

# SOSTENIBILIDAD Y OTRAS DEMANDAS CONTRA-INTUITIVAS DE LA PEDAGOGÍA DE LA CREATIVIDAD

*N. Mestre; Departamento Proyectos Arquitectónicos  
Universidad Europea Madrid*

*E. Roig; Departamento Arquitectura  
Universidad Antonio de Nebrija*

[nieves.mestre@uem.es](mailto:nieves.mestre@uem.es)

## RESUMEN

Numerosos organismos internacionales han resaltado la urgencia e importancia de una educación para la sostenibilidad en todos los ámbitos educativos y especialmente en el universitario (Aznar et al. 2010). Sus profundos efectos sobre las áreas de conocimiento relacionadas con la creatividad aplicada precisan de una fuerte renovación pedagógica, que las actuales estructuras académicas politécnicas pueden encajar con dificultad. Frente a la mirada focal de la didáctica clásica, esta pedagogía requiere la ejercitación de la mirada periférica propia de un nuevo contexto centrífugo. Debemos rediseñar una herramienta que permita superar la “falacia mecanicista” sostenida por la disciplina durante todo el siglo pasado y que ha consolidado la separación de las ciencias ambientales respecto del diseño arquitectónico (Roaf y Bairstow 2008: 4).

**Palabras clave:** sostenibilidad, creatividad, pedagogía inductiva.

## ABSTRACT

Numerous international organizations have highlighted the urgency and importance of education for sustainability in all areas of education, especially at university (Aznar et al. 2010). Its effects on knowledge areas related to applied creativity require a strong educational reform, which current Polytechnic academic structures can match up with difficulty. Against the focal view of classical didactic, this pedagogy requires a training on peripheral view towards a new centrifugal context. We should envisage a tool to overcome the "mechanistic fallacy" sustained by the discipline over the last century, which has consolidated the separation of environmental science from architectural design (Roaf and Bairstow 2008: 4).

**Keywords:** sustainability, pedagogy, university

## 1 DEL DISEÑO EFICIENTE A LA CONCIENCIA ECOLÓGICA

El 26 de junio de 1976 Antonio Inoki se enfrentó a Mohamed Alí, mítico peso pesado del boxeo en un combate mixto de 15 rounds en el *Nippon Budakan Arena*. Antes de celebrarse, ambos entrenadores tuvieron que negociar las concesiones entre sendos reglamentos deportivos. Lejos de un acuerdo por consenso, la “negociación” consistió en una lista de restricciones de carácter unidireccional: a Inoki no se le permitía saltar, asir o bloquear a su adversario, y tampoco podía ejecutar una patada sin tener una rodilla apoyada sobre el ring. Las reglas fueron tan seriamente modificadas<sup>i</sup> para que el torneo pareciera convincente que no pudo considerarse boxeo contra lucha, sino una farsa que pudo arruinar la carrera de Inoki.

La difícil puesta en crisis de un sistema de reglas como el de la lucha puede arrojar luz sobre la necesaria revisión de las estructuras pedagógicas que han arbitrado una disciplina tan autorreferente como la arquitectónica. Un espacio que ha ido decantando su mesticidad histórica para enunciarse a través de áreas de conocimiento específicas y estancas como el urbanismo, el diseño industrial, el paisajismo o la construcción. Dichas compartimentaciones han sido puestas en jaque por las sucesivas embestidas de la crisis energética y la revolución digital, y con ello han desafiado los fundamentos que rigen la profesión y la educación del arquitecto desde los últimos 500 años<sup>ii</sup>.

Como sostiene el Libro Blanco del Grado de Arquitecto (ANECA 2005), ‘el arquitecto moderno nace del espíritu humanista del Renacimiento. Por su parte, las disciplinas de ingeniería tienen su fuente en las concepciones racionalistas y científicas de la Ilustración, como corresponde al periodo en que apareció la profesión’. Esta diversidad de origen intelectual se sigue reflejando hoy en una formación universitaria bien diferenciada entre ambos. Sin embargo es urgente afianzar una negociación precisa entre el conocimiento del entorno construido y el que hasta ahora ha pertenecido a las ciencias ambientales -o la ecología-, que podría enunciarse como un nuevo espacio académico entre tectónica y termodinámica, o nueva oportunidad para el contrato natural-artificial<sup>iii</sup>.

