

Capítulo 10

Investigación de simulación

10.1 INTRODUCCIÓN

La investigación de simulación surge de una fascinación humana más amplia con la replicación (mimesis, imitación) de objetos y escenarios del mundo real. Muy temprano en las ideas occidentales, Platón advirtió sobre la naturaleza engañosa de las copias de la realidad, mientras que Aristóteles valoró su valor terapéutico (específicamente la visualización de representaciones teatrales). Ambos puntos de vista se relacionan con la investigación de simulación. Reflejando las preocupaciones de Platón, el objetivo de la simulación es crear "copias" de la realidad. ¿Qué tan precisas son las copias? ¿Qué dejan de lado las copias de cosas reales sobre esas cosas reales? Para los investigadores de simulación, estas son preguntas básicas. Y luego está Aristóteles. Aristóteles enseñó que la naturaleza misma del arte (específicamente la poesía, que incluye el drama) es representar cómo podrían ser las cosas, no cómo son realmente las cosas, y ver representaciones de estas posibilidades puede ser terapéutico. Esto se debe a que podemos experimentar emociones provocadas por las representaciones sin sufrir los peligros de las cosas reales que representan. Aplicado a la investigación de simulación, este es uno de sus puntos fuertes: podemos aprender sobre los terremotos sin pérdida de vidas; podemos aprender a volar aviones sin temor a estrellarse; podemos simular toda una ciudad bulliciosa sin el costo de construirla realmente.

La simulación es un diseño de investigación notablemente ubicuo, que se puede implementar en una amplia gama de temas, con fines que abarcan desde aplicaciones altamente específicas en proyectos de diseño hasta la construcción de teorías. Igualmente importante, la simulación con frecuencia se presta para muchos usos como táctica dentro de otras estrategias de investigación, o como un socio completo en estrategias combinadas (ver Capítulo 12).

En particular, la combinación de experimento y simulación en fases secuenciales se implementa comúnmente en la investigación de tecnología ambiental (consulte el Capítulo 9 para ver algunos ejemplos específicos). De manera similar, dentro del contexto de otros diseños de investigación (por ejemplo, diseños correlacionales o cualitativos), las reacciones de las personas a diversos entornos, simuladas por fotografías, maquetas a gran escala y similares, pueden investigarse de manera efectiva. Del mismo modo, la simulación también puede aumentar la investigación histórica para investigar los avances técnicos en ejemplos de edificios notables a lo largo del tiempo, como se describe en un ejemplo más adelante en este capítulo.

Con esta visión general como telón de fondo, primero nos enfocamos en algunos de los desarrollos más recientes en la investigación de simulación permitidos por los avances en la tecnología informática.

10.2 EJEMPLOS ACTUALES DE INVESTIGACIÓN DE SIMULACIÓN

El diccionario define la simulación como "la representación del comportamiento o las características de un sistema mediante el uso de otro sistema, especialmente un programa de computadora diseñado para ese propósito". Esta definición cubre el significado general de la simulación, pero también reconoce el dominio creciente de la computadora en este campo. En los

Este es un documento de referencia y debe ser utilizado como tal. La versión original del documento está en inglés en la bibliografía del curso.

10 años desde que se lanzó la primera edición de este libro, este se ha convertido en el caso con respecto a la simulación como una estrategia de investigación arquitectónica; La tecnología informática se ha expandido enormemente. El “modelado de información de construcción”, entendido en su sentido genérico, no solo modela dinámicamente edificios espacial y operacionalmente en 3D, sino que también puede modelar secuencias de administración de construcción de un proyecto de construcción (llamado 4D), factores del ciclo de vida proyectados durante períodos de tiempo más largos, y costos del proyecto en tiempo real (llamado 5D). Aquí hay algunos ejemplos de cómo las computadoras han revolucionado los estudios de simulación.

10.2.1 Simulación de factores humanos complejos

Evacuación de edificios durante un incendio. La primera edición de este libro proporcionó un ejemplo simple de modelado por computadora para la evacuación de un edificio durante un incendio. Los avances en esta tecnología se pueden ver en recientes simulaciones por computadora de diferentes escenarios de evacuación en la Torre Norte del World Trade Center durante el ataque del 11 de septiembre de 2001: 4 ¿Qué pasaría si un eje de la escalera permaneciera intacto sobre la zona de impacto en las horas iniciales después de la torre? ¿lavarlo? ¿Qué pasaría si la carga del ocupante estuviera a plena capacidad (aproximadamente 25,000 personas)? ¿Cuántos habrían perecido dadas las configuraciones actuales? ¿Cuál fue el impacto de los bomberos que ingresaron al edificio en las personas que intentaban evacuar el edificio? ¿Cuál fue el tiempo de espera para las personas que salen de los pisos superiores? “Hace cinco años”, dicen los autores, “se habría considerado un desafío realizar un análisis de diseño de evacuación para un edificio de 110 pisos con 25,000 personas. Con las sofisticadas herramientas de modelado actuales y las computadoras personales de alta gama, esto ahora es posible”. Por ejemplo, los autores descubrieron que, para un edificio completamente ocupado, todos los ocupantes sobrevivientes sobre el piso 91 (piso superior de impacto) podrían haber salido del edificio antes de su construcción. colapsar si al menos una escalera permaneció intacta. Obviamente, esto requiere una dispersión estratégica de escaleras en futuros diseños. Los investigadores postularon aún más a partir de su modelado que, si bien es intuitivo que los pisos más altos resultan en tiempos de espera más largos para salir, puede llegar un momento en que los tiempos de espera se mantengan estables por encima de un umbral de altura. Esto puede generar preguntas sobre por qué necesitamos construir edificios cada vez más altos. Este estudio también es significativo al mostrar que la investigación de simulación no solo es útil para proyectar condiciones futuras; puede realizar análisis de naturaleza forense para eventos pasados.

10.2.2 Simulación en etapas anteriores del proceso de diseño arquitectónico

Realidad virtual en diseño esquemático y desarrollo de diseño; Creación rápida de prototipos. Los sistemas anteriores de diseño asistido por computadora se llamaban más adecuadamente bosquejo asistido por computadora: la computadora como un lápiz sofisticado para producir documentos de construcción. La segunda generación de sistemas asistidos por computadora, como el software Revit, es "más inteligente" porque el sistema responde a un cambio realizado por el usuario actualizando todas las demás condiciones afectadas por ese cambio. Ahora las computadoras están comenzando a ayudar a las decisiones de diseño en las primeras etapas del diseño esquemático y el desarrollo del diseño. Por ejemplo, investigadores de la Universidad de Washington estudiaron el uso de la tecnología de imágenes de realidad virtual en un estudio de

arquitectura para estudiantes. Las primeras ideas de diseño se programaron para que los espacios se pudieran experimentar virtualmente. Curiosamente, un resultado fue el regreso del diseño de interiores como una tarea arquitectónica primaria:

El uso de la realidad virtual al principio del proceso de diseño forzó el desarrollo detallado del espacio interior tanto como el exterior. Al tener la oportunidad de "entrar" en el diseño y verlo desde adentro, el diseñador se vio obligado a resolver conexiones complejas y detalles que no habrían sido evidentes con otros medios.

La tecnología trajo a la luz "implicaciones espaciales ... con y sin muebles". Todo esto no estaba disponible por medios convencionales. Las limitaciones aún abundan. Los investigadores muestran que el diseño esquemático temprano aún es difícil de adaptar a la computadora; Es solo después de que los conceptos de diseño iniciales se hayan esbozado a mano y programado en la computadora que el modelado virtual se vuelve útil en el desarrollo del diseño. Sin embargo, lo que es significativo aquí es el desenfoque de los humanos con capacidades informáticas en las primeras etapas del diseño de la arquitectura, con el resultado de que los medios convencionales de representación del diseño arquitectónico (plan, sección, elevación) parecen estar dando paso cada vez más a la tecnología de animación que permite para modelos dinámicos tridimensionales. En la práctica profesional real, el estudio de arquitectura Perkins + Will lidera el camino para comprender cómo la simulación de modelado de información de construcción (BIM) puede informar cada etapa del proceso de diseño, incluido el diseño conceptual y el diseño esquemático. En estas etapas anteriores, la simulación ayuda a comprender la información climática, los escenarios de sombreado, la orientación, y estrategias pasivas.

Esto lleva a otro ejemplo de simulación en el pensamiento de diseño temprano: la tecnología de creación rápida de prototipos. Michael Speaks ha propuesto que la rapidez con que esta tecnología permite a un diseñador producir soluciones alternativas tridimensionales ha borrado la distinción entre pensar y hacer. El orden previo de las cosas, argumenta Speaks, el pensamiento privilegiado sobre el hacer en ese diseño las acciones fueron guiados por principios teóricos predeterminados que se consideran verdaderos. Pero si el pensamiento se puede expresar casi simultáneamente mediante la creación rápida de prototipos tridimensionales, los prototipos de diseño se pueden "probar, rediseñar, volver a probar de forma rápida, económica y en condiciones que se aproximen mucho a la realidad".

