

La simulación a escala real como recurso para la investigación en arquitectura

Isaac Abadí Abbo

Coordinador del Laboratorio de Experimentación Espacial

Facultad de Arquitectura y Urbanismo, UCV

Resumen

Los modelos a escala real en arquitectura son generalmente costosos y difíciles de construir, por lo que hasta hace relativamente poco tiempo no han estado disponibles para que las universidades y centros de investigación, realicen los estudios e investigaciones necesarias para desarrollar sus áreas de conocimiento.

Hace 20 años comienzan a surgir en Europa los primeros laboratorios dotados con equipos que permiten la simulación a escala real, usados en docencia, investigaciones, elaboración de prototipos de espacios o como medio de visualización. En 1984 se crea el Laboratorio de Experimentación Espacial de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad Central de Venezuela y se dota con equipos que permiten la simulación de espacios techados de hasta de 45 m² de superficie y de 3.50 mts. de altura.

Este instrumento ha permitido realizar investigaciones en las siguientes áreas:

- **Habilidades del diseñador:** específicamente Habilidad de Diseño Espacial, la cual consiste en anticipar los efectos (impresiones psicológicas) que los espacios producen en observadores y usuarios.
- **Evaluación de espacios arquitectónicos:** el modelo a escala real permite no sólo la visualización desde distintos ángulos sino en tiempos diferentes y con variantes ambientales.
- **Normativa de habitabilidad en espacios residenciales:** Diversos aspectos ambientales y dimensionales pueden ser investigados usando el modelo a escala real y producir así recomendaciones que conduzcan a formulación de normativas.
- **Docentes:** materias tales como **Gramática Espacial y Habilidad de Diseño Espacial** permiten a los alumnos la manipulación de componentes espaciales para reconocer los efectos que se generan, así como la comprensión de la forma, de las articulaciones de componentes, de la taxonomía espacial.

Palabras Claves: Arquitectura, Simulación, Modelos, Habilidades, Evaluación, Habitabilidad

Introducción

La investigación en arquitectura se centra en la búsqueda del conocimiento acerca del espacio arquitectónico: sus características, componentes, diseño, construcción, evaluación, historia y relación con otras disciplinas como la psicología ambiental, ingeniería, urbanismo.

El problema básico de la investigación en arquitectura es que el lenguaje espacial está constituido por un abecedario cuyos componentes tienden a ser infinitos (los elementos espaciales y sus posibles combinatorias), la sintaxis aún no está escrita y cada espacio puede generar percepciones y evaluaciones diferentes en las personas. Igualmente, el concepto de espacio, como contenido o contenedor, como geometría o como elemento significativo, no es compartido por arquitectos e investigadores (Van de Ven, 1977).

La investigación en arquitectura es además un tema complejo pues plantea, entre otras, la polémica de si diseñar es también una actividad de investigación, ya que por ser un proceso en el cual se diseña aprendiendo (Lawson, 1980; Eastman, 1970; Marples, 1960), cualquier diseño podría ser considerado como parte de una investigación.

A partir de estos problemas, los arquitectos e investigadores han tratado de generar investigaciones que permitan conocer más acerca de ellos. Son muchas las posibles áreas de investigación en el campo de la arquitectura, entre otras; el espacio arquitectónico, la taxonomía espacial, los procesos de diseño arquitectónico, las habilidades del diseñador, las relaciones entre los componentes espaciales, la evaluación espacial, la elaboración de normativas y el uso de modelos en el proyecto.

El objeto de estudio: el espacio

arquitectónico, hace que esas investigaciones tengan un carácter diferente a las investigaciones en otras áreas del conocimiento, ya que en muchos casos, el investigador se encuentra con el hecho de que para constatar o refutar sus hipótesis y anticipaciones es insuficiente el uso de modelos a escalas reducidas, haciéndose necesario construirlos a escala real.

La construcción a escala real, si bien es ideal para la evaluación espacial, resulta por lo general difícil de realizar, pues implica altos costos y un mayor consumo de recursos exigidos por las modificaciones que surjan en el desarrollo de las investigaciones.

El arquitecto utiliza, para visualizar sus alternativas y hacerlas comprensibles a los demás, modelos físicos. Estos modelos pueden ser:

-bidimensionales: como los dibujos; plantas, fachadas, cortes; algunos modelos bidimensionales pueden dar ilusión de tridimensionalidad, como en las isometrías y perspectivas. Los dibujos en computadora, aun los de realidad virtual pertenecen a este tipo.

-tridimensionales: son las maquetas a escala reducida, escala real o ampliada.

Los modelos pueden ser estáticos como en el caso de los dibujos o fotos y dinámicos como en el caso de los modelos tridimensionales y de algunas simulaciones en computadora.

También pueden ser participatorios o no en función a la posibilidad de que el diseñador o el grupo evaluador los pueda modificar. Los modelos de uso múltiple como el modulex (lego), el modelo cambiante a escala real, así como algunos programas de computadoras, pertenecen a los modelos participatorios.

El uso de los modelos en arquitectura depende de: el objeto a simular, la etapa del diseño que el modelo representa, el punto de vista que permite el modelo, las características espaciales del modelo, la necesidad de que se pueda modificar, la habilidad del modelista, el nivel de detalle requerido.

Para investigar en arquitectura debe seleccionarse el modelo adecuado a los requerimientos de cada experiencia según su nivel de efectividad, el cual se puede medir en función de: las características de los espacios que permite simular (complejidad, detalle), costo inicial y costo operacional del modelo, tiempo de construcción, de operación y de modificación del modelo y validez ecológica del modelo (Abadí, 1983).

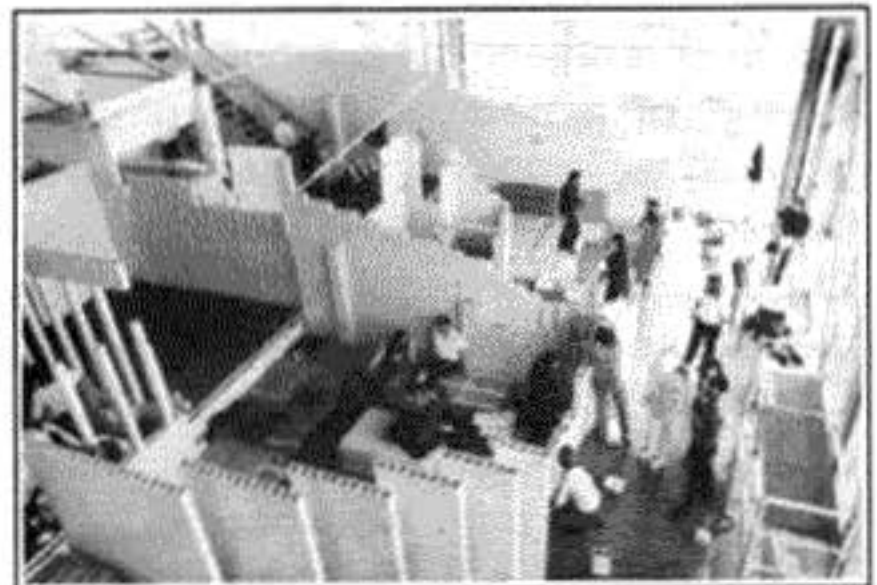
En muchas investigaciones se requiere hacer experiencias en espacios de tamaño real en los cuales se muevan las personas y realicen actividades.

