

La inclusión de la metodología BIM (Building Information Modeling) en los estudios de Grado de Arquitectura es un hecho ineludible. Esta implantación afecta, especialmente, al modo de plantear la docencia en Expresión Gráfica Arquitectónica (EGA). Tras el estudio de los congresos y publicaciones más relevantes en la materia, se ha desarrollado un Proyecto de Innovación Educativa basado en la colaboración entre asignaturas y dirigido por el Área EGA. Se definen las características de la implantación, en la que se concluye que la clave está en la colaboración, donde EGA tiene un papel líder. Se trata de plantear metodologías docentes innovadoras para BIM, sin rechazar ciertas técnicas tradicionales imprescindibles de EGA.

**PALABRAS CLAVE: EXPRESIÓN GRÁFICA ARQUITECTÓNICA. BIM. DOCENCIA. UNIVERSIDAD**

*The inclusion of the BIM (Building Information Modelling) methodology in Architecture Degree studies is an unavoidable fact. Its introduction particularly affects how the teaching of Architectural Graphic Expression (AGE) is addressed. After studying the most significant congresses and publications on this subject, an Educational Innovation Project was undertaken based on collaboration between courses and conducted by the AGE Section. The implementation characteristics are determined, concluding that the key lies in collaboration, wherein AGE plays a lead role. Innovative teaching methodologies for BIM are put forward without rejecting certain traditional techniques indispensable for AGE.*

**KEYWORDS: ARCHITECTURAL GRAPHIC EXPRESSION. BIM. TEACHING. UNIVERSITY**

## **DOCENCIA COLABORATIVA EN BIM. DESDE LA TRADICIÓN Y DIRIGIDA POR LA EXPRESIÓN GRÁFICA ARQUITECTÓNICA**

## **COLLABORATIVE BIM TEACHING. PER TRADITION AND DIRECTED BY ARCHITECTURAL GRAPHIC EXPRESSION**

*Iñigo León Cascante, José Javier Pérez Martínez*

doi: 10.4995/ega.2018.9077





1. Perspectiva interior de Modelo BIM. Formas complejas sin apenas información. Aniceto Alberdi

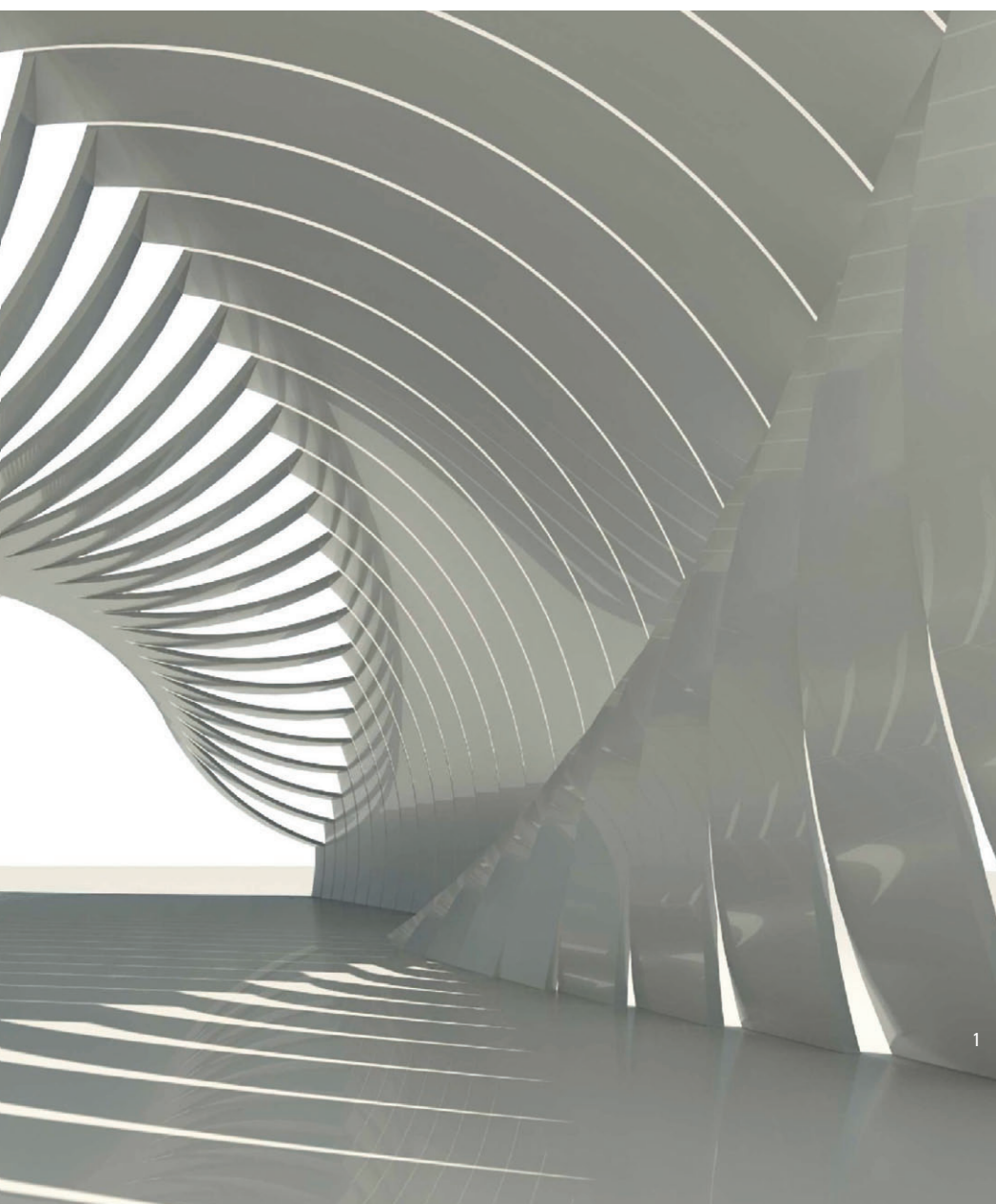
1. BIM model interior perspective. Complex forms with hardly any information. Aniceto Alberdi

Tras analizar multitud de congresos y publicaciones sobre docencia y BIM, se puede comprobar que se han implantado varias experiencias educativas con BIM en el ámbito universitario. Se puede acceder a estudios que han revisado exhaustivamente y sintetizado la investigación sobre las estrategias adoptadas por los educadores, donde informan sobre las tendencias de la investigación para el diseño del plan de estudios de BIM. Pero la educación universitaria apenas ha puesto énfasis

en “por qué” y “cómo”, además de “qué” (Leite 2016). Por más que se profundiza en el tema, cada vez se ve más claro que pensar en un enfoque universal para enseñar BIM es poco realista, ya que en las conclusiones de esas revisiones nunca hay un plan de estudios definido, y en la mayoría de ellas se llega a estrategias contradictorias.

En muchas publicaciones destaca la relación entre la educación BIM y la visualización (ámbito de Expresión Gráfica). Las altas com-

After analysing numerous congresses and publications concerning teaching and BIM, it can be verified that various educational experiences with BIM have been undertaken in the university context. Studies can be accessed which exhaustively review and summarise research on strategies used by educators, reporting on trends in research for design of a BIM studies plan. But university education has put little emphasis on the ‘why’ and ‘how’ apart from the ‘what’ (Leite 2016). The deeper one looks into the subject, it becomes increasingly clear that it is not very realistic to think of a universal focus for teaching BIM, as there is never a definite study plan in those reviews’ conclusions and most arrive at contradictory strategies. Many publications highlight the relationship between BIM education and visualisation (field of Graphic Expression). High visualisation capabilities in BIM’s use of the 3D to nD dimensions have been recognised as one of the basic skills cultivated by academic BIM education in different departments associated to architecture and construction around the world (Badrinath, Chang and Hsieh 2016). It is clear that BIM is not a new graphic tool but rather a new comprehensive work methodology. It is said that teaching architecture through BIM is not the same as doing it the traditional way (Agustín, Fernández and Sancho 2016). And it has been asserted that the need for students to know how to ‘draw’ should be replaced by the ability to ‘model’ buildings and their components (Adamu 2016). Education is being polarised on two fronts, the traditionalist or analogue and the progressive or technological, which tend to reject and exclude the opposing side’s theories. BIM teaching entails the updating of architecture teaching, with innovative instruction strategies that impact student learning. But certain traditional techniques that are still effective should not therefore be rejected, as they can also reinforce BIM learning. This article presents an experience of interdisciplinary and collaborative BIM implementation through an Educational Innovation Project that was conceived, promoted, led and *directed* by the Graphic Expression Section. It also touches on teaching practices in the AGE Section, where it was deemed necessary



to combine *traditional techniques* with new strategies for BIM-linked challenges. AGE must have a major influence on the interdisciplinary and collaborative process of BIM teaching, although there is no intention whatsoever of situating its teaching exclusively in that section.