10.2.3 Integración del software de simulación

UrbanSim, ESRI ArchGIS; Plantilla de ciudad virtual. Porque es la naturaleza de la investigación de simulación para proporcionar representaciones holísticas de lugares o eventos del mundo real, la precisión de la representación requiere ingresar la mayor cantidad de datos posible sobre esos lugares y eventos. Aquí nuevamente las computadoras son la plataforma ideal para la investigación de simulación; Las computadoras pueden "simular las pequeñas fuerzas que unen las moléculas ... las estructuras de soporte de los grandes rascacielos ... el comportamiento de la economía", y así sucesivamente. Los sistemas informatizados de información geográfica (SIG) construyen modelos que predicen el crecimiento urbano, las redes de transporte y otros fenómenos construidos a gran escala. Estos modelos de computadora manejan bases de datos extremadamente complejas. Por ejemplo, CityEngine es un software de modelado 3D especializado en simulación detallada de entornos urbanos, utilizado por urbanistas y arquitectos.

Este es un documento de referencia y debe ser utilizado como tal. La versión original del documento está en inglés en la bibliografía del curso.

Al admitir formatos estándar de la industria, como archivos de forma ESRI, modelos 3D y archivos AutoCAD DXF, permite a los diseñadores importar y exportar datos fácilmente para crear simulaciones detalladas de entornos urbanos. Sus herramientas de diseño interactivo facilitan la edición y modificación rápidas de diseños de calles urbanas y fachadas. La plantilla de ciudad virtual de ESRI es un ejemplo de esta tecnología.

Otro ejemplo es un programa desarrollado en la Universidad de Washington para modelar el crecimiento urbano (UrbanSim). Este software amplió el alcance del modelado SIG bidimensional tradicional, que generalmente cubre grandes escalas de área espacial, a niveles de detalle precisos, con la integración de la capacidad de modelado tridimensional. La capacidad de las herramientas de los sistemas de información geográfica para capturar, almacenar y analizar datos masivos permite proyecciones de escenarios de diseño urbano que pueden simular dinámicamente los resultados si se les da un conjunto de entradas hipotéticas. Los hogares, las empresas, los desarrolladores y los gobiernos toman decisiones. "Al tratar el desarrollo urbano como la interacción entre el comportamiento del mercado y las acciones gubernamentales, UrbanSim está diseñado para maximizar la realidad, aumentando así su utilidad para evaluar los impactos de planes y políticas gubernamentales alternativas relacionadas con el uso de la tierra y el transporte".

La noción de "maximizar la realidad" requiere más estudio. La tecnología de simulación informática cada vez más poderosa plantea una preocupación sobre la diferencia entre "realidad", entendida como contextos y eventos cotidianos del mundo real, e "hiperrealidad". Este último término designa imágenes generadas por computadora y entornos que pueden ser "más reales". de lo que podemos esperar en la actualidad. Y así, si bien una preocupación táctica persistente de la tecnología de simulación es su capacidad para representar con precisión la realidad, ahora surge una preocupación de lo que podríamos llamar una representación excesiva. En cualquier caso, una pregunta para programas poderosos como UrbanSim es en qué medida pueden lograr el equilibrio entre la representación insuficiente de los resultados de grandes interacciones de datos, frente a la producción de resultados más idealizados que reales.

Recuadro 10.1

Herramienta GeoDesign Suite

Estamos en una coyuntura en tecnología informática donde las herramientas de diseño asistidas por computadora se actualizan en la siguiente etapa, que son herramientas de simulación. Esto permite que la tecnología informática sea más activa en las primeras etapas del pensamiento y el proceso de diseño. La herramienta GeoDesign Suite, ser desarrollado en la Escuela de Diseño y Construcción de la Universidad Estatal de Washington, es un ejemplo. GeoDesign Suite funciona con modelado paramétrico. El programa tiene un generador de funciones conceptuales, con tecnología de dibujo inteligente, que no solo recibe las propias entradas del diseñador, sino que lo relaciona inmediatamente con imágenes y patrones conocidos a través de Google Goggles

La investigación que se muestra (ver Figura 10.1) también propone una capacidad de modelado de simulación más avanzada, llamada herramientas algorítmicas. Aquí, un Tablero de

instrumentos 3E proporciona indicadores de cálculo para los tres aspectos importantes del diseño sostenible: equidad, eficiencia y medio ambiente (el 3E). Al proporcionar algoritmos sofisticados para cada componente del 3E, esta herramienta genera evaluaciones detalladas para diferentes escenarios de diseño en tiempo real, lo que mejora enormemente el proceso de toma de decisiones. Con esta tecnología de simulación, los diseñadores pueden ajustar rápidamente sus diseños para objetivos específicos, tomando decisiones óptimas basadas en la retroalimentación en tiempo real de los medidores.

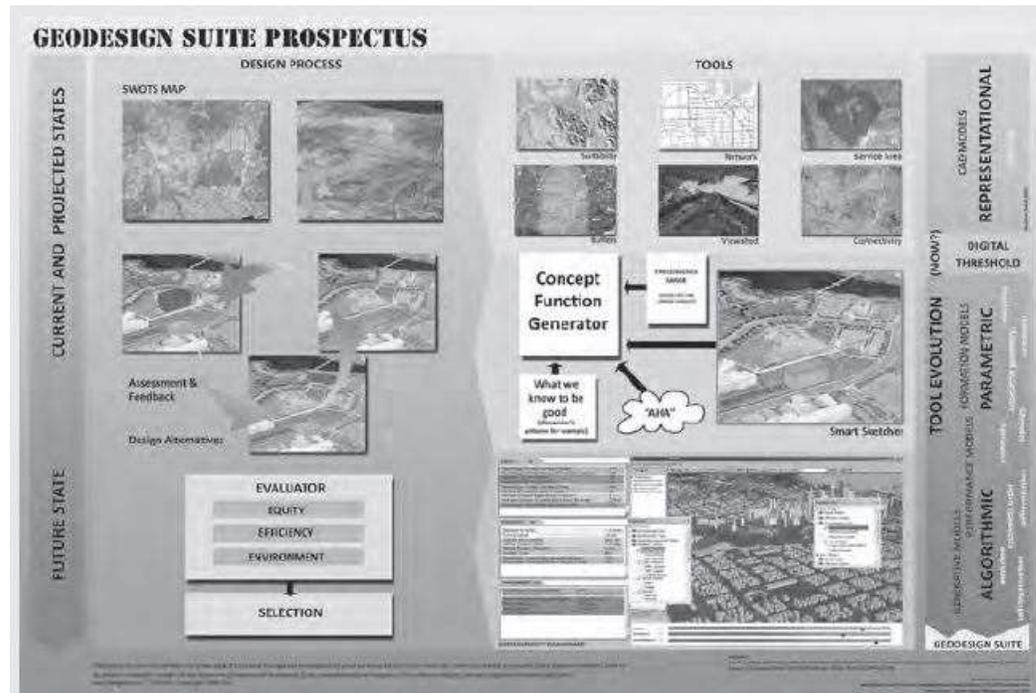


Figure 10.1 Panel featuring the GeoDesign Suite Tool, being developed at Washington State University School of Design and Construction. Courtesy of Brooks, K., A. Joplin, and M. Xu.

10.2.4 Simulación en tiempo real

"Edificios inteligentes". En la primera edición de este libro, notamos la tendencia hacia los "edificios inteligentes". Jong-Jin Kim describió un escenario usando una "tarjeta inteligente":

[Cuando] un empleado ingresa al vestíbulo de entrada principal usando una tarjeta IC, el sistema de administración central del edificio envía un ascensor al vestíbulo. A medida que la persona avanza y entra a su oficina, la tarjeta IC envía instrucciones para encender las luces y la unidad de distribución de aire. Por la noche, las tarjetas IC ayudan a determinar si un espacio está ocupado y, si está desocupado, los sistemas ambientales se apagan automáticamente.

Esta investigación, por supuesto, ha progresado. Los programas de computadora pueden adaptar los sistemas mecánicos y eléctricos de un edificio para que funcionen en respuesta a las

necesidades del usuario en tiempo real. Los patrones de comportamiento del usuario se registran mediante sensores distribuidos en todo el edificio. A partir de estos datos, un programa de computadora simula internamente escenarios alternativos de configuraciones óptimas para ahorrar energía en iluminación o niveles térmicos para cargas de ocupantes en tiempo real. En sus "Modelos autoorganizados para edificios inteligentes", Ardeshir Mahdavi designa cuatro componentes básicos para un sistema de construcción inteligente. Primero está la entidad controlada, que puede ser un espacio único o espacios conectados en red en todo un edificio. En segundo lugar, los sensores en la entidad controlada (o zona de impacto) miden un rango de entradas tales como factores ambientales, cargas de ocupación en tiempo real, condiciones exteriores y similares. Un controlador es el agente de toma de decisiones, el programa de computadora que simula "representaciones" de posibles escenarios. Luego puede realizar cambios en la entidad controlada mediante la alteración de un dispositivo de control. Ahora hay productos comerciales que pueden realizar versiones simples de estas funciones; El termostato Nest es un ejemplo. Este dispositivo de control no solo registra patrones de uso de energía para una fácil revisión de los costos, sino que también aprende el comportamiento de los ocupantes. Por ejemplo, ajusta automáticamente la configuración de temperatura según los patrones para cuando los ocupantes salen de la casa o se retiran por la noche. Godfried Augenbroe describe un desarrollo futuro fácilmente imaginable para esta tecnología:

La simulación puede ser parte de un servicio de comercio electrónico, como el catálogo electrónico alojado en la web de un fabricante de componentes de construcción. Cada producto en el catálogo podría estar acompañado por un componente de simulación que permita a los usuarios inspeccionar la respuesta del producto a las condiciones especificadas por el usuario.

