

## Capítulo 9

### Investigación experimental y cuasi-experimental

#### 9.1 INTRODUCCIÓN

La investigación sobre el desempeño de varios componentes del edificio ha constituido un dominio significativo y de larga data dentro de la investigación arquitectónica. Aunque gran parte de esta investigación se ha centrado en mejorar varias tecnologías de construcción en el mundo industrializado avanzado, un estudio de investigación realizado por Givoni, Gulich, Gomez y Gomez se centra en cambio en la refrigeración radiante por techos metálicos, un problema importante para la vivienda en los países en desarrollo. Givoni y col. señaló que, aunque los techos de metal corrugado son efectivos para enfriar por la noche, son propensos a sobrecalentar las casas durante el día. Los investigadores plantearon la hipótesis de que la instalación de placas aislantes interiores con bisagras operables debajo del techo reduciría el calentamiento diurno y al mismo tiempo no interferiría con la función de enfriamiento nocturno de los techos metálicos.

Para probar esta hipótesis, los investigadores construyeron una maqueta a pequeña escala de la casa típica (denominada "celda de prueba") mediante la cual se podía medir el efecto de calentamiento / enfriamiento de varias condiciones de prueba (ver Figura 9.1). Para ser específicos, Givoni et al. probó tres condiciones distintas de operación de aislamiento: (1) con los paneles de aislamiento cerrados tanto de día como de noche; (2) con los paneles de aislamiento abiertos por la noche y cerrados durante el día; y (3) con el aislamiento colocado como en 2, pero con la adición de un pequeño ventilador de la medianoche a las 5:00 a.m. Además, también se probaron dos niveles de masa térmica (representados por botellas llenas de agua).

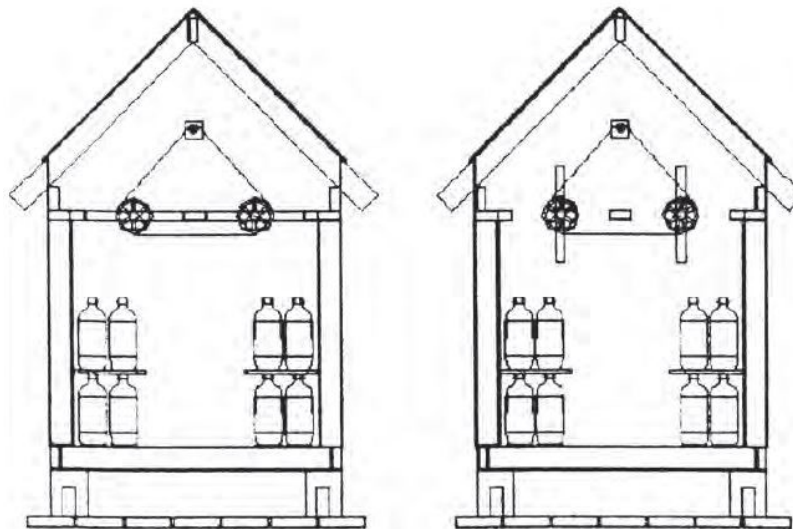


Figure 9.1 Test cell used by Givoni et al. Courtesy of American Solar Energy Society, Inc.

Con base en sus pruebas de estas condiciones, los autores concluyen que la combinación de los paneles aislantes y la ventilación del ventilador (condición 3) proporciona un mejor enfriamiento durante el día que sin la ventilación del ventilador. Sin embargo, no se observó una diferencia apreciable en el enfriamiento como consecuencia de la condición de la masa térmica. Finalmente, con base en estos datos, los autores pudieron desarrollar fórmulas predictivas para calcular la temperatura máxima en interiores en función de la oscilación de la temperatura exterior.

Assumiendo un área temática muy diferente, la investigadora Ann Sloan Devlin buscó descubrir hasta qué punto el género podría tener un efecto en cómo se evalúa a los solicitantes de empleo en la práctica arquitectónica. que arquitectos masculinos ", y más aún en el nivel superior.

Para probar esta hipótesis, Devlin creó un currículum de nivel junior y senior, el nivel junior con 4 años de experiencia en arquitectura y el nivel senior con 13 años de experiencia. La mitad de cada tipo de currículum (junior o senior) fue designado por un nombre femenino ficticio y la otra mitad por un nombre masculino ficticio. Cada currículum incluía un objetivo profesional, experiencia profesional, afiliación, registro, educación, habilidades y honores y premios. Mediante el uso de currículums idénticos designados por género, Devlin está adaptando un diseño experimental de larga data empleado por investigadores que han probado de manera similar los prejuicios de género en otros campos, incluido, por ejemplo, un estudio de solicitantes de facultad a un departamento de psicología.

Los encuestados en el estudio de Devlin eran más de 200 arquitectos (156 hombres y 48 mujeres) con licencia en el estado de Connecticut, pero que representaban a todas las regiones del país. A los encuestados se les dijo que el estudio trataba sobre "la percepción que tienen los arquitectos de las características que poseen los que practican la arquitectura". Estos encuestados recibieron aleatoriamente uno de los cuatro currículums ficticios y se les pidió evaluar a los candidatos en una escala de 7 puntos para lo siguiente cualidades: aspectos técnicos del trabajo, aspectos administrativos, aspectos interpersonales, contribución al crecimiento de la base de clientes de la empresa, contribución creativa, avance y calificación general. De particular importancia, a los encuestados también se les preguntó si aceptarían o rechazarían al candidato a contratar.

El resultado más destacado del estudio de Devlin fue que "los arquitectos encuestados eran más propensos a contratar candidatos masculinos que las candidatas como arquitectos senior". Devlin llega a esta conclusión comparando las decisiones de contratación de los encuestados en relación con las cuatro condiciones del currículum (hombres o mujer; pasante o senior), utilizando medidas estadísticas inferenciales (ver Capítulo 8, sección 8.3.1). Ella concluye que las mujeres en la arquitectura pueden "experimentar discriminación a medida que avanzan en las filas".

## 9.2 ESTRATEGIA: CARACTERÍSTICAS GENERALES DE LA INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

En algunos aspectos muy obvios, estos dos estudios pueden parecer mundos aparte. A nivel temático, Givoni et al. El estudio aborda un aspecto de la tecnología ambiental, mientras que el

estudio Devlin busca aclarar la dinámica de la discriminación de género en la práctica arquitectónica. En segundo lugar, los contextos de investigación son muy diferentes. El primero se lleva a cabo en un entorno de laboratorio, mientras que el segundo utiliza una configuración de la vida real o de "campo". En tercer lugar, las variables que se investigan son bastante diferentes. El Givoni et al. El estudio considera solo variables físicas, mientras que el estudio de Devlin se enfoca en las condiciones sociales o de comportamiento.

A pesar de esta variedad de diferencias notables, tanto Givoni et al. Sin embargo, los estudios de Devlin son ejemplos de diseño de investigación experimental. Es probable que muchos lectores lean en esa declaración de hecho, ya sea un elogio de elogios o una invitación a menospreciar dicha investigación. Esto se debe a que la investigación experimental se presenta con tanta frecuencia como el estándar contra el cual se deben juzgar todas las demás estrategias de investigación. En general, es probable que los lectores que se adhieren al sistema de investigación pospositivista vean la estrategia experimental como la esencia de una investigación "científica" creíble. Sin embargo, muchos investigadores que se adhieren a las posiciones paradigmáticas intersubjetivas o subjetivas han argumentado persuasivamente que el diseño experimental a menudo es inapropiado o insuficiente para la investigación sobre ciertas dimensiones sociales y culturales de los entornos diseñados. Abordaremos algunas de estas preocupaciones más adelante en este capítulo (consulte la sección 9.6). Sin embargo, podríamos argumentar que, tal como es el caso con cada una de las diversas estrategias de investigación, la investigación experimental puede producir tanto una investigación sobresaliente o defectuosa dependiendo de cuán apropiadamente se aplique a una pregunta de investigación en particular.

¿Cuáles son, entonces, los puntos en común subyacentes que definen a Givoni et al. y Devlin estudia como investigación experimental? Brevemente, las características definitorias de un diseño de investigación experimental incluyen: el uso de un tratamiento o variable independiente; la medición del resultado, o variables dependientes; una unidad clara de asignación (al tratamiento); el uso de un grupo de comparación (o control); y un enfoque en la causalidad.<sup>7</sup> Estas cinco características serán discutidas con cierto detalle en los siguientes segmentos del capítulo.

### *9.2.1 El uso de un tratamiento o variable independiente*

En cada uno de los dos estudios descritos anteriormente, los investigadores buscan estudiar el impacto de una o más variables específicas e identificables en el fenómeno en estudio. En el caso de la investigación de techos metálicos, los investigadores buscan probar el impacto térmico de varias condiciones, tanto de forma aislada como en combinación, incluido el aislamiento, el ventilador de ventilación y la masa térmica. Del mismo modo, en su investigación sobre cuestiones de género en la práctica profesional, Ann Sloan Devlin está tratando de aclarar el impacto de las designaciones de género en cómo los arquitectos evalúan a los solicitantes de empleo. Aunque de naturaleza bastante diferente, estas variables son manipuladas o controladas por los

investigadores de alguna manera específica, y como tales se consideran tratamientos en la estrategia experimental.

### 9.2.2 La medición de una o más variables de resultado

En cada uno de estos estudios, los investigadores pudieron especificar el impacto del tratamiento experimental midiendo cuidadosamente ciertas medidas de resultado o variables dependientes. Para el estudio de Givoni et al. De los techos de metal, las variables dependientes fueron las lecturas de temperatura para las áreas interiores de los entornos de las celdas de prueba, incluidos el ático y el entorno de vida interior. Más específicamente, los investigadores pudieron determinar cuánto se enfriaron las temperaturas interiores por las diversas condiciones experimentales (ver Figuras 9.2 y 9.3). De manera similar, Devlin pudo evaluar el impacto de las designaciones de género a través de dos medidas: un instrumento de cuestionario mediante el cual los posibles empleadores podían registrar su evaluación en una escala de calificación de 1 a 7, y una decisión de contratación para aceptar o rechazar. Nuevamente, aunque de naturaleza bastante diferente, tanto la temperatura como las medidas de evaluación son las medidas de resultado (o variables dependientes) de estos experimentos.

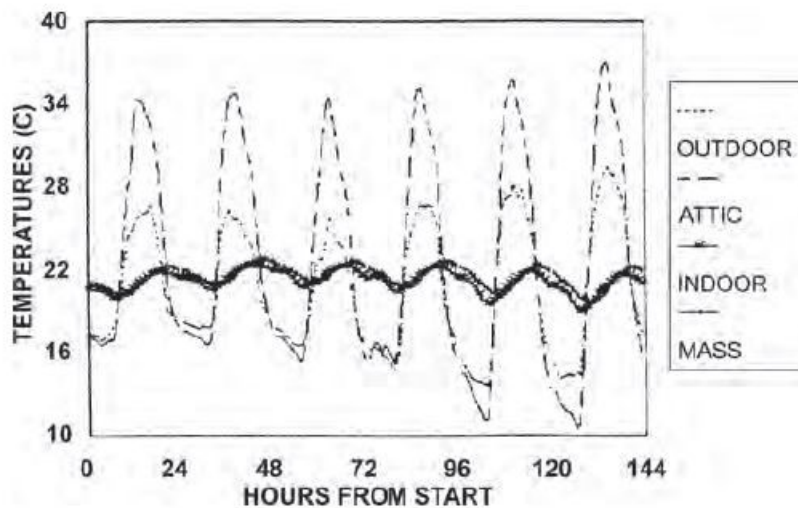


Figure 9.2 Temperature variation by each condition tested. From Givoni et al. Courtesy of American Solar Energy Society, Inc.

