

## EFICIENCIA ENERGETICA Y CONFORT TERMICO EN LA MATERIA INSTALACIONES III, FADU-UBA.

Analia Fernández\*  
Centro de Investigación Hábitat y Energía  
Instalaciones III, Cátedra Arq. J. Benbassat  
Facultad de Arquitectura, Diseño y Urbanismo, Universidad de Buenos Aires.  
CC 1765, Correo Central (1000) Capital Federal, Argentina  
Fax. (+ 54 1) 782-8871. E-mail: anafern@fadu.uba.ar

### RESUMEN

Se presenta la experiencia didáctica, modificaciones y ajustes introducidos en la materia Instalaciones III, disciplina técnica de la carrera de arquitectura de la FADU-UBA, y los resultados obtenidos en los dos últimos años de transferencia de conceptos y pautas de diseño bioclimático tendientes al uso racional de energía en edificios. El objetivo de esta propuesta es concientizar a los alumnos sobre la problemática ambiental y los problemas de consumo de energía para acondicionamiento térmico de los edificios a partir de la introducción y transferencia de criterios básicos de aprovechamiento de recursos naturales y la aplicación de técnicas de instrumentación en un ejercicio proyectual, que contribuya a fomentar el desarrollo sustentable y mejor calidad de vida. Los resultados obtenidos de la aplicación de esta experiencia fueron muy positivos y se espera poner en marcha el próximo año, el programa de formación para ex-alumnos de la materia.

### INTRODUCCIÓN

Este trabajo sintetiza una metodología de aplicación y transferencia de la temática ambiental que surge como resultado de la integración de ejes temáticos, estrategias didácticas y la experiencia docente recogida en el dictado de las materias electivas "Introducción al Diseño Bioambiental", "Introducción a la Arquitectura Solar" y "Energía en Edificios", y el Curso de Posgrado Programa de Actualización en Diseño Bioambiental en el ámbito de la FADU.

Desde 1984, los Profs. Arqtos. J. Martin Evans y Silvia de Schiller realizaron varias experiencias para introducir la temática bioambiental y el uso racional de energía en distintos niveles académicos de la FADU-UBA. Asimismo, las actividades de investigación que se realizan en el Centro de Investigación Hábitat y Energía en arquitectura y el urbanismo, constituyen la base fundamental para transferir estos conocimientos en el ámbito académico y profesional (Evans y de Schiller, 1995a).

A partir de agosto de 1995, se inicia el dictado del tema Uso Racional de Energía en la materia Instalaciones III, Cátedra del Prof. Arq. Jorge Benbassat. Esta materia cuatrimestral se desarrolla con un total de sesenta horas cátedra distribuidas en quince clases. La temática sobre URE pertenece a la Unidad 3 del programa oficial de dicha materia y constituye la tercera parte del total de la misma, donde además se incluyen conceptos sobre clima, microclima, tendencias tecnológicas y bioclimatismo en la arquitectura

La metodología implementada, que se inicia con la forma y orientación del volumen edilicio hasta el diseño de los detalles constructivos, fue perfeccionándose con el desarrollo de cuatro periodos cuatrimestrales, modificando e introduciendo nuevos mecanismos pedagógicos e instrumentales que contribuyeron positivamente en la instancia de enseñanza y aprendizaje (Fernández, 1995).

El Laboratorio de Estudios Bioambientales del CIHE es una de las principales herramientas para transferir a los alumnos los problemas y beneficios de la incidencia del sol y del viento en los edificios y evaluar el comportamiento de los mismos en un medio climático específico (Evans et al., 1988).

En tal sentido, la incorporación de un ejercicio de práctica proyectual en esta disciplina de la carrera de cursado obligatorio, mediante la técnica experimental y el desarrollo de un orden lógico o estructural, constituye un importante aporte pedagógico, permitiendo al alumno la integración y verificación de los conceptos y técnicas instrumentales en todo el desarrollo de su proceso de diseño, desde su momento propositivo hasta el momento crítico evaluativo (Sarquis, 1995).

\* Jefe de Trabajos Prácticos Regular (D.E.) SICYT - FADU - UBA.