Con el aumento de la miniaturización, una idea más radical para la simulación de componentes son las células inteligentes, que funcionan como componentes computarizados dentro de nuestros cuerpos. Tras aportes como la exposición a la infección, estas células pueden "representar" diversos escenarios y desencadenar las respuestas más favorables dentro de nuestros cuerpos. Una idea como esta subraya el hecho de que la revolución informática probablemente redefinirá la "arquitectura" como la conocemos mucho más que la Revolución Industrial.

10.2.5 Simulación inmersiva de edificios

CUEVA. Esta es una tecnología mediante la cual un usuario puede ser colocado "en" un entorno tridimensional generado por computadora, uno que responde (idealmente) a las acciones en tiempo real del usuario. El término realidad virtual se usa a menudo en este sentido. La simulación virtual puede ser inmersiva, en la cual el usuario experimenta una inclusión completa en la configuración simulada; o aumentado, en el que un dispositivo permite al usuario ver algún tipo de contexto simulado superpuesto en configuraciones del mundo real. La primera edición de este libro citó CAVE (entornos virtuales asistidos por computadora), para ilustrar esta tecnología; Una colección de trabajos de investigación sobre esta tecnología todavía está disponible en línea. La "Simulación de construcción inmersiva" de Ali Malkawi describe el progreso de esta investigación desde ese momento. Malkawi señala que la simulación de construcción de este tipo en realidad va a la zaga de otros usos de la simulación de realidad virtual o aumentada, como la tecnología de simulador de vuelo o aplicaciones militares de operaciones de teatro simulado. Malkawi señala

que esta tecnología aún es experimental, y los costos siguen siendo altos. Pero, de nuevo, es bastante fácil imaginar cómo los entornos totalmente inmersivos serán parte de nuestras vidas en un futuro no muy lejano. Esto tiene implicaciones no solo para la arquitectura, sino también para la medicina, los negocios, el entretenimiento, los viajes y muchas otras áreas de la vida.

10.2.6 Modelado de secuencias de construcción

El modelado de información de construcción (BIM) permite la simulación dinámica de escenarios en un punto, pero más significativamente, el comportamiento de las estructuras en construcción a lo largo del tiempo. Por ejemplo, el programa modela los vertidos iniciales de concreto, pero también sigue el concreto a medida que cura; por lo tanto, puede guiar cuándo se pueden eliminar los formularios. El programa calcula las cargas en el marco del edificio durante el vertido y durante la vibración del hormigón (lo que crea grandes cargas), y calcula las nuevas cargas distribuidas mientras se retiran las formas. El programa BIM gestiona información básica, que incluye los datos geométricos 3D del proyecto; Información 4D, que contiene información de recursos, información del sitio y datos de programación y procesamiento; e información estructural (condiciones de carga, perfiles estructurales y similares). Genera soluciones integradas a partir de estas fuentes de datos. Un resultado es la capacidad de proyectar (para evitar) colisiones de maquinaria en sitios de construcción. Los autores afirman que su trabajo es el primero en establecer un "modelo de espacio-tiempo 4D" que ayuda a los gerentes a "analizar y evitar posibles colisiones durante todo el proceso de construcción".

10.3 ESTRATEGIA DE INVESTIGACIÓN DE SIMULACIÓN

Aquí abordamos las características definitorias de la simulación como estrategia de investigación. Parte de esta tarea es aclarar algunos términos que a menudo se encuentran en la literatura de simulación. Debido a que los avances en la tecnología informática ocurren tan rápido, es útil considerar algunas de estas definiciones. Después de estas aclaraciones, describimos algunas relaciones que la investigación de simulación tiene con otras estrategias de investigación.

10.3.1 Representación versus simulación

La representación de la palabra a menudo ocurre, con varios tonos de significado, en la literatura de simulación. Para nuestros propósitos, la representación denota una imagen fija que representa un objeto real porque la imagen tiene cualidades medibles que describen y representan la cosa real. En este sentido, los dibujos arquitectónicos son representaciones. Las fotografías, el medio del que gran parte de la educación arquitectónica ha dependido hasta ahora, también son representaciones bajo esta definición. Los modelos arquitectónicos tridimensionales a escala también son representaciones. Es solo cuando se pueden generar datos de varias entradas de escenario a partir de representaciones que podemos decir que se está produciendo la simulación. Esto se puede lograr con representaciones fijas.

Un ejemplo es un estudio que utiliza fotografías (diapositivas) y modelos a escala de hogares de ancianos. En lugar de traer personas mayores a los edificios reales, a las personas mayores se les mostraron modelos y una serie de diapositivas de los espacios. Se demostró en este caso que aquellos que experimentaron los entornos representados tenían un mejor "conocimiento práctico" de los edificios que aquellos que realmente los visitaron. El último grupo experimentó

dificultades para encontrar lugares fuera de secuencia de su exposición inicial al sitio, pero el grupo que estuvo expuesto a las fotografías y modelos fijos no experimentó dificultades similares (de hecho, encontraron lugares no incluidos en la visita simulada). Debido a que los datos surgieron de estas interacciones con las imágenes fijas, la investigación se incluyó en una colección de ejemplos de investigación de simulación.

La tecnología informática ha desdibujado aún más la distinción entre representación y simulación. Por ejemplo, el popular software Sketchup, que se puede descargar gratuitamente desde Google, ofrece vistas casi infinitas de un edificio, en planos, secciones, vistas aéreas y similares, después de que se hayan ingresado las dimensiones. ¿Es esta representación o simulación? La mayoría diría que es una herramienta de representación porque las numerosas vistas que Sketchup genera todavía son fijas y operadas por el usuario. No es hasta que hay una capacidad "inteligente" en un programa de modelado por computadora que permite interacciones dinámicas que producen datos medibles que podemos decir que se está produciendo el modelado de simulación. Más cerca de la simulación es algo así como los escenarios de trayectoria solar. El programa Revit de Autodesk proyecta la posición del sol en relación con un edificio en cualquier momento y en cualquier lugar. Estas son representaciones fijas que, sin embargo, comienzan a ofrecer información dinámica. Quizás el punto más destacado es que el avance de la tecnología informática puede llevarnos a un punto, como sugieren algunos de los ejemplos anteriores, en el que un número infinito de representaciones fijas en secuencia logran simulaciones de comportamientos "en tiempo real". Debido a que estamos en este tiempo de transición, la palabra representación puede ser utilizada con diferentes tonos de significado por varios comentaristas en el campo de la simulación.

10.3.2 ¿Qué es un modelo?

Esta es otra palabra omnipresente utilizada en la investigación de simulación. En términos de simulación, un modelo es el sistema general que simula la realidad que se está estudiando. Un modelo puede existir en una variedad de formas: desde un modelo matemático compuesto por expresiones numéricas abstractas, hasta espacios de laboratorio equipados (por ejemplo) en salas de conferencias para probar la iluminación, hasta lo que los arquitectos aún piensan con mayor frecuencia cuando se usa la palabra modelo, representaciones tridimensionales a pequeña escala de espacios reales (ver Figura 10.2a). En los Países Bajos, era una práctica para las maquetas de tamaño completo de residencias enteras para ser probadas antes de continuar la construcción real (ver Figura 10.2b). El proceso puede revelar en condiciones de investigación por qué, por razones subjetivas, algunas personas prefieren ciertos entornos y no otros. (Este es otro ejemplo de una "representación fija", aquí una réplica de tamaño completo de una residencia, que genera datos a través de interacciones dinámicas con "residentes"; por lo tanto, es simulación). En un libro reciente sobre investigación de diseño, Sally Augustin y Cindy Coleman discuten cómo los resultados de la simulación pueden derivarse de modelos fijos. Lo llaman simulación espacial, con lo que se refieren a modelos fijos que pueden variar desde "increíblemente detallados y realistas" hasta cajas tridimensionales que se aproximan aproximadamente a un espacio. Un punto a tomar de sus observaciones es que estas simulaciones espaciales deberían ser capaces de "aprender" con el tiempo: "A medida que los usuarios interactúan con una simulación, debe ser reconfigurable" para que se pueda obtener más información de múltiples representaciones.

Este aprendizaje a lo largo del tiempo, o lo que llamamos generación de datos de una variedad de escenarios de entrada, es el aspecto de simulación de estos modelos fijos. Tenga en cuenta también que este uso de modelos fijos puede ser una táctica para la investigación cualitativa; Los "usuarios" de Augustin y Coleman implican sujetos vivos, quizás grupos focales. Colin Clipson clasifica cuatro tipos de modelos de simulación: icónicos, analógicos, operativos y matemáticos. Los dos primeros tienen más que ver directamente con contextos físicos. Los modelos icónicos se utilizan en la prueba directa de materiales o productos en condiciones simuladas. Por ejemplo, los conjuntos de pared reales se prueban para determinar la resistencia al fuego; Las alfombras y otros materiales interiores se prueban en condiciones simuladas para determinar sus niveles de propagación de llama. Análogo denota "simulación dinámica de un sistema físico real o propuesto". Los simuladores de vuelo son de esta variedad. Los modelos operativos tratan con personas que interactúan dentro de contextos físicos; Los datos se generan por juego de roles. Los escenarios de la sala de emergencias del hospital, o la respuesta a los ataques terroristas, se pueden simular de esta manera. Los modelos matemáticos son sistemas de codificación numérica que capturan las relaciones del mundo real en valores abstractos cuantificables; Este es el dominio de la expansión de la tecnología informática frente a la simulación. Como se señaló anteriormente, cada vez más la dirección es hacia modelos de computadora que integran enormes cantidades de información a través de bancos de datos.