### AGE and BIM

If we had to establish the par excellence 'language' for conveying architecture, it would be the graphic ahead of the written, oral or others. *Universal Graphic language* has been redefined over time to include aspects and knowledge of symbolic, cultural, utilitarian and cognitive nature, like any language, literacy and communication (Gagel 1997). BIM is a new comprehensive architectural work methodology involving new messages and concepts, though not involving a change of language. The BIM model is *geometry* linked to parametric formulation, in which infinite data is included; without a model there is no BIM and without geometry there's no model. The main aim of the pertinent technology would be to "identify, grasp and convey technical information in graphic form precisely, comprehensively and in accordance with the conventions" of the language (Gagel 1997). AGE is in charge of the architectural 'philology' and hence must *direct* evolution of the spelling and grammar toward the new digital challenges posed by BIM, along with other fields.

Although some publications have proposed eliminating the teaching of traditional or analogue drawing, numerous authors believe that manual Graphic Expression should be encouraged even in the presence of BIM. In the AGE Section of the Architecture Department at ETSA San Sebastián, a very broad range of exercises continue to be employed, running from site and design sketches, study of the human figure, production of manual plans, descriptive geometry and CAD to BIM. But this does not mean using the same thing the same way, without adjusting any material (where BIM does not fit), nor eliminating manual drawing to make room for BIM. Vinšová, Achten and Matejovská (2015) highlight the particular advantage that students can compare the pros and cons of many ways of drawing: manual

potencias de visualización en el uso de las dimensiones 3D a nD del BIM, han sido reconocidas como una de las competencias esenciales cultivadas por la educación BIM académica en los diferentes departamentos vinculados a la Arquitectura y la Construcción alrededor del mundo (Badrinath, Chang y Hsieh 2016). Queda claro que BIM no es una nueva herramienta gráfica, sino una nueva metodología global de trabajo. Se dice que enseñar Arquitectura a través de BIM no es igual que hacerlo a la manera tradicional (Agustín, Fernández y Sancho 2016). Se llega a afirmar que la necesidad de que los estudiantes sepan cómo "dibujar" debería ser reemplazada por la capacidad de "modelar" los edificios y sus componentes (Adamu 2016). Se está polarizando la educación en dos frentes, los tradicionalistas o analógicos, y los progresistas o tecnólogo-digitales, que tienden a rechazar y excluir las teorías del frente opuesto.

La docencia en BIM requiere actualizar la enseñanza de la Arquitectura, con estrategias docentes innovadoras, incidiendo en el aprendizaje del alumnado. Pero no por ello han de rechazarse ciertas técnicas tradicionales que siguen siendo eficaces, y que, además, pueden potenciar el aprendizaje en BIM. En este artículo, se muestra, por un lado, una experiencia de implantación interdisciplinar y colaborativa en BIM a través de un Proyecto de Innovación Educativa que ha sido confeccionado, impulsado, liderado y *dirigido* por el Área de Expresión Gráfica. Por otro, incide en prácticas docentes dentro del Área de EGA, donde se ve necesario combinar *técnicas tradicionales* con nuevas estrategias

para los retos vinculados al BIM. EGA ha de tener un peso muy relevante en el proceso interdisciplinar y colaborativo de la Docencia en BIM, pero no hay pretensión alguna de ubicar su docencia exclusivamente en este Área.

### EGA y BIM

Si tuviésemos que establecer cual es "el lenguaje" por excelencia de transmisión de la Arquitectura, éste sería el Gráfico, por encima del escrito, el oral u otros. El *lenguaje Gráfico Universal* ha sido redefinido a lo largo del tiempo y ha incorporado aspectos y conocimientos de carácter simbólico, cultural, utilitario, cognitivo, como cualquier lengua, alfabetización y comunicación (Gagel 1997). BIM es una nueva metodología global de trabajo en Arquitectura que implica nuevos mensajes y conceptos, pero no implica un cambio de lengua. El modelo BIM es *geometría* vinculada a formulación paramétrica, en la que se incluyen infinidad de datos; sin modelo no hay BIM y sin geometría no hay modelo. La tecnología pertinente tendría como objetivo principal «identificar, capturar, transmitir la información técnica en forma gráfica con exactitud, totalidad y de acuerdo con las convenciones» de la lengua (Gagel 1997). EGA es la encargada de la "Filología" Arquitectónica y, por tanto, ha de *dirigir* la evolución de la ortografía y la gramática a los nuevos retos digitales que plantea el BIM, de la mano de otras áreas.

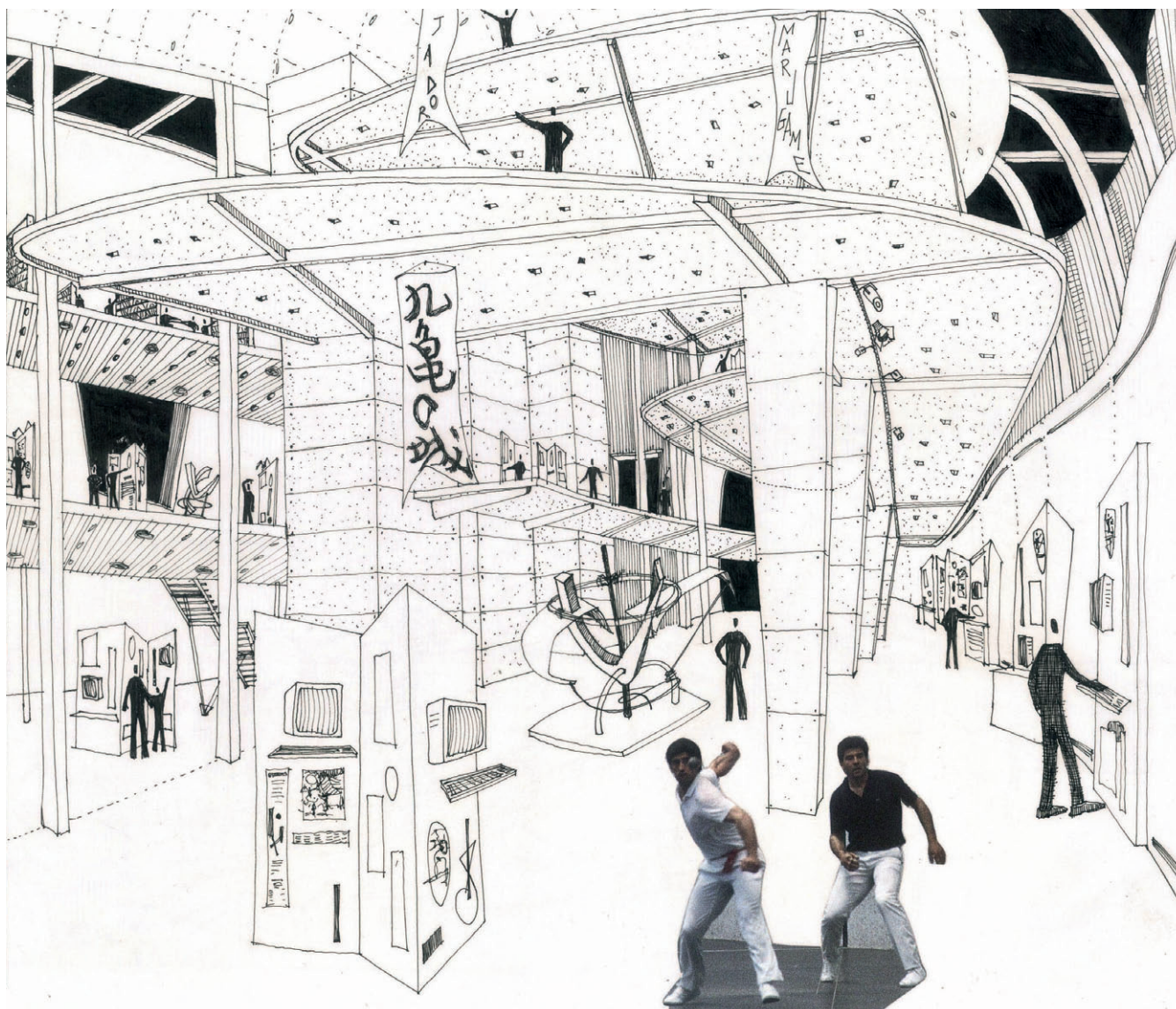
Aunque hay publicaciones que plantean eliminar de la docencia el dibujo tradicional o analógico, multitud de autores creen que, incluso en presencia de BIM, debe ser alentada la Expresión Gráfica manual.





