

JIDA'17

V JORNADAS
SOBRE INNOVACIÓN DOCENTE
EN ARQUITECTURA

WORKSHOP ON EDUCATIONAL INNOVATION
IN ARCHITECTURE JIDA'17

JORNADES SOBRE INNOVACIÓ
DOCENT EN ARQUITECTURA JIDA'17

ESCUELA TÉCNICA SUPERIOR DE ARQUITECTURA DE SEVILLA
16 Y 17 DE NOVIEMBRE DE 2017

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). <https://www.upc.edu/rima/ca/grups/gilda>

Editores

Daniel García-Escudero, Berta Bardí i Milà

Revisión de textos

Rodrigo Carbajal Ballell, Silvana Rodrigues de Oliveira, Jordi Franquesa

Edita

Iniciativa Digital Politècnica Oficina de Publicacions Acadèmiques Digitals de la UPC

ISBN 978-84-9880-681-6 (UPC)

eISSN 2462-571X

D.L. B 9090-2014

© de los textos y las imágenes: los autores

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

Comité Organizador JIDA'17

Dirección, coordinación y edición

Berta Bardí i Milà (GILDA)

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

Daniel García-Escudero (GILDA)

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

Organización

Rodrigo Carbajal Ballell (humAP)

Dr. Arquitecto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Jordi Franquesa (Coordinador GILDA)

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

Joan Moreno Sanz (GILDA)

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

Silvana Rodrigues de Oliveira (humAP)

Arquitecta, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Judit Taberna (GILDA)

Arquitecta, Departamento de Representación Arquitectónica, ETSAB-UPC

Comité Científico JIDA'17

Rodrigo Almonacid Canseco

Dr. Arq., Dpt. de Teoría de la Arquitectura y Proyectos Arquitectónicos, ETSA Valladolid

Fernando Álvarez Prozorovich

Departamento de Historia y Comunicación, ETSAB-UPC

Atxu Amann Alcocer

Dra. Arquitecta, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSAM-UPM

Silvia Blanco

Dra. Arquitecta, Centro Superior de Estudios de Galicia, Universidad San Jorge

Ivan Cabrera i Fausto

Dr. Arq., Dpt. de Mecánica de los Medios Continuos y Teoría de Estructuras, ETSA-UPV

Raúl Castellanos Gómez

Dr. Arquitecto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

Nuria Castilla Cabanes

Dra. Arquitecta, Departamento de Construcciones arquitectónicas, ETSA-UPV

Eduardo Delgado Orusco

Dr. Arquitecto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos de la Universidad de Zaragoza

Mariona Genís Vinyals

Dra. Arquitecta, BAU Centro Universitario del Diseño de Barcelona

María González

Arquitecta, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Antonio Juárez Chicote

Dr. Arquitecto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSAM-UPM

Juanjo López de la Cruz

Arquitecto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Nieves Mestre

Dra. Arquitecta, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, Universidad Europea

Francisco Javier Montero

Dr. Arquitecto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Antonio Peña Cerdán

Arquitecto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSA-UPV

Ana Portalés Mañanós

Dra. Arquitecta, Departamento de Urbanismo, ETSA-UPV

Amadeo Ramos Carranza

Dr. Arquitecto, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSA-US

Jaume Roset Calzada

Dr. Físico, Departamento de Física Aplicada, ETSAB-UPC

José Vela Castillo

Dr. Arquitecto, IE School of Architecture and Design, IE University (Segovia, Spain)

Learning by building. Dos experiencias didácticas de la Cátedra Deplazes ETH-Z

Learning by building. Two teaching experiences from the Deplazes ETH-Z Chair

Deplazes, Andrea^a; Linares de la Torre, Óscar^b; Salmerón Espinosa, Margarita^c

^aProfessor für Architektur und Konstruktion, ETH Zürich, Suiza, deplazes@darch.ethz.ch
^bProfesor Doctor Asociado, Departamento de Proyectos Arquitectónicos, ETSA/UPC, España oscar.linares@upc.edu ^cPhD candidate D-ARCH, ETH Zürich, Suiza, salmeron@darch.ethz.ch

Abstract

The Chair of Andrea Deplazes, Professor of Architecture and Construction of the ETH Zurich, defends that design and construction should be taught at the same time. During the last few years he has chosen to guide his didactic strategy in this direction, in what has been called "Learning by building". The purpose of this article is to present and analyze the advantages and benefits of this teaching practice, through the presentation and analysis of two didactic experiences.

Keywords: Teaching, project, construction, design, technique, learning-by-doing.

