y la participación tienen en las distribuciones de iluminación interior (Reinhart, 2014).

Se utiliza un instrumento de medida de la iluminancia, un luxómetro para verificar la distribución de la luz al interior del modelo a escala. El modelo a escala 1:20 se coloca a plena luz, libre de sombras orientado al norte en la fachada menor. Los modelos a escala se pueden construir con materiales diversos. El método usado en el tercer semestre es el tradicional y económico, consiste en el uso de cartón, cuchillos y similares, Figura 1.



Fig. 1 Modelo 5 m x 10 m x 3,7 m de alto, escala 1:20. A la izquierda modelo ubicado junto al luxómetro en el sitio de análisis. Al centro detalle luxómetro. A la derecha vista interior propuesta de aberturas. Fuente: Archivo curso obligatorio "Principio de habitabilidad y sostenibilidad". N. Bustos, B. Flores, F. Galleguillos (2019)

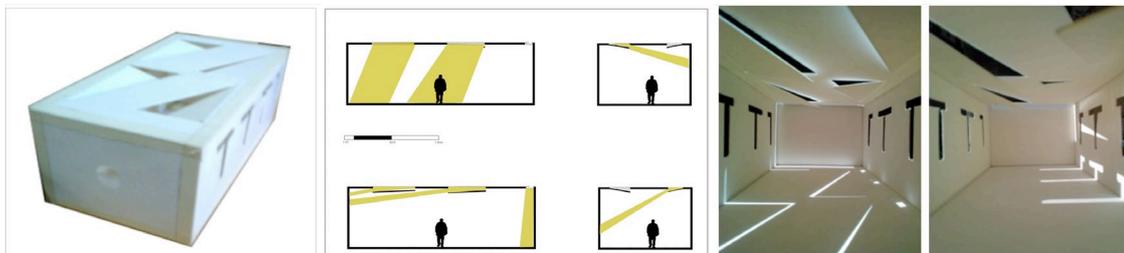


Fig. 2 Modelo 5 m x 10 m x 3,7 m de alto, escala 1:20. A la izquierda optimización del espacio con aberturas laterales. Al centro esquemas de ingreso de la luz. A la derecha vista interior propuesta de nuevas aberturas. Fuente: Archivo curso obligatorio "Principio de habitabilidad y sostenibilidad". N. Bustos, B. Flores, F. Galleguillos (2019)

Posterior a las primeras mediciones, se realiza una optimización del comportamiento lumínico interior, que en el caso expuesto fue la nueva apertura de rasgos laterales, Fig. 2.

2.1. Primer trabajo en laboratorio

2.1.1. Etapa antecedentes generales

Esta primera actividad se cumple a través de diferentes etapas, que requieren del estudio de los documentos de las clases previas, más el inicio del trabajo en paralelo a la ejecución del modelo geométrico del caso de estudio asignado. Estos casos son revisados previamente por el equipo docente en cuanto a la disponibilidad de la base de datos climáticos, así como de planos, vistas, materiales. Los casos son consultados en páginas o sitios de arquitectura.

La primera etapa corresponde a los antecedentes generales. Se realiza desde la información del contexto climático geográfico y el desempeño solar local, nubosidad, humedad. Las características ópticas de los materiales, y de los vidrios.

En la figura 3, se observa el modelo geométrico, los esquemas de análisis solar y las primeras evaluaciones de iluminancias.