2. Perspectiva interior a mano. Formas complejas e información abundante. I. Leon

2. Manual interior perspective. Complex forms and a great deal of information. I. Leon



2

En el Área de EGA del Departamento de Arquitectura de la ETSA de San Sebastián, se sigue empleando un abanico amplísimo de ejercicios que van desde la croquización, el estudio de la figura humana, el apunte, la confección de planos a mano, la Geometría Descriptiva, el CAD, hasta el BIM. Pero no se trata de emplear lo mismo de la misma manera, sin adecuar ninguna materia (donde no cabe el BIM); ni tam-

poco de eliminar el dibujo a mano para dejar paso al BIM. Vinšová, Achten y Matejovská (2015) destacan la ventaja particular de que los estudiantes puedan comparar los beneficios e inconvenientes de muchas maneras de diseñar: el dibujo manual, el dibujo a escala, el dibujo de CAD y el modelado de BIM. McLaren (2008) encontró que el aprendizaje del dibujo manual antes del computacional mejora el

drawing, scale drawing, CAD drawing and BIM modelling. McLaren (2008) found that learning manual before computer-aided drawing improves knowledge and the skills students need for creative design (design quality) and helps them understand drawing conventions and standards (quality of drawings). Many department sections continue to disdain study of the human figure, though its educational purpose is not deeply examined. Most buildings are planned for people and it is necessary to control aspects such as proportion, scale and





3



4

movement capacity to fit the respective function and spatial dimensions. It must also be borne in mind that BIM enables pre-visualisation and testing of architecture in initial planning stages by means of Virtual Reality; using a digital model we can understand how people move and interact in a virtual building via first or third person standpoints. Above all, in the latter

conocimiento y las habilidades que los estudiantes necesitan para el diseño creativo (calidad del diseño) y ayuda a apreciar las convenciones y estándares de dibujo (calidad de los dibujos).

El estudio de la figura humana sigue siendo muy rechazado por

3 y 4. Apuntes en exterior. I. Leon  
5. Estudio de figura humana. "Mercurio" en DIN A1. I. Leon

3 and 4. Open-air sketch. I. Leon  
5. Human figure study. "Mercurio" in DIN A1. I. Leon

muchas Áreas, pero no se profundiza en su fin educativo. La mayoría de las edificaciones se proyectan para las personas, y es necesario controlar aspectos como las proporciones, la escala, la capacidad de movimiento, para adecuarse a la función y a las dimensiones espaciales propicias. Hay que tener en cuenta, además, que BIM permite previsualizar y ensayar la Arquitectura en estadios de proyecto iniciales, a través de la Realidad Virtual; empleando el modelo digital, podemos apreciar el movimiento y la interacción de las personas en el edificio virtual a través de inmersiones en 1ª o 3ª persona. Sobre todo, en esta segunda modalidad de inmersión, es imprescindible tener un control de la figura humana, para que la interacción sea lo más real posible.

La creación del dibujo por medio de instrumentos tradicionales requiere imaginar las diversas vistas del objeto mientras que se desarrolla el dibujo. Esta técnica desarrolla la representación espacial de los estudiantes y la capacidad de analizar la forma y el diseño de objetos reales. Aprender manualmente a dibujar, leer y entender dibujos, y trabajar con modelos físicos se plantean como requisitos previos para aprender BIM (Kim 2012). En las plataformas BIM, los usuarios todavía tienen que producir, leer y entender las vistas 2D y dibujos. Los estudiantes necesitan un buen conocimiento de las habilidades de dibujo para entender los planos generados desde el modelo 3D y, también, para determinar su nivel de detalle, el tipo de conexiones y corregir los que no cumplan con su diseño (Ferrandiz 2016).





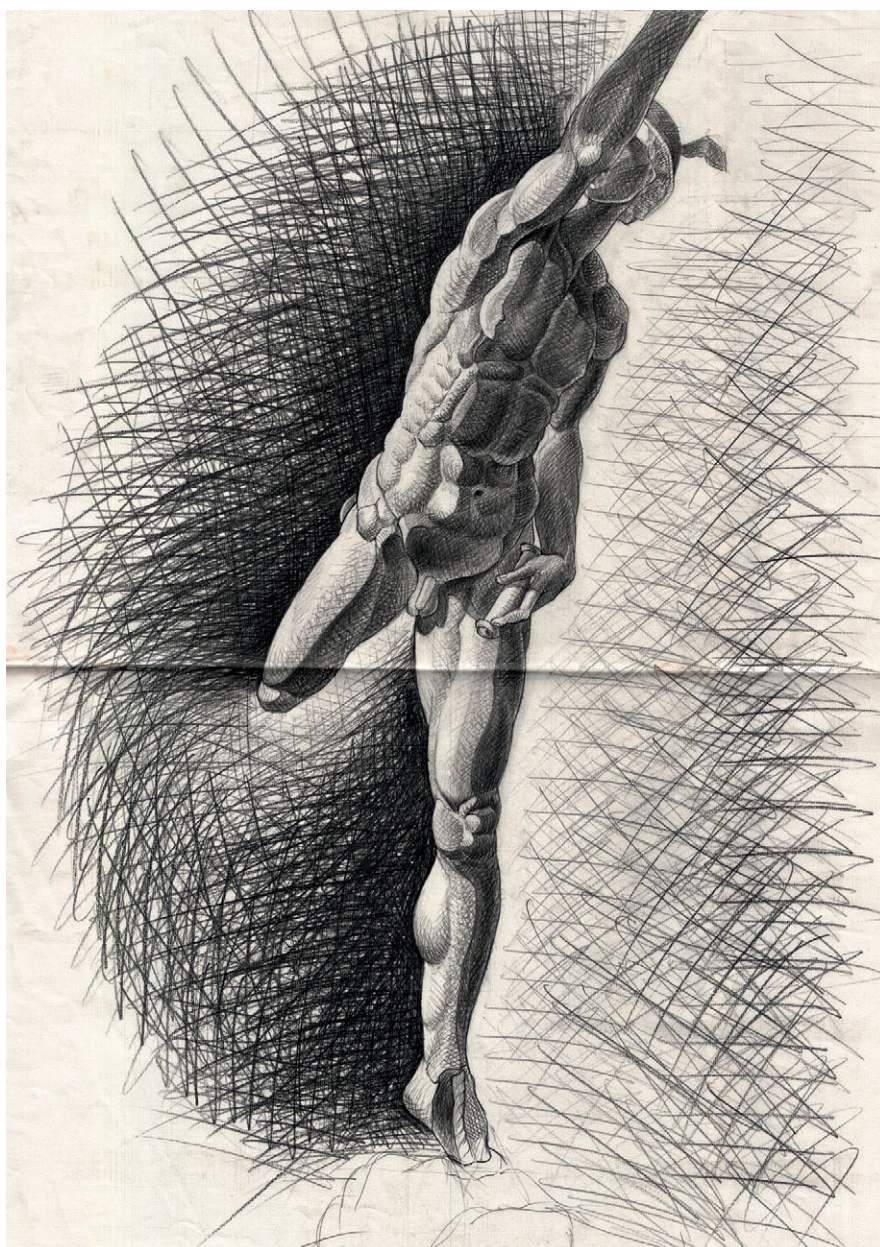
## Modelo de Innovación Educativa en BIM. Estrategias

Se ha venido desarrollando, un Proyecto de Innovación Educativa (PIE) de implantación de BIM en Arquitectura Técnica. Dirigido por el Área de EGA, se han integrado 4 asignaturas de tercer curso (EGA, Cons-

trucción, Mediciones-Presupuestos, y Proyectos). Se optó por una implantación de Grado, en asignaturas obligatorias existentes del plan de estudios vigente. El reto era mantener las guías docentes, las competencias, los resultados de aprendizaje e incluir BIM con el mismo número de créditos ECTS. Esto ha sido posible gracias al Aprendizaje Basado en

modalidad, mastery of the human figure is essential so that the interaction can be as real as possible.