Los arquitectos de finales del XIX encontraron recursos formales adecuados para incorporar sistemas de acondicionamiento muy complejos y voluminosos dentro de la construcción tradicional, evitando con ello un debate contingente sobre la forma (Hawkes 1995). En lo que respecta al reto medioambiental, los arquitectos hoy, igual que en la Revolución Industrial, siguen asumiendo mayores compromisos por la intensificación tecnológica que por compromisos de innovación tipológica de mayor exigencia dimensional y mucha mayor eficacia estadística (Porteous 2001).

El embargo energético de los 70 estimuló un interés por la eficiencia energética en la arquitectura<sup>iv</sup> que revirtió en medidas de evaluación cuantificable -como el grado de aislamiento o la orientación solar- pero “no motivó una aproximación más holística” al proyecto (Ingersoll 2012: 578). Esta cultura originó muy pronto una proliferación normativa<sup>v</sup> en el ámbito profesional, desligada del ámbito académico y destinada a cuantificar el rendimiento energético del edificio en meros términos de coste-beneficio. Estos estándares recayeron sobre todo en prescripciones numéricas y no tanto sobre prestaciones morfológicas que requerirían de una evaluación mucho más compleja<sup>vi</sup>. Aunque puede hablarse de una toma de conciencia extensiva sobre los requerimientos del diseño ecológico,

lo ambiental se considera en aún en la actualidad como información adjetiva que puede suministrarse al proyecto arquitectónico *a posteriori*.

Pero el efecto de las solicitaciones ambientales en las decisiones de diseño no puede ser considerado en términos meramente cuantitativos. Frente a los procesos constructivos materiales, sometidos a la inmutable física de la gravedad, las solicitaciones termodinámicas en el espacio pueden considerarse de naturaleza *contra-intuitiva*<sup>vii</sup>, y en esa medida requieren de entrenamiento específico. Su estudio demanda la utilización de herramientas digitales de predicción y simulación energética como parte estructural del proceso creativo, desafiando una metodología de trabajo que ha confiado históricamente en intuiciones tectónicas (Najle 2012: 118).

Este hecho podría acentuar una “visión esquizoide” entre lo tectónico-práctico y lo ambiental-teórico (Requena 2011), asociados respectivamente a dos polos opuestos del proceso de aprendizaje. Sin embargo es cada vez más frecuente el empleo de herramientas digitales similares para la evaluación de rendimiento energético y para la generación y fabricación de modelos físicos. Los protocolos de *form-finding* en el lenguaje Java reproducen con precisión las claves de una histórica “caja negra”: un proceso avanzado de diseño iterativo, un proceso abierto de simulaciones, evaluaciones y especulación formal con múltiples variables. Sus leyes muestran la forma en que las estrategias de fabricación digital pueden vincularse con la fabricación física, permitiendo una cierta inversión del proceso: la forma digital permite predecir el comportamiento físico y termodinámico del espacio en una suerte de “ingeniería invertida” (Oxman y Rosemberg 2007:42).

La creatividad aplicada al diseño sostenible exige la proposición de soluciones innovadoras a partir de los datos de partida y respondiendo a los problemas detectados en resoluciones previas, y sobre todo, la generación de alternativas de diseño que demuestren rigor metodológico y teórico. No se trata tanto de resolver un problema dado, como de responder de forma acertada a un contexto problemático, sin ánimo de resolverlo sino de modificarlo de forma solvente.

## **2 EDUCATE: ENVIRONMENTAL DESIGN IN UNIVERSITY CURRICULA**

El proyecto Europeo EDUCATE ha sido subvencionado por el Programa *Intelligent Energy Europe* y la Agencia Europea de la Competitividad EACI por su interés en fomentar la incorporación definitiva del diseño medioambiental en los currículos universitarios de las Escuelas de Arquitectura, así como en la formación profesional continuada. Al hacerlo, establece explícitamente un marco común de competencias y rutas curriculares comparadas, y con ello establece un marco para la habilitación y la libre circulación de profesionales de la Arquitectura en el contexto comunitario<sup>viii</sup>.