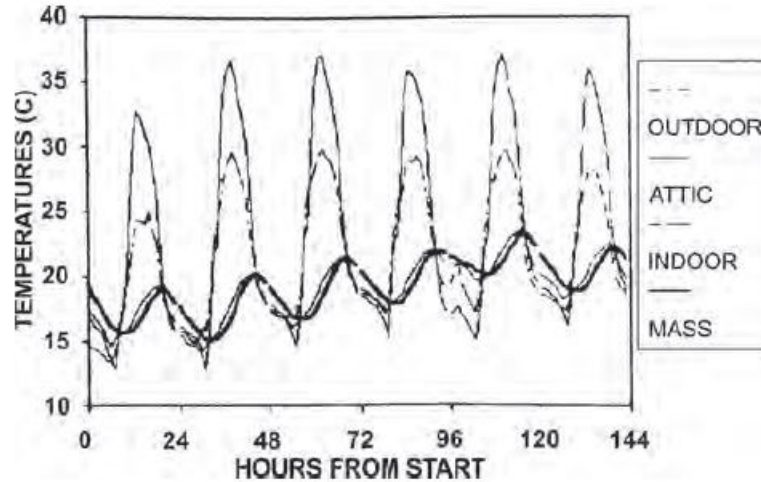


Figure 9.3 Temperature variation by each condition tested. From Givoni et al. Courtesy of American Solar Energy Society, Inc.

### 9.2.3 La designación de una unidad de asignación

En cada uno de estos estudios, los investigadores aplicaron el tratamiento experimental a una unidad de asignación específica. En el caso de la investigación de Givoni et al., Las condiciones de tratamiento (varias combinaciones de aislamiento, ventiladores y masa) se aplican a una celda de prueba. Esta celda de prueba era una maqueta a pequeña escala de una unidad residencial con techo de metal en un clima cálido, un cubo de 1 metro con aguilón con techo de metal (ver Figura 9.1). Sin embargo, en el estudio de Devlin, la "unidad de asignación" no era un objeto inanimado, sino los arquitectos individuales a quienes se les pidió que evaluaran a los solicitantes de empleo ficticios. Cada una de estas "unidades", ya sea células de prueba o arquitectos individuales, recibió un tratamiento manipulado por el investigador.

### 9.2.4 El uso de un grupo de comparación o control

Una cuarta característica común de estos dos estudios es su uso de un grupo de comparación o control. La condición de control en el estudio de Givoni et al. Se logra con los paneles de aislamiento cerrados tanto de día como de noche, de modo que no se produzca calefacción ni enfriamiento. En todas las demás condiciones (es decir, condiciones de tratamiento), los paneles de aislamiento se cierran durante el día y se abren por la noche para permitir el enfriamiento. En otras palabras, la condición de control se define como aquella a la que no se aplica el tratamiento. Sin embargo, en el estudio de Devlin, es más exacto decir que los grupos de comparación recibieron diferentes tratamientos. Esto se debe a que todos los arquitectos encuestados recibieron algún tratamiento, una de las cuatro combinaciones de solicitantes masculinos o femeninos, y nivel junior o senior. El propósito de usar un control o grupos de comparación es

permitir la medición del efecto relativo del tratamiento, o variable independiente, contra las unidades que no recibieron tratamiento o un tratamiento diferente.

### *9.2.5 Un enfoque en la causalidad*

El efecto combinado de estas varias características definitorias del diseño de investigación experimental (es decir, tratamiento, medidas de resultado, unidad de asignación y grupos de control o comparación) es permitir al investigador establecer de manera creíble una relación causa-efecto. En general, el investigador experimental está tratando de determinar y medir el grado en que uno o más tratamientos causan un resultado claramente medido dentro de un entorno de investigación específico, ya sea en un laboratorio o en el campo.

Aunque la estructura subyacente del diseño de la investigación experimental es esencialmente consistente en diversas áreas temáticas, existen algunas diferencias de énfasis, específicamente el grado en que se puede dar por sentado el tema de la "causalidad". Para ser específicos, es más probable que la investigación experimental en tecnología ambiental (como el estudio de techo metálico) dé por sentada la causalidad que la investigación sobre aspectos socioculturales de la arquitectura (como la investigación de designación de género). Esto se debe a que la tecnología ambiental, como muchas investigaciones en muchos campos de la ciencia y la ingeniería, tiende a incorporar las siguientes características: (1) el uso de entornos de laboratorio donde las variables relevantes pueden controlarse fácilmente; (2) variables que en muchos casos son inertes y, por lo tanto, es probable que sigan siendo consistentes y susceptibles de mediciones precisas; (3) teorías explícitas que permiten a los investigadores especificar los efectos esperados de un tratamiento particular; y (4) instrumentos de medición que están calibrados con precisión para medir tales efectos. Dadas estas condiciones más fácilmente medibles, entonces, la causalidad en dicha investigación a menudo se puede asumir sin mucha discusión o argumento.

Sin embargo, en una investigación que involucra las reacciones de las personas a variables físicas y / o sociales (especialmente en entornos de campo, como es el caso de la investigación de Devlin), los investigadores tienden a ser más explícitos sobre cómo han cumplido los requisitos básicos del diseño experimental. Por ejemplo, Devlin enfatiza explícitamente la asignación aleatoria de receptores de currículum a las cuatro condiciones de tratamiento, siendo la asignación aleatoria un sello distintivo significativo del diseño experimental. Asimismo, al sacar sus conclusiones, los investigadores que exploran la dinámica socio-física en la arquitectura tienden a enfatizar las condiciones y limitaciones de una interpretación causal.

De manera similar, este es exactamente el caso en la forma en que Devlin califica su conclusión de que los encuestados masculinos tendieron a calificar a las postulantes senior de manera menos positiva que los postulantes senior. Devlin menciona específicamente dos limitaciones a una interpretación causal: (1) muchos encuestados explicaron que les resultaba difícil calificar a los solicitantes porque la información del currículum era muy limitada; y (2) la tasa de respuesta fue solo del 30% y, por lo tanto, el grado de generalización para la población más grande de

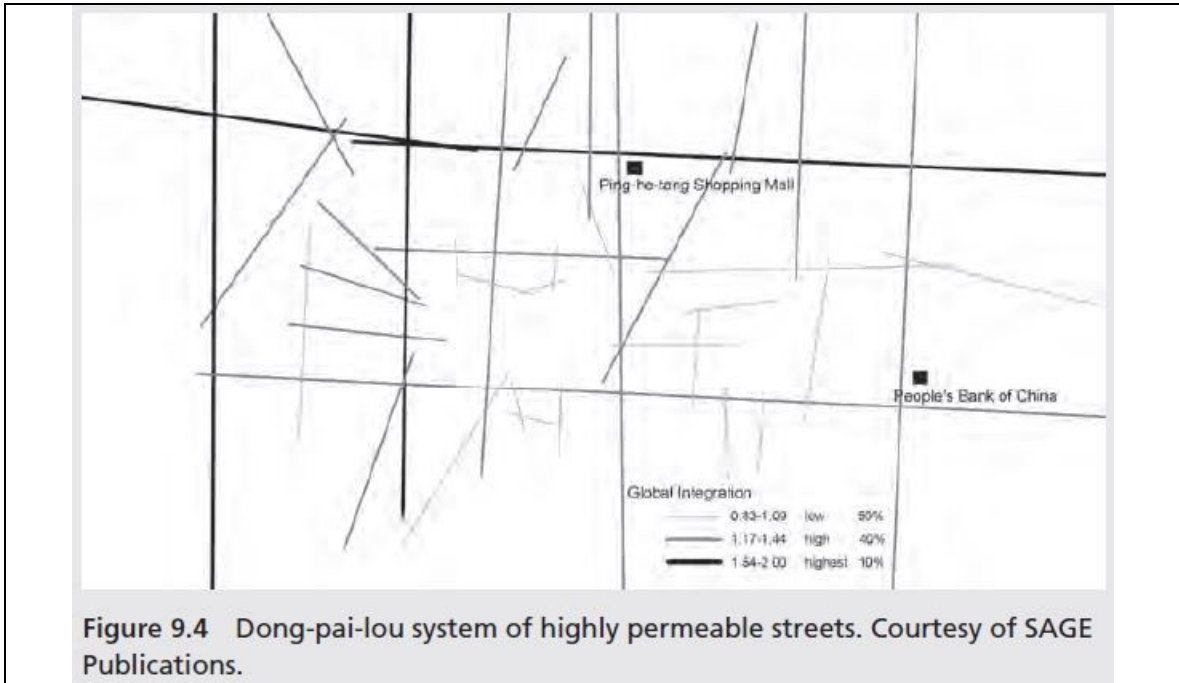
arquitectos empleadores es limitado. Dichos problemas y limitaciones en la investigación experimental se analizarán con mayor detalle en el segmento 9.5 de este capítulo.

### **Recuadro 9.1**

#### **El efecto de la inteligibilidad en la legibilidad del lugar**

Este estudio de Yixiang Long y Perver Baran tiene como objetivo abordar la pregunta: ¿en qué medida ciertas características físicas objetivas de las ciudades, medidas mediante análisis de sintaxis espacial, afectan la experiencia subjetiva de las personas del entorno urbano? Es una empresa notable en varios aspectos. Primero, se basa en el estudio clásico e influyente de Kevin Lynch, *La imagen de la ciudad*, y busca identificar medidas objetivas potencialmente causales que conducen a la experiencia de legibilidad de las personas codificada en los conceptos de nodos, puntos de referencia, distritos, bordes y caminos de Lynch. En segundo lugar, emplea *Space Syntax*, una escuela de pensamiento y marco analítico desarrollado por Bill Hillier y sus colegas, para analizar cómo las morfologías del espacio encarnan la lógica social y cognitiva. (Consulte los capítulos 8 y 11 para obtener más información sobre la sintaxis espacial). Al investigar la relación entre estos dos marcos conceptuales bien establecidos, este estudio representa una integración innovadora de dos contribuciones teóricas significativas. Tercero, aunque la estrategia de investigación correlacional representa la metodología más común para investigar la relación de la forma espacial con las respuestas cognitivas subjetivas, los autores han utilizado una estrategia decisivamente experimental con buenos resultados.