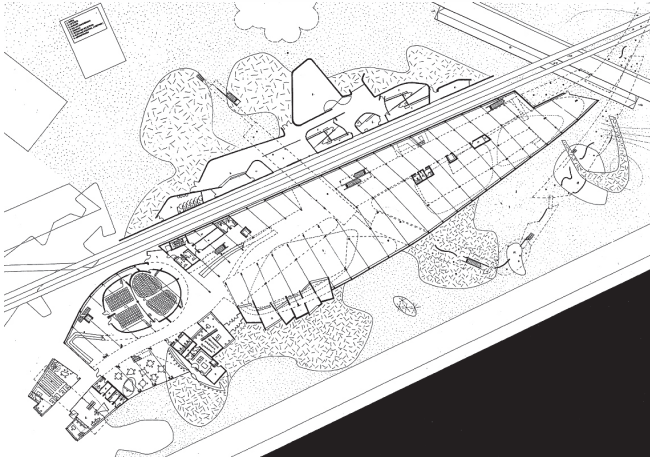
The drawing's creation using traditional instruments entails imagining various views of the subject while the drawing progresses. This technique develops students' spatial rendering and ability to analyse the form and design of real objects. Learning how to manually draw and how to read and understand drawings and work with physical models are put forward as prerequisites for learning BIM (Kim 2012). In BIM platforms users must still produce, read and understand 2D views and drawings. Students must have good familiarity with drawing skills to understand plans generated from the 3D model and also to determine their level of detail and type of connections and correct those not suited to the design (Ferrandiz 2016).



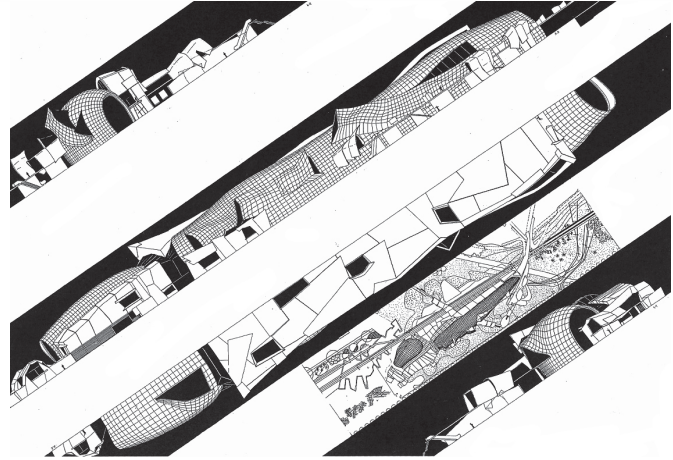
## BIM Educational Innovation Model. Strategies.

An Educational Innovation Project (EIP) to introduce BIM in Technical Architecture has been under development. Directed by the AGE Section, four third-year courses were integrated (AGE, Construction, Measurement/Budgeting and Plans). Degree implementation was opted for, in compulsory courses in the current study plan. The challenge was to maintain the teaching guidelines, skills and learning results and to include BIM with the same number of ECTS credits. This was possible thanks to Project-Based Learning (PBL) and novel teaching that focuses on real challenges; because it is collaborative it avoids overlaps in theoretical concepts and skills developed in the work proposed by each course. After analysing the dedicated burden in each course to strengthen skills in other courses, it was found that graphic skills are those to which the most time is devoted, followed by construction. Each course taught concepts contained in other courses and set out at least two tasks meant to develop skills that were repeated in other deliverables. It was therefore determined who would develop the concepts (avoiding overlaps); three commonly-phrased tasks were established (reduction from eight to three), where students develop all skills





6

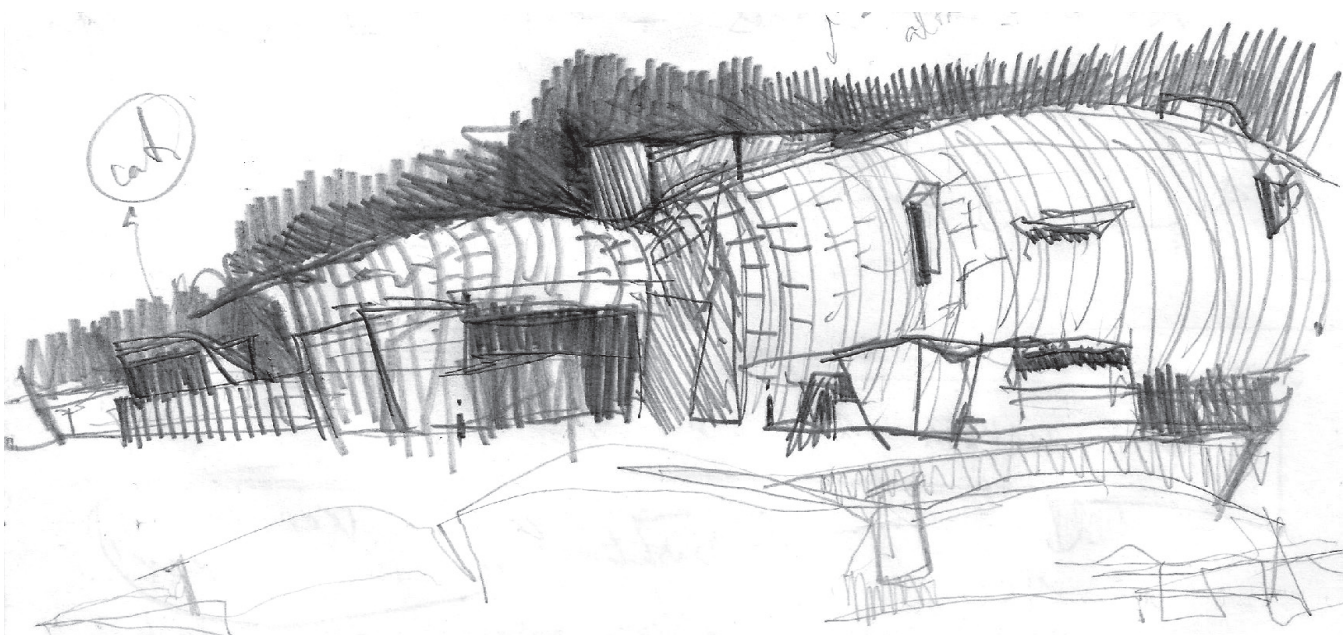


7

without repeating them, using a single 3D-BIM model shared between the four courses. For evaluation, a common rubric was adjusted to all the courses, ensuring efficient development of skills. With these *collaborative* measures it was possible to free up approximately 4.8 ECTS credits for students, enabling the introduction of BIM. PBL is not a traditional teaching methodology, as it allows students to self-build knowledge. They become used to thinking about real-world

Proyectos (ABP) y a una nueva Docencia centrada en retos reales, que, al ser colaborativa, evita solapes en conceptos teóricos y en competencias desarrolladas en los trabajos que proponía cada asignatura. Tras analizar la carga dedicada en cada asignatura para afianzar competencias de otras asignaturas, se detectó que las competencias gráficas son a las que más tiempo se les dedica, se-

guidas de las de Construcción. Cada asignatura impartía conceptos contenidos en otras asignaturas y enunciaba al menos 2 trabajos en los que se tenían que desarrollar competencias que se repetían en otros entregables. Se definió, por tanto, quien iba a desarrollar los conceptos (evitando solapes); se establecieron 3 trabajos con enunciado común (reducción de 8 a 3), donde el alumnado desarrolla



8

6 y 7. Planos a mano con tinta. I. Leon  
8. Croquis. I. Leon

6 and 7. Manual ink plans. I. Leon  
8. Sketch. I. Leon

Tabla 1. Porcentaje de Solapes en competencias y conceptos (lectura de % horizontal)

Table 1. Percentage of overlaps in skills and concepts (horizontal % reading)

ASIGNATURAS del PIE / EIP COURSES	Competencias trabajadas Skills developed	GRÁFICAS GRAPHIC	CONSTRUCTIVAS CONSTRUCTIVE	De MEDICIONES-PRESUPUESTOS MEASUREMENT/BUDGETING	De IDEACIÓN-PROYECTUALES CONCEPTION/PLANNING	De INSTALACIONES, ESTRUCTURAS, LEGALES, otros INSTALLATIONS, STRUCTURES, LEGAL, other
EXPRESIÓN GRÁFICA III GRAPHIC EXPRESSION III		60%	15%	1%	9%	15%
CONSTRUCCIÓN III CONSTRUCTION III		20%	65%	2%	5%	8%
PROYECTOS TÉCNICOS TECHNICAL PLANS		20%	18%	10%	32%	20%
MEDICIONES Y PRESUPUESTOS MEASUREMENT AND BUDGETS		12%	20%	48%	10%	10%

Solapes de competencias Gráficas en el total de la materia impartida (conceptos y resultados de aprendizaje en los trabajos enviados) por cada asignatura: por encima del 20%  
Overlaps of graphic skills in all instruction material (concepts and results of learning in the work sent) for each course: above 20%

Tabla 1 / Table 1

todas las competencias sin repetir-las, utilizando un único modelo 3D-BIM que comparte entre las cuatro asignaturas. Para la evaluación, se adecuó una rúbrica común a todas las asignaturas, asegurando un desarrollo de competencias eficiente. Con estas medidas *colaborativas*, se han podido liberar al alumnado aproximadamente 4,8 ECTS, y se ha permitido implantar el BIM.