Figure 10.2a A to-scale model of a proposed church interior. One can orient the model to the sun in such a way that would suggest how the actual space might look under the same conditions. But generally, fixed architectural models are representations more than simulations. Courtesy of Professor Matthew Melcher.

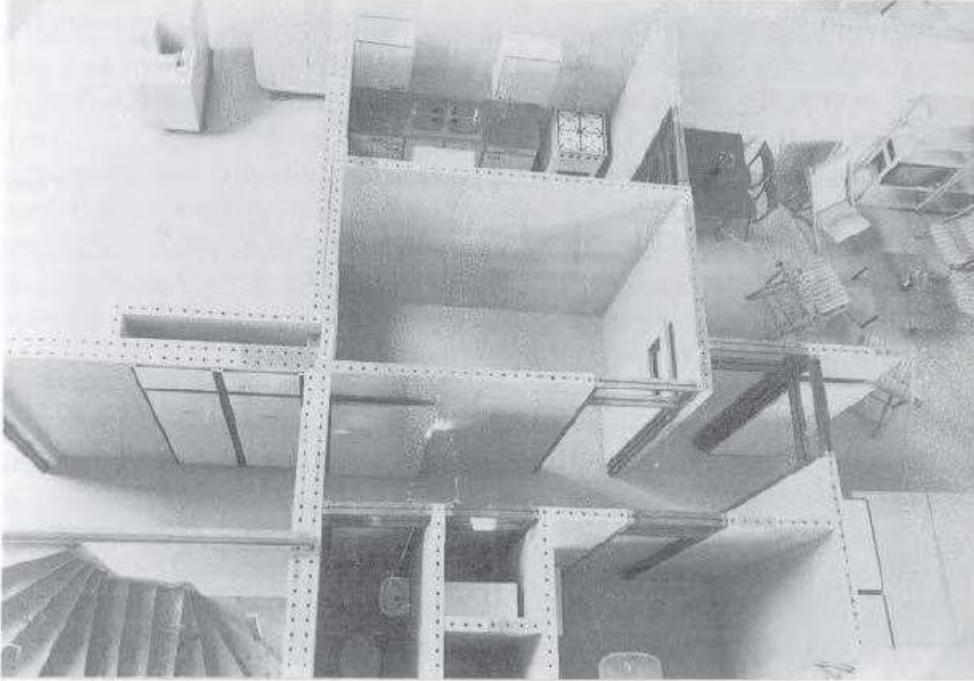


Figure 10.2b Full-size mock-ups of residential spaces in Amsterdam: residents participated in these simulated environments prior to actual construction of the design. Courtesy of Plenum Press. From Marans/Stokols *Environmental Simulation* (1993).

Una vez más, cuando las representaciones, ya sean bidimensionales o tridimensionales, se implementan de modo que generan datos medibles a partir de interacciones dinámicas bajo diversas entradas de escenario, se está produciendo la simulación.

10.3.3 Predicción versus proyección / patrón

La simulación nos da conocimiento sobre posibles condiciones del mundo real sin atravesar las barreras éticas, los peligros físicos o los gastos financieros de las condiciones reales. Consideremos ahora más el tipo de conocimiento que podemos obtener. Todos hemos participado en simulacros de incendio para prepararnos para la probabilidad de lo real. ¿Pero qué aprendemos? No aprendemos nada que pueda predecir con precisión el comportamiento futuro. Pero nuestra experiencia en la simulación nos enseña patrones de comportamiento, o proyecciones de posibles comportamientos, basados en una réplica preparada de manera realista y esperamos rigurosa de las circunstancias reales. En la simulación del World Trade Center citada anteriormente, los autores realizaron 50 cálculos cada uno de los 4 escenarios para obtener sus resultados. En otras palabras, fue el compuesto estadístico de 50 conjuntos de datos lo que les dio confianza con respecto a los patrones de comportamiento para los escenarios (por ejemplo, con y sin bomberos; con y sin una escalera intacta de arriba a abajo; etc.). Esto no quiere decir que la proyección o el patrón reemplacen la predicción; solo aumenta el rango, o quizás los tipos, de resultados predictivos. El modelado de información de construcción (BIM), por ejemplo, puede realizar fácilmente estudios de simulación del tipo predictivo, como el modelado del flujo de aire o la velocidad de curado del concreto en una aplicación en particular.

10.3.4 Investigación de simulación en relación con la investigación experimental y correlacional

Como se describió anteriormente en el Capítulo 9, la investigación experimental tiene como objetivo evaluar las hipótesis de investigación e identificar los efectos causales de las variables clave en las mediciones de resultados. A este respecto, una limitación de la investigación experimental es que es necesariamente reductiva; aísla las variables del mundo real para estudiar los vínculos causales esenciales dentro del fenómeno de estudio. En contraste, la investigación correlacional busca iluminar las relaciones entre variables medidas discretamente en circunstancias naturales (ver Capítulo 8).

Por el contrario, la estrategia de simulación tiene como objetivo replicar de manera holística todas las variables relevantes en un entorno o fenómeno. En otras palabras, puede iluminar cómo una sinfonía (o tal vez una cacofonía) de entradas contribuyen a la realidad holística. Cuando se simula el comportamiento de ese holismo, podemos observar qué variables significativas están en juego y postular pasos adicionales. William Crano y Marilyn Brewer lo expresan de esta manera: "Una simulación bien diseñada tiene el potencial de aislar el fenómeno social de interés sin destruir su significado contextual natural". La naturaleza holística de la simulación es tanto su atracción como su limitación. Es atractiva porque el contexto simulado promete una visión del mundo real de una situación hipotética. Sin embargo, una limitación correspondiente es que el "holismo" intencional de la simulación no siempre se puede replicar satisfactoriamente (ver sección 10.4.1).

Sin embargo, las diferentes consideraciones de las variables clave de interés en los tres diseños de investigación (experimental, correlacional y de simulación) ofrecen un gran potencial para combinar pares de estrategias en un diseño de investigación de métodos mixtos (ver Capítulo 12). Alternativamente, como ilustran varios ejemplos en este capítulo, la simulación puede usarse como una táctica muy efectiva dentro de una de las otras estrategias de investigación.

10.3.5 Investigación de simulación en relación con la investigación cualitativa y / o histórica

Para que la investigación de simulación sea significativa, se requieren actividades de investigación que no estén estrictamente dentro del dominio de la estrategia de simulación. Esto es particularmente cierto para los tipos de simulación analógica u operativa cuando intervienen actores humanos. A menudo, se deben recopilar datos sobre los temas antes de su participación en la simulación. Esto puede involucrar entrevistas, verificación de registros o documentos, u otros tipos de trabajo de campo que tienen poco que ver con la estrategia de simulación. La simulación también puede ser una táctica en la investigación histórica, es decir, representaciones cualitativas de eventos o condiciones pasadas. Proporcionamos un ejemplo de esto en el Capítulo 6: la recreación de Jean-Pierre Protzen de cómo los albañiles incas podrían haber vestido las piedras para sus grandes construcciones de mampostería. Esta mezcla de otras estrategias para usar como tácticas en esta subraya cuán fluido puede ser el diseño de investigación de simulación. Esto lleva a cómo la simulación ayuda en la construcción de teorías.

Recuadro 10.2

Simulación por computadora para la investigación histórica

Las computadoras ayudan a la investigación en estructuras históricas. Este estudio utilizó modelado por computadora para mostrar que la tracería ornamental en las vigas de viga de martillo en el Westminster Hall de Londres, construido en 1395, en realidad juega un papel estructural. Los autores sostienen que el comportamiento de carga de estas armaduras había escapado a un análisis exhaustivo a través de los años debido a sus configuraciones complejas. Los cálculos estructurales a mano necesariamente requieren "redondear" a números más fáciles. Los cálculos por computadora no se redondean. Es más, las computadoras pueden calcular fácilmente escenarios de "qué pasaría si". En otras palabras, puede simular escenarios. En los diagramas de armadura del estudio reproducidos en la Figura 10.3, el inferior muestra los momentos de flexión mucho más grandes (áreas oscuras) en un escenario en el que la computadora ha eliminado la tracería ornamental de los cálculos.