El diseño de la investigación para este estudio implica un experimento de campo realizado en la ciudad de Changsha, la capital de la provincia de Hunan en China. Se utilizó un análisis de sintaxis espacial de toda la ciudad para identificar las dos áreas de estudio para el experimento; Se realizó un análisis de mapas axiales estándar para cada vecindario por separado. Se usó una combinación de medidas (integración global, integración local y conectividad) para diferenciar la "inteligibilidad" general de los dos vecindarios (véanse las Figuras 9.4 y 9.5). El primer barrio, Dong pai-lou, se caracteriza por un sistema de calles que es "altamente permeable hacia adentro y hacia afuera ...", lo que indica una relación clara entre la estructura global y local". Sin embargo, el segundo barrio, Rong-wan-Zhen, tiene una estructura más arbolada que "no se conecta bien con las subáreas norte y sur del vecindario ... y existe una relación poco clara entre la estructura global y local". La hipótesis establecida para el experimento es: "[Esta] diferencia en la inteligibilidad (nuestra variable independiente) jugará un papel importante en la cognición espacial [sic] del individuo (es decir, la legibilidad del lugar)".





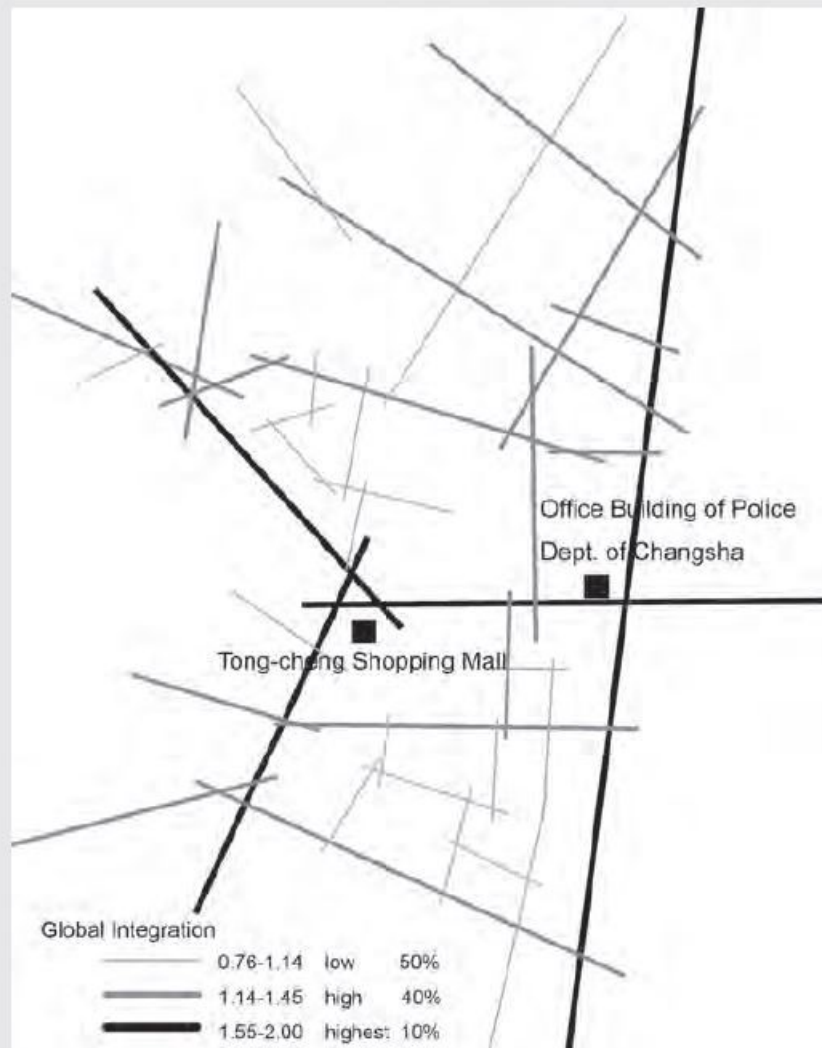


Figure 9.5 Rong-wan-zhen treelike structure of streets. Courtesy of SAGE Publications.

Para este fin, los autores emplearon un " después de la prueba: solo dos grupos experimentales de diseño ", mediante el cual los estudiantes universitarios voluntarios que no estaban familiarizados con estos vecindarios se evaluaron inicialmente en una prueba de capacidad espacial / visual y se combinaron como pares comparables. Los estudiantes con los mismos puntajes de las pruebas de género y capacidad espacial fueron asignados aleatoriamente a uno de los dos grupos de 24 participantes.

Cada uno de los dos grupos de tratamiento se reunió en la ubicación específica del vecindario y se les pidió que "exploraran libremente el vecindario durante una hora". Después de la

exploración del vecindario, se les pidió que completaran tres tareas: (1) dibujar un croquis del vecindario exploraron, (2) una prueba de reconocimiento de escena y (3) una breve encuesta. En la breve encuesta, se les pidió a los participantes que indicaran su confianza con respecto a dibujar el bosquejo del mapa, la precisión de su mapa y el reconocimiento de la escena, y dar instrucciones. En pocas palabras, los participantes que exploraron el vecindario más inteligible demostraron un conocimiento de ruta más preciso, reconocieron más escenas y tuvieron más confianza en sus habilidades cognitivas espaciales.

Sobre todo, la hipótesis fue generalmente apoyada: la inteligibilidad (medida por análisis de sintaxis espacial) influye en la legibilidad percibida. La importancia práctica de este hallazgo es que las medidas de sintaxis espacial son más fáciles y requieren menos tiempo para implementar y calcular que muchas otras medidas de desempeño orientadoras tomadas con los encuestados, ya sea en entornos reales o entornos simulados. En particular, se pueden tomar medidas de sintaxis espacial durante la fase de diseño de un diseño urbano o un gran proyecto arquitectónico, de modo que el diseño se pueda modificar para que sea legible antes de su construcción.

### 9.3 ESTRATEGIA: DISTINGUIR ENTRE LA INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL Y CUASI-EXPERIMENTAL

Hasta ahora en nuestra discusión, hemos discutido solo los requisitos generales de la investigación experimental, sin reconocer la distinción muy importante entre los diseños experimentales y cuasi experimentales. Esta distinción se basa en la manera en que se seleccionan las unidades de asignación (ya sean células de prueba, personas, etc.) para tratamientos experimentales o de control. Aunque el objetivo de la investigación experimental y cuasiexperimental es lograr la comparabilidad entre las unidades en cada grupo de tratamiento, dicha comparabilidad se establece con mayor precisión en la experimentación

investigación a través de asignación aleatoria. En contraste, el diseño de investigación cuasi experimental a menudo se emplea en entornos de campo donde las personas o las variables físicas no pueden asignarse aleatoriamente por razones éticas o prácticas. En tales casos, el investigador busca determinar o establecer una comparabilidad efectiva en tantas variables como sea posible. Estas consideraciones se discuten con mayor detalle en esta sección del capítulo.

#### *9.3.1 Asignación aleatoria en investigación experimental*

La asignación aleatoria es un criterio importante en la investigación experimental, donde hay razones para creer que las unidades de asignación pueden no ser siempre equivalentes. En tales casos, la asignación aleatoria se considera la forma más efectiva de garantizar la comparabilidad esencial de los grupos de tratamiento. Si las "unidades" dentro de los grupos de tratamiento son verdaderamente equivalentes, las diferencias observadas en las medidas de resultado pueden atribuirse de manera creíble al tratamiento en sí.

En el caso del estudio de discriminación de género, Devlin pudo emplear una asignación aleatoria, a pesar de que los encuestados no realizaban sus evaluaciones en un laboratorio. Al elegir manipular las condiciones del currículum en lugar de depender de los currículums vitae de los solicitantes de la vida real recibidos por estos arquitectos, Devlin podría asignar tratamientos de currículum al azar a la lista de arquitectos registrados en Connecticut (estado natal de Devlin). Esto proporciona un mayor nivel de seguridad de que el género del solicitante realmente tuvo un efecto medible en las evaluaciones de los arquitectos masculinos.

Sin embargo, en la investigación experimental basada en materiales inertes (como el estudio de Givoni et al), la comparabilidad de las "unidades" asignadas no requiere necesariamente el tipo de medidas de aleatorización esenciales para los estudios sobre las reacciones de las personas a las condiciones sociales o físicas. En la mayoría de los casos, se puede suponer la comparabilidad esencial de las celdas de prueba o las maquetas porque: (1) se utilizan materiales con las mismas especificaciones físicas; o (2) la misma unidad física puede reutilizarse en una condición de tratamiento diferente. Como consecuencia, los autores del estudio de techo metálico pueden afirmar que, dadas ciertas condiciones climáticas específicas, los diferentes resultados de enfriamiento medidos pueden atribuirse a las diferencias en las condiciones de tratamiento.

### *9.3.2 Asignación no aleatoria en investigación cuasi experimental*

Como se mencionó anteriormente, los estudios de investigación realizados en el campo con frecuencia implican situaciones en las que no se pueden lograr asignaciones aleatorias por razones éticas o prácticas. Por ejemplo, si un investigador quisiera probar el efecto de cuatro sistemas de iluminación en la productividad de los empleados en cuatro áreas separadas de la oficina, es poco probable que la administración acuerde asignar a los empleados al azar a las cuatro áreas de la oficina de manera que las funciones importantes del grupo de trabajo se vean afectadas. .

En esta situación, los investigadores probablemente adoptarían un diseño cuasi experimental en el que identificarían cuatro grupos de trabajo existentes, cada uno de los cuales recibiría un tratamiento de iluminación diferente. Al hacerlo, los investigadores intentarían encontrar grupos de trabajo comparables en tantos aspectos como sea posible, incluyendo tareas u objetivos de trabajo, combinación de tipos de trabajo, combinación de género, rango de edad, nivel de educación, etc. Si, por ejemplo, las tareas de los grupos de trabajo fueran bastante diferentes, sería más difícil atribuir las diferencias medidas en productividad al tratamiento de iluminación en lugar de las diferencias en las tareas.

Otro ejemplo de diseño cuasi experimental es un pequeño proyecto de investigación concebido y realizado por estudiantes en una de las clases de métodos de investigación de Groat. Los estudiantes habían planteado en discusión el ejemplo de una pequeña área de galería cerca de las oficinas de la escuela que había sido creada para funcionar como un espacio de exhibición y un salón para profesores y estudiantes. En opinión de los estudiantes, el espacio rara vez se usaba como salón. La discusión pronto giró en torno a qué tipo de cambios tendrían que hacerse para

que el espacio funcione más como un salón y espacio social. Los estudiantes plantearon la hipótesis de que la galería se usaría más si la disposición de los muebles fuera más informal y si se usaran pequeños elementos de pantalla para bloquear la vista a través de la pared de vidrio a lo largo del lado de la puerta del espacio.

El diseño de investigación de los estudiantes incluyó dos conjuntos de observaciones del espacio: las primeras observaciones registraron el uso del espacio por parte de las personas en su condición existente, y la segunda registró su uso bajo el tratamiento experimental. Las observaciones se realizaron el lunes (día de estudio) y el martes (día sin estudio) de dos semanas sucesivas, comenzando a las 8:30 de la mañana y continuando hasta las 7:30 de la noche. Cada período de observación tuvo una duración de 15 minutos, comenzando en la media hora y terminando a los 45 minutos después de cada hora.

