



LA CONSTRUCCIÓN NO CONVENCIONAL COMO ESTRATEGIA PARA EL MEJORAMIENTO DE LA EFICIENCIA ENERGÉTICA Y AMBIENTAL DE LA ARQUITECTURA: EXPERIENCIA EN LA ENSEÑANZA DE GRADO

Guillermo José JACOBO

Herminia María ALÍAS

Cátedra CONSTRUCCIONES II-B, Facultad de Arquitectura y Urbanismo, Universidad Nacional del Nordeste.
Resistencia, Chaco, Argentina. Av. Las Heras N° 727. (H3500). E-Mail: construcc.dos.b.fau@gmail.com;
gjjacobo@arq.unne.edu.ar; heralias@arq.unne.edu.ar

Resumen: Se expone una experiencia desarrollada en la docencia universitaria de grado, desde la asignatura *CONSTRUCCIONES II- B* de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Nacional del Nordeste (UNNE), situada en el primer cuatrimestre del trayecto obligatorio del cuarto año del Plan de Estudios de la carrera. La asignatura, de creación y dictado efectivo a partir del ciclo lectivo 2016, aborda la cuestión del diseño y aplicación de los principios básicos que rigen a la construcción mediante métodos industrializados y no convencionales, considerándolos como una herramienta tecnológica mediante la cual se puede racionalizar el proceso de ideación, diseño y construcción del objeto arquitectónico, aprovechando sus prestaciones y potencialidades para tender a la gestión optimizada de la energía y del ambiente. La particularidad y objetivo distintivo de la asignatura es justamente el hecho de incorporar a la energía y al ambiente como factores de diseño que impulsan y justifican el uso de los sistemas constructivos no convencionales. El diseño curricular se articula alrededor de un trabajo de taller de diseño tecnológico integrador, en el cual los alumnos, en equipos, diseñan un sistema constructivo no convencional para materializar una obra de arquitectura, aplicando técnicas de construcción industrializada, prefabricada y “en seco”, así como estrategias de adecuación a variables regionales, que constituyen el fundamento de las decisiones técnicas tomadas. Tanto las particularidades del diseño curricular como los resultados obtenidos durante los dos primeros ciclos de su dictado, constituyen el objeto de este artículo.

Palabras clave: enseñanza de grado, construcción no convencional, racionalización, gestión de la energía

1 Introducción. *CONSTRUCCIONES II-B* en el plan de estudios de Arquitectura y dentro del Área de la Tecnología y la Producción. Objetivos.

En las currículas de estudios de grado universitarios en nuestro país, en general, no se considera en toda su dimensión a la energía como factor de diseño arquitectónico y tecnológico. Tampoco en la actividad profesional del arquitecto ni en las políticas estatales se advierten criterios activos de regulación y control del uso racional de la energía, pese a que en las últimas tres décadas se han presentado las mayores crisis energéticas (nacionales e internacionales) de abastecimiento, producción y consumo, que condicionan a la arquitectura, a la vez que son determinadas en buena medida por la misma. Una de las consecuencias de esta situación es la degradación del ambiente (todas las formas convencionales de generación de energía conllevan impactos ambientales negativos), a la vez que una no siempre aceptable

calidad de vida en los espacios arquitectónicos. Los altos consumos energéticos se correlacionan con altos costos económicos y ambientales (algunos irreversibles), que afectan de manera directa al hombre y su hábitat.

Por otra parte, aunque la construcción prefabricada, industrializada y “en seco” constituye la manera usual de construir en otros países y culturas, en el medio nacional, regional y local su implementación aún se circunscribe a un porcentaje minoritario (de ahí la denominación de “no convencional”), aunque en franco aumento en los últimos años, especialmente en usos combinados con la construcción habitual (de mampuestos y mezclas “húmedas”), que constituye la tecnología constructiva que prevalece ampliamente en la actualidad.