Si estudiamos las distribución competencial del Grado en Arquitectura por países (fig. 1) vemos que los programas españoles se sitúan, en relación con los europeos de los que disponemos, en la parte inferior del arco en lo que respecta a Proyectos, y en la parte alta en Tecnología, que aquí tiene, además, un desglose bastante más específico que en otros países<sup>ix</sup>. En cambio, el caso

británico es el contrario: poca carga en materias tecnológicas y gran predominio de Proyectos a través de los talleres. Esto es posible, por un lado, por la aparición de una variedad de titulaciones (no todas válidas para ejercer como arquitecto) y, por otro, por los grupos reducidos de estudiantes que forman los talleres (unos 15 alumnos) en centros de matrícula muy limitada y bien dotados.

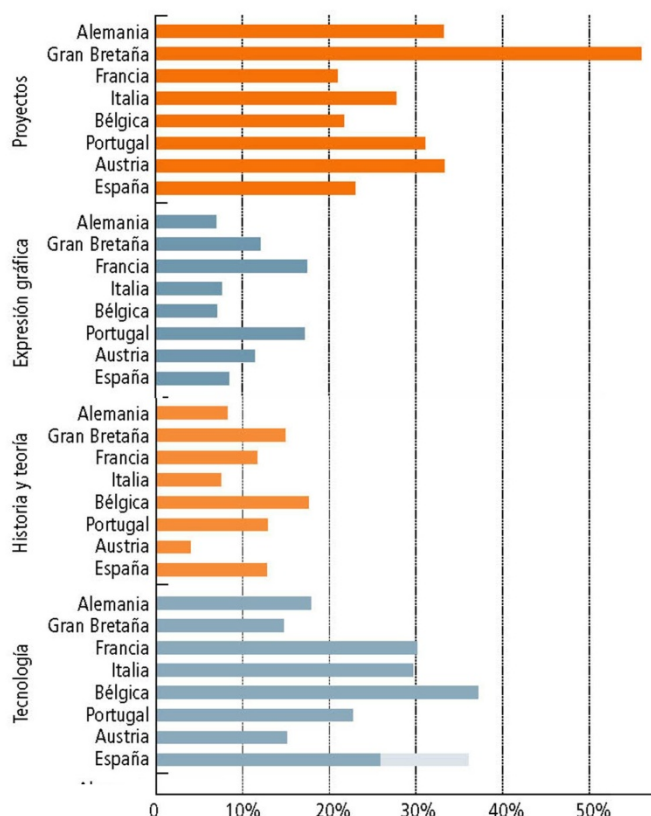


Fig. 1. Carga lectiva de grupos de materias comparadas por países. Fuente: Libro blanco ANECA, Título de grado en arquitectura. 2005

Independientemente de su carga lectiva, la asignatura de Proyectos Arquitectónicos ha estado históricamente en el centro conceptual de la educación del Arquitecto, tanto en las universidades anglosajonas como en la cultura meridional. Es dentro de esta asignatura donde el estudiante desarrolla específicamente su capacidad creativa e innovadora. Sin embargo, los criterios de evaluación sobre la adquisición de dicha capacidad suelen incurrir en evidencias no explícitas (Sánchez-Elvira et al 2010). Definida históricamente como materia integradora, se concreta en los países meridionales con fuerte autonomía respecto al resto de áreas de conocimiento.

Históricamente basados en una pedagogía de repertorio morfo-tipológico, sus planteamientos se dirigen con cierta dificultad hacia entornos periféricos -energético, antropológico, sociológico, ambiental, ecológico-. Su planteamiento, por inesperado, suele inducir un desequilibrio inicial en el estudiante (Mestre y Perea 2011), aunque deseable para la excitación de la etapa preconscious del cerebro, que regula en última instancia la respuesta refleja. A partir de ahí se puede producir el aprendizaje significativo y en él relacionar adecuada y personalmente el nuevo material emergente del proceso.

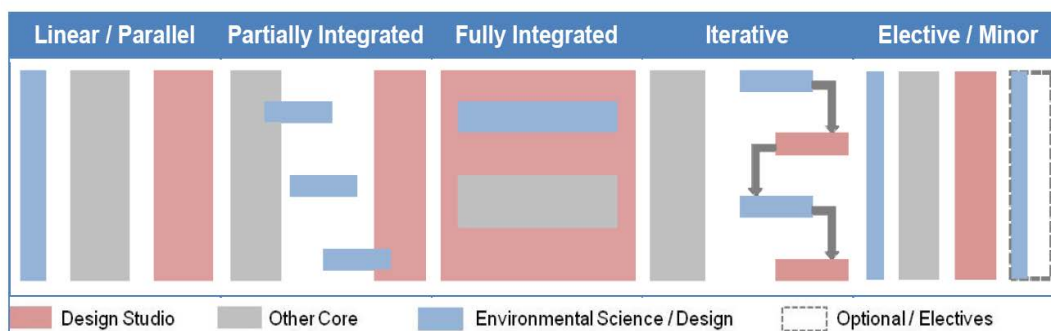


Fig 2. Modelos tipo de Estructura Curricular  
Fuente: [www.educate-sustainability.com](http://www.educate-sustainability.com)