Como respuesta a estas necesidades, desde campos del conocimiento tales como la Psicología Ambiental, Diseño Urbano y Docencia Arquitectónica, se crean en Europa en la década del setenta los Laboratorios de Experimentación Arquitectónica, instituciones dotadas de equipamiento que permiten realizar simulaciones de espacios arquitectónicos y/o urbanos, utilizando para ello modelos a escalas reducidas, modelos a escala real, las computadoras y cámara endoscópicas.

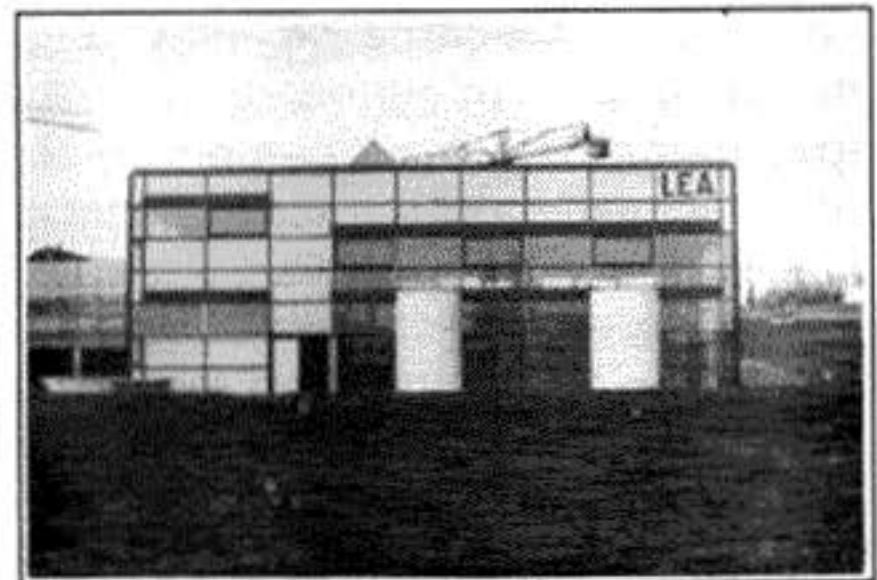
El primero de ellos surge en Wageningen, Holanda y luego se crean similares en Suecia, Suiza, Italia y otros países europeos. Su uso inicial abarcaba la docencia, investigación o simplemente se utilizaba como medio de visualización espacial. La mayoría de los laboratorios están adscritos a las universidades o instituciones oficiales relacionadas a la construcción.

En 1979, como parte de la tesis de doctorado, tuve la oportunidad de realizar experiencias docentes en el Laboratorio de Experimentación Arquitectónica en Laussanne, Suiza, apreciando las enormes posibilidades que un instrumento como éste ofrece en una escuela de arquitectura. Como producto de esta experiencia, en 1984 se logra crear el Laboratorio de Experimentación Espacial (LEE) de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo (FAU) de la Universidad Central de Venezuela, ubicado en la planta baja de la FAU.

El Laboratorio ha contado desde sus comienzos con tres tipos de modelos: modelos a escala reducida, modelos por computadoras y el modelo a escala real. El modelo a escala real, aunque mucho más pequeño en relación a las posibilidades de simulación del que poseen la mayor parte de las