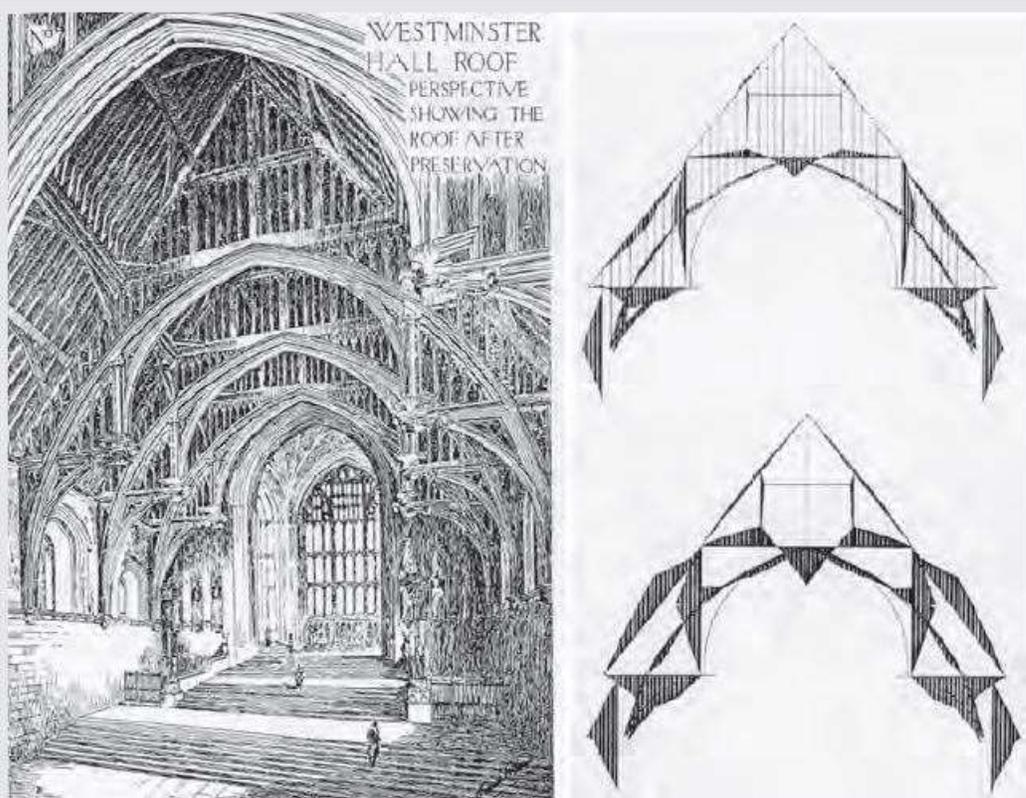


Figure 10.3 Left: Westminster Hall interior, by Sir Frank Baines, interior perspective (1914); Right: Computer models of the Westminster Hall truss using Finite Element Analysis. The lower diagram reveals larger bending moments when the ornamental tracery is deleted from the calculations. Courtesy of Stephen Tobriner.

10.3.6 Investigación de simulación y construcción de teorías

La simulación es útil tanto en el desarrollo de la teoría como en la teoría de prueba. Este es también un punto señalado por Crano y Brewer. Señalan que la investigación de simulación a menudo es útil en un punto "intermedio" de adquisición de conocimiento. Es decir, cuando se ha enmarcado un sistema explicativo lógico (ver Capítulo 11), la investigación de simulación puede

Este es un documento de referencia y debe ser utilizado como tal. La versión original del documento está en inglés en la bibliografía del curso.

ayudar a probar, o al menos promulgar, ese sistema conceptual en un lugar empírico. Esto es particularmente cierto en las propuestas basadas en la teoría sobre cómo los entornos físicos pueden mejorar (o alterar o beneficiar) algún aspecto de la vida. Por ejemplo, las simulaciones residenciales de tamaño completo proporcionan datos para afirmar o refutar preconceptos teóricos; También puede proporcionar material para la elaboración de nuevas teorías.

Un ejemplo de cómo se puede usar la simulación en un punto "intermedio" de adquisición de conocimiento es el desarrollo de pautas de diseño ampliamente concebidas (una forma de teoría que explique o describa un objeto o entorno dado, o cómo realizar dichos objetos / entornos) . En la primera edición de este libro, hicimos referencia a la investigación de Rohinton Emmanuel en las islas de calor urbano: cómo la orientación, el tamaño de las ventanas y los colores de pintura pueden ayudar a disminuir el aumento de calor para las residencias en Sri Lanka.

Los avances en la tecnología informática han impulsado este tipo de investigación aún más. En un estudio publicado en 2011, TRNSYS (una "herramienta de simulación transitoria") calculó el impacto de las variaciones en el ancho de la calle, la orientación de la calle y los diferentes perfiles de techo en la calefacción del "cañón urbano". En otras palabras, los autores investigaron tanto el diseño urbano como los parámetros del diseño arquitectónico para determinar las pautas ideales para las secciones de calles residenciales frente a las estrategias de calefacción pasiva. Los autores encontraron que el ancho de la calle influyó significativamente en el rendimiento de radiación de una sección transversal de la calle residencial al edificio, mientras que la orientación de la calle fue menos significativa. También descubrieron que los techos de un solo tono en las calles orientadas de este a oeste producen mayores rendimientos de radiación, y así sucesivamente. Estos hallazgos llevaron a recomendaciones para futuras pautas de diseño.

10.3.7 Simulación sin computadoras

Tan importante como la computadora se ha vuelto para la investigación de simulación, es importante recordar que la computadora en sí misma no es parte integral de la simulación como estrategia. Modelar escenarios para aprender de ellos, como sugerimos al principio, es algo que los humanos estaban haciendo mucho antes de que aparecieran las computadoras. Nada de esto cambia con respecto a la simulación a nivel de estrategia. Mientras se escribía este capítulo, se informó al autor de una fuga simulada de rinoceronte en un zoológico japonés. ¿Cómo pueden los trabajadores del zoológico prepararse para tal eventualidad? Dos trabajadores se vistieron como los extremos delantero y trasero de un rinoceronte suelto, mientras que otros trabajadores practicaron la instalación de cercas de emergencia. Un trabajador se derrumba en el suelo, fingiendo ser herido por el rinoceronte. Esta es una simulación operativa elemental, es decir, juegos de rol por parte de actores humanos. Por supuesto, la precisión de la simulación puede ser cuestionada. Los humanos tienen problemas para simular a otros humanos (durante escenarios de terrorismo, por ejemplo, o como pacientes de salas de emergencia bajo coacción); ¿Cómo pueden saber lo que haría un rinoceronte? Pero esta es una crítica de la táctica de simulación, no una pregunta sobre su estrategia. Aquí hay un ejemplo de simulación (sin computadoras) utilizada como táctica en un diseño experimental. John E. Flynn y sus colegas organizaron un espacio en un laboratorio de iluminación para que pareciera una sala de conferencias. Luego pidieron a 12 grupos (96 sujetos en total) que reaccionaran a 6 combinaciones de iluminación diferentes de iluminación descendente y de pared. Los autores buscaron medir cuatro factores: impresión

evaluativa, claridad perceptiva, complejidad espacial y amplitud. Entre otros resultados, descubrieron que los escenarios de baja iluminación superior, independientemente de la intensidad baja o alta de la calza de los pies, se calificaron como "hostiles" y "monótonos" en comparación con las opciones que involucran la iluminación de las paredes. Esta investigación utilizó simulación: seis escenarios de iluminación en una sala de conferencias simulada. Además de no usar computadoras, este ejemplo ilustra cómo la investigación de simulación puede superponerse a la investigación experimental. El Recuadro 10.3 y la Figura 10.4 abordan otro ejemplo de simulación sin computadoras que juegan un papel directo.

Recuadro 10.3

Simulación operacional con actores

Jacob Simons, NBBJ / rev proporciona la siguiente redacción: Reemplazar simultáneamente una instalación o someterse a una remodelación exhaustiva para integrar tecnología de punta y procesos mejorados, todo mientras se maneja una excelente atención y costos, requiere una salida de prácticas estándar de gestión y supervisión. Sin lugar a duda, cada transición es una oportunidad emocionante para mejorar la calidad, la seguridad y el rendimiento, pero para muchos, es una "oportunidad única en la vida" que presenta enormes desafíos y riesgos para la organización.

Las simulaciones se realizan en las semanas previas a la ocupación de una nueva instalación. Ajustamos el entorno (por ejemplo, sistemas de comunicación, colocación de equipos, sistemas mecánicos defectuosos, etc.) y documentamos todos los resultados operativos y las observaciones de diseño. Estos datos se comunican a la empresa para informar proyectos futuros. En Valley Medical Center, se desarrollaron escenarios de la vida real, con actores profesionales que desempeñan el papel de pacientes para evaluar todo el sistema. Se pusieron a prueba los sistemas tecnológicos, los protocolos de personal, el personal de EMS, las enfermeras y los médicos, así como las instalaciones en sí mismas, identificando modificaciones ambientales críticas y mejorando la confianza entre el personal antes del día de apertura.

