

Suwa & Tversky, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, Design Studies 13 (1997) 385-403 © 1997 Elsevier Science Ltd.

¿Qué perciben los arquitectos y los estudiantes de arquitectura en sus croquis de diseño?

Un análisis de protocolos.

Masaki Suwa & Barbara Tversky, Advanced Research Laboratory,

Hitachi Ltd. 2520, Hatoyama, Saitama 350-03, Japan

Department of Psychology, Stanford University, Stanford, CA 94305, USA.

Abstract

La presente investigación tiene como objetivo examinar que información piensan y leen los arquitectos en sus propios bocetos a mano alzada, y revelar cómo interactúan perceptualmente con los bocetos y se benefician de ellos. Exploramos esto en un análisis de protocolo de informes retrospectivos; cada participante trabajó en un ejercicio de diseño arquitectónico mientras dibujaba croquis a mano alzada y luego informó lo que había estado pensando durante el ejercicio de diseño. Esta investigación se encuentra dentro del alcance de la revisión de por qué los dibujos a mano alzada como representaciones externas son esenciales para cristalizar las ideas de diseño en las etapas tempranas del proceso de diseño. 1997 Elsevier Science Ltd.

Palabras clave: Diseño arquitectónico, cognición del diseño, croquis, percepción, análisis de protocolos.

Las representaciones externas, p. ej. diagramas, bocetos, cuadros, gráficos e incluso notas escritas a mano no solo sirven como ayudas para la memoria, sino que también facilitan y limitan la inferencia, la resolución de problemas y la comprensión. Los diagramas de geometría en tareas de demostración de teoremas, por ej. guían a las personas para que exploren solo caminos de inferencia visualmente plausibles (1), facilitan la recuperación de fragmentos perceptuales que son útiles para construir pruebas eficientes (2,3) y proporcionan pistas

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerarse oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en “material docente del curso”, en U-Cursos.

Suwa & Tversky, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, Design Studies 13 (1997) 385-403 © 1997 Elsevier Science Ltd.

visuales para extraer nuevos fragmentos del problema actual y asimilarlos para uso futuro (4). Petre (5) demostró que el buen uso de representaciones gráficas en entornos de programación, es decir, lo que ella llama "notación secundaria" de gráficos, evita que los programadores cometan errores y malentendidos. Larkin y Simon (6) enumeraron las características generales de la representación esquemática mediante las cuales se facilita la resolución de problemas humanos, proporcionando una lista de cómo tiende a ocurrir esa facilitación. Tversky discutió cómo las personas usan el espacio para transmitir significados y conceptos abstractos, basándose en ejemplos de pinturas antiguas, de los primeros dibujos de niños (7), así como de cuadros, gráficos y diagramas contemporáneos (8).

La facilitación mediante representaciones externas deriva, no solo de su existencia externa, sino que también de la interacción entre la representación y los procesos cognitivos de interpretación (9). Los croquis de los arquitectos también son una herramienta para este tipo de interacciones (10,11). Los arquitectos ponen sus ideas en papel y las inspeccionan. Al inspeccionar sus propios dibujos, ven relaciones y características imprevistas que sugieren formas de refinar y revisar las ideas. Este ciclo - bosquejar, inspeccionar, revisar - es como tener una conversación con uno mismo (12). Goldschmidt (13) conjeturó que los bocetos dan acceso a diversas imágenes mentales, gráficas o conceptuales, que pueden potencialmente desencadenar ideas en el problema de diseño actual. Además, afirmó que el pensamiento de diseño visual es un modo de razonamiento también, aunque se ha dejado de lado detrás del paradigma dominante del razonamiento lógico y lingüístico en las ciencias cognitivas (14). Esta afirmación coincide perfectamente con un creciente entusiasmo por el razonamiento diagramático en las ciencias cognitivas, especialmente en el caso de grupos de investigadores que afirman que la información visual es válida para el razonamiento y que el razonamiento visual tiene su propia lógica (15), al igual que el razonamiento lingüístico convencional lo hace. ¿Por qué los bocetos son un buen medio para una conversación reflexiva con nuestras propias ideas e imágenes? Esta pregunta general puede reducirse a cuestiones más precisas que deben abordarse. Una es la cuestión de qué aspectos o características de los propios bocetos, como representaciones externas, permiten una conversación reflexiva, cuestión que abordó Goel

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerarse oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en "material docente del curso", en U-Cursos.