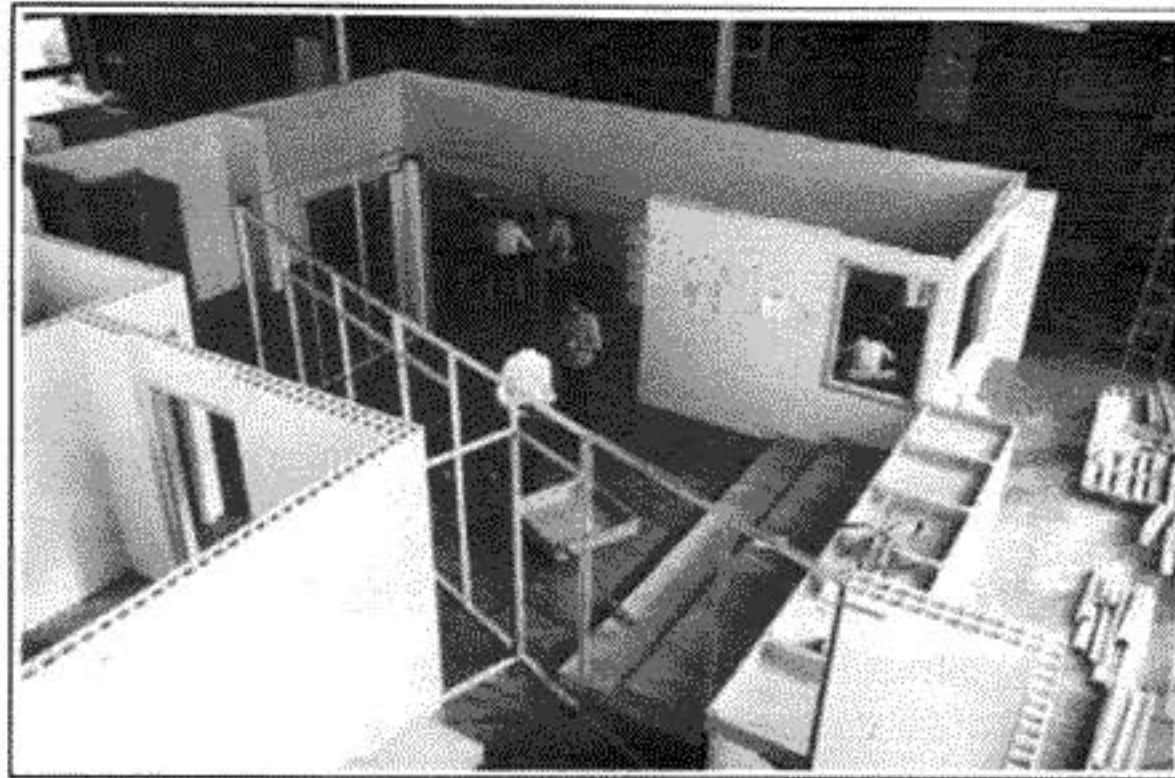


Interior del Laboratorio de Laussanne, Suiza.
Foto: Isaac Abadí

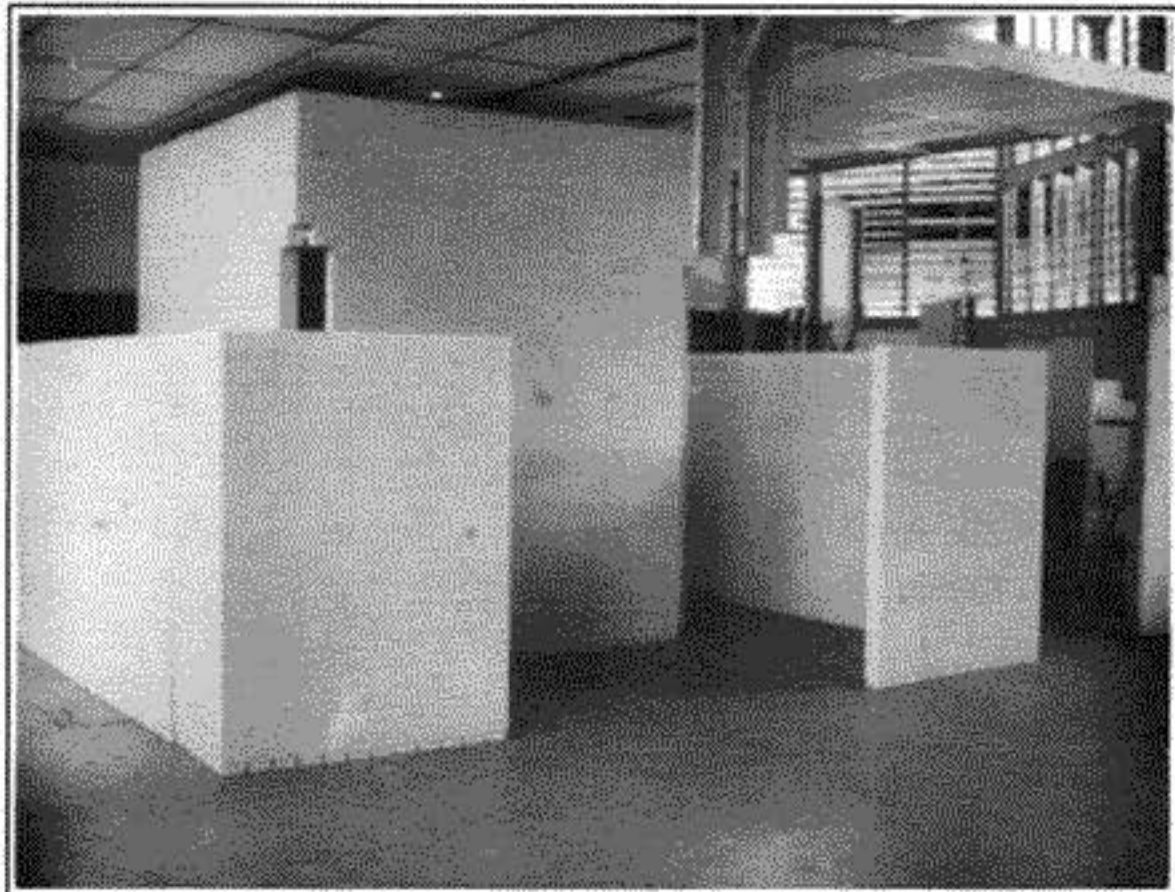


Exterior Laboratorio de Laussanne, Suiza.
Foto: Isaac Abadí

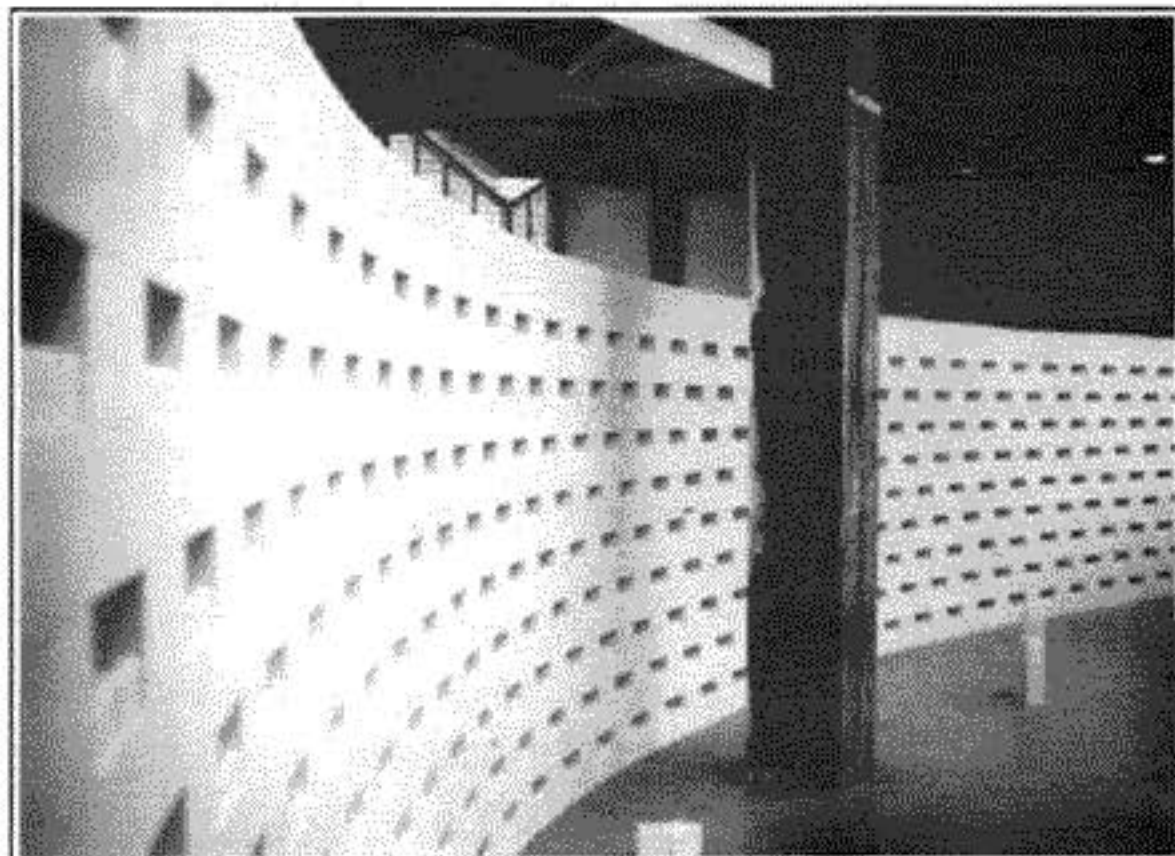
**Interior del Laboratorio
de Laussane, Suiza.
Foto: Isaac Abadí**



**Laboratorio de Experimentación
Espacial, UCV. Simulación
de espacio místico.
Foto: Mary Ruth Jiménez. 1996**



**Simulación de recorrido.
Foto: Lesmes Castañeda. 1995**



instituciones en Europa, permite realizar simulaciones de espacios techados de hasta 45 m², y de espacios no techados de hasta 100 m². Su mayor limitación es la altura ya que sólo permite la simulación de espacios de alturas menores de 3.50 m. Sin embargo su techo articulado es el único existente entre todos los laboratorios, lo cual permite la simulación de techos inclinados.

Este instrumento nos ha permitido, en el transcurso de diez años, realizar una serie de investigaciones de interés específico al área de diseño arquitectónico, además de ser un soporte docente insustituible que ha permitido implementar materias destinadas a formar a los estudiantes de arquitectura en aspectos básicos de la comprensión y evaluación espacial, y adicionalmente relacionar la docencia de pregrado a las líneas de investigación desarrolladas por el Laboratorio.