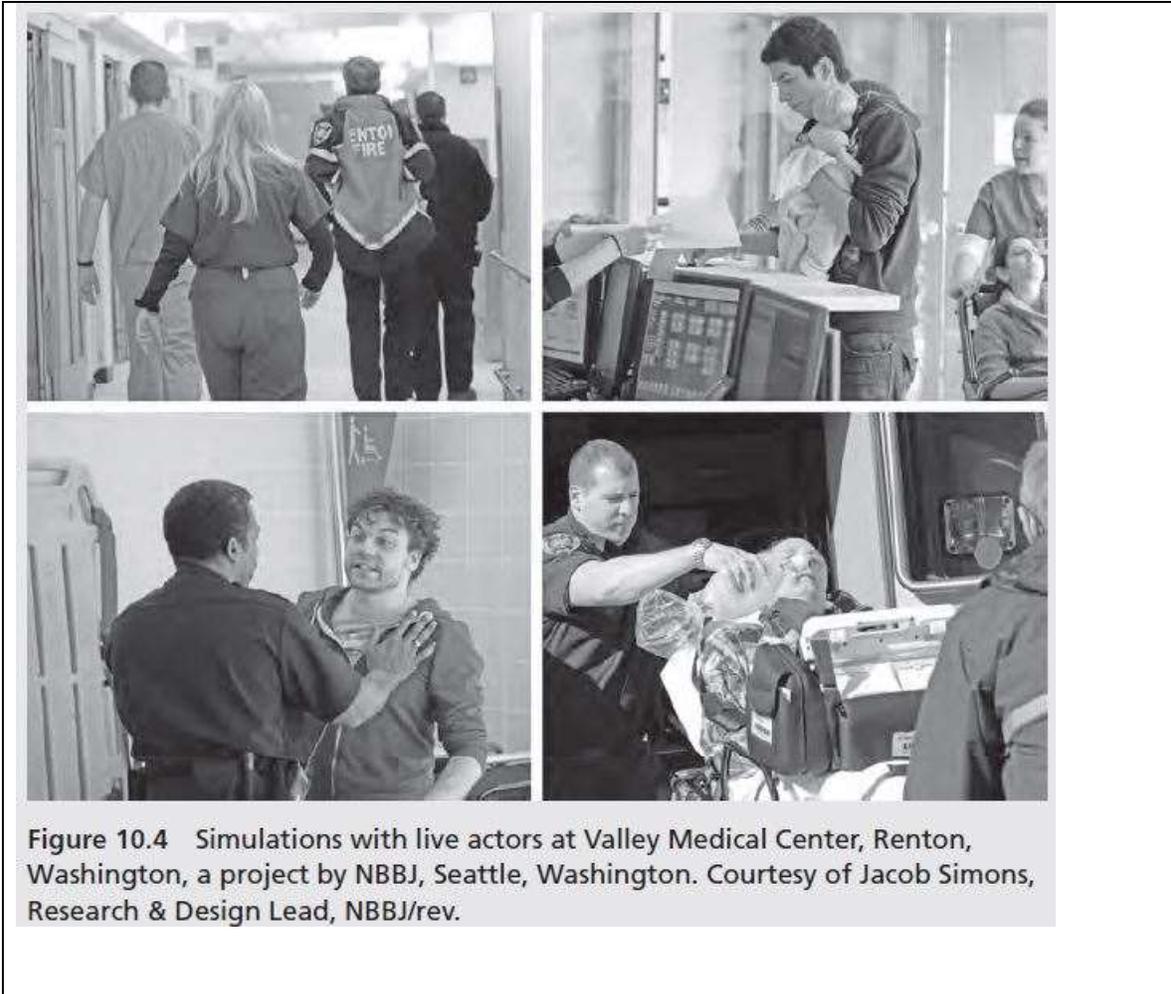


Figure 10.4 Simulations with live actors at Valley Medical Center, Renton, Washington, a project by NBBJ, Seattle, Washington. Courtesy of Jacob Simons, Research & Design Lead, NBBJ/rev.

10.4 PREOCUPACIONES TÁCTICAS PARA LA INVESTIGACIÓN DE SIMULACIÓN

Como notamos al comienzo de este capítulo, replicar el mundo real es una tarea difícil, particularmente si el objetivo es obtener información útil del mundo simulado para guiar la acción en el mundo real. Hay cuatro áreas generales de preocupación: integridad de la entrada de datos, precisión de la replicación, "espontaneidad programada" y costo / trabajabilidad. Estas preocupaciones también revelan las limitaciones de la investigación de simulación, y las formas de superarlas son una gran parte de las tácticas de esta estrategia de investigación.

10.4.1 Exactitud de la replicación

Volvemos a las preocupaciones señaladas al comienzo de este capítulo. Debido a que la investigación de simulación busca replicar lugares holísticos del mundo real (en contraste, nuevamente, con la investigación experimental o correlacional), esto implica adoptar un número potencialmente infinito de variables. ¿Cómo se puede lograr la precisión? Parte de la respuesta depende del tipo de simulación en cuestión. En las simulaciones de objetos o materiales físicos, esto se aborda mediante el uso de objetos y / o materiales reales en la escala que existirían en el mundo real (por ejemplo, maquetas de tamaño completo). La simulación debe llevarse a cabo con

tantas conexiones a la configuración del mundo real como sea posible. En la simulación icónica, un producto o material tiene que ser probado en las mismas condiciones (térmicas, eólicas, geológicas, etc.) en las que se ubicará el objeto real. La prueba de la durabilidad del color de los marcos de las ventanas, por ejemplo, se puede realizar colocando la ventana de tamaño completo en condiciones de luz solar intensa durante un período prolongado de tiempo. La simulación podría tener que involucrar dispositivos mecánicos que puedan replicar el efecto de la luz solar. Lo mismo ocurre con la resistencia de una ventana al viento y la lluvia: el rendimiento puede evaluarse replicando mecánicamente el viento y la lluvia que inciden sobre la ventana de tamaño completo.

En simulaciones análogas u operativas, los actores involucrados deben ser individuos que realmente son del entorno real. A veces se contratan actores profesionales. Pero usar actores y generar climas artificiales obviamente desafía la precisión de las repeticiones. Esta preocupación aumenta cuando tratamos con simulaciones por computadora, por ejemplo, de proyecciones complicadas de crecimiento urbano, o cómo los hábitats de vida silvestre responderían a las alteraciones en la infraestructura urbana. En estos casos, la necesidad de "armonizar los datos" de una amplia variedad de bases de datos es cada vez más exigente; un recurso es el Comité Federal de Datos Geográficos (FGDC).

Probablemente no haya una respuesta definitiva a la pregunta de cómo un escenario construido artificialmente puede ser exhaustivamente preciso. Aquí, la noción de "satisfacción" de Herbert Simon es útil. Cuando Simon's Sciences of the Artificial salió por primera vez en 1996, la revolución informática recién comenzaba, pero sus ideas aún son relevantes hoy en día para cualquier tipo de investigación de simulación. Simon hizo la distinción entre el mundo interior del artefacto (este puede ser un solo objeto, como un reloj, o puede ser la sociedad en su conjunto) y el mundo exterior, el entorno más amplio dentro del cual debe funcionar el artefacto. De este marco simple, Simon derivó muchas ideas. Una es que no necesitamos saber todo sobre el entorno interno del artefacto; La pregunta clave es si puede cumplir su uso previsto en relación con el entorno exterior. Simon utilizó el pronóstico económico y el diseño de horarios para redes de transporte complejas como ejemplos de grandes entornos "internos". Señaló que los modelos informáticos o los modelos basados en la gestión de operaciones son, por fuerza, simplificaciones de la realidad. Pero luego señaló que estos modelos generalmente pronostican lo suficientemente bien, o "lo suficientemente bueno". Es decir, satisfacen.

La sabiduría de Simon es que, cuando se trata de sistemas complicados, lo mejor que podemos hacer es comprender el dominio acotado del sistema tanto como podamos, y luego trabajar de acuerdo con un conjunto de supuestos acordados para proyectar sus tendencias futuras. Esto no exige a los investigadores de simulación de la atención al definir los límites del dominio que desean simular. Pero sí ofrece consuelo en que la "realidad" en sí misma puede ser más complaciente de lo que puede exigir un enfoque puramente experimental. Simon dice: "Al enfrentar la incertidumbre, la estandarización y la coordinación, logradas a través de suposiciones y especificaciones acordadas, pueden ser más efectivas que la predicción".

10.4.2 Limitaciones de la recopilación de datos

Remítase nuevamente al primer ejemplo que citamos, la simulación de evacuaciones durante el ataque al World Trade Center. A pesar del poder computacional, los autores aún subrayan las

Este es un documento de referencia y debe ser utilizado como tal. La versión original del documento está en inglés en la bibliografía del curso.

limitaciones que persisten. Por ejemplo, ¿cómo modela la fatiga tanto para los ocupantes que salen como para los bomberos cargados con equipos? ¿Cómo influye el impacto de la dinámica del grupo en los tiempos de respuesta de los ocupantes? De manera similar, Robert Marans documenta un estudio de habitaciones de hospital que pasó por varias iteraciones de maquetas antes de que se completara el estudio, cada una de las cuales se hizo más "real" después de evaluar las acciones simuladas de los jugadores (médicos y enfermeras) actuando como ellos mismos.

Recuadro 10.4

Simulación para Friday Harbor Terminal, Washington State Ferries

Estudiantes de la Escuela de Diseño de la Universidad Estatal de Washington y la construcción utiliza Autodesk Revit y Autodesk Ecotect para simular las condiciones arquitectónicas y paisajísticas para un nuevo diseño de la terminal de ferry Friday Harbor en el sistema de ferries del estado de Washington (Figura 10.5). Revit modela las condiciones topográficas de la tierra, mientras que el software Ecotect ingresa datos meteorológicos de la región (esto incluye orientación solar y niveles de radiación, análisis de viento, temperatura y patrones de lluvia). Actualmente en este sitio, la escorrentía de la lluvia va directamente a Puget Sound y los procesos de colas ineficientes causan largos tiempos de carga para subir y bajar automóviles del ferry, especialmente durante las horas pico. Los estudiantes pueden simular escenarios para vías verdes y parques de mareas, que tratan la escorrentía antes de liberarla en el sonido. El software también ayuda a simular alternativas de enrutamiento de tráfico para reducir los tiempos de espera. El programa Autodesk puede ingresar configuraciones de masa de la forma arquitectónica en los escenarios para estudios más realistas.