La construcción según principios de prefabricación, industrialización y racionalización resulta especialmente apta para la incorporación de criterios tendientes a una arquitectura energética y ambientalmente más consciente, ya que: 1) utiliza sistemas de montaje en seco que, por un lado, promueven el desmontaje de componentes y su posterior reutilización en otras construcciones, y por otro lado, generan menos residuos que los sistemas tradicionales al reducir los escombros y los desperdicios de materiales por recortes en obra; 2) disminuye el uso de agua porque reduce el uso de mezclas húmedas, lo que contribuye a aminorar la contaminación del suelo (y de sus napas) y de las redes de desagües; 3) promueve un uso y mantenimiento edilicio simplificados, al generar buenas condiciones de accesibilidad, inspeccionabilidad y fácil desmontaje de los componentes de los diferentes rubros técnicos del edificio, lo que contribuye a minimizar impactos negativos del edificio al ambiente; 4) facilita el diseño de espacios de uso flexible, con posibilidad de modificaciones mediante desmontajes y reacomodaciones mínimas, lo que significa también una ventaja competitiva frente a los sistemas convencionales habitualmente empleados y 5) resuelve técnicamente los cerramientos de las envolventes mediante una variedad de capas. Ello posibilita, a través de herramientas de estudio de la disposición más conveniente de dichas capas, un estudio pormenorizado de los mejores rendimientos, tanto higrotérmicos como técnicos, acercando las condiciones interiores de los espacios que delimitan a las necesarias para el bienestar de sus habitantes, a la vez que evitando patologías constructivas.

A modo de contribución a la formación académica de grado, se planteó esta oferta académica de *CONSTRUCCIONES II- B*, frente a una situación compleja que afecta a la arquitectura y al quehacer profesional, académico y de investigación, como una vía de concientización, conceptualización e instrumentación sobre la situación de la calidad del hábitat construido en relación tanto con la energía como con la tecnología de la construcción. La implementación efectiva de la asignatura *CONSTRUCCIONES II- B*, se inició a partir del ciclo lectivo 2016, en el trayecto obligatorio del cuarto año del Plan de Estudios de la FAU UNNE, como opción alternativa a otra asignatura existente, que aborda también la cuestión de la construcción industrializada y prefabricada.

Construcciones II- B, que es de dictado matutino durante el primer cuatrimestre (un solo día de encuentro presencial, entre las 8,00 y las 14,00 hs.), se enfoca en el diseño y aplicación de los principios básicos que rigen a la construcción mediante métodos industrializados, prefabricados y no convencionales, con el enfoque particular según el cual dichos métodos y tecnologías constructivas constituyen una opción conceptual, a la vez que instrumental, mediante la cual se puede racionalizar el proceso de ideación, diseño y construcción del objeto arquitectónico, aprovechando sus prestaciones y potencialidades para tender a la gestión optimizada de la energía y del ambiente, imperativa en el contexto actual.

Construcciones II- B se relaciona directamente con la asignatura *Construcciones I*, de tercer año del plan de estudios, que aborda la cuestión de la tecnología de construcción tradicional o habitual de edificios, así como con los *Talleres de arquitectura* de todos los niveles, y con las asignaturas de *Instalaciones y Estructuras* de edificios, así como con las de *Historia de la arquitectura*. Entre sus objetivos generales pueden citarse:

- Incorporar a la energía y el ambiente como factores de diseño tecnológico, que impulsan y justifican el uso de los sistemas constructivos no convencionales.
- Entender a los sistemas constructivos no convencionales como una herramienta tecnológica al servicio del proceso proyectual, de la gestión optimizada de la energía y del ambiente.
- Retroalimentar los conocimientos adquiridos en el área específica de la tecnología de la construcción, según las situaciones particulares que plantea la construcción mediante sistemas y tecnologías no convencionales.
- Introducir a las herramientas básicas de aplicación en el campo del diseño arquitectónico para verificaciones y predicciones de desempeño energético (normativa técnica con herramienta Excel, software específico de simulación dinámica ECOTECT, etc.).
- Comprender la evolución de la tecnología de la arquitectura y de la construcción, desde el punto de vista energético.
- Concientizar acerca de la problemática ambiental y la responsabilidad de la Arquitectura y su materialización tecnológica

2 Contenidos y estrategias didácticas. *El taller de diseño tecnológico – energético.*

El diseño que aplica criterios y técnicas de racionalización dimensional, constructiva y energética, así como de producción material bajo principios de la industrialización, prefabricación, construcción en seco e impactos ambientales menores, constituye el objeto central de abordaje de *Construcciones II- B*, que se desagrega en cuatro unidades temáticas:

1: Situación ambiental general: el papel de la arquitectura y la tecnología en relación con la energía: Evolución histórica de la tecnología de la construcción y de la “Arquitectura” en los últimos 300 años desde la óptica del uso integral de la energía y de los sistemas técnico-constructivos empleados. Las crisis energéticas internacionales.

2: Sistemas constructivos no convencionales, criterios de industrialización, prefabricación y construcción en seco. Sus efectos ambientales y energéticos: Conceptualizaciones y clasificaciones de sistemas constructivos según las técnicas y métodos empleados. Los paquetes funcionales y rubros constructivos. Materiales y sus ciclos de vida.