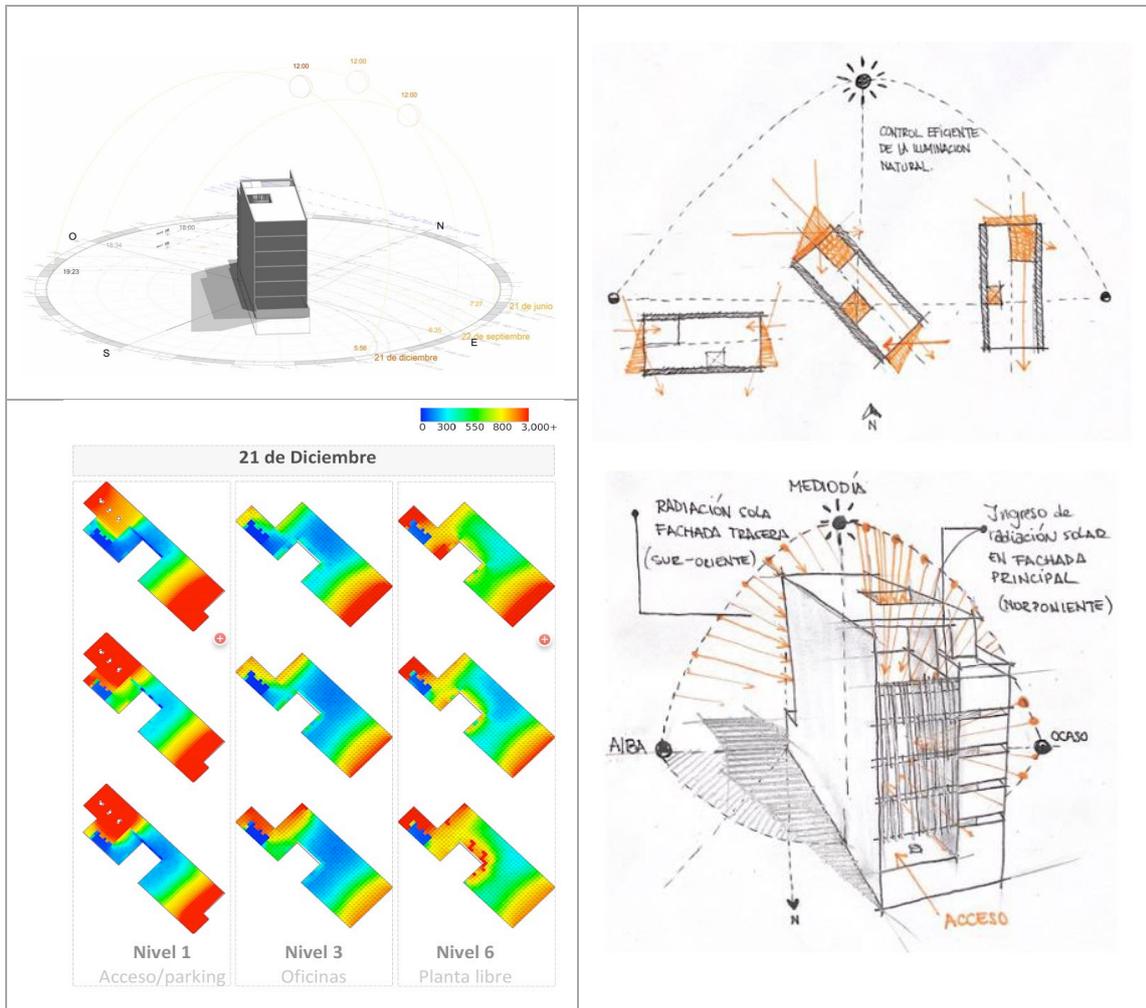


Fig. 3 Caso de estudio edificio Consorcio Antofagasta (latitud geográfica 23,5° S). A la izquierda superior emplazamiento solar. A la derecha, análisis solar a partir del volumen geométrico del edificio, esquemas y descripción en planta. A izquierda inferior, evaluación iluminancias en planta en Lighstanza; 9:00, 12:00 y 15:00. Fuente: Archivo de la asignatura electiva de especialización, trabajo uno de Diego Carvajal + Samuel Moya + Patricia Pérez

2.1.2. Etapa evaluación lumínica

En esta etapa las evaluaciones a realizar son múltiples, tanto de iluminancia, de cantidad de energía solar sobre la envolvente y/o el interior. Se analiza el Factor de luz día, así como la evaluación dinámica de la luz diurna. Ver Figura 4.