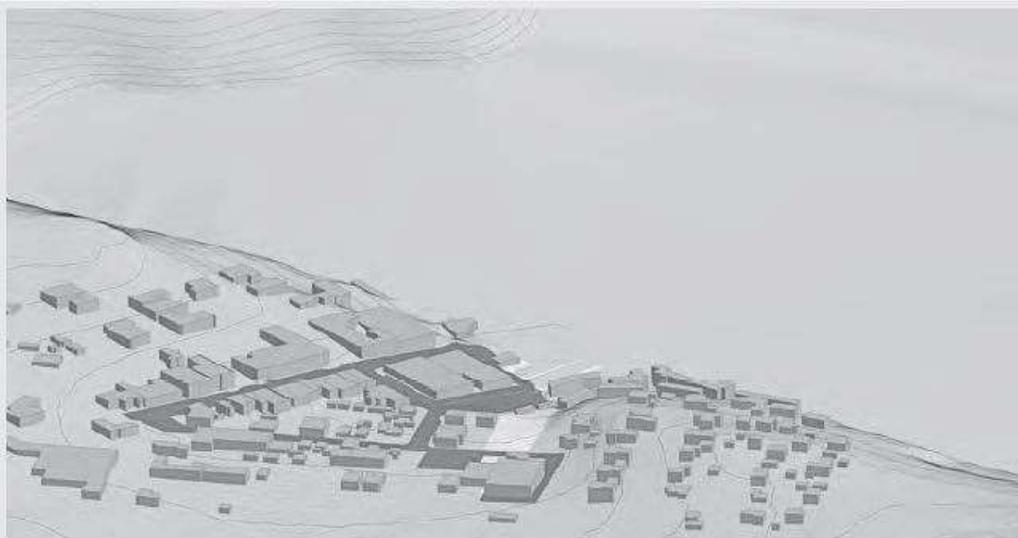


Figure 10.5 Students input preliminary designs of a greenbelt into a 3D site model, allowing them to see how the greenbelt will interact with the town and the topography. Using a model with all of this information allows designs to develop and progress while considering existing conditions. Courtesy of Allison Dunn and Jon Talbott.

Estos ejemplos subrayan que las propias representaciones simuladas, cualquiera que sea la forma que adopten, dependen de una variedad de recopilación de datos previos a la representación. No importa cuán avanzada se convierta la tecnología de simulación, aún depende de las limitaciones de los datos disponibles. Estas limitaciones toman diferentes formas.

Primero es simplemente que los datos están incompletos. Considere la evacuación de edificios durante el incendio. En la primera edición de este libro, citamos el modelado informático del comportamiento humano de Feliz Ozel durante emergencias de incendio (ver Figura 10.6). Para hacer esto, tuvo que traducir las acciones humanas reales (informadas) en código de computadora. Esto requirió la recolección de datos del evento real (donde comenzó el incendio, la ubicación de las 94 personas en el piso en ese momento, etc.). Concluye su artículo señalando que las notas de campo relevantes de las emergencias de incendios reales son tan escasas que es difícil probar la precisión de los patrones de comportamiento derivados de las simulaciones por computadora, por lo que corresponde al investigador ir a recoger su propio campo. datos.

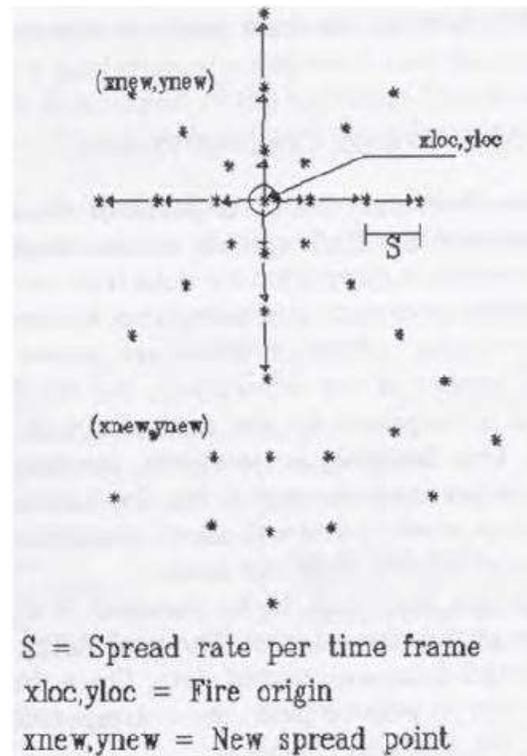


Figure 10.6 This 1993 diagram of a spread of a fire in a building, coded in computer terms, may seem simple compared to today's coding of complicated human behaviors. But the limitations are the same: translating data on human behavior into code that the computer can understand necessarily entails a reduction of real-life factors. Courtesy of Plenum Press. From Marans/Stokols *Environmental Simulation* (1993).

La evacuación de la Torre Norte del World Trade Center se modeló con una tecnología informática mucho más avanzada, pero las limitaciones de recopilación de datos siguieron siendo las mismas. Los autores tuvieron que confiar en estimaciones de la población de evacuación de USA Today.

Aun así, se desconoce la distribución de dónde estaban estas personas en el momento del ataque, por lo que los autores tuvieron que asumir. Además, algunos de los diseños de los pisos, que fueron diseñados como planos abiertos para maximizar la flexibilidad de la oficina, eran desconocidos en el momento de la tragedia; también se debían hacer suposiciones. El resultado es este: Ozel tuvo que traducir las acciones de 94 personas en código; pero Galea et al. tuvo que dar cuenta de más de 9,000 personas. Entonces, incluso con el aumento de la potencia de cómputo, ¿de qué manera la incertidumbre sobre el movimiento y la ubicación de las personas aumentan cien veces la precisión de los resultados?

En segundo lugar, los datos tampoco son espontáneos. Por ejemplo, en las representaciones de operaciones de salas de emergencia de hospitales, incluso los actores profesionales aún no pueden replicar completamente la espontaneidad de la agencia libre humana. Y, por supuesto, el individuo que recibe atención en estos casos, por obvias razones éticas, no puede ser un caso real. El ejemplo anterior de Marans es una forma de mejorar la certeza: realizar múltiples representaciones, con miras a aprender de forma iterativa de cada una de ellas. Y como se señaló anteriormente, en las simulaciones de evacuación del WTC, hubo múltiples ejecuciones de computadora (50) para cada escenario, de modo que las proyecciones finales fueron compuestos estadísticos. Otra forma de superar la falta de espontaneidad es lo que Clipson llama el modelo empático, en el que el investigador desempeña un papel durante períodos prolongados de tiempo. Se ofrece el ejemplo de una persona de 26 años que, con meticuloso maquillaje y vestimenta, se transformó en una mujer de 80 años y vivió en este rol durante tres años, tres o cuatro días por semana. Clipson también sugiere que los participantes que puedan internalizar sus roles tendrán más éxito en la generación de resultados realistas. Los vínculos entre estas prácticas y la investigación cualitativa (por ejemplo, etnografía o teoría fundamentada) deberían ser obvios.

Otro aspecto de la espontaneidad es la moneda de los datos. Es cierto que la tecnología informática ahora puede integrar muchas bases de datos diferentes en un modelo dinámico (ver Figura 10.7). Pero ¿qué tan actualizada es la información en cada base de datos? Si las fechas de las bases de datos generalmente no son actuales entre sí, la precisión del modelo también puede verse comprometida.

Tercero, los datos de simulación deben ser interpretados. Las simulaciones residenciales a gran escala mencionadas anteriormente son un ejemplo. Una cosa es representar las interacciones humanas en maquetas de gran tamaño de interiores de casas; Otra cosa es obtener resultados significativos de la actividad. En resumen, los datos tenían que estar disponibles para interpretar el significado de las decisiones tomadas por los participantes al organizar los espacios a su gusto. Específicamente, Lawrence quería encontrar conexiones entre las experiencias de vivienda actuales y pasadas de los participantes con sus elecciones actuales para dar forma a su próximo hogar. Para hacer esto, tuvo que recopilar información a través de entrevistas, así como desarrollar diagramas de sintaxis espacial de los planes de vivienda pasados y presentes de los participantes. Esto significó que Lawrence tuvo que recurrir a los marcos lógicos desarrollados por Hillier, junto con los de March y Steadman. El estudio ilustra lo que está en juego para discernir qué tipo de datos deben incluirse en el diseño de la investigación antes de que un estudio simulado pueda tener significado.

10.4.3 Limitaciones de costos

La investigación de simulación puede ser costosa: costos de equipos, actores profesionales, escenarios para representaciones, el tiempo que lleva rastrear numerosas bases de datos y luego los permisos necesarios para acceder a ellas. Malkawi señala esto explícitamente con respecto a la simulación de construcción inmersiva. El hardware requerido es una forma de costo. Otra es la gran tecnicidad del tema, que aumenta con la sofisticación de la computadora; Los expertos, como señala Malkawi, pueden ser caros. Anteriormente, en la sección 10.3.7, notamos que la simulación no tiene que estar vinculada a la tecnología informática. Un beneficio de esto es que los estudios de simulación más simples, que no usan computadoras, también pueden ser menos costosos.