Durante este período, se han abierto las siguientes Líneas de Investigación y Docencia:

- 1.- Habilidades del Diseñador.
- 2.- Evaluación de Espacios Arquitectónicos.
- 3.- Normativa de Habitabilidad en Espacios Residenciales.
- 4.- Docencia en Arquitectura.

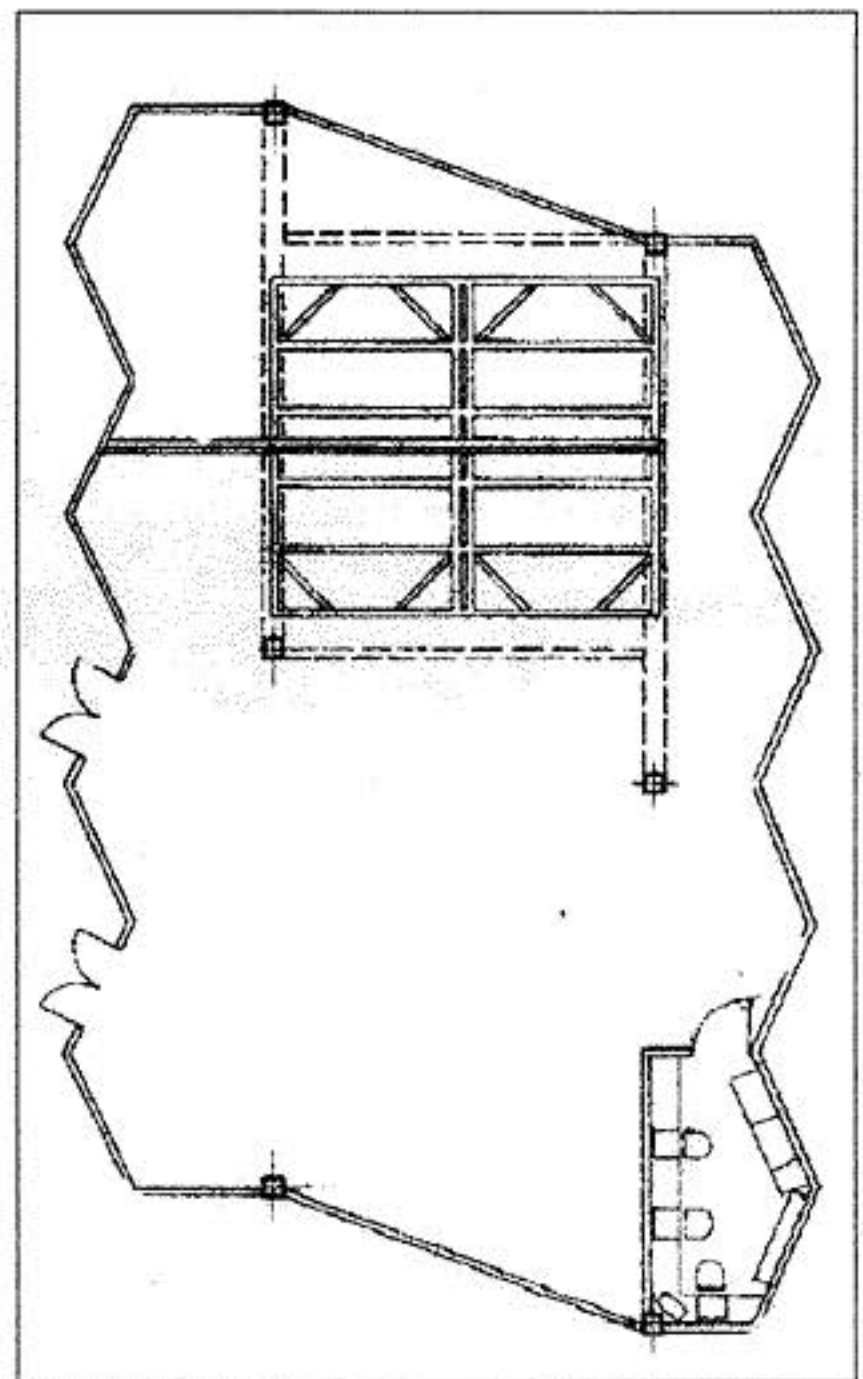
Investigaciones Realizadas

A continuación se describen algunas de las investigaciones realizadas en el Laboratorio de Experimentación Espacial y las posibilidades que ellas han abierto para la producción de conocimiento en los campos de la Arquitectura y la Psicología Ambiental.