Resumen

La cátedra de Andrea Deplazes, Catedrático de Arquitectura y Construcción de la ETH de Zürich, defiende que proyecto y construcción deben ser enseñados conjuntamente. A lo largo de los últimos años ha apostado por orientar la educación que imparte en esta dirección en lo que se ha bautizado como "Learning by Building". El objetivo del presente artículo es exponer y analizar las ventajas y los beneficios de esta práctica docente a través de la exposición y análisis de dos experiencias didácticas concretas.

Palabras clave: Docencia, proyecto, construcción, diseño, técnica, learning-by-doing.

Bloque temático: Metodologías Activas (MA)

Podría afirmarse que la enseñanza en cualquier taller de proyectos tiene siempre un denominador común: El estudiante *aprende a proyectar proyectando* y lo hace a través de la resolución de un ejercicio especialmente diseñado para ello. Normalmente el cuerpo docente propone un proyecto arquitectónico como ejercicio académico a desarrollar por el alumno a través de diferentes métodos de representación (dibujo, maqueta, render, etc.). Este método docente se encuadra dentro de lo que se conoce como *learning by doing* o *aprendizaje mediante la acción*, quedando a juicio del docente el grado de verosimilitud que debe plantear el ejercicio. Desde un punto de vista pedagógico esto puede ser muy útil pero también puede llevar a aprendizajes sesgados y desconectados de la realidad profesional del arquitecto, pues, aunque este planteamiento permite aprender a proyectar proyectando, excluye todo aquello relacionado con la construcción.

*La Arquitectura existe exclusivamente cuando se ha construido físicamente, cuando a partir del programa establecido, se desarrolla un proyecto arquitectónico y se constituye en un objeto espacial y material*¹ (Deplazes, 2013). La Arquitectura puede y debe entenderse, pues, como la suma indivisible de diseño y construcción. Parece conveniente entonces preguntarse: ¿Cuándo y dónde aprende el estudiante a construir? ¿Qué ejercicios académicos le aportan conocimientos constructivos? La construcción, el lugar, el presupuesto o la relación con los diferentes agentes durante el desarrollo de un proyecto son cuestiones fundamentales en la Arquitectura: ¿Cómo y cuándo se familiariza el estudiante con ellas? ¿Es adecuado separar ambos aprendizajes -el del diseño y el de la construcción- si el objetivo es la formación integral del alumno como arquitecto?

La cátedra de Andrea Deplazes, Catedrático de Arquitectura y Construcción de la ETH de Zúrich, defiende que proyecto y construcción deben ser enseñados conjuntamente y a lo largo de los últimos años se ha involucrado, entre otros proyectos, en la creación de un taller de maquetas digital RAPlab² para uso de los estudiantes de la D-ARCH / ETHZ³, el trabajo en conjunto con otras cátedras -de construcción, de maquetado, de CAAD- o la experiencia recién iniciada en Septiembre del 2017 de unir en el primer año de estudios las clases de proyecto y construcción bajo una misma unidad.

Como parte de este planteamiento, la Cátedra Deplazes ha desarrollado en los últimos años varias experiencias didácticas en las que el alumno ha participando directamente en el proceso de diseño y construcción de proyectos que, desde el inicio, se plantean para ser materializados. En este tipo de actividades los aspectos reales de la construcción y los factores externos que afectan a la Arquitectura forman parte intrínseca del propio ejercicio. Este método de enseñanza, basado en el *learning by doing*, deja paso a lo que aquí llamamos *learning by building*.

¹ "Letztendlich existiert Architektur jedoch nur, wenn sie physisch geworden ist, wenn aus dem gesellschaftlichen Programm ein architektonisches Projekt und daraus ein materielles und räumliches Objekt geworden ist".

² Raplab D-Arch ETHZ. <https://www.raplab.arch.ethz.ch/>

³ D-ARCH son las siglas de la Escuela de Arquitectura de la Universidad Politécnica de Zurich.



Fig. 1 Estudiantes 1:1 METAL WORKS soldando la cubierta. Fuente: Archivo D-ARCH / ETHZ / Deplazes, A (2006)



Fig. 2 Proceso de construcción del taller 1:1 WOOD WORKS Fuente: Archivo D-ARCH / ETH-Z / Deplazes, A (2003)

El objetivo del presente artículo es exponer y analizar las ventajas y los beneficios del *learning by building* a través de la exposición y análisis de dos experiencias didácticas concretas⁴: el diseño y construcción de un observatorio de aves para el Parque Nacional Kis-Balaton en Hungría (2003) y una cubierta para el patio de la escuela primaria pública Kern en Zúrich (Suiza, 2006).