Esta pedagogía requiere de una exhaustiva coordinación interdepartamental. El estudiante puede elaborar un pre-dimensionado adecuado a partir de nociones básicas sobre gestión energética –Área de Instalaciones-, y detectar luego oportunidades numéricas/dimensionales para el proyecto – Área de Proyecto Arquitectónico-. La hipótesis de partida, inicialmente basada en la cuantificación del problema energético, se irá defendiendo y consolidando hacia lo cualitativo en sucesivos tanteos y emplazamientos, para concluir en un documento constructivo/termodinámico de carácter integrador – Área de Construcción-. Dicho documento pondría de relevancia la importancia de la resolución constructiva y material, que serán en última instancia responsables de la figuración definitiva y la gestión energética. Esta didáctica es especialmente ilógica y no condicionada al resultado, moviéndose entre los ámbitos mezclados de la intuición y la física.

Está bien asumido que, tanto la figura del arquitecto como el resto de agentes implicados en la construcción del espacio, deben redefinirse de una manera decisiva. En este contexto son pocas, sin embargo, las Escuelas de Arquitectura de todo el mundo –*Gloucester, Louvaine-la Neuve, Nottingham* entre otras- que estén haciendo una apuesta decidida por la implementación específica de la competencia en sostenibilidad dentro de su currículo de Grado. De aquellas que lo han hecho, la mayoría se enfrentan a estructuras académicas de base departamental que dificultan en gran medida su incorporación efectiva.

Por su carácter transversal y sus múltiples implicaciones procedimentales, podríamos convenir que la sostenibilidad, como competencia, reúne todos los requisitos para convertirse en el espacio y argumento para la perseguida -y aún no resuelta- integración interdepartamental del marco de Bolonia. Un análisis comparativo de la sostenibilidad como área de conocimiento en los currículos de las Escuelas de Arquitectura en Europa<sup>x</sup> evidencia que sus diferencias radican precisamente en los protocolos de integración de las ciencias ambientales respecto al conjunto del Plan de Estudios (Altomonte 2012). De acuerdo a esta integración, pueden distinguirse los distintos patrones:

1. Lineal/Paralelo: las ciencias ambientales se imparten de forma autónoma respecto al resto del currículo.
2. Parcialmente integrado: Los módulos de ciencias medioambientales representan el vínculo entre la asignatura de proyectos y otras enseñanzas fundamentales.

3. Completamente integrado: Las ciencias ambientales se imparten de acuerdo con los requisitos, plazos, y el ritmo del taller de proyectos para dotarlo de contenido.
4. Iterativo: En lugar de seguir una secuencia lineal esta estructura se basa en una serie de 'bucles' cognitivos (informativos-productivos), donde los contenidos proporcionados en una etapa informan sobre la competencia adquirida en el siguiente (Altomonte op. cit)

La coordinación interdepartamental efectiva es de hecho un punto débil en las universidades españolas<sup>xi</sup>, basadas en su mayoría en modelos de estructura lineal. Su fuerte compartimentación departamental dificultan la adquisición de competencias transversales como son la sostenibilidad o la creatividad aplicada. La puesta en marcha de canales de coordinación es especialmente urgente dado que las competencias transversales, por encima de las específicas, son las más valoradas por el mercado laboral (Aznar 2009) y, en el caso de la sostenibilidad, ineludibles para la conservación del medio ambiente (fig.3). Esta competencia reúne además 4 de las competencias genéricas más valoradas en el contexto europeo: Pensamiento creativo e innovador; Juicio crítico; Capacidad de actuar en nuevos contextos y Aplicación de conocimientos a la práctica<sup>xii</sup>.