Suwa & Tversky, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, *Design Studies* 13 (1997) 385-403 © 1997 Elsevier Science Ltd.

(17). El descubrió que debido a que los bocetos a mano alzada en el proceso de diseño inicial son "densos" y "ambiguos" en el sentido de Goodman (18), funcionan bien para explorar ideas de diseño. Otro es el problema de qué tipo de interacción tienen los arquitectos con sus propios bocetos. Este tema puede, a su vez, dividirse en tres problemas separados; "¿Cómo ven los bocetos?", "¿Qué ven en los bocetos?" Y "¿Cómo y qué dibujan?". El trabajo de Goldschmidt (13) pertenece a la primera categoría. Observó que hay dos formas de inspeccionar los bocetos, es decir, "ver cómo" y "ver eso", y que la primera es un medio especialmente poderoso para lo que ella llama imágenes interactivas. El trabajo de Van Sommers (19) analizó la producción gráfica desde las perspectivas cognitiva y del desarrollo y pertenece, por lo tanto, a la tercera categoría. El presente artículo aborda el segundo problema, "lo que ven los arquitectos", centrándose con mayor precisión que trabajos anteriores en el contenido de las categorías de información que los arquitectos "ven" en sus propios bocetos. El propósito del presente artículo es analizar cómo esos diferentes tipos de información se entremezclan entre sí en los pensamientos de diseño y revelar en qué se diferencian los arquitectos en ejercicio de los estudiantes de arquitectura.

Trajimos estos fenómenos al laboratorio para hacer un análisis de protocolo de informes retrospectivos de los pensamientos de diseño de los participantes. El método más típico para analizar los procesos cognitivos de los sujetos es y ha sido, informes verbales de pensamiento concurrente en voz alta (20, 21). No empleamos ese método, porque hablar en voz alta puede interferir negativamente con las percepciones de los participantes durante su proceso de dibujo (22). Este tema se discute con más detalle en la Sección 5.1.

Otro propósito de este estudio es explorar las implicaciones de las formas en que las herramientas de diseño futuras, especialmente las herramientas de dibujo ayudan a los diseñadores / arquitectos. Muchos investigadores (17, 23, 24) afirman que las herramientas computacionales actualmente disponibles no son compatibles con los procesos naive de bocetos a mano alzada de las primeras fases de diseño. Esto se debe a que están destinados a visualizar, comparar, probar e implementar las ideas de diseño que ya se han obtenido en etapas de diseño anteriores, no para respaldar los mismos procesos en los que ocurren las

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerarse oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en "material docente del curso", en U-Cursos.

Suwa & Tversky, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, *Design Studies* 13 (1997) 385-403 © 1997 Elsevier Science Ltd.

ideas de diseño. Varios proyectos (23,25) sobre herramientas de dibujo basadas en el uso del lápiz han abordado recientemente este problema. Creemos que la presente investigación podrá proporcionar importantes implicaciones para más esfuerzos de investigación. Este tema se discute en la Sección 6.3.