ABP, no es una metodología de enseñanza tradicional, ya que permite a los estudiantes la auto-construcción del conocimiento. Se habitúan a pensar sobre desafíos y soluciones del mundo real, mientras aprenden normas y convenciones en la implementación de BIM; desarrollan el pensamiento crítico y la creatividad. ABP también redefine y transforma los roles de los instructores. En lugar de ser el punto de autoridad y fuente de solución, los instructores trabajan como entrenadores, facilitadores o consultores expertos que ayudan a los estudiantes a formular sus propias estrategias hacia el logro de las metas del proyecto, con sugerencias heurísticas abiertas y evitando proporcionar la clave de respuesta.

Del PIE, además de la implantación del BIM, destacan otros aspectos positivos, como son el mayor número de aprobados (aprendizaje más exitoso), una mayor calidad y rapidez en la ejecución de los trabajos, y una mayor satisfacción del alumnado en las encuestas. Se detectaron dos inconvenientes, que pueden agravarse, si se descuidan ciertos elementos de EGA tradicional. Por un lado, se detectó en los trabajos que la documentación 2D tenía ciertas carencias en las normas del dibujo. Esto se debe a que la planimetría se genera automáticamente desde el modelo, y no se dedica el tiempo necesario a revisar la gramática gráfica. Esto no ocurría en CAD ni en los planos hechos a mano, donde el dibujante pasaba muchas horas confeccionando cada plano. Por otro, se detectó que BIM restringe la creatividad del diseño y la generación de soluciones (Abdirad y Dossick 2016). Un proceso cíclico de dibujo de diseño y modelado BIM mejora el proceso de generación creativo, para que las soluciones de diseño no se conviertan en meras salidas de la funcionalidad de las herramientas. En este

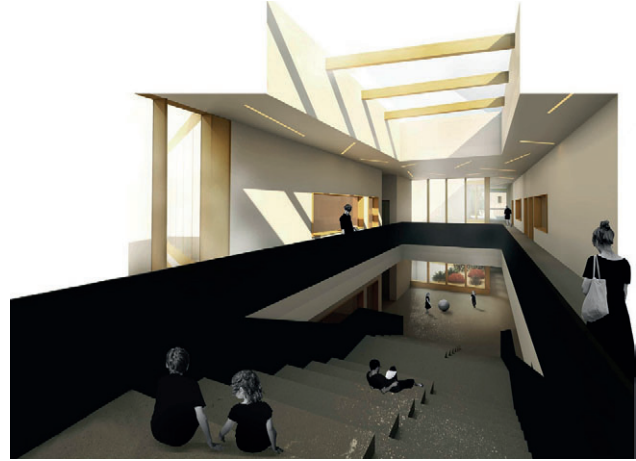
challenges and solutions while they learn rules and conventions governing BIM implementation; they develop critical thinking and creativity. Instead of being the point of authority and source of solutions, instructors work as trainers, facilitators or expert consultants who help students work out their own strategies to achieve project targets, with open heuristic suggestions and avoidance of providing the key to the answer.

Besides the introduction of BIM, other positive aspects of the EIP stand out, such as the higher number of students who pass (more successful learning), higher quality and more speed in execution of work, and higher student satisfaction in surveys. Two cons were found, which can get worse if certain elements of traditional AGE are neglected. On the one hand, it was found in the tasks that 2D documentation had certain shortcomings vis-à-vis drawing rules. This is because the planimetrics are automatically generated from the model and not enough time is spent reviewing the graphic grammar. This does not happen in CAD or manual plans, where the draughtsman spends many hours making each plan. On the other hand, BIM was found to limit design creativity and generation of solutions (Abdirad y Dossick 2016). A cyclic process of design drawing and BIM modelling improves the creative generation process so that design solutions do not become mere output of

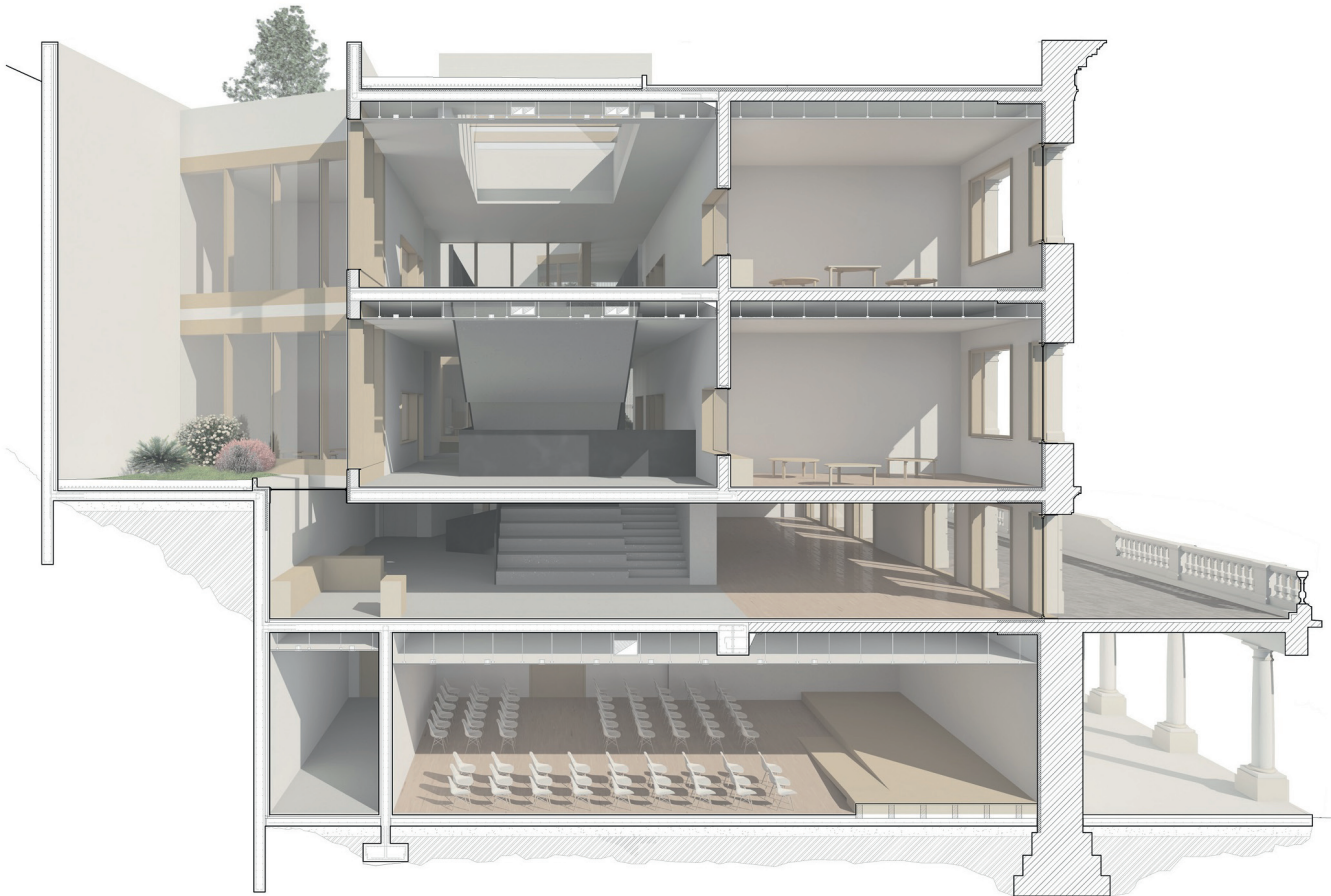




9



10



11

the tools' functionality. In this sense, Frank Gehry is a major reference, with the first project executed using BIM technology, though sketches, physical models and BIM are characteristic and indispensable in his architecture generation process. Following development of the EIP a progressive plan is being implemented, based on international teaching experience, where innovating teaching

sentido, Frank Gehry es un gran referente, ya que atesora la primera obra ejecutada con tecnología BIM, pero en su proceso de generación de la Arquitectura son característicos e imprescindibles el boceto, la maqueta física y el BIM.