3: Normativa técnica: regulación de los sistemas constructivos no convencionales y regulación del desempeño energético. La necesidad de tramitar el CAT para elementos, materiales y sistemas constructivos. La normativa técnica de habitabilidad y uso racional de la energía en la edificación. Estado de situación internacional, nacional y local. Aplicaciones.

4: Diseño arquitectónico racionalizado energéticamente mediante sistemas constructivos no convencionales: Análisis de temáticas arquitectónicas y de tecnologías constructivas existentes. Experiencias de diseño tecnológico no convencional y de evaluación mediante modelización y simulación dinámica del comportamiento energético edilicio. Herramientas específicas.

Entre las estrategias aplicadas en los procesos de enseñanza y de aprendizaje en la asignatura, se alternan:

A. Exposición orales del contenido de cada Unidad Temática, a través de introducciones generales a los temas y explicaciones específicas de los conceptos relativos a cada una, acompañadas de ejemplificaciones y contextualizaciones diversas (que incluyen desarrollos en pizarrón, proyecciones de archivos digitales en diversos formatos, videos, uso de maquetas, etc.). En el transcurso de estas clases se plantean preguntas que permiten iniciar un diálogo e intercambio con los alumnos, indagando en el grado de comprensión alcanzado, así como dinamizar y flexibilizar la comunicación para agilizar los procesos de seguimiento y tutorización.

B. Resolución de problemas mediante un taller de diseño tecnológico, para lo que se aplica el trabajo grupal con la modalidad del taller de arquitectura, como medio para lograr la discusión, argumentación, reflexión y comunicación entre los integrantes de cada grupo, así como una mirada autocrítica y un intercambio y soporte por parte del grupo de pares. Se propicia la exposición y discusión de las experiencias y avances de los trabajos en forma grupal, en exposiciones por parte de los integrantes de cada grupo, al resto de la clase. En estas instancias, los docentes de la cátedra ofician de moderadores y asesores generales.

El taller de diseño tecnológico – energético tiene como objetivo que los estudiantes logren integrar y aplicar los conceptos abordados, aplicándolos en la resolución de la materialización tecnológica, y energéticamente optimizada, de un edificio, según los criterios de la industrialización y prefabricación. Este problema de diseño se aplica a un edificio pensado originalmente para su materialización según el sistema constructivo tradicional.

La actividad comprende el desarrollo por parte de los alumnos (organizados en equipos de hasta 3 estudiantes), de un trabajo de diseño de un sistema constructivo no convencional. Dicho equipo de trabajo propone la obra a la que se reformulará, según los principios de la industrialización, la racionalización constructiva y energética y la prefabricación. El curso completo se organiza en tres grandes comisiones, cada una de ellas con un docente a cargo y con un número de casi 30 alumnos (organizados en aproximadamente 10 equipos). Se estructura al taller en tres etapas, desde el punto de vista tanto didáctico como conceptual y procedimental.

Etapa I. *Conceptualización de la construcción no convencional. Criterios de industrialización y prefabricación. Relevamiento – Análisis – Síntesis. Actividades:*

1. Investigación y análisis de ejemplos de sistemas constructivos no convencionales, industrializados y/o prefabricados de uso y aplicación en el contexto local, regional, nacional e internacional.
2. Detección de los programas arquitectónicos a los que se aplican más frecuentemente los sistemas analizados
3. Identificación de los principales materiales de cada propuesta tecnológica investigada, así como de las técnicas de construcción con que se resuelven los distintos rubros constructivos en cada sistema investigado.
4. Análisis de los materiales identificados, teniendo en cuenta: dimensiones y disponibilidades comerciales, formas de presentación, propiedades físicas, mecánicas, higrotérmicas, relación con otros materiales necesarios para su puesta en obra, técnicas de aplicación, características de la mano de obra demandada, perfil ambiental de materiales.
5. Síntesis: determinación de fortalezas y debilidades de cada sistema técnico - constructivo indagado y de las opciones de materialización analizadas.

1º Instancia de control: exposición grupal y entrega digital de los avances y síntesis.

Etapa II. *Ideación de un sistema constructivo y propuesta de materialización. Justificaciones tecnológicas, energéticas y ambientales. Actividades:*

6. Idea general de una propuesta de sistema constructivo (a diseñar y desarrollar por el equipo de alumnos) para materializar una obra de arquitectura a emplazarse en la región.
7. Propuesta de alternativas de materiales potencialmente más aptos para la resolución tecnológica del sistema ideado. Justificación de la propuesta e identificación de ventajas y desventajas.
8. Diseño del sistema constructivo propuesto: estudio de plantas, cortes, vistas y volumetrías de la obra de arquitectura, ajustada dimensionalmente, según el sistema constructivo ideado para materializarla y los materiales definidos para su resolución tecnológica.
9. Estudio y desarrollo, general y particular, de los subconjuntos y rubros del sistema constructivo (en plantas, cortes tecnológicos, despieces, vistas y axonométricas, etc.):

fundaciones, pisos o entresijos, cerramientos verticales, cubiertas (techos y cielorrasos), estructura (columnas, vigas, rigidizaciones), carpinterías.