Fig. 4 Caso de estudio edificio Consorcio Antofagasta (latitud geográfica 23,5° S). Evaluación dinámica de iluminancias en Nivel 1, ingreso. Nivel 3, intermedio y Nivel 6. Según los indicadores, exposición solar anual ASE_{100-250h}. Autonomía espacial de la luz diurna, sDA_{300-50%}. Iluminancia diurna útil, UDI₂₀₀₋₂₀₀₀. Fuente: Archivo de la asignatura electiva de especialización, trabajo uno de Diego Carvajal + Samuel Moya + Patricia Pérez

2.1.3. Etapa de propuesta

Las propuestas se realizan de modo gráfico y escrito, luego del diagnóstico y análisis obtenido a partir de las evaluaciones realizadas. Un buen diseño de iluminación logra un equilibrio óptimo entre provisión y control de luz natural, y para esto, se debe considerar la variabilidad y distribución de la luz, mediante indicadores dinámicos, para alcanzar niveles óptimos de iluminación, evitando el brillo luminoso y el deslumbramiento. (Mardaljevic, Hescong y Lee, 2009)

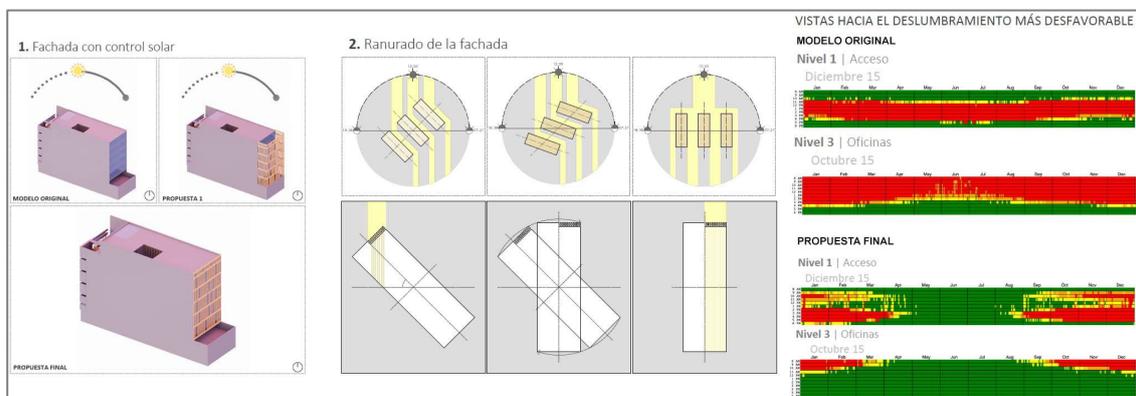


Fig. 5 Caso de estudio edificio Consorcio Antofagasta (latitud geográfica 23,5° S). Propuesta de mejora del control solar disminuyendo la apertura entre los elementos verticales. A la derecha se observa como disminuye el deslumbramiento en el mapa temoral anual. Fuente: Archivo de la asignatura electiva de especialización, trabajo uno de Diego Carvajal + Samuel Moya + Patricia Pérez

2.2. Segundo trabajo en terreno

Para una correcta interpretación de la luz natural, en este trabajo se solicita salir del aula y se lleva a cabo en diversos espacios con ambientes luminosos y brillantes. Se plantea evaluar, la comodidad visual, el control de deslumbramiento e identificar los riesgos de contrastes.

Luego de analizar el espacio cada grupo determina la ubicación de la cámara fotográfica para realizar dos secuencia de fotografías en baja resolución dinámica, (Low Dynamic Range, LDR)

cada grupo elaboró en el programa Photosphere 1.3 (Ward, 2003) la fotografía en alta resolución dinámica (High Dinamic Range, HDR), (Pierson, Bodart, Weinold, 2017). En esta etapa, el estudio previo de los documentos de la clase y la buena asistencia a cada sesión, permiten que los estudiantes resuelvan con rapidez los diferentes aspectos de aplicación de las técnicas.