La condición de tratamiento experimental, utilizada en el segundo período de observación de dos días, fue diseñada para crear un ambiente más "acogedor"; implicaba la alteración de la disposición de los muebles, los niveles de iluminación y el sonido ambiental (ver Figuras 9.6 y 9.7). Más específicamente, se hicieron las siguientes alteraciones: adición de elementos de detección para crear más privacidad visual desde las ventanas del pasillo; reubicación de algunos elementos de mobiliario para mayor privacidad y para crear agrupaciones; reducción de los niveles de iluminación fluorescente; adición de lámparas de mesa incandescentes; introducción de materiales de lectura en las mesas; uso de música de fondo suave; e introducción de plantas.

Finalmente, los estudiantes también desarrollaron una hoja de observación de una página que incluía la siguiente información: un recuento del número de personas que usaban el espacio durante ese período de observación; un plan de la galería que incluye la disposición de los muebles en los que se mapearon el movimiento y las actividades de las personas; y un sistema de codificación mediante el cual se podrían describir las actividades específicas de las personas (es decir, hablar, escribir / leer, dormir).

La conclusión general de que los estudiantes pudieron dibujar fue que, aunque el número de personas que usaban el espacio no cambiaba sustancialmente, la cantidad promedio de tiempo que cada persona pasaba en la galería aumentaba, y la naturaleza de sus actividades también cambiaba (ver Figuras 9.8, 9.9, 9.10, 9.11, 9.12 y 9.13). De hecho, para el segundo día de la condición de tratamiento, la proporción de actividades de permanencia fue más del doble que la del martes anterior en la condición de control.



Figure 9.6 Existing and modified condition of the space observed. Courtesy of Barnes et al.



Figure 9.7 Existing and modified condition of the space observed. Courtesy of Barnes et al.

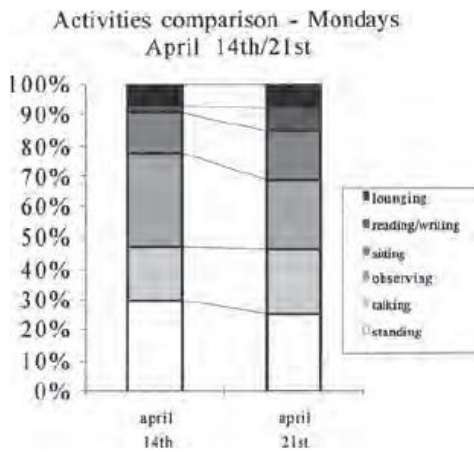


Figure 9.8 Comparison of the total observed activities. Courtesy of Barnes et al.

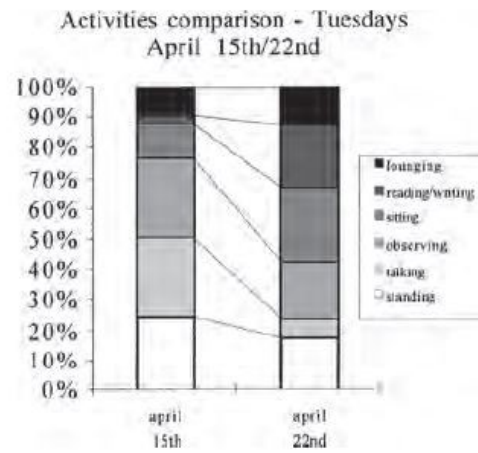


Figure 9.9 Comparison of the total observed activities. Courtesy of Barnes et al.



Figure 9.10 Comparison of moving/staying activities for each day of observation. Courtesy of Barnes et al.



Figure 9.11 Comparison of moving/staying activities for each day of observation. Courtesy of Barnes et al.



Figure 9.12 Comparison of moving/staying activities for each day of observation. Courtesy of Barnes et al.



Figure 9.13 Comparison of moving/staying activities for each day of observation. Courtesy of Barnes et al.

¿Cuánto de este cambio puede atribuirse al efecto del tratamiento? Debido a las circunstancias de la configuración de campo, los estudiantes no pudieron asignar aleatoriamente a los usuarios de la galería a las dos condiciones, por lo que adoptaron un diseño cuasiexperimental. Pero dado que no se tomaron medidas específicas de los usuarios de la galería, no es posible medir con precisión cómo los usuarios de la condición de control se comparan con aquellos en la condición de tratamiento. Aun así, no hubo indicadores obvios de que los grupos fueran sustancialmente no equivalentes. Por lo tanto, es probable, pero no seguro, que la condición "informal y atractiva" fomentara y permitiera un cambio en los patrones de uso del espacio de la galería.

#### 9.4 DIAGRAMA DE DISEÑOS DE INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

Por la experiencia del proceso de diseño arquitectónico, sabemos que a menudo es útil, a veces incluso esencial, diagramar las cualidades singulares de un concepto de diseño o parti. De manera similar, los investigadores experimentales han ideado una forma de diagramar los detalles particulares de los diseños de investigación experimental, utilizando el siguiente sistema de codificación:

{R = Asignación aleatoria}

{X = Tratamiento experimental}

{O = Observación de variables dependientes (por ejemplo, pre-test o post-test)}

Aunque existen muchos diseños de investigación experimental típicos o estándar designados por una nomenclatura establecida, para nuestros propósitos es una introducción suficiente para diagramar los tres estudios ejemplares que se han discutido hasta ahora en el capítulo.

Tomando el Givoni et al. estudio del enfriamiento radiante primero, este diseño de investigación se puede representar de la siguiente manera. Cada fila representa, de izquierda a derecha, la secuencia implicada en cada condición de tratamiento.

O {Solo observación, sin tratamiento previo}

X1 O {Tratamiento 1, y observación posterior}

X2 O {Tratamiento 2, y observación posterior}

X3 O {Tratamiento 3, y observación posterior}

Este sistema de notación transmite los siguientes puntos esenciales sobre el diseño de este estudio: (1) no se presta atención explícita a la asignación aleatoria, ya que todos los procedimientos relevantes tratan con materiales inertes estandarizados; (2) hay tres condiciones de tratamiento diferentes además de la condición de control; y (3) solo se realizan observaciones posteriores a la prueba (es decir, sin prueba previa).

El estudio de Devlin sobre cuestiones de género en la práctica arquitectónica presenta un diseño de investigación ligeramente diferente en los siguientes aspectos: (1) la asignación aleatoria es una consideración explícita e importante para establecer la comparabilidad entre los grupos de tratamiento; y (2) no hay condición de control explícito. Sin embargo, de manera similar al estudio de Givoni et al., No se realizan observaciones previas. Por lo tanto, el sistema de notación para este estudio se puede representar de esta manera:

R X1 O {Asignación aleatoria, seguida del tratamiento 1, observación}

R X2 O {Asignación aleatoria, seguida del tratamiento 2, observación}

R X3 O {Asignación aleatoria, seguida del tratamiento 3, observación}



R X4 O {Asignación aleatoria, seguida del tratamiento 4, observación}

Finalmente, Barnes et al. El estudio de los patrones de comportamiento en un espacio de galería presenta un diseño de investigación un poco más ambiguo. Esto se debe a que los investigadores no pudieron determinar en qué medida las personas que experimentaron el arreglo original de la galería fueron igualmente las personas que experimentaron el arreglo modificado. (En retrospectiva, esto podría haberse logrado preguntando a los usuarios si habían entrado en la galería en algún momento durante el lunes o martes anterior.) Si los usuarios de la galería hubieran sido sustancialmente el mismo grupo, entonces la notación del diseño de la investigación sería la siguiente:

O O X O O {Dos observaciones, tratamiento, seguidas de dos observaciones}

Este diseño se conoce como un "diseño de serie de tiempo interrumpido de un solo grupo", mediante el cual se realizaron dos observaciones previas a la prueba, después de lo cual se aplicó el tratamiento (modificación física), seguido de dos observaciones posteriores a la prueba.

Sin embargo, si los dos conjuntos de usuarios fueran sustancialmente o completamente diferentes, entonces sería más preciso diagramar el diseño de la investigación de la siguiente manera:

O O {Sin tratamiento, solo dos observaciones}

X O O {Tratamiento, seguido de dos observaciones}

Este segundo diagrama supone que el grupo que experimentó la disposición original de la galería constituye el grupo de control, mientras que el grupo que experimentó la nueva disposición fue el grupo de tratamiento experimental. Los grupos de control y tratamiento se observaron dos veces, el grupo de tratamiento solo como una prueba posterior.

Finalmente, el estudio de Long y Baran hizo uso de un diseño de dos grupos experimentales posteriores a la prueba solamente. En otras palabras, cada uno de los dos grupos de comparación asignados aleatoriamente recibió una condición de tratamiento diferente (uno de los dos barrios de la ciudad explorados), y no había grupo de control.

X O {Tratamiento, seguido de una observación}

X O {Tratamiento, seguido de una observación}

Se recomienda a los lectores que opten por utilizar procedimientos de investigación experimental que consulten algunos de los libros citados en las notas finales del capítulo para obtener más ejemplos de diseños experimentales específicos. Estas notaciones esquemáticas pueden ser extremadamente útiles para el investigador para aclarar la naturaleza precisa y los supuestos del diseño experimental que selecciona.

## 9.5 TÁCTICAS: AJUSTES, TRATAMIENTOS Y MEDIDAS PARA LA INVESTIGACIÓN EXPERIMENTAL

Hasta ahora, nuestra discusión sobre la investigación experimental y cuasi experimental se ha centrado en las características definitorias de la estrategia de investigación misma. Sin embargo, dentro del diseño experimental, existen numerosas opciones con respecto a las tácticas para lograr dicha estrategia experimental. Por ejemplo, el entorno experimental puede variar desde un laboratorio altamente controlado hasta sitios de campo menos controlados. Del mismo modo, las condiciones de tratamiento pueden variar desde manipulaciones físicas altamente calibradas hasta condiciones categóricas y no físicas, como las designaciones de género en el estudio de Devlin. Finalmente, la medición de las variables de resultado puede variar desde las medidas instrumentadas de los cambios físicos (como la medición de la temperatura del aire en la investigación de Givoni et al.) Hasta los índices menos medidos de una respuesta conductual (como en el estudio de Devlin).

En los ejemplos que siguen, la amplia gama y las combinaciones de tácticas disponibles para la investigación experimental y cuasiexperimental se discutirán en el contexto de varios estudios de investigación específicos.