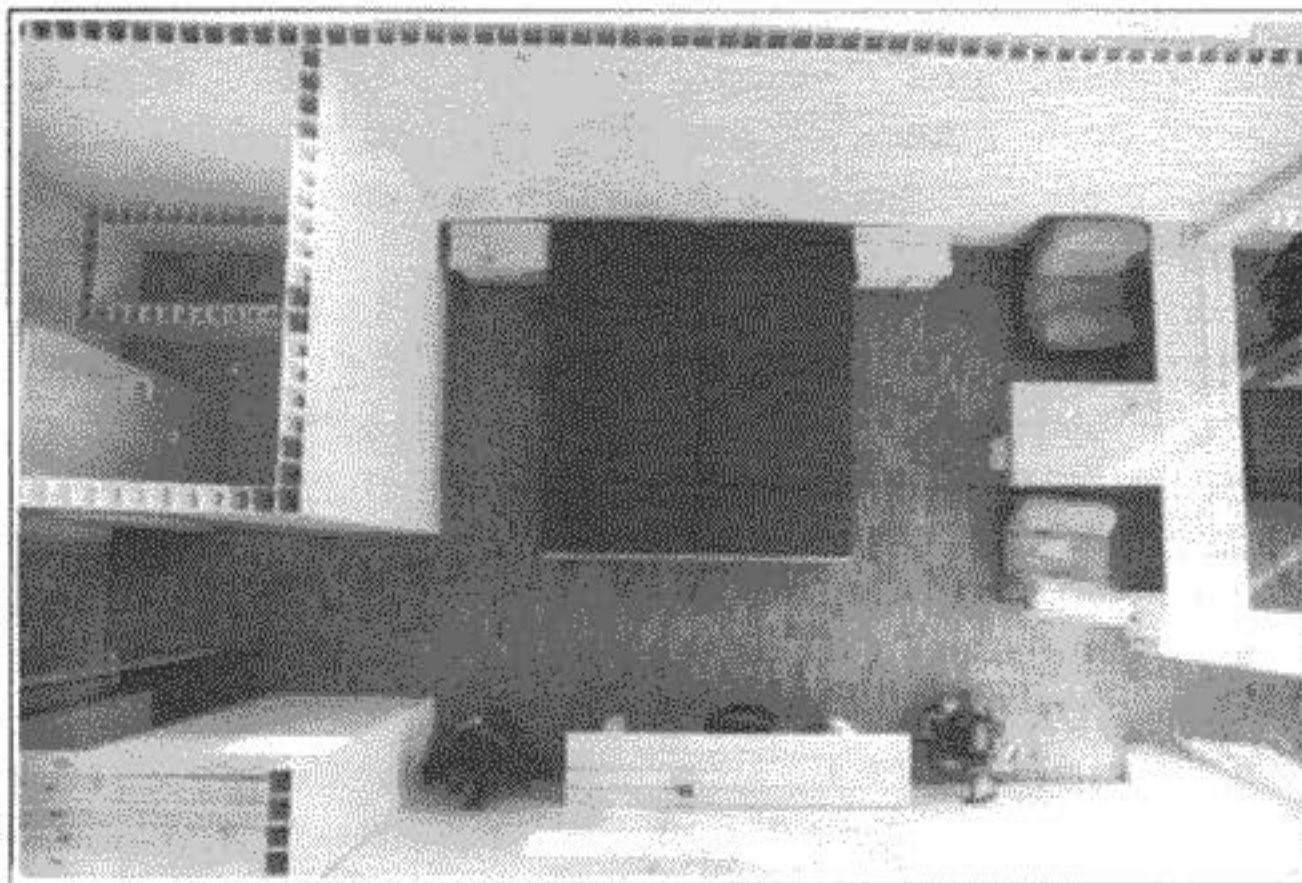
1.- Habilidades del Diseñador

Se ha considerado que el arquitecto necesita desarrollar una serie de habilidades que le permitan diseñar edificaciones adecuadas (Broadbent, 1973). Los estudios respectivos las identifican como:

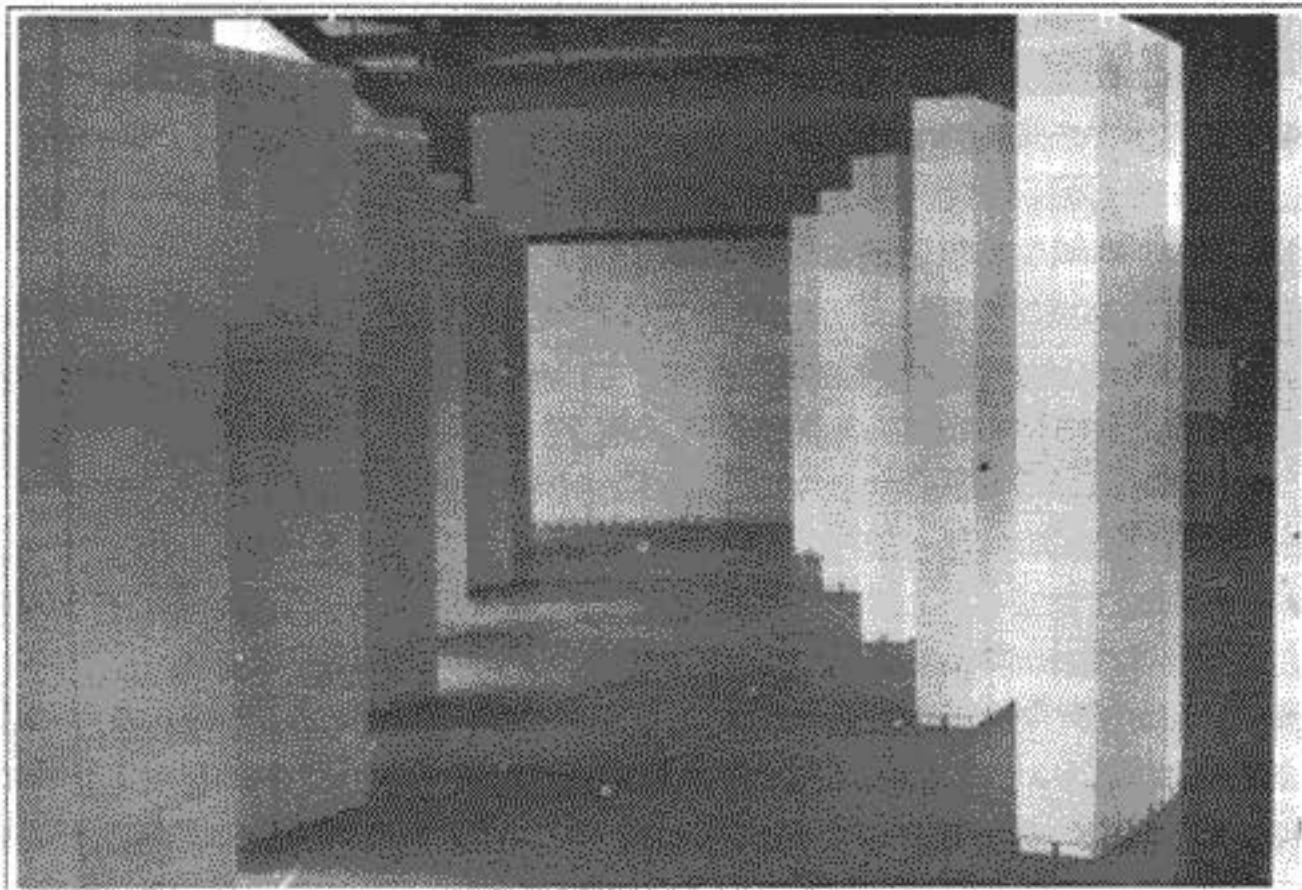
- Habilidad Analítica.
- Habilidad Crítica
- Habilidad de Visualización Espacial
- Habilidad Creativa
- Habilidad de Expresión



