

RESULTADOS EN LA ENSEÑANZA DEL DISEÑO BIOCLIMÁTICO Y EL URE A NIVEL DE GRADO. LA EXPERIENCIA DE LOS ÚLTIMOS 5 AÑOS

Jorge Daniel CZAJKOWSKI* y Analía Fernanda GÓMEZ**

Facultad de Arquitectura y Urbanismo. Universidad Nacional de La Plata.
Calle 47 N° 162 (1900) La Plata, Buenos Aires.
Telefax: 054-21-214705, EMail: czajko@isis.unlp.edu.ar.

RESUMEN

La implementación de medidas masivas de Uso Racional de la Energía (URE) en edificios demanda, entre otros, la formación de profesionales idóneos. Esto implica la inclusión con carácter obligatorio en la currícula de carreras como arquitectura e ingeniería, de asignaturas que aborden el diseño bioclimático y URE en edificios.

Se presentan los lineamientos pedagógicos y el programa de un curso dictado sistemáticamente en el marco de la Cátedra Producción de Obras *******, en los últimos años, junto a una publicación para ser sometidos a discusión. Se exponen los problemas referidos a la transferencia de conocimientos y métodos de la investigación a la docencia de grado y las dificultades de su asimilación.

Se plantean las estrategias pedagógicas adoptadas a lo largo del tiempo para facilitar el proceso de enseñanza y finalmente se mencionan las dificultades encontradas a lo largo del proceso y propuestas de superación.

INTRODUCCION

La implementación de medidas de URE y el diseño bioclimático a escala masiva presenta serias dificultades por varios motivos, entre los cuales los principales son:

- a. la currícula y el plantel docente de las facultades de arquitectura cuenta con pocos referentes nacionales,
- b. existe cierta resistencia entre los profesionales de la arquitectura para asimilar estos conceptos;
- c. no existen suficientes publicaciones nacionales de la temática,

* Jefe de Trabajos Prácticos y Becario de Perfeccionamiento del CONICET (en prórroga).

** Ayudante de Cátedra.

*** Cátedra de Producción de Obras, Nivel 2 (5to año).

Titular: Ing. Jorge Ocaña - Adjunto: Arq. Horacio Naón - JTP: Arq. Jorge Czajkowski
Aytes: Arqs. Analía Gómez, Cristina Dominguez, Jorge Spampinato e Irene Martini.

- d. la enseñanza presenta dificultades cuando se desea superar el nivel conceptual para pasar al dimensionamiento y cálculo,
- e. las expectativas de fomento por parte de las instituciones académicas o gubernamentales involucradas son escasas o nulas.

La experiencia desarrollada surge de la posibilidad de reformular el programa de una asignatura técnica, denominada Producción de Obras, en el ámbito de grado de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de La Plata. Esta asignatura comprende tres niveles correspondientes a cuarto, quinto y sexto año de la carrera donde se imparten métodos y técnicas referidas a problemas económicos, legales y de organización de obras durante 144 horas anuales. En este marco se replanteó el programa del nivel dos (quinto año) para impartir conceptos y técnicas de diseño bioclimático y Uso Racional de la Energía.

Para esta reformulación se utilizó la experiencia del Grupo GEMA y su director el arq. Rosenfeld en el dictado de diversos cursos de actualización de posgrado, en la trayectoria y producción de los '70 por parte de los prof. Mascaró en la facultad y de los Arq. Evans - Schiller en la FADU-UBA; sumado a la formación de posgrado de los autores en Italia. Tanto la producción teórica y práctica como la propuesta pedagógica refleja la trayectoria de estos referentes nacionales.

A lo largo de estos años se produjo abundante material teórico - práctico que incluyó fichas, software, diversos nomogramas, apoyado por seminarios de temáticas afines dictados por docentes de otras unidades académicas y empresas. Se realizaron periódicas visitas con los alumnos a centros de investigación regionales, se capacitó auxiliares docentes, se dictaron cursos especiales de computación, entre otros, tendientes a elevar el nivel general de conocimientos.

Estos cinco años de experiencia se sistematizaron en un libro de reciente publicación por la editorial de la Universidad que incluye programas de computación para facilitar los cálculos.