10. Estudio y desarrollo tecnológico de los vínculos (juntas y uniones) de los elementos constructivos (en detalles en plantas, cortes, vistas y/o axonométricas de despiece) entre las distintas partes constitutivas de cada rubro del sistema diseñado (fundaciones, pisos o entresijos, cerramientos verticales, cubiertas, estructura, carpinterías).
11. Determinación de parámetros higrotérmicos simples, determinantes del comportamiento energético del edificio (según normas vigentes): cálculo del *Coficiente de Transmitancia Térmica de muros y techos* (tanto en secciones opacas como en secciones de puentes térmicos) y verificación de su *Riesgo de Condensaciones invernales*.
12. Primera instancia de retroalimentación: ajustes del diseño de la envolvente del edificio en función de los resultados obtenidos.

2º Instancia de control: exposición y entrega digital de documentación de los avances.

Etapa III. *Ajustes, precisiones y profundización de la evaluación técnica y energética. Autocrítica. Actividades:*

13. Estudio de comportamiento energético del edificio materializado mediante el sistema constructivo diseñado, mediante la herramienta informática propuesta: software ECOTECH (ingreso de la modelización del edificio: definición de zonas; definición de los paquetes de cerramientos; ingreso de sus coeficientes y parámetros característicos; ingreso de patrón de comportamiento de usuarios). Simulación de comportamiento térmico para diferentes períodos anuales y determinación de cargas térmicas según cada tipo de aporte (conducción, radiación, ventilación, aportes internos, temperatura sol – aire, etc.).
14. Segunda instancia de retroalimentación: ajustes del diseño de la envolvente del edificio en función de los resultados de las simulaciones.
15. Definición de la ubicación de los elementos componentes del sistema constructivo diseñado, por rubros constructivos, con sus respectivas nomenclaturas y planillas de especificaciones técnicas y cantidades (presentación en plantas de bases, de vigas de encadenado inferior, de pisos, de columnas, de paneles verticales, de vigas de encadenado superior, de cielorraso, de techo, de dispositivos de vinculación y de terminación, etc., correlacionadas con sus respectivas planillas).
16. Estudio del/los núcleo/s húmedo/s: propuesta de instalación sanitaria (provisión de agua potable, fría y caliente y desagües cloacales), acorde con los criterios de construcción en seco, industrializada, no convencional, en seco (plantas, vistas, cortes y axonométricas).
17. Desarrollo gráfico del proceso de montaje, con detalle de equipos y maquinarias para la manipulación de cada componente y ajuste del sistema en obra.

3º Instancia de control: exposición de una síntesis, conclusiones y autocrítica del trabajo y proceso realizado. Entrega final digital del trabajo completo.

C. Visitas a obras locales, que aplican de manera significativa los principios de racionalización constructiva y energética, industrialización, prefabricación y construcción “en seco”. Tanto en el ciclo 2016 como en el actual 2017 se han realizado visitas a un edificio en torre (figura 1) que está siendo construido en la ciudad de Resistencia, Chaco (la torre “Harmony” de 30 niveles, actualmente la más alta del NEA), aplicando técnicas constructivas no convencionales, como la de los encofrados deslizantes para la ejecución de las envolventes y de carpinterías especiales para las fachadas de doble vidriado hermético, entre otras. Tras cada visita, los alumnos (organizados en los mismos equipos en los que desarrollan el trabajo de diseño) elaboran un informe síntesis de las cuestiones tecnológicas observadas, investigando y ampliando algunos temas y planteando alguna síntesis y juicio crítico respecto a las potencialidades y obstáculos detectados, tanto desde el punto de vista de los sistemas constructivos como desde la óptica del uso de los materiales y del recurso “energía”.



Figura 1. Distintas instancias de visitas de obra realizadas a la torre Harmony, (Resistencia, Chaco), ejecutada con encofrados túneles. Fuente: fotografías propias.