### 9.5.1 Aclarando las tácticas de los estudios discutidos previamente

Antes de considerar ejemplos adicionales de investigación experimental, nos gustaría caracterizar más explícitamente las tácticas seleccionadas por los investigadores de los estudios citados anteriormente. Por ejemplo, el estudio de Givoni et al. Sobre enfriamiento radiante emplea el tipo de tácticas típicamente asociadas con la investigación experimental en tecnología ambiental. La construcción y el tratamiento de las células de prueba se monitorearon cuidadosamente dentro de un laboratorio universitario. Las condiciones de tratamiento físico de las células de prueba podrían ser especificadas y controladas con precisión por los experimentadores; Del mismo modo, las medidas de resultado de la temperatura del aire podrían medirse exactamente con instrumentos de laboratorio. (Consulte la Figura 9.14 para obtener un resumen completo de las tácticas utilizadas en los estudios experimentales citados en la sección de este capítulo).

| <b>Estudio</b>                           | <b>Escenario</b> | <b>Tratamiento</b>  | <b>Medidas de resultado</b>   |
|--|------------------|---|---|
| 1. Enfriamiento radiante (Givoni et al.) | Laboratorio      | Modificaciones ambientales<br>aislamiento<br>desfogue<br>masa | Medidas instrumentadas<br>temperatura del aire  |
| 2. Cuestiones de género (Devlin)         | Campo            | Curriculums<br>género<br>antigüedad                           | Respuesta actitudinal<br>evaluación del<br>solicitante<br>decisión de<br>contratación |

|   |       |  |  |
|---|-------|--|--|
| 3. Comportamiento de la galería (Barnes et al.) | Campo | Modificaciones ambientales<br>mueble<br>iluminación<br>sonido ambiental<br>pantallas | Cambio de comportamiento<br>quedarse / moverse                                       |
| 4. Colocar legibilidad (Long y Baran)           | Campo | Entorno de barrio<br>baja vs. alta<br>inteligibilidad                                | Colocar legibilidad<br>croquis de mapas<br>pruebas de<br>reconocimiento<br>encuestas |

**Figura 9.14** Resumen de tácticas en estudios citados.

Por el contrario, el estudio Devlin representa un conjunto de procedimientos experimentales muy diferentes de los de Givoni et al. estudiar. De hecho, se podría argumentar que la combinación de la configuración, los tratamientos y las medidas en el estudio de Devlin representan prácticamente el extremo opuesto del espectro. Primero, el entorno de investigación no es solo un entorno de campo, sino uno que está efectivamente disperso por todo el país, a las oficinas donde los arquitectos recibieron las condiciones del currículum. En segundo lugar, aunque las condiciones de tratamiento se transmitieron físicamente en forma impresa a través de nombres de género y niveles establecidos de experiencia laboral, la realidad física e interactiva de un solicitante de la vida real estaba ausente. Finalmente, las medidas de resultado de la evaluación y la decisión de empleo se obtuvieron mediante puntajes en un cuestionario. En todas estas formas, el enfoque del estudio se centró en las implicaciones socioculturales de las condiciones de tratamiento no físicas, medidas a través de respuestas de actitud.

Tercero, Barnes et al. El estudio de los estudiantes de la galería de arquitectura, aunque de diseño casi experimental, representa una gama intermedia de tácticas. Primero, aunque el estudio emplea una configuración de campo en lugar de un laboratorio, la configuración en sí es relativamente pequeña y los experimentadores la manipulan fácilmente. En segundo lugar, las condiciones de tratamiento están basadas físicamente (es decir, la disposición de los muebles, el tipo de iluminación, etc.); como tales, pueden especificarse claramente y medirse en términos físicos. Finalmente, aunque el resultado es conductual y requiere cierta interpretación, los estándares para contar personas y clasificar el comportamiento pueden ser claramente estandarizados.

Por último, el estudio de Long y Baran sobre los efectos de las cualidades de la forma urbana en la experiencia de la gente de la legibilidad del lugar es también un experimento de campo. En este caso, la condición de tratamiento implicaba la exposición de dos grupos comparables de estudiantes a una de las dos ubicaciones del vecindario, uno con un nivel más alto de inteligibilidad y el otro con un nivel mucho más bajo. Todos los sujetos recibieron instrucciones de "explorar libremente el vecindario durante una hora". Para evaluar hasta qué punto los

estudiantes individuales podían percibir la legibilidad en el vecindario que exploraron, se utilizaron tres medidas de resultado: (1) la precisión dibujada de un boceto mapa; (2) una prueba de reconocimiento de escena; y (3) un cuestionario de encuesta destinado a evaluar el sentido de confianza de los sujetos en su croquis, reconocimiento de escena y orientación.

#### *9.5.2 Desempeño ambiental de persianas automatizadas en edificios de oficinas: uso de una encuesta de comportamiento antes del experimento de laboratorio*

La investigación de Kim et al. Se centra especialmente en el uso de persianas para conservar energía y mejorar la comodidad en los edificios de oficinas modernos. Su estudio se centra en la eficacia potencial de los sistemas de persianas venecianas automatizados en comparación con el uso de sistemas manuales o motorizados. Una considerable investigación sobre el uso de las dos últimas opciones ha demostrado previamente las limitaciones de ambos sistemas, en gran medida porque los ocupantes de oficinas rara vez modifican la posición de las persianas en respuesta a las condiciones ambientales cambiantes. Por lo tanto, los autores plantean la hipótesis de que las persianas automáticas pueden tener un potencial relativamente mayor para ahorrar energía y mejorar la comodidad.

Para probar esta hipótesis, los investigadores comenzaron primero realizando una encuesta sobre el uso ciego de los ocupantes de un edificio de oficinas de 22 pisos en Seúl, Corea. Las persianas en cada oficina eran operadas directamente por los ocupantes o por medio de un centro de control central. Las operaciones a ciegas se monitorearon durante dos días despejados y dos días nublados, a intervalos de 10 minutos. La conclusión general confirmó los resultados generales de muchas investigaciones previas, es decir, que la mayoría de las persianas nunca o rara vez fueron operadas (ver Figura 9.15). Además, el patrón de operación varía según la exposición de la fachada del edificio, con la menor cantidad de ajustes realizados por los ocupantes de las oficinas orientadas al sur. En general, este patrón de uso "no es suficiente para cumplir con los requisitos de ahorro de energía y las demandas ambientales de comodidad". Según el estudio de las operaciones de persianas, los autores seleccionaron para su experimento una condición de oficina orientada al sur, con las persianas en índice de oclusión del 75%, la lectura promedio para condiciones de cielo despejado.

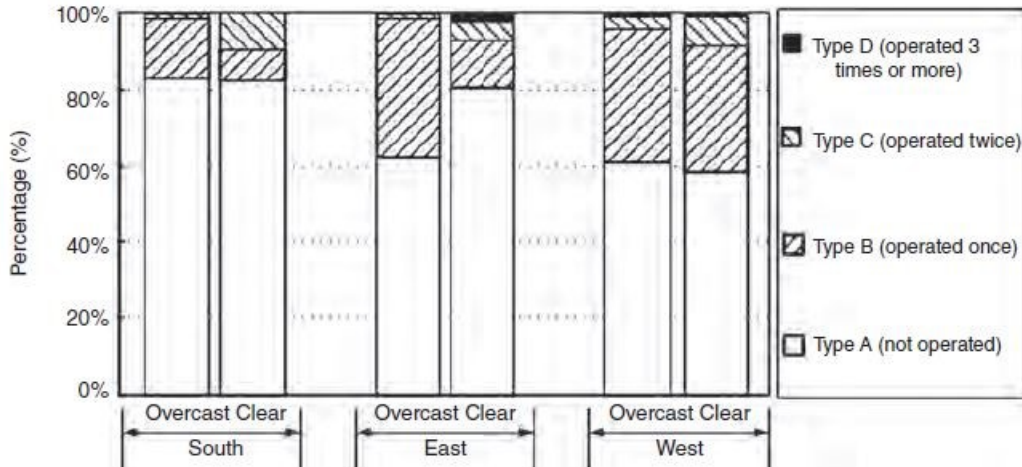


Figure 9.15 Blind operation frequency analysis. Courtesy of Elsevier.

Para llevar a cabo su conjunto de experimentos, los autores construyeron dos salas de prueba de maquetas paralelas de tamaño completo. Las habitaciones fueron construidas con las mismas dimensiones y con idénticas propiedades de pérdida y ganancia de calor; la sala de pruebas 1 estaba equipada con persianas automáticas, mientras que la sala de pruebas 2 estaba equipada con persianas manuales o motorizadas. Para evaluar el rendimiento térmico de las persianas, se tomaron medidas tanto de la diferencia entre las temperaturas interiores y exteriores, como de la velocidad a la que la temperatura disminuyó con el tiempo. En segundo lugar, para evaluar el rendimiento visual de las persianas, se tomaron medidas de la iluminación interior y exterior.

Las condiciones de prueba como se indica en la Figura 9.16 se realizaron seis días en agosto, y se tomaron medidas para tres criterios de rendimiento: diferencia de temperatura entre interior y exterior, consumo de energía y confort visual. Los autores concluyen que, dadas las condiciones probadas en las oficinas de maquetas, el sistema de persianas automatizado demostró tanto el ahorro potencial de energía como la mejora de la comodidad. Además, los autores señalaron que la automatización de las persianas en estos casos experimentales se basó únicamente en cambios en las condiciones exteriores; sin embargo, se podría lograr una mejora significativa del sistema automatizado modificando el algoritmo para incluir las condiciones interiores.

### 9.5.3 Comodidad del ocupante por el movimiento del aire: uso de un entorno de laboratorio, tratamientos físicos, instrumentación y medidas subjetivas

Aunque gran parte de la investigación sobre tecnología ambiental se basa en combinar entornos de laboratorio con medidas exclusivamente instrumentadas de variables de resultados físicos, son posibles muchas otras variaciones de la investigación de entornos de laboratorio. Un ejemplo de ello es un estudio de Edward Arens et al. sobre el uso de ventiladores de aire controlados personalmente para lograr enfriamiento y comodidad percibida. El objetivo de este estudio fue

evaluar la efectividad del uso de ventiladores, en lugar del aire acondicionado basado en el compresor, como un medio para lograr la comodidad de enfriamiento. Al hacerlo, el estudio se realizó en una cámara ambiental (es decir, en un laboratorio) donde los sujetos individuales podrían estar expuestos a un rango controlado de temperaturas cálidas (ver Figura 9.17). La cámara ambiental fue diseñada para "aparecer como un espacio residencial o de oficina realista".

| Caso | Fecha | Sala de prueba 1                                    | Sala de prueba 2                  | Enfriamiento | Observaciones                        |
|------|-------|---|-----------------------------------|--------------|--------------------------------------|
| 1    | 8/12  | Persiana automatizada:<br>Modo de ahorro de energía | Manual<br>(completamente abierto) | X            | Evaluar la diferencia de temperatura |
| 2    | 8/16  | (ver tabla 1)                                       | Manual<br>(completamente cerrado) | X            | Evaluar la diferencia de temperatura |
| 3    | 8/19  |   | Manual<br>(completamente abierto) | O            | Evaluar el consumo de energía.       |
| 4    | 8/20  |   | Manual<br>(completamente cerrado) | O            | Evaluar el consumo de energía.       |
| 5    | 8/18  | Persiana automatizada:<br>Modo confort              | Manual<br>(completamente abierto) | O            | Evaluar la comodidad                 |
| 6    | 8/29  | (ver Tabla 2)                                       | Motorizado                        | O            | Evaluar la comodidad                 |

\*Índice de oclusión 75%, ángulo de lamas: 90 °.

**Figura 9.16** Resumen de seis casos experimentales utilizados para estudiar el impacto de la persiana automatizada en el desempeño ambiental. Redibujado de Building and Environment 44, Kim, Ji-Hyun, Park, Young-Joon, Yeo, Myoung Souk y Kim, Kwang-Woo. "Un estudio experimental sobre el desempeño ambiental de las persianas automatizadas en verano", 1517-1527 (2009). Con permiso de Elsevier.