A partir de las fotografías de alto rango dinámico (HDR) se utilizó la técnica de adquisición de datos de luminancias, a través de la selección pixeles, esto permite construir un mapa temporal de la escena.

Las herramientas que se utilizan son, una cámara fotográfica Nikon D3300 con lente ojo de pez, sobre trípode. Las imágenes obtenidas en HDR son calibradas de acuerdo a un patrón gris neutro al interior, de cada uno de los espacios de trabajo asignados. En este caso a diferencia de la primera unidad, el curso se desplaza desde el laboratorio hacia diferentes sectores del campus universitario.

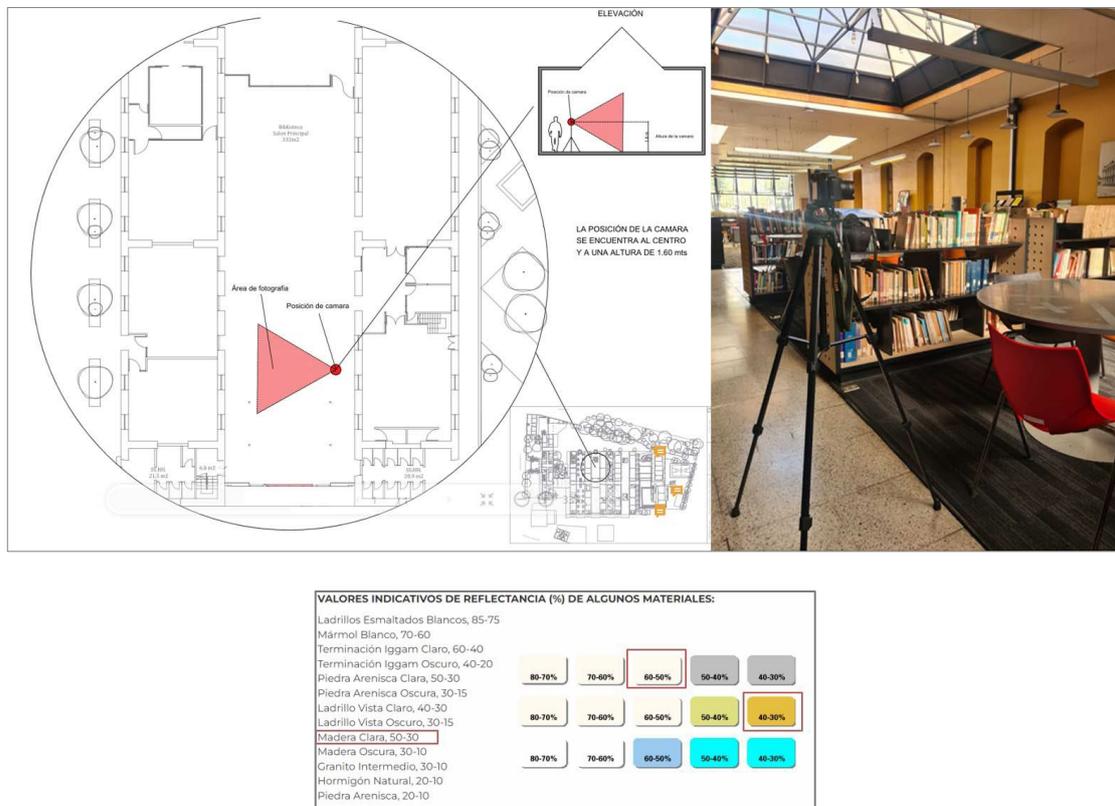


Fig. 6 Biblioteca FAU (latitud geográfica 33,41° S). Arriba ubicación de la máquina fotográfica fijada al trípode. Abajo Paleta de materiales colores y reflectancias. Fuente: Archivo de la asignatura electiva de especialización, trabajo dos de Rojas + González + Lopez