ANTECEDENTES DE LA ENSEÑANZA BIOCLIMATICA EN LA PLATA

Planteando una breve reseña histórica del bioclimatismo en nuestra ciudad no puede dejar de mencionarse la actividad del Ing. Juan L. Mascaró y la Arq. Lucía R. de Mascaró que entre los años '70 y '76 implementaron en el ámbito de la Facultad de Arquitectura de la UNLP la primer asignatura a escala nacional que trataba los problemas económicos, formales, climáticos y energéticos. El equipo formado tuvo una intensa actividad que abarcó la investigación, la docencia y la transferencia a instituciones como la Secretaría de Vivienda de la Nación y el IRAM. Lamentablemente estos pioneros emigraron, y parte de su equipo continuó la tarea hasta mediados de los '80.

Paralelamente el Arq. Elías Rosenfeld comenzaba en el año 1973 a interesarse por la problemática y comienza la experiencia desde el diseño en la Facultad de Arquitectura de San Juan. Posteriormente forma un equipo de investigación y docencia interdisciplinario en el marco de la Federación de Arquitectos de la provincia de Buenos Aires, que luego se convierte en el Instituto de Arquitectura Solar La Plata - IAS. El IAS para 1980 posee entre sus realizaciones el

primer prototipo solar de la región, desarrolla el proyecto de un pueblo ecológico en el impenetrable chaqueño y el primer conjunto habitacional solar de interés social, sumado a un proyecto de conservación de energía en sectores urbanos. Para mediados de los '80 los autores, todavía estudiantes, se integran al equipo de investigación que pasa a formar parte de la FAU-UNLP en el marco del Instituto de Estudios del Hábitat.

La confluencia de estas corrientes hace que en 1990 se pueda formar parte de una cátedra donde se comienza a trabajar en la transferencia de experiencias en investigación mediante seminarios y material teórico - práctico. Un año después, ante la formación de un nuevo taller, se asume la responsabilidad de la coordinación de uno de los niveles de la asignatura (5to año), donde se reformula el programa. Esto requirió la preparación del material pedagógico y la formación docente, para el funcionamiento del taller.

OBJETIVO DEL CURSO

Introducir al futuro profesional de la arquitectura en los fundamentos y métodos del diseño bioclimático y el URE que superen la etapa conceptual y permitan el desarrollo de un anteproyecto cuantitativamente correcto. La comprensión de las metodologías de diseño permitirá lograr partidos arquitectónicos optimizados energéticamente y económicamente para diversos escenarios del país.

Evolución de la enseñanza:

El proceso requirió una etapabilidad ya que se dieron dos situaciones características: por un lado se detectó una resistencia de los alumnos al tratar de superar el nivel conceptual y por el otro no se contó con un cuerpo docente capacitado. A esto se sumó que existía poca bibliografía desarrollada en el país, formulada pedagógicamente para un enfoque cuantitativo.

En función de esto se desarrollaron seminarios y visitas a centros de investigación regionales que apuntaron no solo al alumnado sino al cuerpo docente. Por otro lado se realizaron reuniones de trabajo, donde el cuerpo de auxiliares docentes pudiera participar de las evaluaciones.

Dada la complejidad del diseño bioclimático en la faz cuantitativa se plantearon dos etapas en el proceso de enseñanza:

1. Desarrollar edificios aplicando conceptos bioclimáticos a escala conceptual y optimizarlos cuantitativamente en cuanto a calidad higrotérmica de su envolvente.
2. Avanzar en la aplicación de sistemas pasivos en una fase cuantitativa.

La justificación de la primer etapa se basa en el hecho que, previo a la implementación de sistemas pasivos, debe poseerse un partido arquitectónico optimizado energéticamente. Esto surge del hecho que la construcción tradicional de todo el país es energética y climáticamente ineficiente, tal lo diagnosticado por investigaciones realizadas. A lo que debe sumarse que los

profesionales no conocen el uso adecuado de los aislantes térmicos y su dimensionamiento. Por este motivo la primera etapa permite la formación de una masa crítica de profesionales que puedan desempeñarse en diversas actividades incluyendo la docente. La segunda etapa se encuentra en preparación ya que necesita de docentes altamente capacitados.