Los 119 sujetos (57 mujeres, 62 hombres) se dividieron en dos grupos de comparación. Se le pidió a un grupo que controlara la configuración del ventilador en un modo fluctuante; el segundo grupo usó el modo constante del ventilador, "en el cual la turbulencia inherente de la corriente de aire estaba en frecuencias más altas que en el modo fluctuante". Durante ambos protocolos experimentales, el tiempo de los sujetos en la cámara experimental incluyó dos segmentos de actividad distintos que generaron dos segmentos distintos Tasas metabólicas: una que incluía tanto sentarse como escalar (1.2 met) y otra que era completamente sedentaria (1.0 met). A lo largo de todas las sesiones, los sujetos experimentaron un rango de temperaturas de 25°C a 30°C.

Por lo tanto, los tratamientos representaron una combinación de controles de laboratorio y regímenes conductuales.

Las medidas de resultado incluyeron tanto la instrumentación como las calificaciones subjetivas de la comodidad percibida. El primero se logró al registrar la elección del sujeto de la velocidad del ventilador, y el segundo se midió mediante una escala de 7 puntos de frío a caliente que indica cómo el sujeto experimentó la temperatura del ambiente. Más del 80% de los sujetos en la condición de 1.2-met pudieron mantener la comodidad hasta 29°C. Como resultado, los investigadores pueden concluir que dentro de ciertas zonas de temperatura, el uso de ventiladores de aire personales puede servir como una alternativa efectiva al aire acondicionado mecánico.



Figure 9.17 Temperature range versus fan speed level. Arens, 1998. Courtesy of Prof. Edward Arens.

## Recuadro 9.2

### Experimento: conservación de energía en viviendas

Malcolm Bell y Robert Lowe buscaron probar el impacto de varias técnicas de ahorro de energía en viviendas administradas por la Autoridad de Vivienda de York, Reino Unido (ver Figura 9.18). Como tal, por lo tanto, representa un experimento de configuración de campo.



**Figure 9.18** Typical house type in Malcolm Bell and Robert Lowe's energy-efficient modernization study. Reprinted from *Energy and Buildings* 32 (2000), with permission from Elsevier Science.

Como parte de un programa más grande de tres etapas en monitoreo de conservación de energía, los autores informan sobre un esquema de 30 casas en el que el impacto de las mejoras de ahorro de energía se midió contra un "grupo de control de viviendas en el mismo esquema de modernización, pero sin energía adicional la eficiencia funciona". Las 21 casas en el grupo experimental se modernizaron con una combinación de tratamientos físicos claramente especificados: aislamiento, protección contra corrientes de aire de puertas y ventanas, calefacción central con caldera de condensación de gas y fuego de gas como fuente de calor secundaria. Las 11 casas en el grupo de control, sin trabajos adicionales de eficiencia energética, coincidían bien con las casas experimentales en términos de las características energéticas



iniciales. Como consecuencia, cualquier diferencia consistente en el consumo de energía podría atribuirse al tratamiento experimental.

Las medidas de monitoreo incluyeron temperaturas internas y consumo bruto de energía para todo el período, ambos basados en instrumentación. Aunque la diferencia de 5.536 kWh entre los grupos experimentales y de control es estadísticamente significativa al nivel de .03, los ahorros medidos son aproximadamente la mitad de lo que se predijo por el modelado de energía. Investigaciones adicionales, incluidas entrevistas con residentes, indicaron que algunos residentes usaron la fuente de calor secundaria, el fuego de gas, durante tantas horas a diario que la eficiencia energética de la caldera de gas se vio comprometida. En este sentido, el monitoreo de modificaciones de eficiencia energética en un campo, o en un entorno de vivienda del mundo real, proporcionó información importante sobre los límites del hardware de conservación, cuando no está acompañado por cambios en el comportamiento humano.

#### *9.5.4 Monitoreo experimental del confort térmico y simulación del uso de energía: uso de un prototipo de prueba construido a propósito, tratamientos físicos, medidas instrumentadas y simulaciones numéricas*

Una estrategia cada vez más común en la investigación experimental es aumentarla, ya sea de forma iterativa o en fases distintas, con modelos de simulación. Tal es el caso en un estudio de paredes solares en edificios residenciales realizado por Stazi, Mastrucci y di Perna, y descrito brevemente anteriormente en el Capítulo 3.17. El objetivo del estudio era probar si el uso de un diseño de pared Trombe (una pared solar con respiraderos en la parte superior e inferior para ventilación) combinados con un dispositivo de sombra daría como resultado una mayor comodidad térmica y ahorro de energía sobre una pared solar estándar sin ventilación. En particular, los autores pretendieron desarrollar modificaciones potenciales a los diseños de paredes solares y / o de Trombe adecuados para el clima mediterráneo, donde el uso de paredes solares es ventajoso en los meses de invierno, pero propenso en los meses de verano a mayores requisitos de enfriamiento y sobrecalentamiento. Se probaron tres condiciones de operación (o tratamientos): (1) una pared solar no ventilada; (2) una pared de Trombe en modo invierno con circulación de aire; y (3) una pared de Trombe en modo verano con ventilación cruzada. (Ver Figura 3.1 para el tratamiento de la pared solar y la pared de Trombe en condiciones de invierno y verano).



**Figure 9.19** View of the building. Courtesy of Elsevier.

Estos tratamientos se incorporaron a un prototipo de edificio residencial orientado al sur, que consta de nueve unidades de apartamentos, en el centro de Italia. Las diversas condiciones de tratamiento fueron monitoreadas durante varios años y durante diferentes estaciones; Se tomaron medidas del comportamiento térmico de las paredes solares, las condiciones de confort térmico interior y el consumo de energía (ver Figuras 9.19 y 9.20).



**Figure 9.20** Exterior view of the Trombe wall. Courtesy of Elsevier.

Una vez que los investigadores recopilaron un amplio conjunto de datos de los experimentos del estudio de caso, se realizaron simulaciones numéricas utilizando un programa de software existente utilizando un algoritmo ya validado para las paredes de Trombe. Teniendo en cuenta otras modificaciones y cálculos, los autores compararon los valores obtenidos del modelo de simulación con los datos experimentales "para verificar la fiabilidad de las herramientas de simulación en la reproducción de situaciones reales. Una vez que se calibró el modelo, fue posible generalizar los resultados ejecutando el cálculo para todo el año ".

Como resultado de la combinación de los experimentos de estudio de caso y el modelado de simulación, los autores volvieron al modo experimental con el objetivo de probar las modificaciones del diseño de la pared Trombe para las condiciones de verano, incluyendo el sombreado de las paredes solares con voladizos, el uso de persianas opacas, activando la ventilación cruzada de la pared de Trombe y mejorando la ventilación natural. Aunque el monitoreo de esta condición de tratamiento ocurrió durante un período de calor extremo, el diseño modificado de la pared de Trombe mantuvo la temperatura operativa dentro del rango de confort durante todo el período. Los autores concluyen que la configuración probada de la pared de Trombe en condiciones climáticas mediterráneas puede ser un sistema eficiente para el ahorro de energía y el confort térmico.

Consulte la Figura 9.21 para ver un resumen de las tácticas utilizadas en los estudios discutidos en la sección de este capítulo.

**Figura 9.21** Resumen de tácticas en los estudios citados.

| Estudio   | Escenario   | Tratamiento  | Medidas de resultado   |
|---|-------------|--|--|
| 1. Sistemas de operación a ciegas (Kim y cols.)                   | Campo       | Sistemas ciegos manual motorizado automatizado                         | Medidas instrumentadas Temperaturas en interiores y exteriores.<br><br>Iluminancia en interiores y exteriores        |
| 2. Ventiladores de aire controlados personalmente (Arens y cols.) | Laboratorio | Tratamientos físicos temperatura nivel de actividad tipo de ventilador | Medidas instrumentadas y respuesta conductual<br><br>elección de velocidad del ventilador<br><br>comodidad percibida |
| 3. Uso de energía en la vivienda. (Bell y Lowe)                   | Campo       | Modificaciones ambientales Caldera de gas                              | Medidas instrumentadas de temperatura interna  |

|   |                 |   |  |
|---|-----------------|---|--|
|   |                 | aislamiento<br>prueba de borrador<br>calor secundario   | consumo bruto de energía   |
| 4. paredes solares<br>(Stazi y cols.)       | Campo/Prototipo | Modificaciones solares<br>/ trombe<br>acristalamiento<br>ventilación<br>sombreado                 | Medidas instrumentadas<br>lecturas de temperatura<br>uso de energía / ahorro<br>modelado de simulación |
| 5. Percepciones de<br>fachadas.<br>(Sellos) | Laboratorio     | Tratamiento de<br>fachadas<br>área visual<br>elementos de fachada<br>fenestración<br>articulación | Percepción de la masa<br>arquitectónica.   |

### Recuadro 9.3

#### Experimento: un estudio de caso de tratamientos de fachadas

El estudio de Stamps sobre los efectos de las características de diseño en las percepciones de la gente sobre la masa arquitectónica se basa en un diseño experimental, y en ese sentido es inusual. Muchos, probablemente la mayoría de los estudios de las respuestas de los no arquitectos o usuarios a las fachadas de edificios han empleado un diseño correlacional que implica evaluaciones de edificios reales. El diseño de investigación de Stamps implicó el uso de bocetos generados por computadora de fachadas de edificios que variaron sistemáticamente el tratamiento arquitectónico de cada fachada. Se identificaron cuatro variables clave, basadas en un estudio piloto anterior, que tienen un impacto potencial en las evaluaciones de los encuestados: área visual, división de elementos de fachada, fenestración y articulación (por ejemplo, bahías o muescas) del plano de fachada. Utilizando un protocolo de diseño experimental que permite combinar múltiples tratamientos en un número limitado de estímulos (es decir, las fachadas), Stamps generó los nueve ejemplos de fachada representados en la figura 9.22. Para lograr una selección aleatoria de encuestados, Stamps confió en una empresa de investigación de encuestas para reclutar una selección aleatoria de encuestados del área local. A cada encuestado se le pidió ver conjuntos de fachadas emparejados e indicar qué fachada parecía ser más masiva.