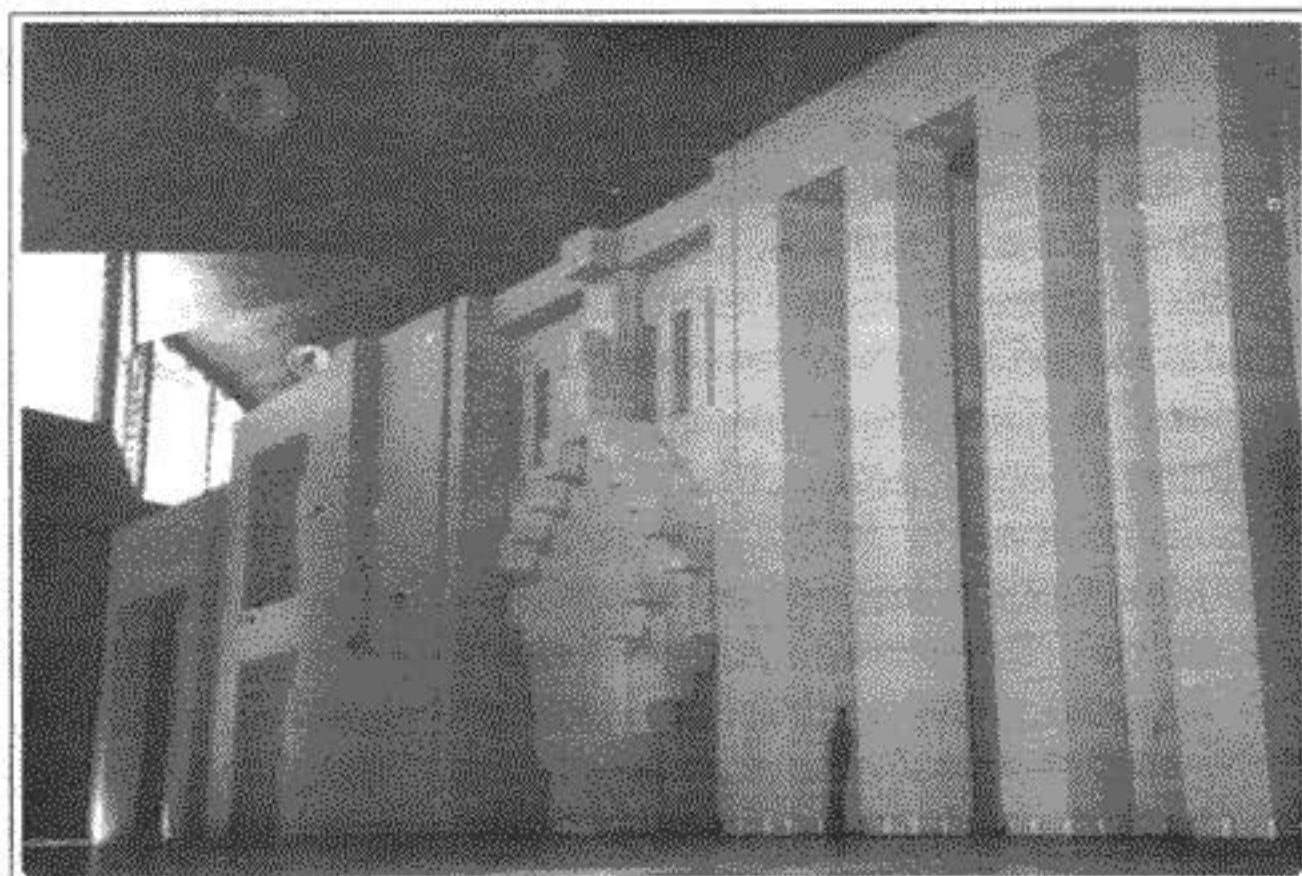
Laboratorio de FAU-UCV,
Caracas. Planta



Simulación de cuarto de hotel.
Foto: Isaac Abadí



Simulación de recorrido con
diversos tipos de cerramiento.
Foto: Lesmes Castañeda.
1995



Simulación de fachada
urbana, escala 1:10.
Foto Lesmes Castañeda.
1995

En mi tesis de doctorado "El rol de las simulaciones mediante modelos físicos en la educación arquitectónica con referencia particular al desarrollo de la Habilidad de Diseño Espacial" (Abadí, 1983), propuse una sexta habilidad que consiste en la capacidad de anticipar los efectos (impresiones psicológicas) que los espacios arquitectónicos o sus componentes, generan en observadores y usuarios. Esta habilidad, básica para seleccionar alternativas en el proceso de diseño, la denominé Habilidad de Diseño Espacial (HDE), y fue definida tanto conceptual como operacionalmente en dicho trabajo, lo cual permitió elaborar un modelo para su desarrollo, así como un instrumento para su evaluación.

En el LEE hasta los momentos se han realizado las siguientes investigaciones relacionadas a este tema:

1.1.- Instrumento para evaluar la Habilidad de Diseño Espacial (IMHDE):

Se consideró que el instrumento originalmente propuesto en la tesis doctoral, el cual consistía en observar al diseñador en un proceso de diseño analizando los tipos de modelos usados, la complejidad de los espacios propuestos, y el número de variables manipuladas, era demasiado complejo y se encontraba sujeto a la capacidad analítica del evaluador.

Se propuso un instrumento nuevo, el cual consiste en presentar la foto de un espacio al diseñador y preguntarle los efectos que se producirían si a ese espacio se le introdujesen modificaciones en sus componentes espaciales. Se utiliza para la evaluación del espacio el Instrumento de Medición de Impresiones Psicológicas (IMIP), elaborado por Luis La Scalea (1996) para el LEE como parte de su Tesis de

Maestría (1995). Este instrumento basado en el Diferencial Semántico (Osgood, Suci y Tannenbaum, 1957) está conformado por once pares de adjetivos los cuales se agrupan en tres factores: dimensional, afectivo y social.

La respuesta del sujeto evaluado es comparada con las de una muestra mayor de cuatrocientas personas, a las cuales se les habían mostrado las fotos de los espacios modificados; la respuesta es comparada mediante un sistema que permite relacionar las evaluaciones en cada factor y determinar así el nivel de HDE del sujeto. Este instrumento será incorporado próximamente a la prueba de aptitud que realiza la FAU para los aspirantes a ingresar a los estudios de arquitectura.

1.2.- Modelo para el Desarrollo de Habilidad de Diseño Espacial (HDE):

Esta investigación parte de la hipótesis que la HDE puede desarrollarse mediante la ejecución de una serie de ejercicios sobre los cinco componentes de la HDE: visualización espacial, evaluación, hipótesis acerca del por qué de la evaluación, experimentación y derivación de conceptos.

En estos ejercicios se constatan o refutan las anticipaciones simulando las alternativas en el modelo a escala real y evaluándolas mediante una muestra representativa, lo cual permite juzgar si se logran los efectos deseados.

Para el control de esta experiencia, al comienzo de cada semestre se seleccionan dos grupos de alumnos, un grupo toma la materia optativa HDE, donde se utiliza el modelo de desarrollo y el otro grupo (control) sigue sus estudios normales, sometiendo ambos

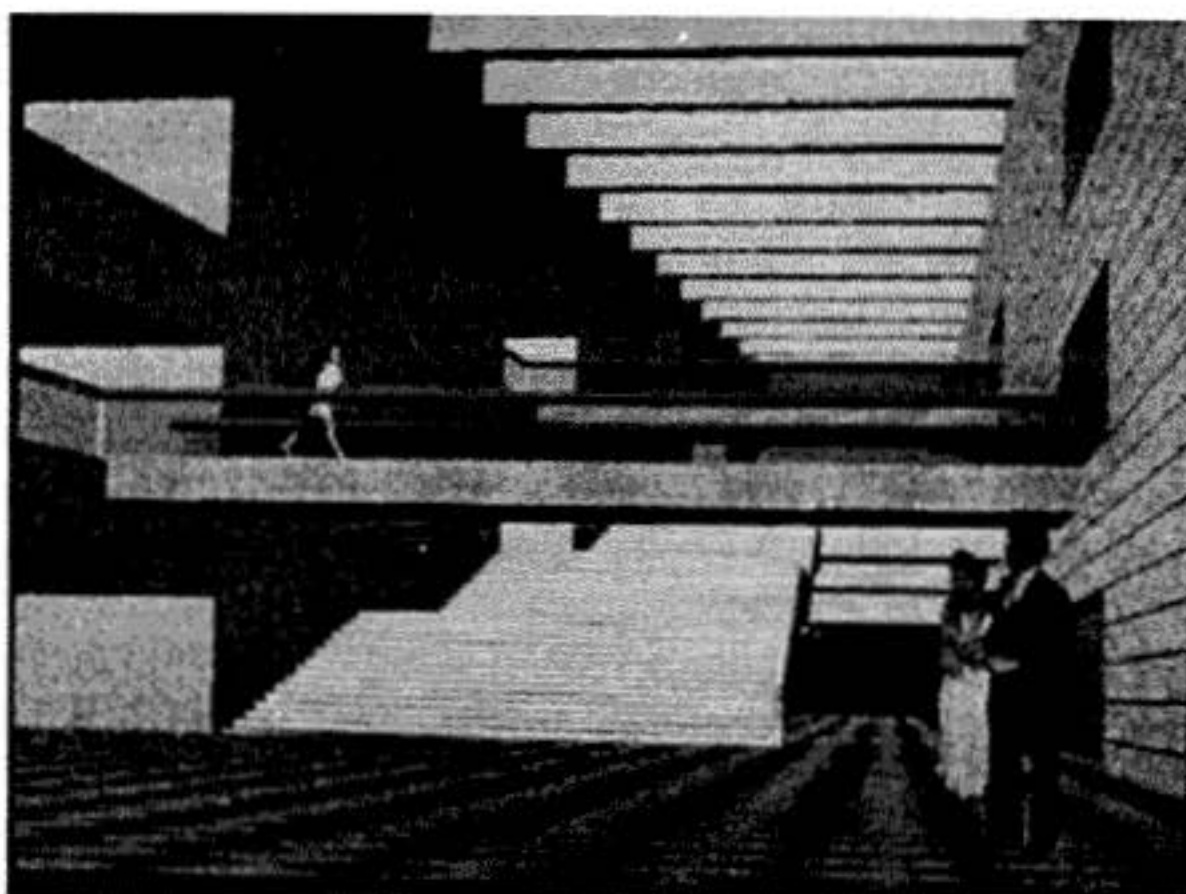
grupos al IMHDE. Al final del semestre se someten nuevamente a ambos grupos al IMHDE y se cotejan resultados. Hasta los momentos, los resultados indican que existe un incremento de la HDE en los alumnos entrenados mediante el Modelo de Desarrollo; sin embargo, se considera necesario continuar esta investigación a fin de validar los resultados y determinar si un mayor tiempo de entrenamiento y ejercicios adicionales a los del Modelo actual, producirían resultados mas significativos.