CUESTIONARIO DE COMPETENCIAS GENÉRICAS OTORGADAS POR EL TÍTULO ACTUAL					
Valoración de competencias	Perfiles				
	1 Edificación	2 Urbanismo	3 Acción inmobiliaria	4 Asistencia técnica	5 Dibujo y diseño
<b>INSTRUMENTALES</b>					
G1. Capacidad de análisis y síntesis	3,40	3,67	3,01	2,89	2,79
G2. Capacidad de organización y planificación	3,13	3,46	3,46	2,62	2,26
G3. Comunicación oral y escrita en la lengua nativa	2,13	2,34	2,58	2,35	1,72
G4. Conocimiento de una lengua extranjera	1,60	2,88	1,90	1,67	1,56
G5. Conocimientos de informática relativos al ámbito de estudio	2,35	2,90	3,18	2,53	2,29
G6. Capacidad de gestión de la información	2,40	3,03	3,26	2,53	2,24
G7. Resolución de problemas	2,49	2,59	2,76	3,17	2,46
G8. Toma de decisiones	3,39	2,99	3,22	2,64	2,21
<b>PERSONALES</b>					
G9. Trabajo en equipo	2,82	3,22	3,03	2,50	2,60
G10. Trabajo en un equipo de carácter interdisciplinar	2,84	3,51	2,93	2,78	1,98
G11. Trabajo en un contexto internacional	1,78	1,86	1,77	1,51	1,41
G12. Habilidades en las relaciones interpersonales	2,26	2,24	3,25	2,12	1,90
G13. Reconocimiento de la diversidad y la multiculturalidad	1,98	2,33	2,01	1,63	1,69
G14. Razonamiento crítico	2,85	3,07	2,60	2,95	2,46
G15. Compromiso ético	2,82	3,18	2,56	2,33	2,22
<b>SISTÉMICAS</b>					
G16. Aprendizaje autónomo	1,98	2,01	2,10	2,34	2,18
G17. Adaptación a nuevas situaciones	2,21	2,21	2,43	2,26	2,39
G18. Creatividad	3,68	3,03	2,18	2,38	3,35
G19. Liderazgo	2,23	2,51	2,37	1,65	1,55
G20. Conocimiento de otras culturas y costumbres	2,06	1,96	1,64	1,55	1,84
G21. Iniciativa y espíritu emprendedor	2,34	2,16	2,94	1,80	2,13
G22. Motivación por la calidad	3,05	2,49	2,51	2,88	3,01
G23. Sensibilidad hacia temas medioambientales	2,73	3,61	2,11	2,03	1,85
<b>OTRAS COMPETENCIAS TRANSVERSALES</b>					
G24. Trabajo en colaboración con responsabilidades compartidas	2,45	2,72	2,82	2,36	2,18

Fig 3. Valoración de Competencias genéricas del Arquitecto, según perfiles.  
Fuente: (Aneca, 2005)

Mediante la habilitación de itinerarios de coordinación específicos, el rendimiento de dichas estructuras académicas podría equipararse a los modelos integrados de los países anglosajones. La histórica dialéctica entre

asignaturas formativas-productivas, dejaría paso a un sistema de pedagogías transversales que capaciten al estudiante en la incorporación autónoma de contenidos multidisciplinares.

En octubre de 2007 la Directiva 2005/36/EC sustituyó a unas quince directivas ya existentes en el campo del reconocimiento de las cualificaciones profesionales, y proporcionó la primera modernización global del sistema europeo desde su introducción hacía más de 40 años. Dentro de dicha Directiva, Sección 8 artículo 46, se define la duración de la formación académica de los arquitectos de Europa y los conocimientos y habilidades que estos deben adquirir. De los 11 artículos, hay dos que hacen alusión directa a la competencia en sostenibilidad (los artículos 9 y 10), según se cita:

- a. Un conocimiento adecuado de los problemas físicos y de las tecnologías, así como de la función de los edificios, de forma que se dote a éstos de todos los elementos para hacerlos internamente confortables y para protegerlos de los factores climáticos.
- b. Una capacidad técnica que le permita concebir edificios que cumplan las exigencias de los usuarios, respetando los límites impuestos por los imperativos presupuestarios y las regulaciones en materia de construcción.