Fig. 7 Caso de estudio Biblioteca FAU. Secuencia de fotografías en baja resolución de imagen (LDR). Fuente: Archivo de la asignatura electiva de especialización, trabajo dos de Rojas + González + Lopez

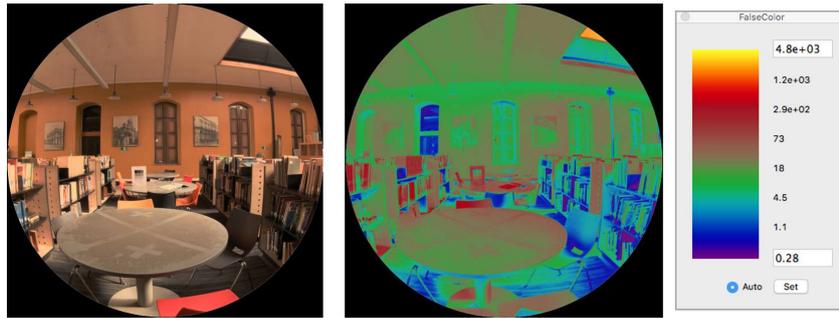


Fig. 8 Caso de estudio Biblioteca FAU. A la izquierda fotografía en alta resolución de imagen (HDR). A la derecha imagen falso color y lectura de rangos de luminancias. Fuente: Archivo de la de la asignatura electiva de especialización, trabajo dos de Rojas + González + Lopez

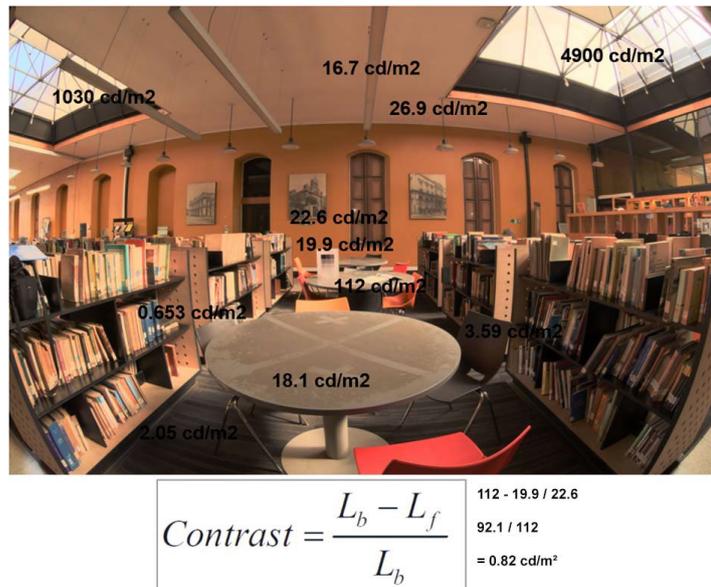


Fig. 9 Caso de estudio Biblioteca FAU. Mapa temporal de iluminancias a partir de fotografía HDR. Evaluación de contraste. Fuente: Archivo de la de la asignatura electiva de especialización, trabajo dos de Rojas + González + Lopez