2.- Evaluación de Espacios Arquitectónicos

Como se señaló con anterioridad, la investigación en arquitectura necesita en ciertos momentos del uso del modelo a escala real, el cual permite no sólo la visualización desde distintos ángulos sino en tiempos diferentes y con la posibilidad de cambio en las variables ambientales.

La evaluación de los diferentes espacios y de las modificaciones que se proponen se realizan dentro de un tiempo de preparación y de cambio del modelo relativamente corto, lo cual representa una ventaja para el proceso de aplicación de muestras, así como para la programación del número de cambios que se desea realizar.

Sin embargo, queda la duda de cuán válidas son esas evaluaciones en relación a los espacios reales por ellas representado. Con tal fin se ha realizado en el LEE la investigación Validación Ecológica del Modelo a Escala Real.



IMHDE espacio original

Este concepto (Brunswick, 1950) se refiere al grado de semejanza con la cual el modelo representa a la realidad, es decir cuán aplicables son los resultados de laboratorio en relación a aquellos que se obtienen u obtendrían en mediciones realizadas al objeto real.

La investigación se realizó en dos etapas, en la primera de las cuales se evaluó un espacio simple (una oficina pequeña) usando el IMIP. Luego se simuló dicho espacio en el Modelo a Escala Real usando muebles simulados, y se evaluó con una muestra de sujetos similares a quienes evaluaron el espacio real, y se compararon las dos evaluaciones en los tres factores del IMIP (dimensional, social y afectivo).

Los resultados mostraron que no habían diferencias significativas especialmente en el factor dimensional, por lo que se puede asumir que en términos globales, los espacios simulados mediante el Modelo a Escala Real son ecológicamente válidos.

En la segunda etapa, aún en proceso, se está considerando el nivel de realismo como una variable que podría reducir las diferencias en las evaluaciones, en particular en los factores afectivo y social

de la impresión psicológica. A tal fin, se evaluó el área social de una vivienda de superficie reducida, usando el IMIP.

Próximamente se procederá a simular a escala real el mismo espacio, primero con muebles tipo maqueta, y luego con mobiliario y objetos reales, similares a los de la vivienda evaluada. Se compararán los resultados entre las tres evaluaciones a fin de detectar si siguen siendo ecológicamente válidas las simulaciones a escala real, o si hay diferencias significativas entre las evaluaciones de los diferentes factores como consecuencia de la variación en el nivel de realismo de los dos espacios simulados

3.- Normativa de Habitabilidad en Espacios Residenciales

Diversos aspectos ambientales y dimensionales pueden ser investigados usando el modelo a escala real y producir así recomendaciones que conduzcan a formulación de normativas.

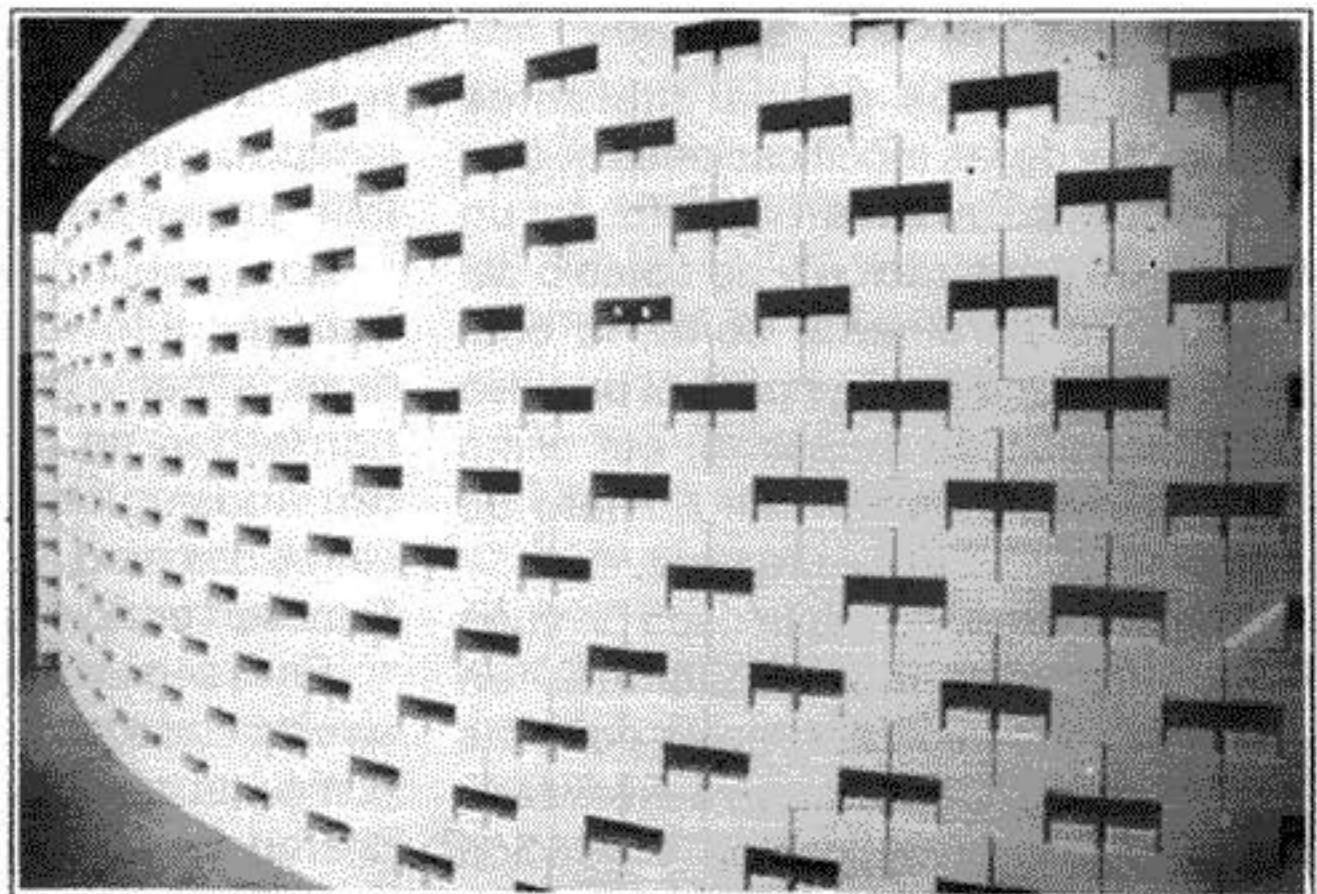
Actualmente se está llevando a cabo una investigación financiada por el