## METODOLOGÍA DE APLICACIÓN

La metodología desarrollada en los cuatro períodos lectivos de estos dos años se basa en la incorporación de criterios de diseño bioclimático y el aprovechamiento de los recursos naturales y las energías renovables en el proceso de diseño en todas sus escalas, desde la forma y orientación del edificio hasta la resolución de detalles constructivos. Esta temática se desarrolla en un total de doce horas cátedra, distribuidas en el cuatrimestre.

El tema motivo del ejercicio proyectual es un edificio de oficinas de gran altura ubicado en Buenos Aires, al que se le deberá incorporar y dimensionar un sistema de aire acondicionado teniendo en cuenta los conceptos de URE desarrollados en la primera etapa. La metodología propuesta para desarrollar esta unidad comprende siete puntos:

### **1. Introducción a la problemática energético-ambiental.**

Esta temática se inicia con el dictado de una clase teórica introductoria donde se acentúan principalmente los conceptos de: Clima, Confort térmico y Consumo de Energía. El objetivo de esta primera clase es motivar al alumno a partir de la formulación de distintos interrogantes sobre los problemas del uso de energías no renovables en el sector vivienda, comercio y oficinas -principalmente para acondicionamiento térmico- y el potencial de las energías renovables en relación a las características climáticas específicas y los niveles deseables de confort.

Esta motivación involucra principalmente la responsabilidad específica que le corresponde al arquitecto y al planificador urbano de mejorar la calidad de vida del hábitat construido y contribuir a disminuir el consumo de energía en los edificios.

### **2. Estrategias de diseño bioclimático.**

En esta segunda clase se enuncian las estrategias de diseño aplicables según distintas condicionantes del clima con el fin de minimizar el consumo de energía y mejorar el nivel de confort térmico en los espacios interiores. Estos conceptos se ejemplifican con edificios de distintas escalas, por comparación y contraposición de los recursos bioclimáticos disponibles en cada región.

También, se introducen conceptualmente las características de inercia térmica, aislación térmica y ganancia solar a través de los distintos elementos de la envolvente edilicia y su aplicación en cada una de las seis zonas bioambientales del país (IRAM, 1980).

En esta clase se muestran ejemplos de proyectos de alumnos de la materia Introducción al Diseño Bioambiental pertenecientes a distintas zonas bioambientales, a fin de explicitar los conceptos enunciados y las etapas del proceso de diseño.

### **3. Trayectoria del sol y orientación de los edificios.**

Esta clase se dicta en el Laboratorio de Estudios Bioambientales del CIHE (Evans et al., 1988) utilizando el Heliodón o Simulador del Movimiento Aparente del Sol y el Túnel de Viento. Los alumnos visualizan la trayectoria aparente del sol sobre distintos volúmenes edilicios y verifican las sombras arrojadas por los mismos en distintos momentos del día en las estaciones de invierno, verano y equinoccios. Además, se analiza el asoleamiento invernal incidente en fachadas de edificios con distintas orientaciones y se evalúa el impacto de la radiación solar en verano.

En el Túnel de Viento se visualizan los principales problemas de aceleración y turbulencia generados por el impacto del viento sobre edificios altos y la extensión de la zona en "sombras de viento" generada por volúmenes de distintas proporciones. Asimismo, se indican los problemas de infiltraciones de aire en aventanamientos ubicados sobre las fachadas a barlovento y la necesidad de optimizar la ventilación natural en locales orientados a sotavento (Fernández y de Schiller, 1993).

En esta clase teórico-práctica, se definen las primeras características térmicas de los cerramientos del edificio para evitar o aprovechar los flujos de calor en invierno o en verano que contribuyan a disminuir el dimensionamiento de instalaciones de acondicionamiento térmico artificial. Además, se predetermina la ubicación y tamaño de los aventanamientos principales en cada una de las fachadas según la incidencia del sol y del viento durante todo el año y se visualizan las dimensiones de aleros y parasoles según las distintas orientaciones y latitudes.



#### 4. Técnicas de instrumentación y verificación.

A través del diseño adecuado de los elementos de protección solar se puede lograr modificaciones deseables de las condiciones térmicas y lumínicas de los edificios y mejorar sustancialmente la calidad de vida, adaptándose a las exigencias de nuestra década. La aplicación de técnicas de instrumentación para el cálculo de aleros y parasoles permite reducir el impacto de la radiación solar sobre las fachadas y posibilita el re-dimensionamiento de aberturas para proporcionar sol en invierno y sombra en verano (Evans y de Schiller, 1995b).