Proyecto 1. 1:1 Woodworks. Observatorio de aves. Kis-Balaton, Hungría, 2003

En otoño de 2002 las Cátedras Deplazes⁵ y Moravánszky⁶ de la ETH de Zúrich se unen para atender la petición del parque natural de Kis-Balaton de construir un centro de seguimiento de aves, que llega a la escuela a través del contacto personal de Akos Moravánszky. Se constituye el “Equipo Balaton ETH-Z”, formado por 20 estudiantes, 6 profesores asistentes de las dos cátedras y los dos catedráticos. Teniendo en cuenta las diferencias culturales y económicas entre Hungría y Suiza, se intentan minimizar desde el principio los gastos del proyecto⁷ y se decide a tal efecto, que debe evitarse la participación de empresas externas.

El material elegido para esta construcción es la madera de acacia, que en Hungría se utiliza normalmente para hacer fuego. La elección del material se explica con el siguiente argumento: *Los troncos se pueden apilar. Por ejemplo en un almacén de leña se conforma una pared, que puede ser construido más alto y más estable cuanto más ancha es su base. Tanto los muros como las pilas pertenecen a la gama de “construcción sólida”, incluso si se apilan tablas de madera como se describe anteriormente. Este proceso es particularmente exitoso cuando los troncos de madera, de aproximadamente un metro de longitud, se cortan con el hacha dividiéndolos en cuartos y creando cuñas triangulares. Girando y escalonando los troncos se pueden apilar con juntas casi herméticas. La dura madera de acacia utilizada en el proyecto de Balaton resultó especialmente apropiada debido a que sus fisuras fibrosas yuxtapuestas se entrelazaron unas contra otras como el velcro, lo que aumentó la resistencia a la fricción y, en general, la resistencia del apilado bajo el creciente peso propio*⁸ (Deplazes, 2003).

⁴ La Cátedra Architektur+Konstruktion de Andrea Deplazes ha desarrollado, en solitario o en colaboración con otras cátedras, otras dos experiencias docentes en las que el alumno ha participado activamente en el desarrollo y construcción de un proyecto arquitectónico: la bodega Gantenbein en Fläsch (Suiza, 2006) y un centro para alpinistas en Monte Rosa (Suiza, 2009).

⁵ Andrea Deplazes dirige la Cátedra Architektur+Konstruktion del D-ARCH de la ETH Zúrich. www.deplazes.arch.ethz.ch

⁶ Akos Moravánszky es catedrático de Teoría de la Arquitectura en el instituto gta der ETH Zúrich. www.gta.arch.ethz.ch

⁷ Los gastos son desglosables en los siguientes capítulos: 130 Ster de madera de acacia con un valor de 3.400 € (que incluyen tres camiones con remolque y dos sin remolque cargados de madera, en pedazos cortados en el tamaño standard). Dos elevadores de pallets con un coste de 3.100 €. Los costes de cortado de la madera, por valor de 6.500 €. Y la colocación de una capa de arena y cantos rodados como pavimento en el interior de la construcción con un coste de 500 €. En total, descontando el coste de transporte y manutención de los participantes (sufragaron su transporte y se hospedaron en tiendas de campaña en la obra), los gastos de proyecto ascendieron a 13.500 €.

⁸ “Holzscheite Lassen sich zu Schreiterbeigen oder Scheiterhaufen aufschichten. Im ersten Fall entsteht ein Brennholzlager in Form einer Mauer, die umso stabiler oder höher gebaut werden kann, je breiter ihre Basis ist...Mauer und Haufen gehören dem Prinzip nach in der Bereich des Massivbaus, selbst wenn sie, wie oben geschildet, aus Holzscheiten aufgeschichtet sind. Besonderes gut gelingt das, wenn Rundholzabschnitte von etwa einem Meter Länge scheinrecht, d.h. die Kopffläche aufrecht nach oben, mit dem Spaltkeil geviertelt werden. Jedes Holzseit weis daher einen dreieckigen Querschnitt auf. Gedreht und versetzt zueinander Lassen sich die Scheithölzer statt und fugenschlüssig aufschichten, es steht Lage um Lage ein Trockenmauerverband. Das beim Balaton-Projekt verwendete, zähe Akazienholz erwies sich zudem als besonders gut haftend, weil sich seine aneinander liegenden, faserigen Spaltflächen wie Klettverschlüsse ineinander verhakten, was den Reibungswiderstand und im Gesamten die Festigkeit des Mauerwerks unter der wachsenden Eigenlast fühlbar erhöhte”.