Consejo Nacional de la Vivienda la cual consiste en evaluar un desarrollo de viviendas multifamiliares (cuatro plantas) de áreas reducidas (36 mts²), a fin de conocer sus condiciones ambientales y sus efectos psicosociales. Se desea al final de esta investigación, haber detectado las características físicas tanto de los espacios como de la vivienda en su totalidad, que inciden en la calidad de vida de las personas que las habitan, y así establecer recomendaciones que permitan definir parámetros de diseño que puedan constituirse finalmente en normativas que regulen este tipo de desarrollos.

Esta investigación difiere de las investigaciones tradicionalmente realizadas en el área de la psicología ambiental, las cuales por lo general enfatizan en los aspectos psicológicos y/o psicosociales sin tomar en cuenta la incidencia de los aspectos específicos de diseño de las edificaciones sobre las evaluaciones.

Por ello, se ha diseñado una investigación que combina métodos cuantitativos y cualitativos de la

Simulación de espacio tropical. Foto: Lesmes Castañeda. 1995



evaluación ambiental (Cook y Reichardt, 1986; Brannen, 1992). Se ha podido conocer hasta el momento las características físicas de un número representativo de viviendas, así como las de composición socioeconómica de la población, y se ha procedido a la detección de informantes claves en el lugar.

En una etapa próxima se iniciará, por un lado, la realización de entrevistas en profundidad con los informantes y, por otro, la simulación y evaluación en Laboratorio de las condiciones ambientales de las viviendas para la definición de los parámetros físicos que se incluirán como recomendaciones para la elaboración de las normativas.

4.- Docencia en Arquitectura

Finalmente, tenemos un área que ha sido el inicio y soporte de la actividad del Laboratorio de Experimentación Espacial: la Docencia. Materias tales como Habilidad de Diseño Espacial y ejercicios de Gramática Espacial, han permitido a los alumnos la manipulación de componentes espaciales para reconocer los efectos que se generan, así como para desarrollar destrezas en la comprensión de la forma, de las articulaciones de componentes y en el manejo de la taxonomía espacial.

Los objetivos docentes de las materias dictadas en el LEE han sido los siguientes:

1.- Identificar los elementos y dominios del saber que conforman el vocabulario de la arquitectura y son específicos a sus discursos,

2.- Identificar los contextos conceptuales y los procesos de decisión involucrados en la praxis del diseño,

3.- Identificar los conocimientos de orden operacional que permiten conocer los aspectos involucrados en la configuración y evaluación del entorno construido, y

4.- Identificar la naturaleza del entorno construido y cómo ello puede contribuir a crear la arquitectura como objeto cultural.

Estos objetivos se han ido desarrollando al interno de cada una de las materias involucradas por el eje de conocimiento desarrollado por el LEE, apoyándose para ello en las actividades de investigación y extensión del mismo.

El uso del Modelo a Escala Real ha sido indispensable para la consecución de los objetivos señalados. La mayor parte de los ejercicios realizados en la materia Habilidad de Diseño Espacial han sido diseñados para que, mediante la exploración de situaciones espaciales realizadas a escala real, y mediante la aplicación del Modelo de Desarrollo, los estudiantes desarrollen su HDE.

Investigaciones específicas acerca del carácter, calidad espacial, dimensiones mínimas de espacios, han sido realizadas no sólo en Habilidad de Diseño Espacial, sino también en materias tales como Psicología Ambiental y Diseño Arquitectónico (1er semestre de la carrera).

Las simulaciones a escala real se apoyan en el uso de modelos a escalas reducidas, así como también en simulaciones realizadas por computadoras, las cuales complementan al modelo a escala real en relación a las variables, como textura, color, mobiliario, estilo, que resultan de difícil simulación

o que implican altos costos de construcción.

Observaciones finales:

Durante los doce años precedentes, el Laboratorio de Experimentación Espacial ha adelantado las líneas de investigación antes señaladas, al mismo tiempo que ha ido complementando su dotación física y de personal, razón por la cual muchas de ellas no han podido ser estudiadas en la extensión que cada una de ellas requieren.

Estas líneas y otras que con seguridad aparecerán en el futuro próximo, podrán ser enfrentadas de una manera más completa y con mayor profundidad cuando se cuente con el nuevo Laboratorio, el cual permitirá simular hasta 300 m² de superficie y hasta 7 mts de altura; este proyecto contempla incorporar nuevos equipamientos al modelo a escala real, que permitirán simular diversas condiciones de iluminación, ventilación y mobiliario.

REFERENCIAS

Abadí, I. (1983) *The role of model simulation in architectural education with particular reference to the development of Spatial Design Ability*, Doctoral Thesis, Portsmouth Polytechnic. Portsmouth, Inglaterra.

Brannen, J. (1992) *Mixing methods: qualitative and quantitative research*, Athenaeum Press, Gran Bretaña.

Broadbent, G. (1973) *Design in architecture*, John Wiley and Sons LTD, London.

Cook, T.D. y Reichardt, Ch. S. (1986) *Métodos cualitativos y cuantitativos en investigación evaluativa*, Ediciones Morata, Madrid.

Eastman, C.M. (1979) *On the analysis of the intuitive design processes* en Moore, G. *Emerging methods in environmental design and planning*, The MIT Press, Cambridge, Massachusetts.

La Scalea, Luis (1995) *La Evaluación Psico-Social del Espacio Arquitectónico*, Tesis de Maestría en Psicología Social, Facultad de Humanidades y Educación, Universidad Central de Venezuela, Caracas (En Proceso).

Lawson, B.R. (1980) *How designers think*, The Architectural Press, London.

Marples, D.C. (1960) *The decisions of engineering design*, Institute of Engineer Designers, London.

Osgood, C.E., Suci, G.J. y Tannenbaum, P.H. (1957) *The meaning of meaning*, Urbana, University of Illinois Press. USA.

Van de Ven, C. (1977) *Space in architecture*, Van Gorcum & Comp, Netherland.