Tras el desarrollo del PIE, se está implementando un Plan progresivo,

sustentado en experiencias docentes internacionales, donde se propone docencia innovadora en EGA incluyendo técnicas tradicionales (ver tabla resumen). Sirva como ejemplo el de Veide y Strozheva (2015), en Riga Technical University de Letonia, donde la capacidad espacial y las habilidades de visualización fue-

9 y 10. Perspectiva interior Modelo BIM. Render Aimar Santos & Marta Lopez  
 11. Sección fugada del Modelo BIM. Aimar Santos  
 12. Axonometría de la sección constructiva del Modelo BIM. Aimar Santos

9 and 10. BIM Model interior perspective. Render Aimar Santos & Marta Lopez  
 11. Perspective cross-section of BIM Model. Aimar Santos.  
 12. Axonometric construction section of BIM model. Aimar Santos

ron desarrollados con la ayuda de diferentes herramientas y metodologías de formación: cursos gráficos utilizando metodología tradicional de dibujo, el modelo físico, el CAD, el BIM, y la Realidad Aumentada, para dotar al alumnado de conocimiento, cognición y comprensión.

Se trata de debatir y consensuar, en cada Grado Universitario, el Plan de implantación del BIM (Aldeanueva et al. 2017); adecuando, seleccionando y acotando algunas materias que tienen cierta tradición, pero que pueden tener interés en el aprendizaje del BIM. Es necesario

que, en ese Plan, estén todas las Áreas afectadas por la educación BIM. Hay que formar un Comité de Implantación que lidere o dirija el Plan (cada escuela puede decidir qué áreas la componen) y, creemos imprescindible que, EGA esté liderando en calidad de filóloga del lenguaje Arquitectónico. ■

#### Referencias

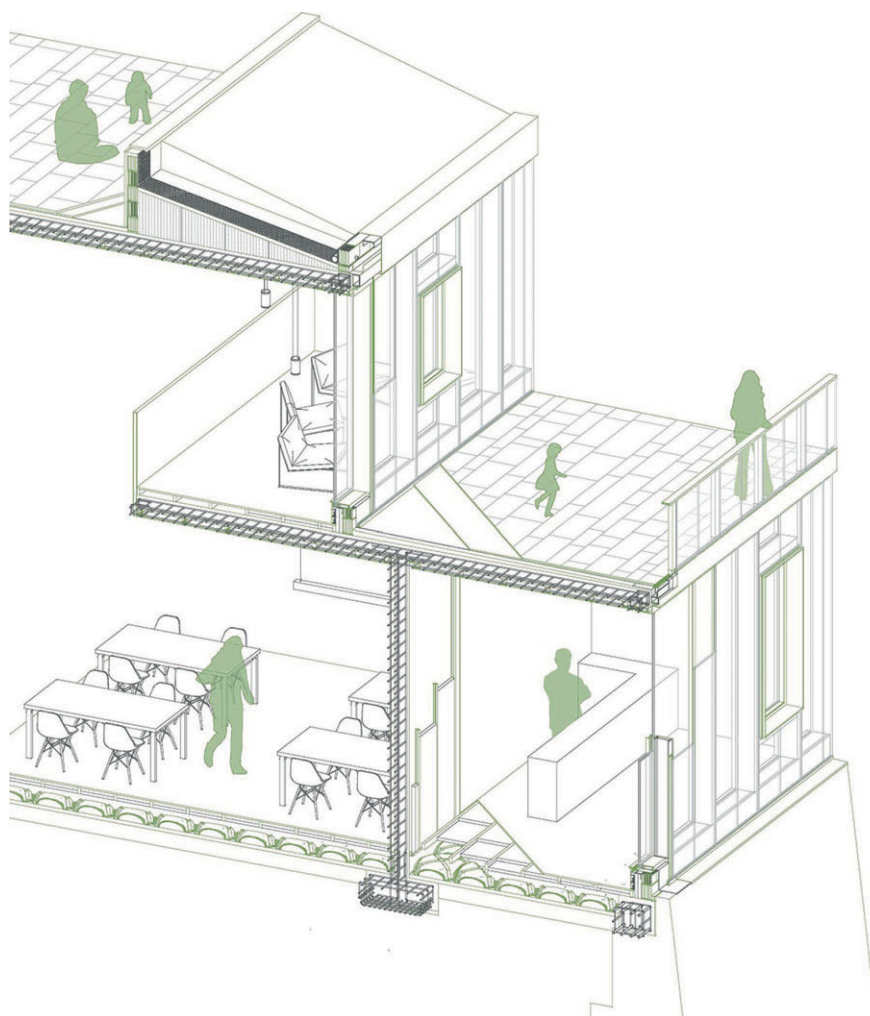
- ABDIRAD, H., y DOSSICK, C. S., 2016. "BIM curriculum design in architecture, engineering, and construction education: a systematic review". *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 21(17), pp.250-271.

in AGE is proposed, including traditional techniques (see summary table2). An example is that of Veide and Strozheva (2015) at Riga Technical University in Latvia, where special capacity and visualisation skills were developed with the help of different tools and training methodologies: graphic courses using traditional drawing methodology, physical models, CAD, BIM and enhanced reality, to endow students with knowledge, cognition and comprehension.

The aim is to debate and achieve consensus in each university degree on the plan for implementing BIM (Aldeanueva et al. 2017); adjusting, selecting and dimensioning subject matter with a certain tradition but which may be useful for learning BIM. In that plan it is necessary for all areas to be impacted by BIM education. An implementation committee should be formed to lead or direct the plan (each school can decide which sections it will comprise). And we believe it indispensable for AGE to be leading per its status as philologist of architectural language. ■

#### References

- ABDIRAD, H., and DOSSICK, C. S., 2016. "BIM curriculum design in architecture, engineering, and construction education: a systematic review". *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 21(17), pp.250-271.
- ADAMU, Z. A., 2016. "How universities are teaching BIM: a review and case study from the UK". *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 21(8), pp.119-139.
- AGUSTÍN, L., FERNÁNDEZ, A., and SANCHO, M., 2016. "Estrategias docentes para el proceso de trabajo BIM". In Echeverría, E., Castaño, E. (Eds). *El Arquitecto, de la Tradición Al Siglo XXI. Docencia e Investigación en Expresión Gráfica Arquitectónica*. 16<sup>th</sup> International Congress of Architectural Graphic Expression, Alcalá de Henares, vol. 1, pp.55-63.
- ALDEANUEVA, M., GARCÍA, A., BARRIOS, J., DE LA TORRE, C., 2017. "BIM: Pautas estratégicas para la regeneración del método docente en las Escuelas de Arquitectura". Proceedings of the 6<sup>th</sup> International Conference EUBIM 2017. Universitat Politècnica de València. pp.19-28.
- BADRINATH, A. C., CHANG, Y. T., and HSIEH, S. H., 2016. "A review of tertiary BIM education for advanced engineering communication with visualization". *Visualization in Engineering*, 4(1), 9.
- LEITE, F., 2016. "Project-based learning in a building information modeling for construction management





13. Considerada 1ª obra con BIM. Barcelona 92. Frank Gehry. *El Croquis* nº74-75.

14. Producción característica de Frank Gehry: Croquis, Modelos físicos, planos del Modelo BIM-Catia. Museo Guggenheim Bilbao. *El Croquis* nº74-75, 1995

Tabla 2. Plan de adecuación a BIM. Metodologías innovadoras y técnicas tradicionales