2.3. Trabajo final

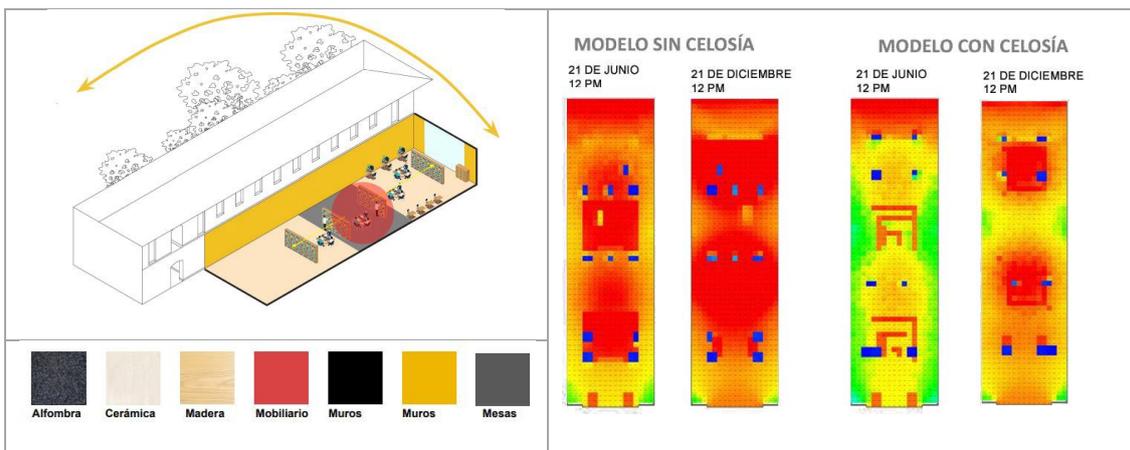


Fig. 10 Caso de estudio Biblioteca. A la izquierda superior síntesis gráfica del área de estudio. A la derecha, análisis de iluminancias (lux). A izquierda inferior, paleta de materiales. Fuente: Archivo de la asignatura electiva de especialización, trabajo final de Espinoza + Gomá + Santos