Fig. 3 "Ster", principio de construcción de pilas de madera. Fuente: Archivo D-ARCH / ETHZ / Deplazes, A (2001)



Fig. 4 Diario de construcción del taller 1:1 WOOD WORKS. Fuente: Deplazes, A (2003)

Desde el punto de vista didáctico, el interés del proyecto se centra en el concepto de “Baustelle“, que podría traducirse como “a pie de obra” o “lugar donde se construye”, entendiéndolo como *la frontera de la arquitectura... el lugar de la transformación... el posicionamiento del proyecto en el planeta... y la prueba de fuego del proyecto*⁹ (Deplazes 2003). Se decide construir en base al “Ster”, la unidad más común de medición en el comercio de leña, que supone un volumen de un metro cúbico formado por piezas de madera de longitud indefinida, escindidas o no, incluyendo los huecos entre los troncos.

El ejercicio se desarrolló en tres etapas no consecutivas de una semana de duración cada una, utilizando el marco de las *semanas-seminario*¹⁰ de obligada atención de los estudiantes. En noviembre del 2002, durante la primera semana-seminario del proyecto, se llevó a cabo un concurso de ideas entre los estudiantes, para la construcción de tres cabañas que respetaran tanto las directrices marcadas por los expertos de Kis-Balaton, como las necesidades derivadas por el uso del material y la técnica constructiva propuestos. Un jurado eligió uno de los proyectos para su posterior desarrollo y construcción¹¹.

En marzo del 2003, los estudiantes pasaron una semana en el parque forestal de la ETHZ en Sellenbüren, donde se familiarizaron con la técnica de construcción de “Ster” y experimentaron, guiados por los profesores asistentes y los forestales de la estación, con las posibilidades del sistema y sus límites en la formación de huecos, curvas y cúpulas.

En el tiempo entre esta semana y la semana de construcción de las cabañas en mayo del 2003, los profesores asistentes se encargaron de organizar la obra, el material, los planos a presentar a las autoridades para conseguir la licencia de construcción, el presupuesto, el viaje y la estancia del equipo en Kis-Balaton.

Una vez llegado a Hungría, el equipo sólo cuenta con 6 días de trabajo. Se procede a la construcción de los refugios encontrando dificultades a pie de obra que se exponen como retos intelectuales, intentando que los estudiantes comprendan la complejidad intrínseca de la obra y la necesidad de planear todos los aspectos de la obra lo más detalladamente posible para minimizar la toma de decisiones espontáneas¹².

La construcción de las dos falsas bóvedas y la gran bóveda se llevó a cabo desde el conocimiento teórico del comportamiento de las cargas en estructuras abovedadas. Este proceso se convirtió en un ejercicio empírico de prueba y error que, en diversas ocasiones, cuando se descubrieron fallos en la colocación de los troncos, obligó a desmontar partes ya construidas.

⁹ “Die Baustelle ist ein Grenzgebiet der Architektur... Die Baustelle ist ein Ort der Verwandlung... Die Baustelle ist die Verankerung des Bauwerks in der Welt... Die Baustelle ist der Prüfstand der Ideen und Konzepte”.

¹⁰ Normalmente estas semanas-seminario se destinan a viajar, pero es posible ofrecer otro tipo de seminarios, como es el caso que nos ocupa.

¹¹ El jurado estuvo formado por Mate Harkay y Csaba Megyer por parte de Kis-Balaton, Akos Moravansky y Andrea Deplazes (catedráticos de la ETHZ), Daniele Marques (arquitecto suizo), Jules Jausherr (en nombre de los estudiantes), Florian Niggli (profesor de estructuras de la ETHZ) y Nik Biedermann (en nombre de los profesores asistentes). El proyecto elegido fue la propuesta presentada por el equipo formado por las estudiantes Linder Steiner y Gabriela Steiner.

¹² Durante el proceso de construcción se tuvo que afrontar el hecho de que la cantidad de madera planeada y acordada no estuvo en obra en el plazo acordado: sólo se había recibido un tercio cuando se comenzó a la obra, con lo que hubo que reajustar los trabajos a efectuar con el material disponible cada día y cambiar elementos del diseño para acoplarse a esta carencia. El último día fue necesario desmontar un trozo de muro periférico que había sido construido el segundo día, para poder utilizar su madera en la terminación de la última cúpula.