Organizativamente los alumnos forman equipos de tres integrantes a los cuales se les da un programa de necesidades, generalmente de una vivienda, y los datos climáticos de una localidad en cualquier punto del territorio. Se forman así 50 equipos de trabajo que permiten de año en año tratar la extensa geografía nacional.

El proceso de tareas prácticas sigue el siguiente esquema:

- a. Reconocimiento y graficación de datos climáticos.
- b. Análisis bioclimático de datos apoyado en los climogramas de Olgyay y Givoni para un período anual y para un día típicamente frío y típicamente cálido.
- c. Análisis del asoleamiento a escala de conjunto edilicio y de locales. Dimensionamiento de protecciones solares.
- d. Análisis de la calidad térmica de partes edilicias, según Norma IRAM 11 605.
- e. Análisis del riesgo de condensación de partes edilicias, según Norma IRAM 11 625.
- f. Análisis de la calidad térmica edilicia según Norma IRAM 11 604.
- g. Optimización económica - energética de los edificios y sus sistemas de climatización.
- h. Trabajo final donde se desarrolla integralmente un edificio bioclimático de baja complejidad.

Los problemas y las soluciones:

Los principales problemas se presentan en las etapas donde la aplicación de técnicas de URE y pasivos demanda una verificación cuantitativa. Normalmente los alumnos se embrollan en el proceso de cálculo perdiendo perspectiva respecto de problemas de diseño y a los docentes les resulta difícil evaluar los trabajos. A esto se suma una cierta resistencia y dificultad para manejar los órdenes de magnitudes de valores numéricos que siempre lleva a confusiones.

Esto nos llevó a pensar que de contarse con software específico se podría manejar un plano conceptual, facilitar el diseño de los edificios y los componentes de la envolvente, permitiendo que los cálculos sean realizados por el ordenador. A la fecha contamos con ese software que se implementará en el curso 1995. Sabemos que existe el riesgo de que se pierda la visión del proceso de cálculo pero sería volver a la discusión de los '70 donde se prohibía en las escuelas del ciclo medio el uso de calculadoras. Posiblemente el alumno pierda algo del conocimiento de lo específico pero gana mucho en la globalización de los problemas.

La implementación de esta nueva estrategia conlleva problemas ya que se necesita contar con aulas de computación para por lo menos 50 alumnos que por el momento la facultad no posee. Igualmente en el curso de este año se realizó una experiencia piloto con docentes y alumnos que tienen acceso a una PC con buenos resultados.

Luego de esto, pensamos, se tendrá una nueva masa crítica para la implementación de la segunda etapa donde se puedan realizar evaluaciones y simulaciones numéricas de complejidad creciente. Esto demanda mejorar el nivel docente y para esto ya se encuentran realizando una experiencia integrados al grupo de investigación. Para esto fue de gran ayuda el sistema de incentivos a los docentes - investigadores que, además, sirve para captar nuevos becarios y personal de apoyo a la investigación.

Son importantes los mecanismos de evaluación ya que permiten al coordinador conocer el grado de asimilación del conocimiento. En particular ha resultado útil una combinación entre evaluación de carpetas de trabajos prácticos y coloquios grupales para conocer el nivel global y el grado de participación de los miembros de cada equipo y los exámenes parciales para ver el grado de asimilación concreta de conceptos y conocer el rendimiento individual. Las correcciones de carpetas corren por cuenta del auxiliar docente y los parciales por el JTP, esto permite una autoevaluación del dictado de clases y permite medir el rendimiento del cuerpo docente. De este modo se pueden conocer a tiempo las dificultades de asimilación de conceptos y realizar revisiones que eviten el arrastre de estos errores. La realización del trabajo final o de tesina permite conocer el nivel general alcanzado.

La investigación y la docencia:

Es conocida la recomendación sobre la necesidad de transferir los resultados de las investigaciones a la currícula de grado. Pero los docentes - investigadores saben que esto no siempre es sencillo, ya que aún cuando exista receptividad y entusiasmo por parte de docentes y alumnos, la asimilación es dudosa. Para esto el docente - investigador debe buscar un estilo discursivo claro y fluido que facilite la comunicación.