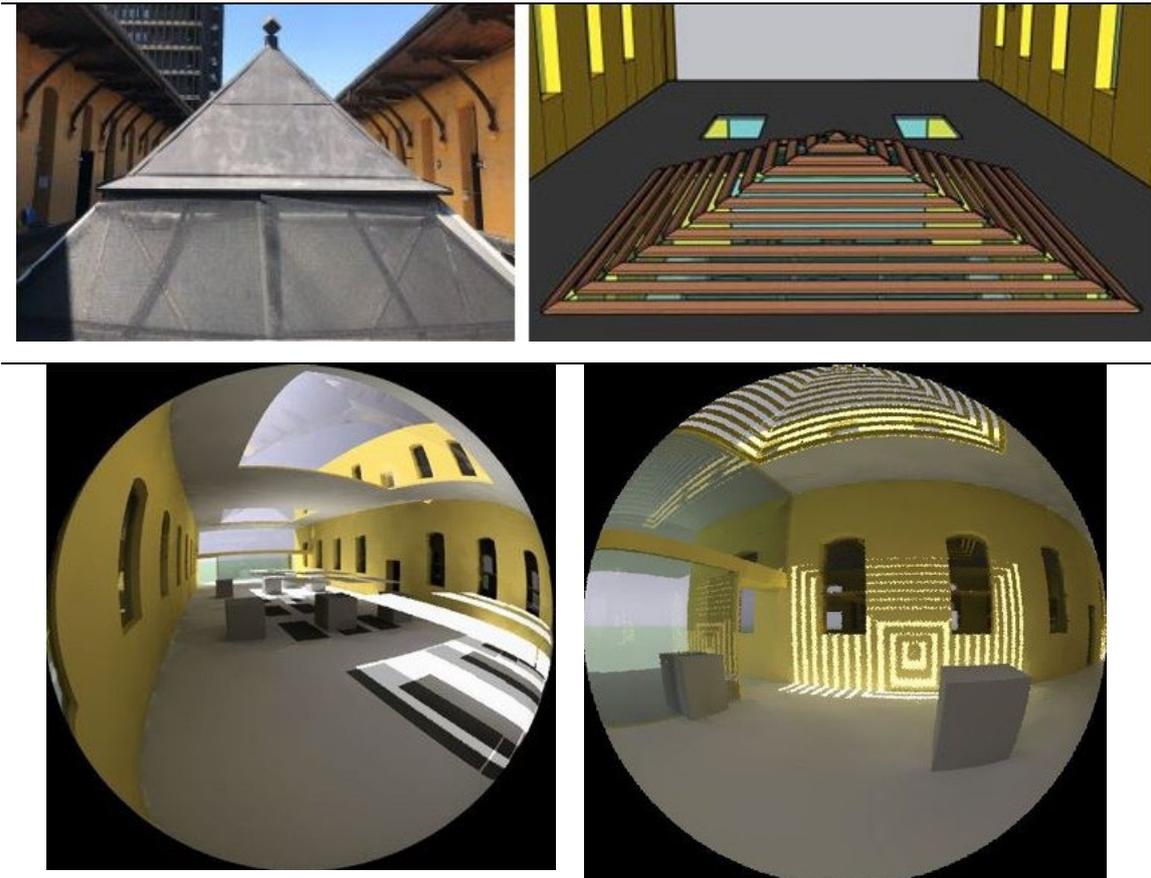


Fig. 11 Caso de estudio Biblioteca FAU. Situación actual y mejora propuesta de celosía. Fuente: Archivo de la asignatura electiva de especialización, trabajo final de Espinoza + Gomá + Santos

3. Conclusiones

La metodología utilizada en el aprendizaje basada en problemas, permite abarcar un programa de estudio ambicioso que demanda una exigente organización de esta asignatura. Correlacionando simultáneamente diferentes estrategias, tanto activas en terreno, como llevada a cabo en laboratorio, junto con las actividades en las sesiones de trabajo colaborativo. Así un buen trabajo y organización permiten avanzar sin tropiezos durante el semestre.

Se puede decir que hasta ahora, el buen desarrollo de la asignatura no ha tenido mayores dificultades. En el semestre solo hubo que acomodarse a realizar todas las actividades en el laboratorio de computación, ya que inicialmente se nos asignó un aula taller que no resultó cómoda para las necesidades de la asignatura.

Si bien las calificaciones en cada trabajo y final, ha sido en general buenas, podría haber la duda respecto del grado de aprendizaje integral de algunos estudiantes. En parte la metodología colaborativa es óptima, aunque requiere el compromiso de cada estudiante, esto es apropiado toda vez se trata de una asignatura de profundización electiva.

Para la sección actual del curso, se piensa en realizar breves controles de los documentos aportados en clase, más allá de consignar una calificación, se prevé como una oportunidad para anticipar confusiones del aprendizaje

Personalmente veo difícil realizar la parte del terreno de modo no presencial, pues esto es una severa limitante, a diferencia del trabajo en laboratorio.

No cabe duda que esta es una asignatura demanda mayor tiempo de los docentes, existen limitaciones, ya que se cuenta con un juego de equipo fotografico. Aún cuando se puede disponer durante todas las actividades en terreno.

Entre los próximos pasos que invita este artículo, se encuentra una propuesta de curso combinando iluminación natural y artificial, esto se debeplanificar para una asignación de crédito mayor.

Se ha detectado el interes de algunos estudiantes, de continuar profundizando en los temas de la asignatura electiva durante su seminario de investigación, esto alienta además la propia investigación a partir de otras temáticas del area, tales como parametrizaciones y el uso de otras herramientas apropiadas a esos temas.

Finalmente, logramos fortalecer el aprendizaje constructivo de los estudiantes; ya que, entre los comentarios abiertos de la encuesta de la evaluación docente, se identificó al curso, tal como: un acierto académico; necesario en la línea de tecnología; y, se destacó la estructura de trabajo y del programa y la buena disposición del equipo docente.

4. Bibliografía

Andersen, Marilyn; Kleindienst, Siân; Yi, Lu; Lee, Jaime; Bodart, Magali y Barbara Cutler. 2008. «An intuitive daylighting performance analysis and optimization approach». *Building Reserch Information*, 6(6). <https://doi.org/10.1080/09613210802243159>.

Andersen, Marilyn. 2015. «Unweaving the human response in daylighting design». *Building and Environment* 91, 101e117. <http://dx.doi.org/10.1016/j.buildenv.2015.03.014>.

Ayoub, Mohammed. 2019. «100 Years of daylighting: A chronological review of daylight prediction and calculation methods». *Solar Energy* 194, 360-390. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2019.10.072>.