Fig. 5 Interior de la construcción una vez finalizada. Fuente: Archivo D-ARCH / ETH-Z, Deplazes, A (2003)



Fig. 6 Prueba de carga y celebración. Fuente: Archivo D-ARCH / ETH-Z, Deplazes, A (2003)

Proyecto 2. 1:1 Metalworks. Nuevo espacio cubierto en la escuela Kern, Zúrich. Suiza, 2006

En octubre de 2005 las Cátedras Deplazes y Hovestadt¹³ de la ETH de Zúrich se ponen en contacto con el IMMO¹⁴ para comunicarle su búsqueda de un objeto real para convertir su construcción en un ejercicio académico. El IMMO propone la construcción de una nueva cubierta para la zona de recreo de la escuela pública de Kern, una petición realizada por los propios alumnos y que había sido archivada en junio del 2003 por falta de financiación. Las dos instituciones llegan al siguiente acuerdo: la ETH desarrollaría el diseño y construcción del proyecto sin cobrar mientras que el IMMO financiaría el coste de los materiales empleados y los costes procedentes de aquellas empresas externas que fueran necesarias para llevar a cabo el proyecto.

El ejercicio se desarrolló, igual que el anterior, en tres etapas no consecutivas de una semana de duración cada una, en el marco de las *semanas-seminario*. Los primeros días de la primera semana-seminario se desarrolló en noviembre del 2005. El equipo de profesores decidió, por razones didácticas, que el proyecto se iba a desarrollar utilizando chapa de metal. Ludger Hovestadt, Catedrático de CAAD, lo explica así: *La chapa no perdona los errores en la planificación. Los agujeros cortados erróneamente no se pueden rellenar y reubicar como en otros materiales. Los cambios a posteriori afectan considerablemente a la calidad de la construcción. Además, con sucesivas deformaciones el material puede estirarse (lo que afecta las tolerancias previstas). Así que todos los detalles deben estar planeados, hasta la décima de milímetro, desde el principio*¹⁵ (Deplazes, 2007). Es por ello que durante los primeros días de la semana los estudiantes fueron instruidos en distintas técnicas de corte, doblado y soldado de láminas metálicas realizando prácticas reales, con el objetivo de aplicar estos conocimientos posteriormente en la fabricación y construcción del proyecto. Esta primera etapa obligó a los docentes de las dos cátedras implicadas a organizarse como una única unidad docente que, además, tuvo que coordinarse con otros departamentos de la ETHZ¹⁶.

Los últimos días de esta primera semana-seminario se emplearon para desarrollar las propuestas para la cubierta. Los estudiantes se organizaron en seis equipos de trabajo y desarrollaron seis proyectos, sabiendo que debían dejar constancia del concepto constructivo de su diseño. Como si de un auténtico concurso se tratara, el último día se constituyó un jurado¹⁷ que seleccionó el proyecto "Wasserspiel" (juegos de agua), compuesto por quince elementos o paraguas metálicos iguales, cuyas distintas alturas y posiciones contribuyen a conducir el agua de la lluvia hasta el suelo.

¹³ Luger Hovestadt dirige la Cátedra CAAD (Computer Aided Architectural Design) del D-ARCH de la ETH Zürich. www.caad.arch.ethz.ch

¹⁴ El IMMO es el Departamento de "Construcción en altura" de la ciudad de Zúrich. Es responsable de gestionar la cartera de edificaciones de propiedad municipal, que incluye centros educativos, administrativos, sanitarios, sociales, culturales y deportivos.

¹⁵ "...denn Blech verzeiht keine Planungsfehler. Falsch geschnittene Löcher Lassen sich nicht wie bei anderen Materialien zuschmieren. Nachträgliches Ausbessern beeinträchtigt die Verarbeitungsqualität erheblich. Zudem wird bei Umformen das Material gedehnt! Es muss also von Anfang an alles bis in den Zehntelmillimeter vorgedacht werden..."

¹⁶ La formación de los estudiantes sobre corte, planchado y soldadura se desarrolló en colaboración con Thomas Jost, el encargado del Taller de Metal del Departamento de Ingeniería Mecánica de la ETHZ, e If Ebnöther, el encargado del Taller de Maquetas de D-ARCH / ETHZ.

¹⁷ El Jurado estuvo compuesto por: Mark Ziegler (IMMO ZH), Sandra Zacher (IMMO ZH), Roger Hartmann (IMMO ZH) y Patrick Gartmann (Ingeniero civil) como miembros externos a la ETHZ; Prof. Andrea Deplazes, Maud Châtelet, Christoph Elsener y Barbara Wiskemann como miembros de la Cátedra Deplazes y Christoph Schindler y Oskar Zieta como integrantes de la Cátedra CAAD; If Ebnöther como encargado del taller de maquetas de D-ARCH y Florian Niggli como profesor de estática.