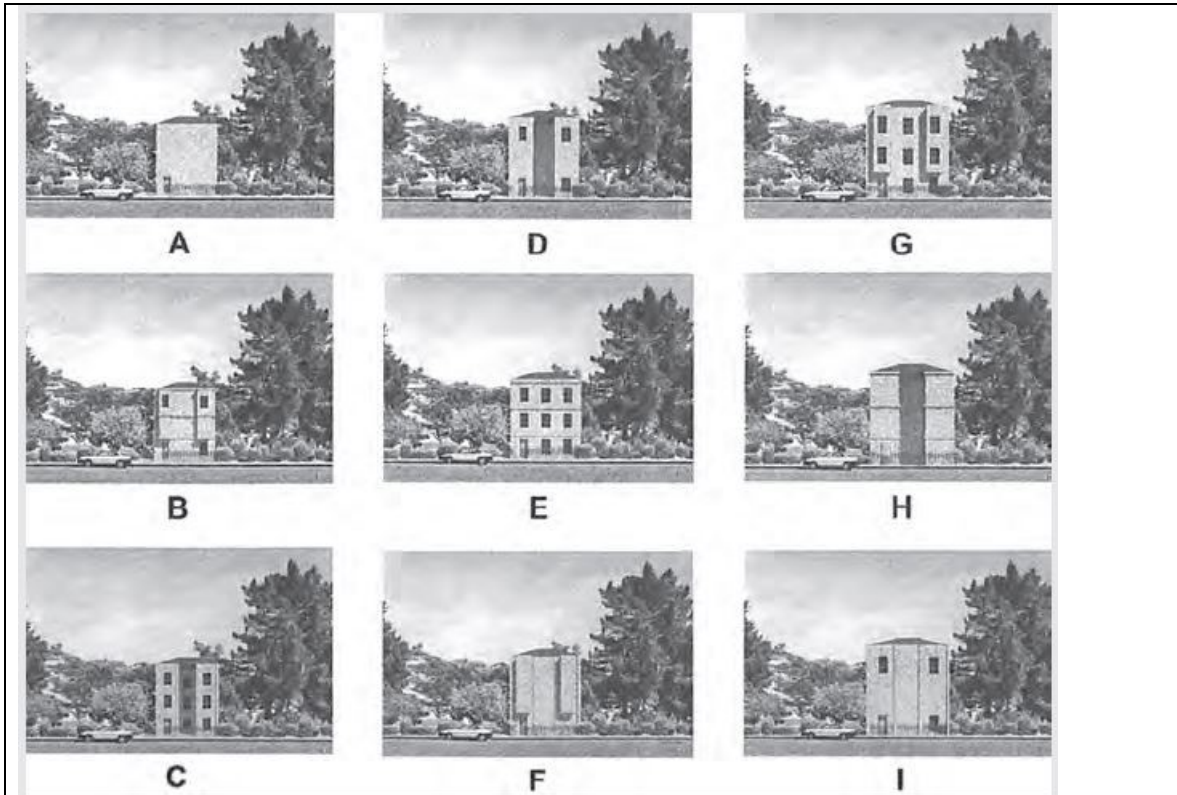


Figure 9.22 Computer-generated facade stimuli from Arthur Stamps. Courtesy of Pion Limited, London.

Los resultados del estudio de Stamps indican que la variable más influyente fue el área visual, que puede modificarse in situ por los requisitos de retroceso. Los tratamientos de fenestración tuvieron un impacto mucho más modesto en la percepción de la masa, y tanto la articulación del plano de la fachada como la división de los elementos de la fachada tuvieron un impacto mínimo.

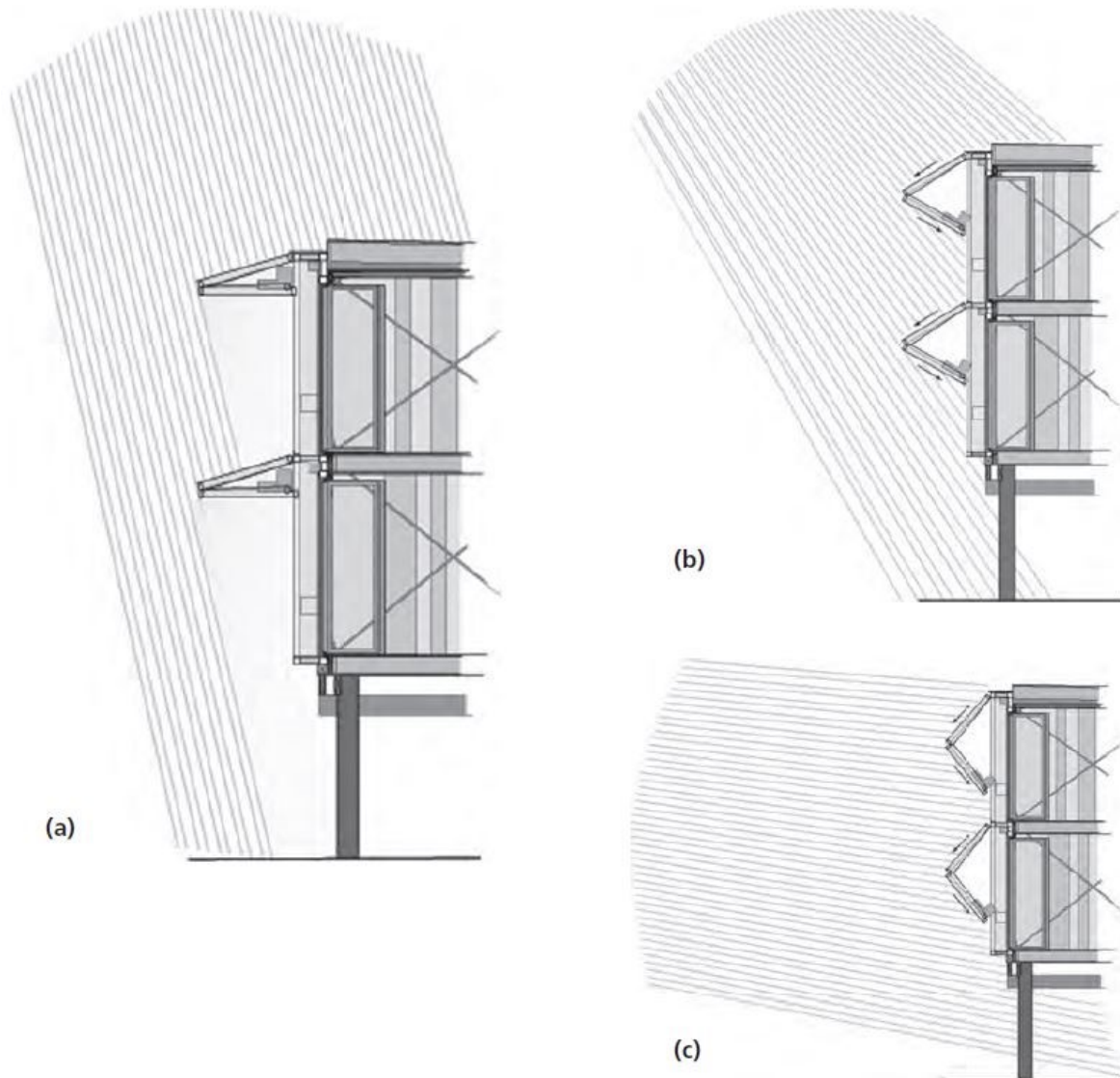
## 9.6 LA NATURALEZA COMPLEMENTARIA DE LAS CULTURAS EXPERIMENTALES EN EL DISEÑO Y LA INVESTIGACIÓN

En el Capítulo 2, argumentamos que la relación entre diseño e investigación es mucho más matizada y multifacética que una declaración de equivalencia o diferencia en blanco y negro. Aquí queremos abordar la aplicación del término experimental al estudio de diseño y los esfuerzos de práctica en el discurso reciente sobre cómo hemos discutido la noción de diseño de investigación experimental en este capítulo.

En este punto ya debería estar claro que, a los fines de la investigación académica revisada por pares, el uso del término experimento (incluido el cuasi-experimento) está restringido a las características relativamente precisas ya discutidas en las secciones 9.2 y 9.3. Sin embargo, algunos defensores del papel de la investigación en los estudios de diseño y la práctica han señalado la utilidad de comprender la cultura comparablemente experimental de la investigación y el diseño. Esto es cierto en un sentido muy general, y consistente con nuestra discusión en el Capítulo 2 sobre la equivalencia de las lógicas en uso, y así sucesivamente. Aun así, muchas instancias de la empresa de investigación en contextos de estudio y práctica son experimentales en un sentido más genérico o metafórico. Si bien muchas ideas valiosas se generan a través de la exploración inductiva (es decir, la lógica del descubrimiento), a menudo la secuencia iterativa de pruebas y documentación a través de la lógica deductiva falta o está menos desarrollada.

En este contexto, un artículo JAE de Stephen Kieran (de Kieran Timberlake) establece un reclamo legítimo de experimentación de diseño que cumple con el reclamo de la investigación experimental. Describe con cierto detalle el creciente énfasis en la investigación como el núcleo de su práctica. Luego analiza cómo en los últimos años la empresa "introdujo el proceso de monitoreo de lo que hemos planeado y construido". En este esfuerzo, sus diseños para muros cortina técnicamente innovadores se han construido como prototipos en las instalaciones de investigación y enseñanza de la Universidad de Pensilvania para La Escuela de Ingeniería. Y, en colaboración con el profesor Ali Malkawi, se ha empleado un sistema de dispositivos de monitoreo.

Finalmente, la descripción de Kieran del diseño de una residencia en Maryland detalla un proceso reflexivo de integración de ventilación natural, protección solar ajustable y una puerta de suspensión plegable como un bolsillo térmico sobre la capa de acristalamiento. Según lo explica, los datos de monitoreo de esta propuesta de diseño sugirieron nuevas líneas de desarrollo, incluida la introducción de masa térmica en la cavidad para almacenar el calor durante las horas de la tarde. Concluye sugiriendo un experimento para extraer aire caliente de la parte superior de la cavidad, "usando la fachada como un tipo de pared de Trombe" (ver Figura 9.23).



**Figure 9.23** Varying positions of the accordion-style glass doors of the Loblolly House by Kieran-Timberlake Associates LLP. © Kieran Timberlake.

En resumen, lo que Kieran describe no es muy diferente al estudio de la pared Trombe de Stazi et al. Ambos "experimentos" involucraron un proceso iterativo de retoques y pruebas de modificaciones empíricamente diferentes a un sistema de muro; ambos también utilizaron ampliamente dispositivos de monitoreo para recolectar datos y evaluar la efectividad de los tratamientos de pared. En contraste, Stazi y sus colegas, como investigadores establecidos, comenzaron con la intención de probar los sistemas de pared solar / Trombe, y luego desarrollaron un análisis más amplio a través de simulaciones numéricas para el confort térmico y

el ahorro de energía que podrían generalizarse a lo largo de las estaciones y en condiciones climáticas similares. Además, Stazi et al. probó sistemáticamente múltiples condiciones de tratamiento, mientras que Kieran Timberlake tenía como objetivo desarrollar un diseño para un cliente en particular que gradualmente evolucionó hacia consideraciones para el diseño de un sistema de pared Trombe. A pesar de estas diferencias, la distancia entre estos ejemplos de diseño experimental y la investigación experimental es muy cercana.

#### Recuadro 9.4

Aplicaciones de la investigación experimental en la práctica y la educación.