Por su parte, las estrategias de evaluación están bastante integradas en las tareas y procesos de aprendizaje, no planteándose en momentos ni en circunstancias independientes y/o aisladas. Se aplican criterios de **evaluación formativa** y de **retroalimentación**, entendiendo a la *evaluación formativa*, como aquella que permite recoger información de los procesos de enseñanza y aprendizaje mientras éstos se encuentran en curso de desarrollo, teniendo en cuenta todos los elementos que constituyen la práctica educativa, diferenciándola de este modo de la *evaluación sumativa*. La evaluación formativa se aplica en esta asignatura para recabar información necesaria sobre el proceso formativo, para reajustar los objetivos, rever las planificaciones, los métodos, los recursos, orientar a los estudiantes y docentes, retroalimentando el proceso mismo (Anijovich, 2010). La evaluación formativa se realiza en cada encuentro en que los equipos de alumnos exponen sus avances, con lo que se tiene una visión que incluye las diferentes etapas del desarrollo del trabajo integrado de diseño tecnológico – energético, en función de las devoluciones detalladas y dialogadas que se dan durante los encuentros, tanto entre el grupo de estudiantes y los docentes, como entre los distintos grupos de estudiantes entre sí. Los intercambios, discusiones y debates generados sustentan revisiones de los trabajos, cambios de dirección y reconceptualizaciones que logran evoluciones sustanciales en el desarrollo. En este sentido, según Litwin (1998: 17) [...] *“desde una perspectiva cognitiva, planteamos actividades que cambien el lugar de la evaluación como reproducción de conocimientos por el de la evaluación como producción, pero a lo largo de diferentes momentos del proceso educativo y no como etapa final.*

Se hace el seguimiento y control personalizado de la evolución de los trabajos de diseño a través de la observación sistémica de los avances de cada equipo en cada etapa, que se registra periódicamente en fichas de seguimiento. En ellas se vuelcan los aspectos tratados en cada encuentro con el equipo, en especial aquéllos que constituyen puntos críticos que necesitan revisión, y la consideración del grado de aplicación de los conceptos teóricos abordados, según el comportamiento energético del edificio y la propuesta conceptual de mejoramiento mediante la aplicación de los conceptos de la industrialización de la construcción. Por otra parte, a través de la detección de los aspectos que requieren de revisión, el equipo docente procede a un ajuste de los apoyos teórico - conceptuales específicos que se proporcionan en los encuentros para continuar con el avance y desarrollo de los trabajos (retroalimentación).

3 La experiencia en los ciclos 2016 y 2017: potencialidades y dificultades.

La actividad propuesta durante el cursado, especialmente a través del taller de diseño tecnológico (mediante el planteo del problema de reinterpretar una obra de arquitectura a través del diseño de un sistema constructivo no convencional para materializarla y mejorarla tecnológicamente y energéticamente), se basa en el *aprender haciendo* y en la tutorización antes que la transmisión unidireccional de contenidos del docente al estudiante. Se trataría, en muchos aspectos, de un prácticum, *“donde el alumno aprende haciendo en una interrelación con tutores y con los otros compañeros en una suerte de aprendizaje experiencial. El tutor acompaña el proceso (...) su función específica es criticar, aconsejar, demostrar y plantear problemas”* (Finkelstein & Lucarelli, 2003: 10).

3.1 Ciclo lectivo 2016.

En el ciclo 2016 cursaron la asignatura 83 alumnos regulares, de los cuales 75 cumplieron los requisitos de regularidad y finalmente aprobaron la materia por promoción al finalizar el cursado en Julio. Para abordar el taller de diseño en este ciclo, cada equipo (de hasta tres estudiantes) debió proponer una obra de arquitectura (de entre 80 y 120 m²), de cualquier función y/o destino, a emplazarse en la región NEA. Dicha obra podía estar ya construida, o bien tratarse de un proyecto no construido (propio del alumno o equipo o de otro autor, citándolo), o bien podía tratarse de una propuesta de ampliación de algún edificio, existente o no. Los equipos de alumnos seleccionaron predominantemente viviendas (figura 2). Sólo un equipo de alumnos propuso trabajar un módulo sanitario (de atención médica), para situaciones de emergencia y/o catástrofe (figura 3).



Figura 2. Implantación de la obra propuesta (vivienda) dentro de un conjunto mayor en la ciudad de Resistencia (izquierda y centro) y esquema de despiece del sistema prefabricado diseñado (derecha). Fuente: equipo de alumnos Uriona, Dovis y Pinto, 2016.