Fig. 7 Visualización de la idea de proyecto. Fuente: Archivo D-ARCH / ETH-Z, Deplazes, A (2005)



Fig. 8 Diario de construcción del taller 1:1 METAL WORKS. Fuente: Deplazes, A (2007)

Después de esta semana-seminario los profesores asistentes de ambas cátedras se encargaron de mejorar y optimizar el diseño para asegurar su viabilidad constructiva. Inicialmente estaba previsto que la ETH fabricara las piezas en sus propias instalaciones, pero esto no fue posible ya que la universidad no podía asumir la responsabilidad y la garantía que exigía su fabricación. Por este motivo se buscó a una empresa externa¹⁸. Bajo la supervisión de los profesionales de dicha empresa, los profesores asistentes comprobaron distintos aspectos constructivos del proyecto (como la necesidad de zapatas y sus dimensiones, los detalles de anclaje...) y fabricaron y montaron un primer prototipo empleando, para ello, las mismas técnicas que habían aprendido los estudiantes en la ETHZ. Los estudiantes no pudieron participar en esta etapa del proyecto porque era necesario cumplir con el calendario acordado con el IMMO, que exigía que el proyecto se construyera durante las vacaciones estivales del 2006. Aunque se respetó en todo momento el diseño estético y conceptual de la propuesta elegida, se evidenció -como en el caso anterior- que el calendario académico no siempre se adapta correctamente al continuo proceso de trabajo que impone un proyecto, lo que priva al alumno de comprender dicho proceso en toda su extensión y de una manera unitaria y continua.

Durante la segunda semana-seminario, en abril de 2006 los veinte estudiantes del seminario participaron en la fabricación y el ensamblaje de los elementos, asistidos por los profesores asistentes de la ETH y los trabajadores de la empresa responsable de la fabricación de las piezas. La experiencia de fabricación ofrece a los estudiantes la posibilidad de comprender la materialización y montaje de los elementos diseñados sobre el papel. Les permite, entre otras cosas, comprender la importancia de tener en consideración las tolerancias, la obligación de dibujar con precisión los planos o la necesidad de tener en cuenta el propio proceso de fabricación¹⁹.

Los elementos quedaron almacenados en los talleres de la empresa hasta el mes de agosto de 2006. Aprovechando la pausa de verano de la escuela Kern, una empresa externa se encargó de la construcción de la zapata donde se anclarían los elementos metálicos. Coordinados por los asistentes de ambas cátedras, los estudiantes del seminario llevaron a cabo la instalación de la cubierta, que se completó en sólo tres días.

La Docencia del Proyecto desde el concepto de Arquitectura como Diseño y Construcción

El término alemán “Baukunst”, utilizado como sinónimo de “Architektur”, se podría traducir al castellano como el Arte (die Kunst) de Construir (der Bau). La inclusión del termino “Construcción” en la palabra que se utiliza para referirse a la Arquitectura resalta el carácter intrínseco de lo constructivo en el hecho arquitectónico. Por su parte, la presencia del término “Arte” en la palabra “Baukunst” alude a que no toda construcción puede considerarse arquitectura: *la construcción... no se puede considerar sólo una cuestión de técnica o tecnología, sino como resultado de un objetivo artístico, que será más coherente y conciso en su disposición (diseño), cuanto mejores sean los fundamentos técnico-constructivos que se dominan*²⁰ (Deplazes, 2013). Arquitectura, como indica la palabra Baukunst, no es mera construcción, es el arte de la construcción.

¹⁸ Blechteam GmbH Riedackerstrasse 5, 8153 Rümlang, Suiza

¹⁹ En este caso, cuestiones como el tamaño de la placa de acero, la precisión del cortador de láser, el alargamiento del metal en el proceso de doblado y la adición de 0,5 cm de lacado a pistola de las piezas, se descubrieron determinantes.

²⁰ “Konstruktion wird hier nicht nur als eine Frage der Technik oder Technologie verstanden, sondern als Ergebnis einer künstlerischen Zielsetzung, die umso kohärenter und prägnanter ihre Gestalt findet, je besser die technische-konstruktiven Grundlagen beherrscht werden”.



Fig. 9 Celebración en el Blechteam. Fuente: Archivo D-ARCH / ETH-Z, Deplazes, A (2005)



Fig. 10 Montaje de las estructuras. Fuente: Archivo D-ARCH / ETH-Z, Deplazes, A (2005)

*Baukunst supone una interacción necesaria y compleja entre el diseño y la construcción*²¹ (Deplazes, 2013). *En última instancia la Arquitectura existe exclusivamente cuando se ha construido físicamente, cuando a partir del programa establecido, se desarrolla un proyecto arquitectónico y se constituye en un objeto espacial y material*²² (Deplazes 2013). La concepción intelectual de la obra no puede desvincularse de su ejecución material: “diseño” y “construcción” forman una unidad indivisible en el proyecto arquitectónico.