Entre un cúmulo de estrategias implementadas, ha resultado benéfica una equilibrada combinación entre seminarios internos o con invitados especiales apoyados por abundante material audiovisual, exposiciones de materiales y productos, charlas técnicas de fabricantes, visitas a centros de investigación, asistencia a exposiciones y trabajos finales de diseño en equipo.

Esto generó una realimentación desde la docencia a la investigación, en especial en la elaboración de trabajos científicos e informes, superando progresivamente los estilos crípticos que dificultaban su transferencia.

CONCLUSION

La experiencia ha sido positiva ya que se logró consolidar un equipo docente, se realizaron publicaciones, mejorándose año tras año el dictado de la asignatura.

Esperamos introducir en el corto plazo el tratamiento cuantitativo del diseño pasivo, apoyándonos en la docencia de grado y posgrado, hasta contar con un cuerpo docente formado.

En cuanto al problema general mencionado al inicio, debemos decir que la implementación de medidas de URE a escala urbana y territorial en los sectores residencial y terciario demanda políticas de apoyo para su difusión. Y si se decidiera concretarlas, nos encontraríamos con que:

- a. la sociedad no está concientizada,
- b. los profesionales del sector no están capacitados,
- c. el sistema educativo de nivel secundario, terciario y superior no cuenta con recursos humanos suficientes,
- d. no existe suficiente bibliografía y herramientas de evaluación y
- e. no existen suficientes motivaciones en el sector productivo.

Ante esta situación es necesario implementar medidas específicas para los diversos sectores que permitan en el mediano plazo mejorar la situación actual, facilitando los recursos y medios. Mientras tanto es bueno recomendar a los grupos y personas que nos acompañan en esta quijotesca lucha no bajar los brazos y que los encuentros anuales en eventos científicos sirvan como órgano de discusión, intercambio y de presión a los organismos competentes.

Apéndice 1:

PROGRAMA DEL NIVEL 2:

CLIMA Y ARQUITECTURA

- a. El hábitat humano y su adecuación climática. Desarrollo histórico.
- b. Relación entre el diseño arquitectónico: tradicional, racionalizado, bioclimático solar.
- c. Elementos que componen el clima: temperatura, humedad, viento, radiación solar y otros datos climáticos. Instrumentos de medición.
- d. Clasificación climática. Zonas bioclimáticas de la Argentina. Microclima. Microclima urbano.

HABITABILIDAD Y CONFORT HIGROTÉRMICO.

- a. Los factores bioclimáticos. Elementos del bienestar higrotérmico: convección, conducción, radiación y evaporación.
- b. Los diagramas de confort como apoyo al diseño. Su interpretación y uso. Métodos de Olgay y Givoni.
- c. Relación de los elementos que componen el clima respecto del confort higrotérmico. Análisis de datos climáticos en función del confort.
- d. Pautas de diseño adecuadas a condiciones bioclimáticas locales. Exigencias de confort higrotérmico en los edificios.

SOL Y ARQUITECTURA. ASOLEAMIENTO DE EDIFICIOS.

- a. Movimientos relativos de la tierra y el sol. Trayectoria solar. Cartas solares.
- b. Determinación de obstáculos solares. Orientación de fachadas y techos según latitudes. Asoleamiento y separación entre edificios. El sol dentro de los locales. Protección solar.

VIENTO, VENTILACION Y ARQUITECTURA.

- a. Comportamiento del viento en torno a los edificios.
- b. El viento dentro de los edificios. Aberturas. Forma y ubicación para optimizar la ventilación dentro de los locales. Ventilación y diseño.

CALOR Y ARQUITECTURA.

- a. Mecanismos de transmisión de calor en los edificios. Conducción, convección y radiación.
- b. Capacidad térmica. Inercia térmica. Aislamiento e inercia térmica. Amortiguación y retraso térmico.
- c. Pérdidas de calor en los edificios.

CALIDAD TERMICA EDILICIA.