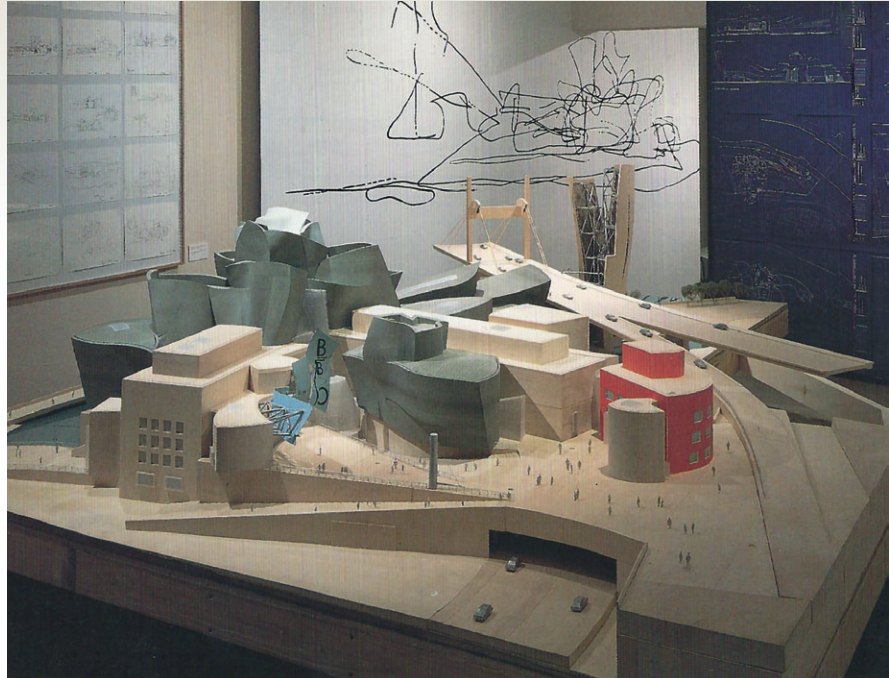
13. Considered the first work with BIM. Barcelona 92. Frank Gehry. *El Croquis* nº. 74-75

14. Characteristic production of Frank Gehry: Sketch, physical models, plans of the BIM Catia model. Bilbao Guggenheim Museum. *El Croquis* nº. 74-75, 1995

Table 2. BIM adaptation plan. Innovative methodologies and traditional techniques



13






14

- course". *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, Special issue: 9th AiC BIM Academic Symposium & Job Task Analysis Review Conference, vol. 21, pp.164-176.
- FERRANDIZ, J., 2016. "BIM implementation at the building systems course at the United Arab Emirates University". 10th BIM Academic Symposium & Job Task Analysis Review, Orlando, FL, USA, pp.130-137.
  - GAGEL, C., 1997. "Literacy and technology: Reflections and insights for technological literacy". *Journal of Industrial Teacher Education*, 34(3), pp.6-34.
  - KIM, J., 2012. "Use of BIM for Effective Visualization Teaching Approach in Construction Education". *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 138, pp.214-223.
  - MCLAREN, S., 2008. "Exploring perceptions and attitudes towards teaching and learning manual technical drawing in a digital age". *International Journal of Technology and Design Education*, 18, pp.167-188.
  - VEIDE, Z., AND STROZHEVA, V., 2015. "The Visualization Methods of Geometrical Forms in Teaching of Civil Engineering Students". Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference, Rezekne, Latvia, pp.312-316.
  - VINŠOVÁ, I., ACHTEN, H., and MATEJOVSKÁ, D., 2015. "Integrating BIM in Education: Lessons Learned". In Real Time Proceedings of the 33rd eCAADe Conference, vol. 2, pp.127-131.

- ADAMU, Z. A., 2016. "How universities are teaching BIM: a review and case study from the UK". *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, 21(8), pp.119-139.
- AGUSTÍN, L., FERNÁNDEZ, A., y SANCHE, M., 2016. "Estrategias docentes para el proceso de trabajo BIM" En Echeverría, E., Castaño, E. (Eds). *El Arquitecto, de la Tradición Al Siglo XXI. Docencia e Investigación en Expresión Gráfica Arquitectónica*. 16 Congreso Internacional de Expresión Gráfica Arquitectónica, Alcalá de Henares, vol 1, pp.55-63.
- ALDEANUEVA, M., GARCÍA, A., BARRIOS, J., DE LA TORRE, C., 2017. "BIM: Pautas estratégicas para la regeneración del método docente en las Escuelas de Arquitectura". Proceedings of the 6th International Conference EUBIM 2017. Universitat Politècnica de València. pp.19-28.
- BADRINATH, A. C., CHANG, Y. T., y HSIEH, S. H., 2016. "A review of tertiary BIM education for advanced engineering communication with visualization". *Visualization in Engineering*, 4(1), 9.
- LEITE, F., 2016. "Project-based learning in a building information modeling for construction management course". *Journal of Information Technology in Construction (ITcon)*, Special issue: 9th AiC BIM Academic Symposium & Job Task Analysis Review Conference, vol. 21, pp.164-176.
- FERRANDIZ, J., 2016. "BIM implementation at the building systems course at the United Arab Emirates University". 10th BIM Academic Symposium & Job Task Analysis Review, Orlando, FL, pp.130-137.
- GAGEL, C., 1997. "Literacy and technology: Reflections and insights for technological literacy". *Journal of Industrial Teacher Education*, 34(3), pp.6-34.
- KIM, J., 2012. "Use of BIM for Effective Visualization Teaching Approach in Construction Education". *Journal of Professional Issues in Engineering Education and Practice*, 138, pp.214-223.
- MCLAREN, S., 2008. "Exploring perceptions and attitudes towards teaching and learning manual technical drawing in a digital age". *International Journal of Technology and Design Education*, 18, pp.167-188.
- VEIDE, Z., y STROZHEVA, V., 2015. "The Visualizations Methods of Geometrical Forms in teaching of Civil Engineering Students". Proceedings of the 10th International Scientific and Practical Conference, Rezekne, Latvia, pp.312-316.
- VINŠOVÁ, I., ACHTEN, H., y MATEJOVSKÁ, D., 2015. "Integrating BIM in Education: Lessons Learned". In Real Time Proceedings of the 33rd eCAADe Conference, vol. 2, pp.127-131.



**PLAN de adecuación a BIM en GRADO de Arquitectura Técnica diseñado y DIRIGIDO por Área Expresión Gráfica Arquitectónica -EGA- San Sebastián.**