En cuanto a las tipologías de los sistemas constructivos no convencionales propuestas por los equipos de estudiantes para ser desarrolladas y verificadas tecnológicamente y energéticamente, si bien al inicio del cursado hubo una tendencia masiva a volcarse a los sistemas de entramados ligeros (de madera o de perfiles metálicos), se produjeron luego reformulaciones, de lo que resultó la propuesta de un abanico de tipologías, que básicamente estuvieron referidas a cuatro tipos básicos de construcción industrializada – prefabricada: 1) los sistemas de entramados, 2) los sistemas de paneles, 3) los sistemas de volúmenes o células que llegan a obra totalmente terminadas y 4) los sistemas mixtos (combinaciones del primero y el segundo, en los distintos rubros o conjuntos funcionales). Predominaron los desarrollos de las tipologías 1 y 2 (figuras 4 y 5). Estas elecciones denotaron ciertas reticencias de los alumnos, debidas posiblemente a la percepción de una mayor dificultad de resolución, frente a los casos señalados como de muy poca elección y desarrollo, por lo que sirvieron para efectuar ajustes e incrementar las apoyaturas teórico – conceptuales en estos temas en el ciclo lectivo 2017.

En cuanto a los materiales propuestos para los desarrollos tecnológicos efectuados, predominaron opciones disponibles comercialmente en la región, entre las que se encuentran: maderas de reforestación (pino, eucalipto), transformaciones industriales de la madera (tableros de MDF, de OSB, fenólicos), placas de roca de yeso, placas cementicias con distintos acabados y composiciones, hormigones ligeros, perfiles de acero galvanizado, chapas metálicas para cubiertas, entre algunos otros. También se registraron casos aislados de propuestas de uso de materiales tradicionalmente no utilizados, ni disponibles comercialmente en el mercado regional, como la palma -una planta autóctona de nuestra región, con un tronco que varía de los 2 a 5 metros de altura y con un diámetro de entre 15 y 40cm- (figura 6).

El equipo que propuso la utilización de un determinado material (en panelería de cerramiento vertical y en cielorrasos, que llegaban totalmente terminados a obra) justificó su empleo tanto en la disponibilidad regional del recurso como en una incipiente consideración del ciclo de vida de este material, que evidenció un menor impacto ambiental negativo, frente a otros materiales habituales, tal es el caso de un grupo de trabajo que propuso trabajar con troncos de Palmas, material abundante en las Provincias del Chaco y Formosa.

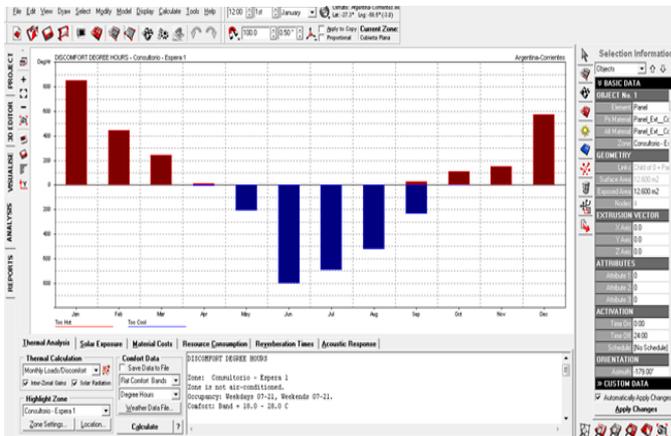


Figura 3. Reutilización de contenedores de carga como células habitables tridimensionales. Abajo, a la izquierda, estudio de bienestar térmico interior anual con ECOTECT. Fuente: equipo de alumnos Alaman y Roses, 2016.

Otros equipos desarrollaron propuestas innovadoras de materiales para su uso como aislantes térmicos. Tal fue el caso del desarrollo de un panel con alma de varias capas de cartón reciclado, con celdas de aire intermedias, que fue propuesto por uno de los equipos de alumnos, en reemplazo de los tradicionales aislantes, ante la abundancia de desechos de grandes cantidades de papel y cartón aptos para reciclado en los centros urbanos del NEA.