Estos contenidos han sido recientemente evaluados con el objetivo de explorar el potencial adicional que supone la movilidad de profesionales cualificados, así como la de un mercado de servicios más integrado. Aunque no se llevaron a efecto, las modificaciones solicitadas por la Cámara de Arquitectos de Babaría para dicho articulado fueron específicas, y dan cuenta de la urgencia de una revisión profunda y más exigente de las atribuciones profesionales del Arquitecto:

- a. Un conocimiento adecuado de los problemas físicos y de las tecnologías, así como de la función de los edificios **y las estructuras urbanas, para fomentar la sostenibilidad ambiental.**
- b. Una capacidad técnica que le permita concebir edificios que cumplan las exigencias de los usuarios, respetando los límites impuestos por los imperativos presupuestarios y las regulaciones en materia de construcción **y un correcto rendimiento de ciclo de vida de los materiales.**

La adquisición por parte del arquitecto español de las competencias específicas de formación académica y profesional satisfacen, de un modo singular y diferencial respecto a otros países europeos, los requisitos de formación determinados por la directiva comunitaria. Pero la falta de claridad conceptual del concepto de sostenibilidad queda patente también en dicha directiva; sus efectos podrían desencadenar un consenso académico superficial que predique una serie objetivos potencialmente prescriptivos de la enseñanza de la sostenibilidad (Altomonte *op.cit.*: 5), omitiendo con ello la oportunidad de introducir un enfoque pedagógico necesariamente holístico hacia el diseño sostenible.

### **3 CONSIDERACIONES FINALES**

La Educación para la sostenibilidad plantea muchos interrogantes sobre los límites de las pedagogías lógico-lineales en la adquisición de capacidades

creativas. El profundo compromiso con el aprendizaje se debe lograr ligando la adquisición de principios y valores con la experiencia y el establecimiento de un marco unificado que permita un diálogo eficaz entre los distintos dominios disciplinares. Esta pedagogía debe fomentar la consulta y discusión, y el estudiante debe ser emplazado en el centro de la controversia: su participación en procesos analíticos y sintéticos de diversos niveles permitirá en última instancia su capacitación para la reflexión y la comprensión crítica (Altomonte *op.cit.*: 6).

La taxonomía cognitiva propuesta por Benjamin S. Bloom en 1954 sitúa dicha capacidad crítica incluso por encima de la capacidad creativa, situadas ambas en las habilidades cognitivas de nivel superior. Pero el pensamiento crítico en la perspectiva de Bloom se pronuncia como una epistemología absoluta, y por ende al margen de las prácticas de aprendizaje de tal competencia. Su definición se refiere más a la emisión de un juicio evaluativo, que según los estudios de Gustavo Hawes (2003: 29) puede ser de dos tipos:

- a. juicios en base a evidencias internas (de exactitud lógica o de consistencia)
- b. juicios en base a evidencias externas (comparación con teorías, a normas)

Las problemáticas del diseño sostenible no pueden considerarse por tanto reflejados en ninguno de ellos, por carecer de un sustrato exclusivo referido a la lógica numérica, o de suficientes casos de estudio para un juicio comparado.

Concebidos como un instrumento de transferencia y homologación de créditos en el marco de Bolonia, los ECTS se definen en términos de “competencias y destrezas” adquiridas. Pero estos conceptos son mucho más difíciles de precisar y por tanto de evaluar que la adquisición de conocimiento efectivo del marco universitario precedente (Salaburu 2011). La conexión entre evaluación y competencias es de hecho el mayor reto en la implantación del EEES y es indispensable para conseguir un “aprendizaje significativo” (Fink 2003).

La introducción de esta “evaluación formativa” de competencias, como se define en el Decreto Bolonia, es la que mayor retraso tiene en el proceso de renovación académica (Salaburu et.al. 2011), disfunción especialmente evidente en los planes que regulan la enseñanza de la Arquitectura. Las competencias específicas, tales como manejo de escalas, la viabilidad constructiva, la comunicabilidad, o capacidad de desarrollo<sup>xiii</sup>, tienen que ver con aspectos más fácilmente demostrables a largo plazo. Los modelos colaborativos de autoevaluación y co-evaluación se han constituido en mecanismo para mejorar estos procesos, representando un incentivo al trabajo del estudiante y una ayuda al docente en el manejo de competencias. El interés por el empleo rúbricas o matrices de evaluación con entrada múltiple comienza a extenderse en el EEES (Stevens y Levi 2011).