Ayoub, Mohammed. 2020. «A review on light transport algorithms and simulation tools to model daylighting inside building». *Solar Energy* 198, 623-642. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.02.018>.

Bilbao-Villa, Ainara y Adrián Muros Alcojor. 2022. «Enseñanza de la iluminación: metodología de aprendizaje basado en proyectos». *JIDA'22. X Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura Reus*, EAR-URV, 17-18 noviembre, Tarragona, coordinado por Berta Bardí-Milà y Daniel García-Escudero DOI: [10.5821/jida.2022.11520](https://doi.org/10.5821/jida.2022.11520).

Pierson, Clotilde; Bodart, Magali; Weinold, Jan. y Alex Jacobs. 2017. «Luminance maps from High Dynamic Range Imaging: calibrations and adjustments for visual comfort assessment». *Conferencia Lux Europa 2017*. September 18-20, 147-151. Ljubljana, Eslovenia. https://www.researchgate.net/publication/320016127_Luminance_maps_from_High_Dynamic_Range_imaging_photometric_radiometric_and_geometric_calibrations#fullTextFileContent.

Boarin, Paola; Martinez-Molina, Antonio e Ignacio Juan-Ferruses. 2020. «Understanding students' perception of sustainability in architecture education: A comparison among universities in three different continents». *Journal of Cleaner Production*. 248, 119237. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.119237>.

Glaser, Daniel. 2011. «LightStanza». <http://lightstanza.com>.

Lizundia, Iñigo y Lauren Etxepare. 2016. «Aplicación de la metodología ABP en las asignaturas de construcción I-II». *JIDA'16. IV Jornadas sobre Innovación Docente en Arquitectura*. Valencia, ETSAV-UPV, 20-21 octubre, Valencia. DOI: [10.5821/jida.2016.5099](https://doi.org/10.5821/jida.2016.5099).

Nabil, A. y John Mardaljevic. 2006. Useful daylight illuminances: A replacement for daylight factors. *Energy and Buildings*, 38 (7) 905-930. doi: [10.1016/j.enbuild.2006.03.013](https://doi.org/10.1016/j.enbuild.2006.03.013).

Reinhart, Christoph. 2014. *Daylighting Handbook I. Fundamentals Designing with the Sun*. Boston. USA. Building Technology Press.

Reinhart, Christoph. 2018. *Daylighting Handbook II. Daylight Simulations. Dynamic Facades*. Boston. USA. Building Technology Press.

Reinhart, Christoph, Mardaljevic, John, y Zacks Rogers. 2006. Dynamic Daylight Performance Metrics for Sustainable Building Design». *LEUKOS*, 3(1), 7-31. <https://doi.org/10.1582/LEUKOS.2006.03.01.001>.

Ruttkey Pereira, Fernando O.; González, Alexander C. y Veridiana Atanasio. 2007. «Teaching and Learning the Daylighting Phenomenon in Architecture with Physical Models». *PLEA2007 - The 24th Conference on Passive and Low Energy Architecture*. 22-24. 2007. Singapore, coordinado por Wittkoff, Stephen y Tang Neng Kiang, 706-711.

Shafavi, Nastaran Seyed; Zomorodian, Zahra; Tahsildoost, Mohammad y Mohamadreza Javadi. 2020. «Occupants visual comfort assessments: A review of field studies and lab experiments. *Solar Energy* 208, 249-274. <https://doi.org/10.1016/j.solener.2020.07.058>.

Sunger, Vasudha y Prasad Vaidya. 2019. «Evaluation of daylight performance of the new workshop building at CEPT University, Ahmedabad». *Proceedings of the 16th IBPSA Conference*. Sept. 2-4. Roma, Italia, DOI: <https://doi.org/10.26868/25222708.2019.210912>.

Ward, Greg. 2003. «Anywhere Software». <http://www.anywhere.com/gward/hdrenc/>.