- a. Concepto. Características físicas y térmicas de los materiales.
- b. Aislamiento de edificios. Puentes térmicos.
- c. Indicadores de calidad térmica utilizados en las Normas Argentinas. Estándares térmicos. Comparación con otros países. El coeficiente de conductividad térmica "K". Verificación del riesgo de condensación superficial e intersticial.
- d. Las pérdidas de calor por conducción y ventilación. Determinación de las pérdidas totales de calor.
- e. El coeficiente global de pérdidas "G". Determinación de la carga térmica anual de un edificio. Método de los grados día. Balance térmico a partir del "G". Balance térmico simplificado. Costo de energía en calefacción.
- f. Aplicación de sistemas solares pasivos. Generalidades.
- g. Economía energética edilicia en función de la compacidad, el agrupamiento, la exposición.

COSTOS Y ARQUITECTURA.

- a. Generalidades. Análisis de los costos de las partes de un edificio: formas de las plantas. Compacidad. Circulaciones. Altura.
- b. Costo de construcción. Costo de mantenimiento y reposición.
- c. Computo métrico. Objeto y métodos.
- d. Presupuestos. Objeto y métodos. Presupuesto por análisis de precios y por análisis de costos.

BIBLIOGRAFIA GENERAL DEL NIVEL.

1. J.L.Izard y A.Guyot. *"Arquitectura bioclimática"* Edit. G.Gili. México, 1983.
2. Cornoldi A. y Los S. *"Hábitat y energía"*. Edit. G.Gili. Barcelona, 1982.
3. Fernando Ramón. *"Ropa, Sudor y Arquitecturas"*. Edit. Blume. Madrid, 1980.
4. B. Rudofsky. *"Arquitectura sin arquitectos"*. Edit. EUDEBA. Buenos Aires, 1973.
5. B. y R. Vale *"La casa autosuficiente"*. Edit. Blume. Madrid, 1983.
6. The American Institute of Architects. *"La Casa Pasiva. Clima y ahorro energético"*. Edit. Blume. Madrid, 1984.
7. E. Rosenfeld y J.D. Czajkowski. *"Catálogo de tipologías de viviendas urbanas en el área metropolitana de Buenos Aires. Su funcionamiento energético y bioclimático"*. Edit. IDEHAB-FAU-UNLP. La Plata, 1992.
8. Czajkowski J. y Gómez A. *"Diseño bioclimático y Economía energética edilicia. Fundamentos y métodos"*. Edit. UNLP, colección Cátedra. La Plata, 1994.

9. M. Evans y S. de Schiller. *"Diseño bioambiental y arquitectura solar"*. Edit. EUDEBA. Buenos Aires, 1988.
10. Actas de la Asociación Argentina de Energía Solar.
11. Normas IRAM 11.549, 11.601, 11.603, 11.604, 11.605 y 11.625.
12. I.Lotersztain. *"Condensación de humedad en viviendas"*. INTI. Buenos Aires, 1970.
13. J.L.Mascaró. *"Variación de los costos de los edificios con las decisiones arquitectónicas"*. FAU-UNLP. La Plata, 1983.
14. J.L.Mascaró. *"Método de evaluación de proyectos"*. FAU-UNLP. La Plata, 1979.
15. M. Chandias. *"Cómputos y presupuestos"*. Librería y Editorial Alsina. Buenos Aires, 1977.
16. Rosenfeld E. et al. *"Conjuntos habitacionales con energía solar"*. Edit Summa, colección Suplementos Nro 15. Buenos Aires, 1979.
17. Ley 6021 de la Provincia de Buenos Aires.
18. Mascaró Lucia R. de *"Acondicionamiento Natural de las Viviendas y otras Construcciones Habitables"*. FAU-UNLP. (Edición preliminar) La Plata, 1979.
18. Publicaciones de la Cátedra.

Agradecimientos: Deseamos agradecer al cuerpo docente que nos acompañó en estos años, a la libertad de cátedra que permite realizar estas modificaciones curriculares, en particular al profesor titular Ing. Jorge Ocaña la posibilidad de realizar esta experiencia y al Arq. Elías Rosenfeld que incentivó este proceso desde la investigación, formándonos.