		ASIGNATURAS	COLABORACIÓN	TAREAS enviadas	RETOS Curriculares / BIM	EVALUACIÓN
2014 - 2015	Proyecto de Innovación Educativa	3 <sup>er</sup> Curso <b>Expresión Gráfica III: 6 ECTS</b> Mediciones y Presupuestos: 9 ECTS Construcción III: 9 ECTS Proyectos Técnicos: 6 ECTS	* Reuniones Mensuales * Detectar solapes entre asignaturas * Enunciados de Tarea comunes * Rúbricas comunes * Único MODELO COMPARTIDO entre asignaturas * Tutorías Universales	* Modelo ITE * Reforma de Vivienda * Proyecto de ejecución de 4 viviendas. Desarrollo de las competencias de las 4 asignaturas. * Modelos 3D-4D-5D	* Asignaturas obligatorias del Plan de Estudios. Mantienen Guías docentes/ competencias antiguas, añaden BIM. Mismos ECTS. * Espacio para BIM: en solapes de materia y de competencias en tareas enviadas de manera aislada. * NIVEL de implantación 1	* Rúbrica en cada asignatura + Rúbricas comunes a las 4 asignaturas * Rango de valoración de adquisición de competencias 0 / 1 / 2 * Evaluación x Profesorado/ Coevaluación / Autoevaluación / Exigibilidad individual * Valoración del MODELO 3D y de la planimetría en 2D.
2015 - 2016	Proyecto de Innovación Educativa	4 <sup>o</sup> mismas Trabajo Fin de Grado: 12 ECTS	* Reuniones Mensuales: Diseño de asignatura Optativa * Tecnología BIM* 6 ECTS	* Proyecto de ejecución COMPLETO de vivienda unifamiliar	* Combinar programas de Modelado (Revit) con programas de cálculo (Cype) . Mejorar Planos 2D * NIVEL de implantación 2 - 3 * Conseguir Servidor Propio por VPN * Colaboración - M. Central- M.Local	* Tribunal: EGA, Proyectos, Construcción. * Valoración del MODELO 3D y de la planimetría en 2D. Defensa oral.
2016 - 2017		4 <sup>o</sup> Optativa; TECNOLOGÍA BIM: 6 ECTS 	* Asignatura compartida 50% entre EGA y Construcción. Primera asignatura de todo el grado que se asigna a 2 Áreas de conocimiento. * Se integran conceptos de ideación, instalaciones y estructura además de competencias de esas 2 áreas.	* Grupos 3 personas. Roles / disciplinas: Arquitectura; MEP; Estructura * 2 ejercicios: Casa 3 Patios Mies / Rudin H&M * LOD 350. Videotutorial	* Requisito previo al modelado: Definir la Plantilla de proyecto. Fichas con todos los elementos a modelar: Categoría, Familia, Tipo, componente; material. Subproyectos * MEP: Electricidad-iluminación, AF-ACS-Saneam. Clash detection. * Open BIM. Bimserver.center Cype * Conferencias Industria. SGS, LKS	* Rúbrica valoración competencias: 0 / 1 / 2 * Valoración de: fichas para la plantilla; foro de dudas; Diario de Modelado; Colaboración en servidor; Videotutoriales; * Evaluación x Profesorado/ Coevaluación / Autoevaluación / Exigibilidad individual * Valoración del MODELO 3D y póster A2.
2017 - 2018		Curso 1 <sup>o</sup> Básica; Expresión Gráfica I: 9 ECTS  * vínculo con Construcción I : 9 ECTS	* Diseñar mega-modulo anual. EGA -Construcción. * compartir Modelos BIM con Expresión Gráfica III. Concurso * Diseño PIE interescolar A.T. +ETSA	* Desarrollo: Villa Saboye Lectura y confección de planos a mano: escala; croquis. Encajado, proporciones, calidad de línea. Diédrico. CAD. BIM	* Conceptos BIM: 3D-nD; LOD; plantillas; disciplinas; subproyectos * 3 etapas: 1.utilización 2.edición de modelos 3D hechos. 3.colaboración	* Mixta: 50% prueba final 50% trabajos. Pruebas: Diédrico ( control de visualización espacial y proyecciones) en A4; Lectura-redacción de planos en A3 (CAD-mano) Croquis; conceptos BIM. * Trabajos: Mano-CAD-BIM con Rúbricas.
2018 - 2019		Curso 2 <sup>o</sup> ; Expresión Gráfica II: 6 ECTS 1 <sup>er</sup> C; Topografía y Replanteos: 6 ECTS 2 <sup>o</sup> C  * vínculo: Construcción II 9 ECTS; Instalaciones I-II; Estructuras II-III; 6 ECTS cada una. ETSA - Industria. Ingeniería Civil.	* Suma de 2 módulos en 1 anual. * Compartir modelos BIM con Construcción- Instalaciones y Estructuras. Vincular Grados A.T. e Ing. Civil a través de asignatura Topografía. * Interescolar, ETSA + A.T.+ industria. Máster Patrimonio. Univ. Valencia	* Cubiertas y terrenos: Resolución de problemas, croquis, confección de planos a mano - sistema acotado; CAD. BIM. * Escaneado y Modelado de edificio; interescolar. Concurso. Videotutoriales	* Conceptos BIM: Colaboración; MEP Estructuras. Detección de choques * Metodos de visualización: ( Veide y Strozheva 2015) Riga univ. * Diseño Paramétrico: Rhinoceros, Maquetas físicas. Relación BIM * Escáner 3D, nube de puntos. R.V. (Lumion) R.A.	* Mixta: 20% prueba final 80% trabajos. Pruebas: Acotado a mano en A4 y CAD; Croquis; conceptos BIM. * Trabajos: Mano-CAD-BIM con Rúbricas. * Rúbricas de colaboración. Evaluación compensatoria * Trabajos fin de Máster.

**PLAN for adaptation to BIM in Technical Architecture DEGREE designed and DIRECTED by the Architectural Graphic Expression Section - AGE - San Sebastián.**



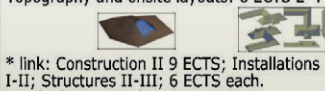
		COURSES	COLLABORATION	TASKS sent	Curricular/BIM CHALLENGES	EVALUATION
2014 - 2015	Educational Innovation Project	3 <sup>rd</sup> Period <b>Graphic Expression III: 6 ECTS</b> Measurement and Budgets: 9 ECTS Construction III: 9 ECTS Technical Plans: 6 ECTS	* Monthly meetings * Detect course overlaps * Common task phrasing * Common categories * Single MODEL SHARED between courses * Universal tutoring	* BTI model * Residential renovation * Implementation plan for 4 residences. Development of skills from the 4 courses. * 3D - 4D - 5D models	* Compulsory courses from the study plan. Maintain teaching guides / old skills, add BIM. Same ECTS. * Space for BIM: in overlaps of subject matter and skills in tasks sent separately. * Implementation LEVEL 1	* Rubric in each course + Rubrics common to the 4 courses * Skill acquisition evaluation rank 0/1/2 * Evaluation by professor /Co-evaluation /Self-evaluation/Individual accountability * Assessment of 3D MODEL and 2D planimetrics.
2015 - 2016	Educational Innovation Project	4 <sup>th</sup> FDP Final Degree Project: 12 ECTS	* Monthly meetings: design of elective course on BIM technology 6 ECTS	* COMPLETE implementation plan for single-family residence	* Combine modelling (Revit) with calculation (Cype) programmes. Improve 2D plans * Implementation LEVEL 2 - 3 * Get own server for VPN * Collaboration - Central M./ Local M.	* Academic jury: AGE, plans, construction. * Evaluation of 3D MODEL and 2D planimetrics. Oral defence.
2016 - 2017		4 <sup>th</sup> Elective; BIM TECHNOLOGY: 6 ECTS 	* Course shared 50% between AGE and Construction. First course of the entire degree which assigns 2 knowledge areas. * Includes subject matter on conception, installations and structure besides skills in those 2 areas.	* 3-person groups. Roles- disciplines: architecture; MEP; structure * 2 exercises: Mies 3 patios house / Rudin H&M * LOD 350. Video tutorial	* Requisite before modelling: determine project template. Files with all elements to model: category, family, type, component; material. Subprojects. * MEP: Electricity / lighting, CW / SHW / Sanitation. Clash detection. * Open BIM. Bimserver.center Cype * Industry conferences. SGS, LKS	* Skills evaluation category: 0 / 1 / 2 * Evaluation of: template file; questions forum; Modelling record; in-server collaboration; videotutorials * Evaluation by faculty /co-evaluation /self-evaluation /individual accountability. * Evaluation of 3D model and A2 poster
2017 - 2018		1 <sup>st</sup> Period Basic; Graphic Expression I: 9 ECTS  * link with Construction I : 9 ECTS	* Design annual mega-module. AGE-Construction. * share BIM models with Graphic Expression III. Competition * design interscholastic EIP:T.A.+TSA	* Development: Villa Savoye. Reading and making plans by hand; scale; sketching. Fit proportions, line quality. Dihedral. CAD. BIM	* BIM categories: 3D-nD; LOD; templates; disciplines; subprojects * 3 stages: 1. use 2. editing 3D models produced. 3. collaboration	* Mixed: 50% final exam 50% work. Tests: diedral ( control of spatial visualisation and projections) in A4; reading / drafting of plans in A3 (CAD / manual) sketch; BIM concepts. Work: Manual / CAD / BIM; with rubrics.
2018 - 2019		2 <sup>nd</sup> period; Graphic Expression II: 6 ECTS 1 <sup>st</sup> P; Topography and onsite layouts: 6 ECTS 2 <sup>nd</sup> P  * link: Construction II 9 ECTS; Instalaciones I-II; Structures II-III; 6 ECTS each. TSA/Industry. Civil Engineering.	* Sum of 2 modules in 1 annual. * Share BIM models with construction / installations and structures courses. Link T.A. and Civil Eng. degrees via topography course. * Interscholastic, TSA +T.A.+ industry. Master's in Heritage. Univ. Valencia	* Roofing and terrain: problem-solving, sketching, drawing plans by hand - dimensioning system; CAD. BIM. * Building Modelling and scanning; interscholastic. Competition. Videotutorials	* BIM concepts: collaboration; MEP Structures. Clash detection * Visualisation methods: ( Veide and Strozheva 2015) Riga Univ. * Parametric design: Rhinoceros, physical models. Relation BIM * 3D scanner, point cloud. V.R. (Lumion) A.R.	* Mixed: 20% final exam 80% work. Tests: manual dimensioning in A4 and CAD; sketching; BIM concepts. * Projects: manual-CAD-BIM with rubrics. * Collaboration rubrics. Compensatory evaluation. * Final master's projects.

Tabla 2 / Table 2