La mayor parte de los modelos de evaluación hacen referencia a las competencias como un estadio final del proceso de aprendizaje, y no tanto a los estadios previos. Esto desemboca con frecuencia en un mayor énfasis evaluador sobre los resultados frente a los procesos, sean o no registrados en sistemas de evaluación continua. El sistema anglosajón representa en este sentido un modelo de evaluación alternativo: en el lenguaje del RIBA se usan términos que



introducen una visión secuencial, o de estados previos a la finalidad práctica de un conocimiento. No sólo se evalúa la adquisición última de habilidades (que podemos asociar con competencias), sino que incluyen y valoran conceptos intermedios, tales como grado de conciencia, familiaridad, y asimilación. Esta distinción es especialmente notable teniendo en cuenta que los currículos académicos en el Reino Unido son verificados y regulados por el RIBA, un organismo que regula la habilitación profesional en el Reino Unido.

La evaluación puede transformarse por tanto en una herramienta de mejora en la medida que acumule y transparente conocimiento pedagógico. Una filosofía de evaluación que se aleje de la tradicional función de vigilancia para hacer énfasis en la formación simultánea del estudiante y del docente, y que en última instancia permitan a la Institución una reflexión crítica y constructiva sobre sus propias estrategias.

La pedagogía del proyecto arquitectónico ha de facultar el diseño de una interfaz contemporánea alternativa a los habituales sistemas ABP<sup>xiv</sup>, capaz de asumir la impostura de los nuevos paradigmas de la Complejidad y la Sostenibilidad. La clave está en el modo en que se plantea el problema a resolver, y no tanto en los posibles resultados: las predicciones y simulaciones serán claves en dicho proceso (Rowe 1998: 101). Hemos señalado la importancia de capacitar al estudiante en esta secuencia integrada de anticipación intuitiva/creativa y verificación numérica como desencadenante de una síntesis formal adecuada al medio ambiente. Sirva de coda uno de los más celebrados párrafos de Christopher Alexander (1964):

*“La delgada sección del ala que permite volar a un aeroplano, fue inventada en un momento en que se acababa de “demostrar” que no podía volar ninguna máquina más pesada que el aire (...). A decir verdad, la invención y el uso del ala de aeroplano constituyen una importante contribución al desarrollo de la teoría aerodinámica, y no viceversa. (...) En estos casos, la invención se basa en una sospecha que en realidad hace más fácil la comprensión del problema”.*

#### **4 REFERENCIAS**

ANECA (2005). *Libro Blanco del Título del Grado en Arquitectura*. Agencia Nacional de la Calidad y la Acreditación

ALEXANDER, C. (1971). *Notes on the synthesis of form*. Cambridge University Press.

ALTOMONTE, S. (2012). Enhancing teaching and learning of sustainable design through ICTs. In *Education Technology and Computer (ICETC)*, 2º International Conference on (Vol. 2, pp. V2-27).

ALTOMONTE, S. (2012). *Sustainable Architectural Education*. White Paper. University of Nottingham.

AZNAR, P. (2009). Del aprender a aprender al aprender a pensar: La variable funcional de la educación. *Teoría de la Educación*. Revista Interuniversitaria, 4.

AZNAR, P., MARTÍNEZ-AGUT, M.P., PALACIOS, B., PIÑERO, A., & ULL, M. A. (2010). Introducing sustainability into university curricula: an analysis of teachers' preconceptions at University of Valencia. *Environmental Education Research*.

FINK, L. D. (2013). *Creating significant learning experiences: An integrated approach to designing college courses*. John Wiley & Sons.

HAWES, G. (2003). *Pensamiento crítico en la formación universitaria. Documento de Trabajo, 6. Proyecto Mecesup TAL 0101. Universidad De Talca, Santiago de Chile.*

HAWKES, D. (1995). *The Environmental Tradition: Studies in the Architecture of Environment*. Taylor and Francis. Oxon.

INGERSOLL, R. (2012). "The ecology Question and Architecture". *The Sage Handbook of Architectural Theory*. Sage Publication, Londres. Pp: 573-590

MESTRE, N. Y PEREA, A. (2011). "Más allá de la enseñanza: la formación del estudiante como centro de la pedagogía". VIII Jornadas Internacionales de Innovación Universitaria. Universidad Europea.

NAJLE, C. (2012). "A few secrets of the Post-Gravitational Archaic". *Thermodynamics applied to Highrise and mixed-use prototypes*. Harvard School of Design. Pp:117-120. Harvard University Press.