Los alumnos realizan el cálculo de los elementos de protección solar para la latitud de Buenos Aires (34° 34' Sur) y para las orientaciones E, NE, N, NO, O y SO. En este ejercicio se proponen distintas alternativas formales de parasoles horizontales, verticales y combinados aplicables a edificios de oficinas para ventanas de distintos tamaños y proporciones a fin de elaborar las primeras conclusiones sobre el tamaño de las aberturas en relación a la orientación del edificio.

#### 5. Aplicación de los aspectos conceptuales en el proyecto.

A partir de tres alternativas formales definidas por la Cátedra (planta cuadrada, rectangular y en forma de "L"), los alumnos analizan el comportamiento térmico de una de ellas, según el siguiente criterio metodológico:

- a) Trayectoria solar y forma edilicia: análisis de la forma del edificio respecto a la incidencia del sol en invierno y en verano. Definición de la orientación óptima para favorecer el aprovechamiento del asoleamiento invernal y reducir el impacto de la radiación solar en verano.  
En general, los alumnos realizan este ejercicio en el Heliódón del LEB y proponen dos alternativas de orientación enumerando las ventajas y desventajas en cada caso.
- b) Ubicación de los núcleos sanitario y circulatorio según los requerimientos de confort térmico y lumínico. Según la forma pre-establecida y los requerimientos funcionales del edificio, los alumnos proponen alternativas de distribución funcional de los espacios de servicio y servidos para optimizar las condiciones de iluminación y ventilación natural y minimizar las pérdidas y ganancias de calor.
- c) Relación entre consumo energético y características térmicas de la envolvente edilicia. Propuesta y diseño de las características térmicas de todos los cerramientos del edificio para disminuir el consumo de energía necesario para su acondicionamiento artificial.  
Así, establecen distintas relaciones y proporciones entre las superficies opacas y vidriadas para cada una de las orientaciones, según la aplicación de los conceptos de inercia térmica, aislación térmica y ganancia solar directa incorporados en etapas anteriores.
- d) Ubicación, forma, tamaño y orientación de aberturas para optimizar la ventilación natural, el asoleamiento invernal y evitar pérdidas de calor por infiltraciones y ganancias solares en verano.
- e) Diseño y dimensionamiento de aleros y parasoles para las distintas orientaciones según el método gráfico. Verificación en el Heliódón.
- f) Propuesta de incorporación y compatibilización de sistemas solares pasivos (ganancia directa, muro Trombe e invernaderos) y activos (colectores solares) en el proyecto.
- g) Propuesta de incorporación y combinación de sistemas no convencionales con el objetivo de optimizar el uso racional de la energía en el edificio, su adaptación al medio y a los recursos disponibles.

#### 6. Balance Térmico.

Cálculo de pérdidas y ganancias de calor. Factores climáticos (temperatura exterior, velocidad de viento, precipitaciones y radiación solar), características del edificio (convección, conducción y radiación) y condiciones interiores de los locales (ganancias internas de calor por personas, iluminación, equipos, cocción, conductos, etc.). Este tema pertenece a la Unidad 2 del programa. Los conceptos y el método cuantitativo es desarrollado por profesores y docentes de la cátedra.

#### 7. Conclusiones.

Elaboración de conclusiones sobre forma edilicia, confort térmico y consumo energético en relación a los resultados obtenidos en el ejercicio de balance térmico. Comparación con alternativas volumétricas propuestas por otros alumnos del taller.

### RESULTADOS DE LA APLICACIÓN DE LA PROPUESTA PEDAGÓGICA

Del análisis, comparación y confrontación entre los resultados obtenidos y los propuestos inicialmente para el desarrollo y aplicación de esta propuesta surgen las siguientes conclusiones:

- La incorporación de la temática a partir del planteo de problemas y consecuencias ambientales que surgen por el diseño de edificios que no tienen en cuenta los conceptos relacionados con el consumo energético, el

mejoramiento de la calidad de vida y el desarrollo sustentable despierta gran interés en los alumnos y los introduce en un proceso reflexivo a partir de la formulación de nuevas preguntas.