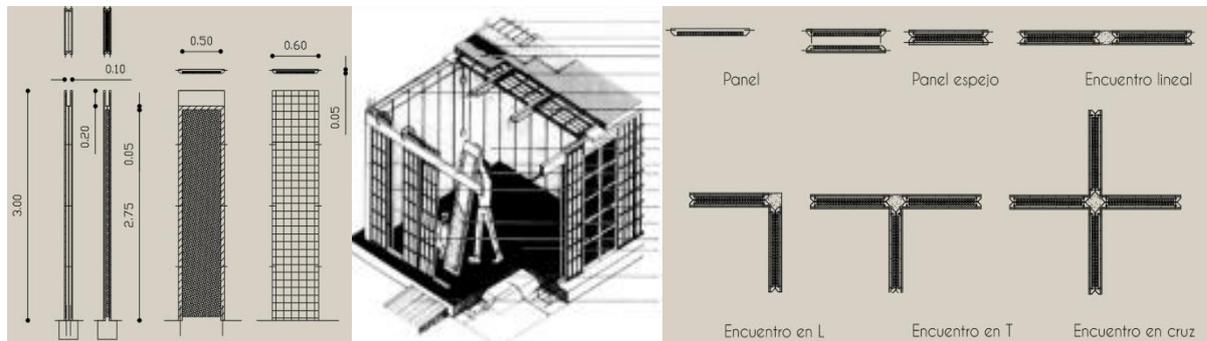


Figura 4. Sistema constructivo de paneles prefabricados de hormigón alivianado. Fuente: equipo de alumnos Sotelo y Tosi, 2016.

En cuanto a la alternancia de las estrategias didácticas en los encuentros presenciales, se planificó en este ciclo una concentración de clases de apoyo teórico (mediante exposiciones orales) durante los casi dos primeros meses de cursado (marzo y abril), con poco desarrollo del taller de arquitectura durante esta fase, para luego destinarse con exclusividad los restantes dos meses de cursado (mayo y junio) al taller de diseño tecnológico, aunque con seguimientos y apoyos conceptuales teóricos breves por parte del equipo docente, conforme los mismos iban siendo demandados por los puntos específicos de avance de los trabajos. Ante esta particularidad de la planificación, llegada la etapa de abocarse totalmente al trabajo de diseño en la segunda mitad del cursado, se advirtieron ciertas dificultades conceptuales, que generaron la necesidad de una repetición, por parte de cada docente a cargo de las comisiones de trabajo, de conceptos ya abordados previamente, aunque aparentemente no suficientemente aprehendidos por los estudiantes, posiblemente por no haberlos aplicado e integrado inmediatamente a sus trabajos de diseño. Así, este punto constituyó un insumo para la retroalimentación y los ajustes para el ciclo 2017.

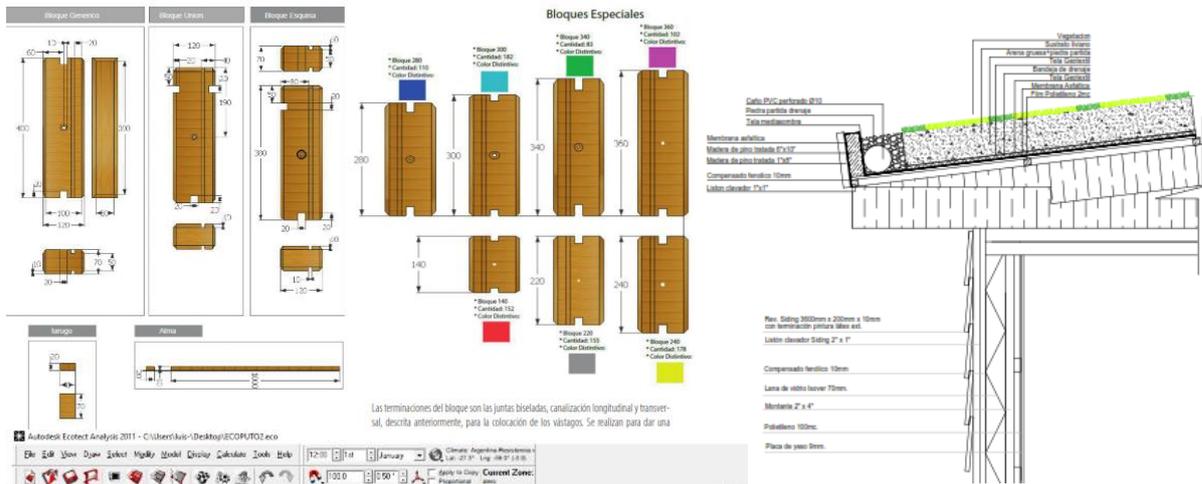


Figura 5. Propuesta de materialización de cerramientos mediante bloques prefabricados de madera encastrada (arriba, izquierda) y resolución de cubierta vegetal (arriba, derecha). Fluctuaciones térmicas interiores simuladas (abajo). Fuente: equipo de alumnos Uriona, Dovis y Pinto, 2016.



Figura 6. Uso de palmas como material para un sistema constructivo industrializado y prefabricado. Fuente: equipo de alumnos Daldovo, Parigansky y Quijano, ciclo 2016.