Tal como se ha mostrado en las dos experiencias docentes de la Cátedra Deplazes presentadas, la aproximación del estudiante al proyecto arquitectónico puede producirse a través de diferentes herramientas:

El dibujo. En el aula, se debe utilizar el dibujo como un instrumento especialmente útil en la representación y verificación del proyecto. Sin olvidar nunca que obliga a un alto grado de abstracción de aquello que se representa, en ningún caso puede convertirse en un fin en sí mismo, en un documento autoreferencial que pierda todo contacto con la realidad que debe representar –el proyecto-: *El plano muestra una intención: La intención del estado terminado de un diseño que ha de ser transferido a una forma física. Así mismo constituye una “guía de acción” para los iniciados y los profesionales, que ilustra el proceso de montaje (o construcción): una secuencia cronológica de actividades, en orden de prioridad, que permite materializar incluso las construcciones más complejas de manera consistente*²³ (Deplazes, 2007).

La maqueta. La elaboración de maquetas ha evolucionado mucho en las últimas décadas gracias a los avances tecnológicos en el campo del diseño asistido por ordenador (CAD²⁴) y a la aparición de máquinas como las cortadoras de laser, los troqueladores asistidos por ordenador, las impresoras 3D y las máquinas de vacío, que son aparatos presentes ya en muchas escuelas de arquitectura. A pesar de su indudable utilidad a la hora de expresar la tridimensional del objeto proyectado, la necesaria simplificación que supone una maqueta (reducción de escala, simplificación material, etc.), impide que el estudiante pueda utilizarla para comprender la complejidad de los sistemas constructivos del proyecto.

El prototipo. La tecnología moderna propicia la fabricación asistida por ordenador (CAM²⁵), de prototipos a escala 1:1 de soluciones de fachada, estructura, etc., tanto en el ámbito profesional como en el universitario. A diferencia del dibujo y la maqueta, el prototipo abandona el ámbito de la representación para adentrarse de lleno en el de la realización: la construcción de una unidad de proyecto permite comprobar la realidad constructiva del diseño, hecho que supone un salto cualitativo enorme en el aprendizaje del estudiante y que debería, por tanto, integrarse de forma natural en los ejercicios académicos desarrollados en las escuelas de arquitectura.

²¹ “Bauprozess als notwendiges und komplexes Wechselspiel zwischen Konzeption und Konstruktion”.

²² “Letztendlich existiert Architektur jedoch nur, wenn sie physisch geworden ist, wenn aus dem gesellschaftlichen Programm ein architektonisches Projekt und daraus ein materiales und räumliches Objekt geworden ist”.

²³ “Der Plan zeigt eine Absicht: Die Absicht des fertigen Zustands einer Konstruktion, die ins Physische übertragen werden soll. Gleichzeitig ist er für den Eingeweihten oder den Fachmann eine Handlungsanleitung, denn er bildet den Prozess des Zusammenfügens ab: Eine chronologische Abfolge von Tätigkeiten, nach Prioritäten geordnet, die es erlaubt, auch noch so komplizierte und komplexe Konstrukte und Aggregate folgerichtig zusammenzustellen...”

²⁴ Computer Aided Design

²⁵ Computer Aided Manufacture



Fig. 11 Pabellón par MANIFESTA 11 / Zurich. Fuente: Archivo D-ARCH / ETH-Z, Studio Emerson, T (2016)



Fig. 12 Casa Callejon Menores, Toledo. Fuente: Salmerón, Margarita (2016)

La construcción 1:1. Tal y como se ha evidenciado en la descripción de las dos experiencias didácticas de la Cátedra Deplazes, el contacto directo con la construcción real a pie de obra se convierte en una experiencia irremplazable en el proceso de formación del estudiante de arquitectura. Tanto es así que la Cátedra Deplazes aconseja a todos sus estudiantes realizar prácticas entre un semestre y un año en un estudio de arquitectura durante los primeros 2-3 años de formación académica, que le permita entrar en contacto con la obra. Este contacto directo de la realidad de la constructiva resulta imprescindible para complementar adecuadamente los conocimientos teóricos, históricos y estéticos aprendidos en el aula.

Las dos experiencias académicas presentadas fueron diseñadas para que el alumno se viera obligado a utilizar todas estas herramientas de proyecto, haciendo especial hincapié en la construcción 1:1. *El proceso que lleva del concepto hasta el edificio terminado debe ser experimentado en toda su profundidad, desde las condiciones del lugar concreto; sus protagonistas se ocupan de la resolución de un problema específico, hasta desarrollar una solución y realizarla ellos mismos*²⁶ (Deplazes, 2007).