- La ejemplificación de cada uno de los temas que se desarrollan en esta propuesta con casos de estudio planteados como “problemas de borde” y no como tema central a la disciplina, resulta una estrategia pedagógica apropiada para transferir conocimientos. En general, estos problemas de borde son planteados por los mismos alumnos a partir de sus propias inquietudes, demostrando un interés muy particular en los nuevos conocimientos adquiridos y su aplicación en proyectos desarrollados en otras materias de la carrera.
- La aplicación y compatibilización de los distintos métodos de visualización, instrumentación y cuantificación desarrollados en el proceso de aprendizaje ayuda al alumno a validar los conceptos y resultados obtenidos en los ejercicios propuestos.
- La aplicación de los conceptos adquiridos en las clases teórico-prácticas en la práctica proyectual a partir del “método experimental” constituye la instancia más importante del proceso de aprendizaje. Los resultados obtenidos con la aplicación de este método superan a los objetivos planteados inicialmente, ya que le permite al alumno integrar dichos conocimientos en su proyecto y analizar, verificar, evaluar y optimizar los resultados en cada una de las etapas de su proceso creativo.
- La evaluación de conocimientos se realiza en tres etapas. En la primera se evalúan las alternativas de diseño propuestas por el alumno para mejorar las condiciones ambientales del edificio a través de la aplicación de los aspectos conceptuales en el proyecto. En la segunda etapa se comparan los resultados de los balances térmicos obtenidos por los distintos alumnos y se elaboran conclusiones en grupo. Por último, se evalúan los conceptos teóricos adquiridos a través de un examen parcial y otro final.

El aporte más importante de esta propuesta es la introducción del enfoque bioambiental en una disciplina técnica de apoyo de carácter obligatorio a partir de la incorporación de un ejercicio proyectual. Además, la introducción de estos conceptos en los años iniciales de la carrera favorece su integración como parte fundamental en la formación del alumno.

En el transcurso de estos cuatro cursos se fueron incorporando modificaciones en el dictado de esta temática con el fin de alcanzar los objetivos propuestos. Así, en este último cuatrimestre, se inició el dictado de los tres niveles de la materia (Instalaciones I, II y III) con una clase introductoria sobre Uso Racional de Energía con el fin de valorizar su enfoque dentro de los objetivos generales propuestos por la Cátedra. Recientemente, el tema se incorporó oficialmente en el examen final para aprobar el tercer nivel de esta materia.

A raíz del creciente interés por parte de los alumnos y la necesidad de formar futuros docentes en esta materia, se está elaborando un programa de formación para ex-alumnos, con el fin de incorporarlos como auxiliares docentes en el próximo período académico y dar respuesta al creciente número de alumnos inscriptos. Asimismo, el desarrollo de futuras investigaciones sobre iluminación y ventilación natural en el ámbito del CIHE contribuirá notablemente al enriquecimiento y formación de los alumnos y docentes de esta materia.

## REFERENCIAS

- Evans J. M. et al. (1988) Equipamiento del Laboratorio de Estudios Bioambientales. *Actas de la XIII Reunión de Trabajo de ASADES (Salta)*, INENCO-UNSa, Tomo II, p. 231-236, Salta.
- Evans J. M. y de Schiller S. (1995a) Diseño Bioambiental en Arquitectura: reflexiones sobre 12 años de enseñanza en la FADU-UBA. *Anais III Encontro Nacional de Conforto no Ambiente Construído*, Sattler M. A. y da Costa Silva H. (Eds), p. 121-126, Brasil.
- Evans J. M. y de Schiller S. (1995b) *Diseño Bioambiental y Arquitectura Solar. Ediciones*, 3ra. Edición. FADU-UBA, Buenos Aires.
- Fernández A. y de Schiller S. (1993) *Viento en espacios urbanos: desarrollo y aplicación de una metodología de evaluación*. Cuaderno de Investigación Nº 1, CIHE-FADU-UBA, Buenos Aires.
- Fernández A. (1995) Diseño bioambiental y eficiencia energética en la carrera de arquitectura de la FADU-UBA. *Actas de la XVIII Reunión de ASADES (San Luis)*, INENCO-UNSa, Tomo 3, p. 12.51-12.54, Salta.
- IRAM, Instituto Argentino de Racionalización de Materiales (1980) *Norma IRAM 11.603: Clasificación Bioambiental de la República Argentina. Acondicionamiento térmico de edificios*, Buenos Aires.
- Sarquis J. (1995) *El procedimiento proyectual como problema en el contexto de una teoría crítica de la arquitectura*, Centro POIESIS, FADU-UBA, Buenos Aires.