OXMAN, N. y J. L. ROSENBERG. (2007). *Material-based Design Computation: An Inquiry into Digital Simulation of Physical Material Properties as Design Generators*. *International Journal of Architectural Computing (IJAC)*. 5(1): 26-44.

REQUENA, I. 2011. "Energía y permanencia. La duración como futuro de la modernidad". Conferencia Internacional Criterios de Intervención para el Patrimonio Arquitectónico del Siglo XX, CAH 20thC, Madrid.

ROAF, S., & BAIRSTOW, A. (Eds.). (2008). *The Oxford Conference: a re-evaluation of education in architecture*. WIT Press, Oxford

ROWE, P. (1998). *Design Thinking*. MIT PRESS. Cambridge

SALABURU, P., HAUG, G., & MORA, J. G. (2011). *España y el proceso de Bolonia. Un encuentro imprescindible*. Edit. Academia Europea de Ciencias y Artes. Madrid.

SÁNCHEZ-ELVIRA, Á., LUQUE PULGAR, E., GARCÍA CEDEÑO, F., LÓPEZ-GONZÁLEZ, M., FERNÁNDEZ-SÁNCHEZ, M., y DE SANTIAGO ALBA, C. (2010). *Del diseño a la evaluación en competencias genéricas: Análisis empírico e intervención mediante rúbricas*. Memoria EA2009- 0102. Madrid: UNED-IUED y Ministerio de Educación

STEVENS, D. y LEVI, A. J. (2011). *Introduction to rubrics: An assessment tool to save grading time, convey effective feedback, and promote student learning*. Stylus Publishing, LLC.

PORTEOUS, C. (2001). *The new eco-architecture*. Spon Press, Londres.

---

<sup>i</sup> Draeger, Donn. June 25, 1976."Judo", *Journal of Combative Sport*.

<sup>ii</sup> Filippo Brunelleschi puede considerarse el primero de los arquitectos modernos, inaugurando un sistema profesionalizado, jerarquizado y planificado para el oficio de la construcción.

<sup>iii</sup> Serres, Michel. 1990. *Le Contrat Naturel*. Editions Francois Bourin.

<sup>iv</sup> Crisis estrictamente energética, y aún no ecológica. En el contexto de la guerra de Yom Kippur de Octubre de 1973 los países productores de petróleo acordaron un embargo de 6 meses contra USA que tuvo un devastador efecto en la economía mundial.

<sup>v</sup> Al modo de los sellos de evaluación BREEAM en Inglaterra (*Building Research Establishment Environmental Assessment Methodology*) o LEED en EEUU (*Leadership in Energy & Environmental Design*). LEED ha evaluado en la última década más de 14.000 proyectos, basándose en criterios de coste-beneficio.

<sup>vi</sup> Como la definida por Sim Van der Ryn a través de cinco principios de carácter cualitativo, una agenda holística de evaluación para diseño ecológico. Van der Ryn, S. and Cowan, S. 1996. *Ecological Design*. Island Press, Washington D.C.

<sup>vii</sup> El término se toma del inglés, *counterintuitive*.

<sup>viii</sup> [www.educate-sustainability.eu](http://www.educate-sustainability.eu).

<sup>ix</sup> Estas abarcan las Ciencias Básicas (Matemáticas y Física) Construcción e Instalaciones y Estructuras, que incluye a su vez Diseño y cálculo, así como Mecánica del Suelo.

<sup>x</sup> El proyecto de investigación EDUCATE (*Environmental Design in University Curricula*) aborda un análisis cualitativo de los Planes de Estudio, superando la habitual cuantificación de Tesoros en el currículo, como proponen otros proyectos de investigación recientes a nivel nacional. Ver [www.educate-sustainability.eu](http://www.educate-sustainability.eu)

<sup>xi</sup> En muchos otros países existe, para cada programa formativo, una figura de «course leader», es decir una persona (habitualmente distinta del jefe de departamento y del decano) encargada de coordinar el equilibrio del proceso docente, ya sea dentro de la oferta de una facultad o utilizando recursos de varios departamentos o facultades (*ibid.*).

<sup>xii</sup> A este respecto ver el análisis de Wiek, Withycombe y Redman (2011)

<sup>xiii</sup> Criterios de evaluación publicados por el Tribunal PFC de la ETSAM, UPM. 2010

<sup>xiv</sup> Aprendizaje Basado en Problemas. Estas pedagogías proceden del método científico.