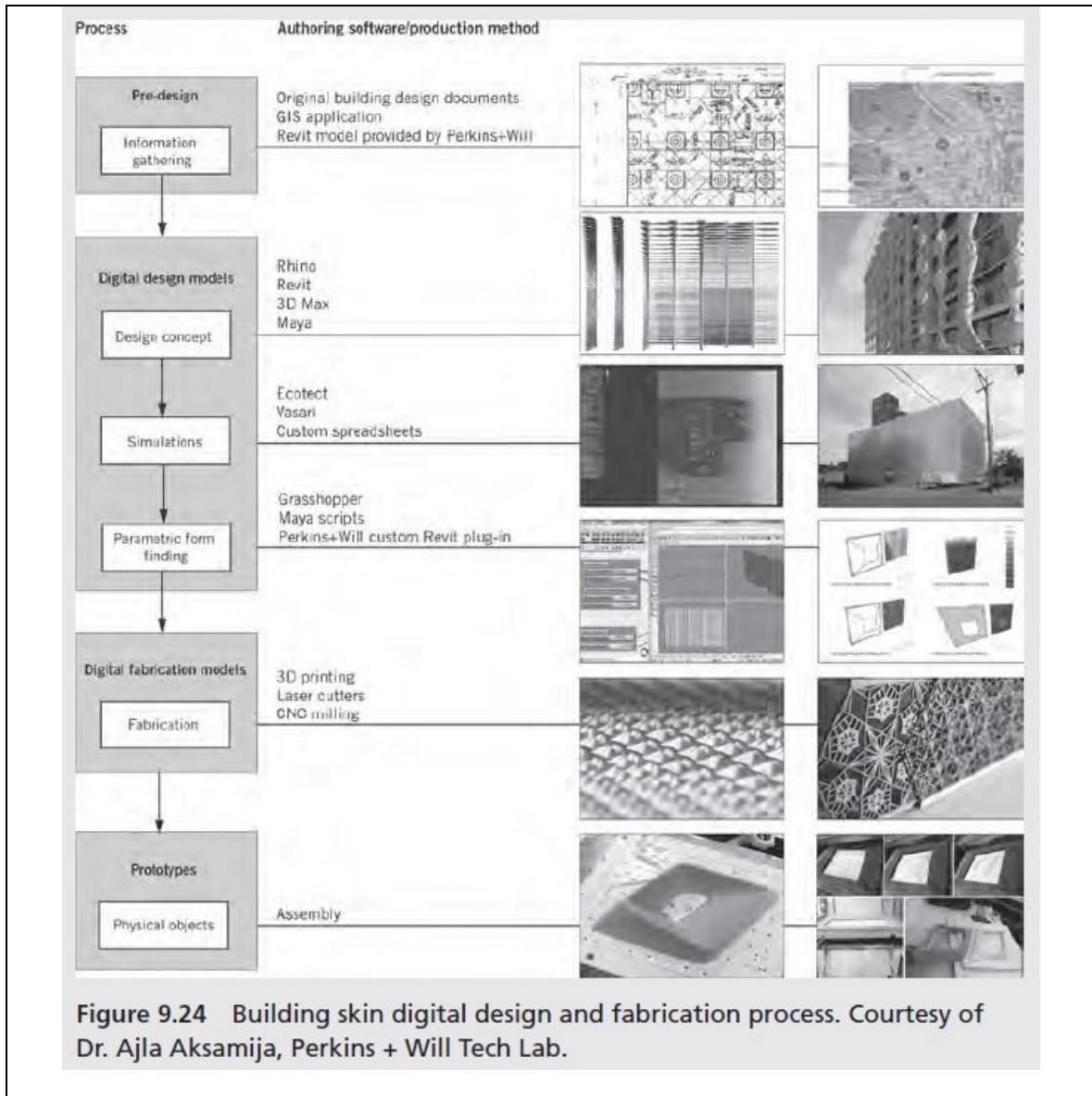
En la gran mayoría de los entornos de práctica y educación, la toma de decisiones de diseño en las áreas más técnicas de la arquitectura generalmente se basa en una amplia investigación experimental. Este es ciertamente el caso con cuestiones como la construcción de diseños de piel y el desarrollo de materiales.

En una notable colaboración entre una empresa profesional (Perkins + Will) y un estudio de diseño arquitectónico (Universidad de Cincinnati), el estudio empleó técnicas de diseño computacional, herramientas analíticas y fabricación digital para lograr objetivos de rendimiento para el diseño de la modernización de la fachada de un edificio. La investigación experimental previa es la base no solo de los diversos criterios de rendimiento, sino también del desarrollo de diversas herramientas analíticas y de simulación.

El sitio de construcción en particular fue un proyecto real de la oficina de Perkins + Will, y el personal de la oficina participó como recursos para el estudio. La tarea del estudio era "remodelar" la antigua instalación de almacenamiento en frío cerca del centro de Chicago que se estaba convirtiendo en un edificio de oficinas comerciales. La figura 9.24 describe las diversas etapas y técnicas que sirvieron como marco para el trabajo de estudio.

En este contexto de estudio, la integración de técnicas de simulación para el diseño y fabricación paramétricos condujo a una variedad de tipos de soluciones. Estos incluyen: (1) una piel de construcción adaptable que responde a los cambios diarios o estacionales; (2) una doble piel con un sistema de sombreado cinético; (3) un sistema de sombreado externo; y (4) una forma de construcción tectónica. El desarrollo de esta gama de tipos de soluciones demuestra el potencial integrador de las herramientas analíticas, de visualización y fabricación desarrolladas experimentalmente. Tales procesos de diseño no solo pueden conducir a un nivel mucho más alto de criterios de rendimiento del edificio, sino que también pueden ofrecer un lugar para la colaboración efectiva y la transferencia de conocimiento entre entornos profesionales y académicos.





## 9.7 CONCLUSIONES: FORTALEZAS Y DEBILIDAD

De todas las estrategias de diseño de investigación comúnmente empleadas por los investigadores, el experimento es, con toda probabilidad, el más controvertido. Por un lado, los investigadores postpositivistas consideran que el diseño experimental representa el más alto nivel de investigación.

El mejor método —de hecho, el único método totalmente convincente— para establecer la causalidad es realizar un experimento cuidadosamente diseñado en el que se controlen los efectos de las posibles variables de acecho. Experimentar significa cambiar activamente {x} y observar la respuesta {y}.

Esta cita es reveladora porque encapsula de manera tan nítida la esencia de lo que se considera la mayor fortaleza del experimentalismo: el dispositivo más creíble para la determinación de la causalidad, observado a través de una secuencia de un tratamiento específico y su resultado.

Por otro lado, la estrategia de diseño experimental es ampliamente criticada, por una variedad de razones, por investigadores que representan los paradigmas intersubjetivos y subjetivistas. Las académicas feministas, en particular, han articulado una serie de preocupaciones importantes. La mayoría se centra en uno de los siguientes problemas: (1) eficacia y precisión, (2) aplicación incorrecta del procedimiento experimental o (3) problemas éticos (ver Figura 9.25).

**Eficacia y precisión.** La esencia del argumento sobre la eficacia del método experimental es que la mayoría de los entornos de la vida real o los fenómenos socioculturales son demasiado complejos como para reducirlos a un pequeño conjunto de variables de tratamiento y resultados. Además, el entorno del laboratorio no se ve como un "entorno social neutral", sino más bien como un "entorno social específico que ejerce sus propios efectos". Los críticos sostienen que, en cambio, los entornos y fenómenos deben estudiarse en entornos naturales complejos y desordenados. Como lo expresaron Michelle Fine y Susan Gordon:

Si realmente quiere conocernos, no nos ponga en el laboratorio, ni nos entregue una encuesta, ni nos entreviste por separado solo en nuestros hogares. Mírame (MF) con amigas, mi hijo, su padre, mi sobrina o mi madre y verás lo que me parece más auténtico. Estos mismos momentos, que construyen quién soy cuando más soy yo, permanecen alejados de los estudios psicológicos de individuos o incluso grupos.

| Fortalezas   | Debilidades  |
|--|--|
| Potencial para establecer causalidad   | Reducción de la realidad compleja para identificar variables "causales" o independientes |
| Potencial para generalizar resultados a otros entornos y fenómenos.                                      | Uso indebido por sobregeneralización a diferentes poblaciones étnicas y de género.       |
| La capacidad de controlar todos los aspectos del diseño experimental permite la atribución de causalidad | El énfasis excesivo en el control produce problemas éticos, deshumanización              |

**Figura 9.25** Fortalezas y debilidades de la investigación experimental.

**Mala aplicación.** Los críticos que citan el mal uso o la mala aplicación del protocolo experimental a menudo se centran en la forma en que los sesgos o descuidos pueden influir inadvertidamente en

los resultados de dicha investigación. Esta crítica está articulada con bastante claridad por la conocida investigadora feminista, Shulamit Reinharz. Ella argumenta:

[P] las prácticas de publicación y el diseño experimental resaltan las diferencias y ocultan las similitudes entre los grupos. La sobregeneralización que oculta las diferencias de raza, edad, educación y otros factores es claramente inapropiada y posiblemente peligrosa. Con demasiada frecuencia, los estudios realizados en poblaciones blancas se generalizan a todos los grupos, al igual que los estudios realizados en hombres se generalizan a todas las personas, lo que produce resultados distorsionados.

Sin embargo, varias feministas y otras afiliadas a varias escuelas de pensamiento (incluidas las transformadoras, fenomenológicas y otras) han propuesto una perspectiva más matizada y pragmática mediante la cual el diseño de la investigación experimental en realidad se emplea para revelar prácticas de género y racistas. De hecho, el estudio de Devlin sobre la discriminación de género en la contratación es uno de esos ejemplos. Implícito en esta explotación del método experimental está la creencia de que, dado el poder y el respeto que exige en tantos sectores, la investigación feminista y de otra índole emancipadora solo se considerará creíble si se transmite en forma de una estrategia experimental influyente.

**Cuestiones éticas.** El núcleo de las preocupaciones éticas que se han planteado sobre el diseño experimental es que el control manipulador ejercido por el investigador coloca a los "sujetos" de investigación en una posición esencialmente impotente. Los tratamientos se aplican a los sujetos sin su consulta. O, alternativamente, un tratamiento potencialmente ventajoso (es decir, una mejor iluminación o una pedagogía neutral en cuanto al género) podría ser retenido del grupo de sujetos de "control". De hecho, incluso el lenguaje objetivado de los "sujetos", a diferencia de las personas o individuos, tiende a deshumanizar a las personas que participan en dichos estudios.

Al final, parece que la selección del diseño experimental ofrece el potencial de conferir tanto beneficios profundos como debilidades potencialmente graves. El primero incluye la atribución de causalidad, así como el prestigio y la credibilidad en algunos círculos. De hecho, en algunas áreas de investigación, especialmente en las áreas más técnicas, las premisas del trabajo experimental permanecen sin respuesta, aunque ahora se complementan frecuentemente con modelos de simulación por computadora.

Sin embargo, sus deficiencias, como se identificó anteriormente, incluyen: (1) simplificación inapropiada de problemas complejos de investigación; (2) potencial de aplicación incorrecta; y (3) el potencial de serios problemas éticos. Sin embargo, incluso la crítica feminista Shulamit Reinharz argumenta que, a pesar de sus debilidades aparentes, los investigadores pueden hacer bien en explotar sus fortalezas:

La combinación de las fortalezas del método experimental con las fortalezas de otros métodos es probablemente la mejor manera de evitar sus debilidades mientras

utiliza su poder. Del mismo modo, combinar la fuerza de la investigación con el poder de otras formas de persuasión es probablemente un enfoque útil para crear un cambio.

La noción de combinar estrategias de investigación claramente diferentes es una que se ha vuelto cada vez más popular entre los investigadores en diversos campos y disciplinas. Es un tema al que volveremos en el Capítulo 12.