Este planteamiento requiere la necesaria adecuación de las instalaciones de las escuelas de Arquitectura: los espacios y el mobiliario tradicionalmente concebidos para permitir la realización de lecciones magistrales, el dibujo manual de planos de gran dimensión y la elaboración artesanal de maquetas de papel y cartón, etc., deben dar paso a estructuras que se adecúen a las necesidades del diseño por ordenador, la presentación digital y el uso de maquinaria de maquetado CAM. También sería conveniente que las escuelas contaran con espacios para realizar prototipos a escala 1:1. Cuando la propia escuela no pueda ofrecer talleres de fabricación, se debería suplir con la cooperación con entidades externas, tal y como se hizo en una de las experiencias docentes anteriormente expuestas.

A tal efecto, parece conveniente señalar que no es necesario proponer proyectos de construcción 1:1 complejos y con presupuestos elevados; más bien al contrario, es conveniente que los proyectos que se plantean como ejercicios académicos sean sencillos y de un alcance controlado, a fin de evitar una complejidad excesiva que probablemente resultaría dificultosa y contraproducente a sus fines pedagógicos²⁷.

²⁶ "Der Prozess von Konzept bis zum fertigen Bauwerk soll in der ganzen Tiefe erfahrbar werden, von den Bedingungen des konkreten Orts, dessen Benutzern über die spezifische Problemstellung bis zum Entwicklung einer Lösung und deren eingendhändigen Realisierung".

²⁷ Nos gustaría señalar en este punto que las experiencias didácticas de "learning by building" no son exclusivas de la Catedra Deplazes y que existen otros docentes y escuelas que ya apuestan por este modelo. Entre ellas nos gustaría resaltar la experiencia didáctica realizada por el Studio Emerson de la D-ARCH / ETH-Z con la construcción del Pavellon de MANIFASTA 11 en Zurich ein 2016 o la realizada por la escuela de Arquitectura de Toledo en la rehabilitación de una Casa Patio del Callejón de Menores en Toledo bajo la tutoría de los profesores José Ramón de la Cal y Javier Bernal durante los últimos 5 años.

Learning by Building

La docencia del proyecto arquitectónico ha sido siempre planteada de acuerdo con las premisas del *learning by doing*, que concibe al alumno como un sujeto activo y protagonista del proceso de aprendizaje en un marco pedagógico diseñado por el docente²⁸. Pero, normalmente, en los talleres de proyectos esta acción se orienta exclusivamente al diseño, es decir, a la representación del proyecto previa a su materialización. Con este planteamiento docente, que podríamos llamar *learning by design*, la comprensión del proceso proyectual es necesariamente sesgada y parcial, pues el estudiante no tiene oportunidad de comprender las implicaciones que tiene la construcción. A fin de evitar esta situación, la Cátedra Deplazes propone que el alumno no sólo aprenda Arquitectura proyectando, sino que lo haga proyectando y construyendo, entiendo el diseño y la construcción como un todo indivisible. El *learning by design* debería sustituirse, en la medida de lo posible, por lo que aquí hemos llamado *learning by building*.

Este planteamiento docente resulta beneficioso para todas las partes implicadas: el estudiante entra en contacto directo con el proceso de diseño y construcción en toda su complejidad y extensión, mejorando así su aprendizaje; la universidad materializa su labor docente en objetos arquitectónicos concretos, hecho que aumenta la visibilidad de su actividad como institución educativa; la industria, a través de convenios docentes con la universidad, entra en contacto con nuevas ideas y planteamientos que luego puede implementar en su actividad económica; y los usuarios de las nuevas construcciones ven cómo a través de pequeñas actuaciones arquitectónicas se resuelven problemas y carencias de su día a día.

Bibliografía

DEPLAZES, A (2013). *Architektur konstruieren: vom Rohmaterial zum Bauwerk: ein Handbuch*. Basel: Birkhäuser.

DEPLAZES, A.; MORAVÁNSZKY, A. (2003): *1:1 Wood works: ein experimenteller Massivbau. Beiträge von Andrea Deplazes und Ákos Moravánszky; Team Balaton ETH Zürich*. Zürich : GTA Verlag, ETH.

DEPLAZES, A.; HOVESTADT, L. (2007): *1:1 Metal Works: Eine digital-analoge Baustelle*. Herausgegeben von Christoph Schindler und Barbara Wiskemann. Zurich: GTA Verlag.

²⁸ Es importante señalar que la base epistemológica de lo que hoy se conoce como *learning by building* es la teoría constructivista del psicólogo suizo Jean Piaget.