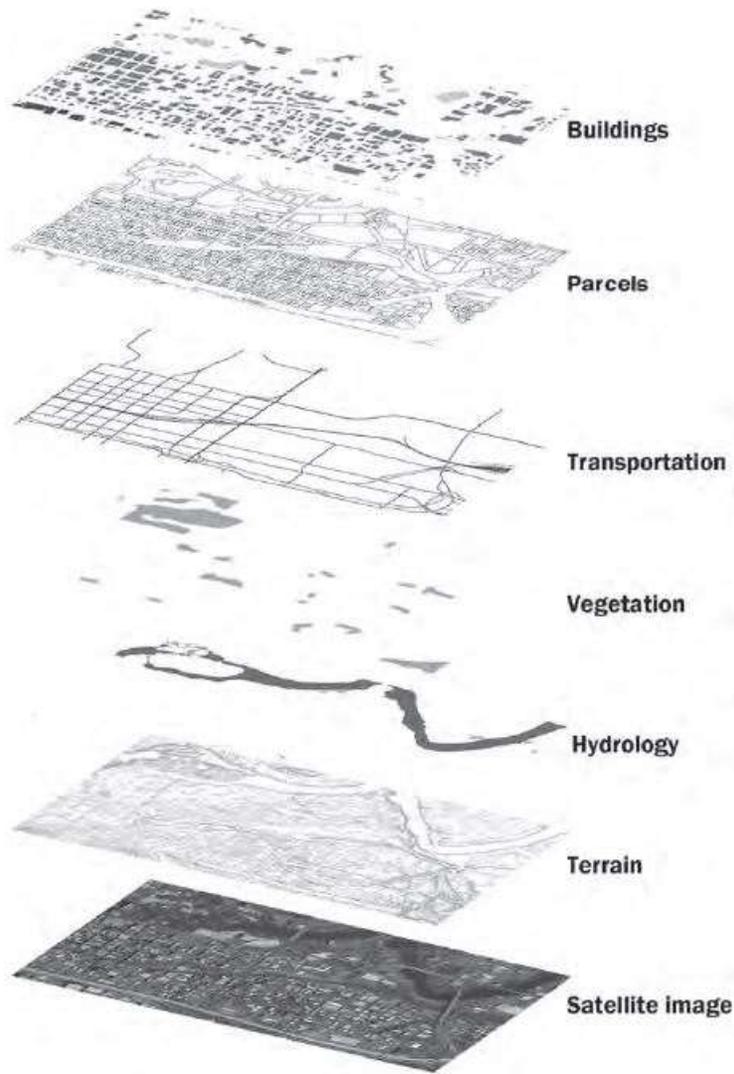


Figure 10.7 GIS layers. It is important for all of these databases to be synchronized in date for the resulting model to be dependable. Courtesy of Richard Xu.

Esto ayuda a la investigación de simulación en entornos académicos. Los esfuerzos episódicos (y por lo tanto menos costosos) en la simulación pueden tener un valor heurístico al tiempo que reducen las expectativas de resultados de datos estrictos. Nos estamos refiriendo a lugares en los que los estudiantes pueden representar experiencias simuladas de diseño y / o práctica, con el entendimiento de que los "resultados" pueden ser vistos como de valor heurístico además de cualquier información "dura" que pueda producirse. Las maquetas de tamaño completo de los

Este es un documento de referencia y debe ser utilizado como tal. La versión original del documento está en inglés en la bibliografía del curso.

diseños de los estudiantes son un ejemplo de lo que queremos decir. En la Ball State University, el profesor Wes Janz describe esta asignación de estudios de pregrado de tercer año, junto con su valor heurístico:

El proyecto fue el diseño de un dosel peatonal para una plaza pública en el campus de Ball State. Aproximadamente a la mitad del proyecto, cada estudiante construyó una maqueta a gran escala de una sección del dosel y la arrastró por el campus para ubicar la maqueta en el lugar exacto para el que fue diseñada ... Los estudiantes entrevistados los transeúntes con respecto a sus diseños, observaron a las personas interactuando con las maquetas y bosquejaron una secuencia de tres cuadros que estudiaba la interacción de los peatones con el dosel desde una variedad de distancias. Para la presentación final, diez días después, cada estudiante seleccionó un detalle clave del dosel que luego se burló a gran escala también. Esto se sumó a los planes, secciones, modelos pequeños y la perspectiva del diseño final del dosel ... Entre los beneficios para los estudiantes está la comprensión de que los modelos pequeños e importantes que hacen se vuelven infinitamente más complejos (e interesantes) a medida que se acercan ideas sobre material, conexión y una forma de pensar para el proyecto ".

En la Universidad Estatal de Washington, la profesora Nancy Clark-Brown diseñó un proyecto de estudio en el que sus alumnos simularon la secuencia práctica de programación, desarrollo de diseño, diseño esquemático, dibujo de trabajo y presentaciones de la fase de construcción. Debido a que el estudio era una mezcla interdisciplinaria de estudiantes de arquitectura, diseño de interiores y arquitectura del paisaje, cada estudiante desempeñó el papel de su disciplina. El proyecto en sí era bastante simple: una "intervención" en un espacio de transición como una escalera monumental o un corredor (ver Figura 10.8). Un impulso clave del esfuerzo fue la simulación operativa de la práctica real. Clark-Brown programó restricciones en el proceso que reflejaban las limitaciones que enfrenta el profesional en la práctica real: restricciones de tiempo, restricciones presupuestarias, restricciones de construcción, etc.

[E]l modelo de proceso de diseño proporcionó una estructura representativa de un modelo utilizado por equipos de diseño profesionales para estructurar los plazos del proyecto ... Después de definir los objetivos del proyecto y diseñar la intervención, los estudiantes completaron un conjunto de dibujos de trabajo para construir el proyecto. El tiempo de construcción asignado fue de dos horas y se les otorgó un presupuesto máximo de \$ 100.00 por equipo para la compra de materiales. Se permitió a los estudiantes prefabricar las piezas necesarias para el proceso de construcción antes de la instalación del proyecto.

Clark-Brown informa un resultado heurístico de la siguiente manera: "los estudiantes expresaron una mayor apreciación por las orientaciones de las distintas disciplinas e hicieron conexiones entre ellas en el proceso de diseño".



Figure 10.8 Installation of translucent panels in a grand staircase. The exercise gave an interdisciplinary team of design students (architects, interior designers, landscape architects) the opportunity to simulate a process of design, documentation, and construction with real-world time and budget constraints. Courtesy of Professor Nancy Clark Brown.

10.5 CONCLUSIÓN

Es útil recordar que la naturaleza misma de la disciplina y la práctica de la arquitectura, porque implica íntimamente "representación", se ocupa de las réplicas de la realidad. La advertencia adicional es que los arquitectos manejan réplicas de la realidad que (todavía) no existen. Los arquitectos proyectan nuevas realidades en contextos existentes y, por lo tanto, cambian esos contextos existentes para mejorar. Por lo tanto, queremos volver a cómo comenzamos este capítulo: el conflicto entre las opiniones de representación de Platón y Aristóteles. Platón estaba preocupado por los peligros de las tergiversaciones: pueden conducir a falsas interpretaciones de la vida; en última instancia, provocan formas de vida moralmente indeseables. Aristóteles, sin embargo, enseñó que la narración de realidades que pueden ser (a diferencia de las realidades que son) puede tener una influencia positiva. La arquitectura debería prestar atención a estas dos ideas, reconociendo que lo que está en juego, posiblemente, es mayor en lo que hace. Esto se debe a que el objetivo de la arquitectura es hacer realidad las realidades imaginadas. Sus producciones no son "solo" sobre obras artísticas que continúan estando delimitadas de la vida "real". Las producciones de arquitectura se convierten en parte de la vida real. Entonces, en este sentido, debemos prestar más atención a lo que la estrategia y las tácticas de la investigación de simulación nos pueden enseñar. Consulte la Figura 10.9 para ver un resumen de las fortalezas y debilidades de la investigación de simulación.

Fortalezas y debilidades

Fortalezas	Debilidades
Consideramos la relación de la simulación con estrategias vecinas anteriormente en este capítulo. Concluimos señalando que la simulación puede ser particularmente adecuada para su uso como táctica en otras estrategias de investigación. Junto con otras	Consideramos que la incapacidad de los entornos simulados para ser representaciones exhaustivas de sus contrapartes del mundo real. Por lo tanto, el desafío siempre es determinar qué cantidad de datos de entrada

Este es un documento de referencia y debe ser utilizado como tal. La versión original del documento está en inglés en la bibliografía del curso.

<p>tácticas, los datos de la simulación se pueden triangular con datos producidos por otros medios para obtener resultados más sólidos. Este ciertamente fue el caso, por ejemplo, en la recreación de Protzen del ajuste de mampostería inca (ver Capítulo 6): si solo hubiera utilizado la recreación, sus afirmaciones no habrían sido tan fuertes como su uso complementado por otros hallazgos tácticos. La triangulación de datos de varias tácticas es, de hecho, otro medio por el cual se pueden superar algunas de las limitaciones señaladas en la sección 10.2.</p>	<p>conducirá a resultados que, en el mejor de los casos, en los términos de Simon, "satisfagan". También notamos las limitaciones de costos de la investigación de simulación. En muchos casos, el desafío es diseñar marcos de simulación que tengan un costo razonable. Para ayudar en esto, podría ser bueno establecer una escala de expectativas para los resultados, entre "heurística" con fines de enseñanza, a "medida" para aplicaciones reales en marketing o planificación.</p>
---	---

Figura 10.9 Fortalezas y debilidades de la investigación de simulación.