3.2 Ciclo lectivo 2017.

Actualmente se encuentran culminando el cursado de la asignatura 85 alumnos regulares, no contándose aún (al momento de presentación de este artículo para su evaluación) con cifras finales de regularización y aprobación de la materia por promoción. En general se advierte que las cifras y rendimientos se mantienen sin variaciones respecto al ciclo 2016. Una diferencia respecto al ciclo anterior fue que, para abordar el taller de diseño, el equipo docente compendió en un catálogo digital varias de las tipologías de viviendas correspondientes al plan PRO.CRE.AR, del cual cada equipo de alumnos debió seleccionar una para plantear su reformulación tecnológica y energética mediante el sistema constructivo no convencional. En cuanto a las tipologías de los sistemas diseñados y a los materiales definidos para su concreción, se mantuvieron las mismas características y particularidades comentadas para el ciclo 2016, aunque ya no se registró un volcamiento inicial masivo a los sistemas de entramados ligeros (como en el 2016), posiblemente por el hecho de que se brindaron inicialmente más instancias teórico-conceptuales acerca de tipologías de construcciones industrializadas y/o prefabricadas, y sus implicancias técnicas y económicas.

Por otra parte, y tomando la experiencia “piloto” del ciclo anterior, se planificó en este ciclo una alternancia de clases de apoyo teórico (mediante exposiciones orales) en paralelo al desarrollo del taller de diseño tecnológico-energético, durante todo el cuatrimestre. Los contenidos de estas instancias conceptuales se definieron conforme a lo que iban requiriendo los puntos específicos de avance de los trabajos de los alumnos. Esta circunstancia dio más tiempo y profundidad al desarrollo del taller de diseño tecnológico propiamente dicho. Un punto de dificultad en ambos ciclos lo constituyó el tiempo disponible para el cursado, que para todas las asignaturas denominadas “teóricas” (entre ellas *Construcciones II- B*) dentro del Plan de Estudios de la FAU-UNNE son cuatrimestrales. Frente a la propuesta que se plantea, al desarrollar un taller de diseño tecnológico-energético, se advierte la necesidad de un incremento del tiempo real de dictado.

4 Conclusiones y Perspectivas.

A través del planteo curricular y las estrategias aplicadas en la asignatura, el bagaje conceptual y procedimental desarrollado por los estudiantes resulta de aplicación, no solamente durante el trabajo puntual específico de *CONSTRUCCIONES II- B*, sino en los talleres de arquitectura que cursan, paralela y posteriormente. A partir de la experiencia realizada en la asignatura, docentes de los respectivos talleres de arquitectura manifestaron un incremento de la aplicación de construcción en seco, industrializada y prefabricada en los trabajos de los estudiantes, que habitualmente se circunscribían al campo de la construcción tradicional habitual, mayoritariamente. Asimismo, la conceptualización e instrumentación respecto a las verificaciones de parámetros de comportamiento higrotérmico de las envolventes constructivas (transmitancia térmica y riesgo de condensaciones de muros, techos, carpinterías según Normas IRAM), resultó y resulta de gran aplicación como instrumento de diseño, así como el manejo e interpretación adecuada del software de simulación dinámica ECOTECT, para determinar el desempeño energético global del edificio y poder rediseñarlo, tecnológicamente y energéticamente.

Esta propuesta curricular de grado constituye parte de una política general de concientización de la problemática ambiental del hábitat humano, en la que la FAU-UNNE se halla fuertemente comprometida, que se reflejó en el apoyo institucional para concretar las *Primeras Jornadas Técnicas sobre Eficiencia Energética en la Edificación del NEA* (Noviembre de 2016, en la FAU-UNNE, figura 7), en la que participaron especialistas del INTI y los docentes de la asignatura, exponiendo experiencias profesionales, académicas y de investigación en la temática, que convocó a cerca de 400 interesados de diferentes ámbitos del NEA.

Figura 7. Afiche de las Primeras Jornadas Técnicas sobre Eficiencia Energética en la Edificación del NEA, organizadas por *CONSTRUCCIONES II- B*.



5 Referencias.

- ANJOVICH, R. (comp.); CAMILLONI, A.; CAPPELLETTI, G.; HOFFMANN, J.; KATZKOWICZ, R. & MOTTIER LOPEZ, L. *La evaluación significativa*. Buenos Aires: Paidós, 2010.
- FINKELSTEIN, C. & LUCARELLI, E. *La articulación teoría-práctica en un espacio curricular de formación en la profesión*. En CONGRESO DE LATINOAMERICANO EDUCACIÓN SUPERIOR. San Luis: UNSL, 2003.
- LITWIN, E. (1998). La evaluación: campo de controversias y paradojas o un nuevo lugar para la buena enseñanza. En LITWIN, E. et al, *La evaluación de los aprendizajes en el debate didáctico contemporáneo*. Buenos Aires: Paidós, 1998.