1. DISEÑO EXPERIMENTAL

El experimento consistió en dos tareas, una tarea de diseño y una tarea de reporte. Participaron dos arquitectos en ejercicio y siete estudiantes avanzados de una escuela de arquitectura. En la tarea de diseño, cada participante trabajó en el diseño de un museo de arte a través de bocetos sucesivos durante 45 min. Se les proporcionó un diagrama simple que representaba un esquema del sitio, en el que se suponía que debían organizar no solo un edificio del museo, sino también un jardín de esculturas, un estanque, un área verde y un estacionamiento. Se requería que el edificio tuviera entrada (s), boletería (s), salas de exhibición de alrededor de 100 pinturas, una cafetería y una tienda de regalos. Se suponía que los participantes usarían bocetos a mano alzada como herramienta de diseño. No se les pidió que informaran lo que pasaba por sus mentes en tiempo real, ni fueron interrumpidos por el experimentador durante la tarea de diseño. Su actividad de dibujo fue grabada en video.

La tarea del reporte consistió en seguir la tarea de diseño. Mientras miraban su propia cinta de video, se pidió a los participantes que recordaran e informaran lo que habían estado pensando mientras dibujaban cada parte de cada boceto. En caso de que sus informes se quedaran atrás de la cinta de video, se les permitió detener la cinta hasta informar todo lo que recordaban sobre los temas actuales. Por lo tanto, la duración de la tarea del informe dependió del participante, variando de 1 hora a 1 hora 15 minutos. Los participantes no fueron interrumpidos con preguntas durante el informe, excepto en los siguientes casos; cuando obviamente omitieron informar sobre ciertas partes de su actividad de dibujo, el experimentador les pidió que rebobinaran la cinta de video e informaran esas partes.

Grabamos las voces de los participantes, además de grabar en vídeo la propia pantalla en la que no solo se veía su actividad de esbozo en la tarea de diseño, sino también sus gestos de señalar en la tarea de informe.

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerarse oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en “material docente del curso”, en U-Cursos.

2. CATEGORIAS DE INFORMACION

Al interpretar los datos, el primer paso fue determinar un conjunto de categorías de información en las que se podría categorizar el contenido de los protocolos de los participantes. La Tabla 1 muestra las cuatro categorías principales y sus subclases. Derivamos las cuatro categorías de discusiones teóricas y evidencia histórica sobre cómo las representaciones externas transmiten significados y conceptos, de literatura pasada sobre procesos de diseño que sugiere lo que los arquitectos generalmente piensan en el proceso de diseño, y del estudio intensivo de los protocolos. Muchos teóricos como Larkin y Simon (6) y Tversky (7) han sugerido que los dispositivos pictóricos para expresar significados y conceptos consisten en (a) elementos representados, ya sean objetos, espacios o iconos, y (b) disposición espacial de los mismos. También han sugerido que los arreglos espaciales tienen la capacidad de expresar no solo relaciones espaciales literales, sino también relaciones abstractas o conceptuales. Este análisis sugiere tres categorías de información: elementos representados, relaciones espaciales y relaciones abstractas.

Tabla 1 categorías de información y sus subcategorías

Table 1 Information categories and their subclasses

Major category	Subclasses	Examples of phrases in protocols as evidence
Emergent properties	Spaces	"Areas", "places"
	Things	Descriptions or names of something
	Shapes/angles	"Round", "prolonged", "wavy line", "too sharp a corner"
Spatial relations	Sizes	"Big", "tiny", "narrow"
	Local relation	"Adjacent", "far", "connected", "lined up"
	Global relation	"Symmetrical", "configuration", "axis"
Functional relations	Practical roles	"A ticket office should be close to an entrance.."
	Abstract features/reactions	"Waves/forces (from this shape)", "good show to visitors"
Background knowledge	Views	"View line", "the appearance (of this building)"
	Lights	"(This place is always) bright, having sunshine"
	Circulation of people/cars	"People meander through (this narrow space)"
	-	"Post/beam structures", "An important thing in an urban setting is..."

Los elementos representados a veces se dibujan intencionalmente y, por lo tanto, poseen formas y tamaños explícitos, pero a veces están incrustados como elementos parciales u

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerar oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en "material docente del curso", en U-Cursos.

Suwa & Tversky, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, *Design Studies* 13 (1997) 385-403 © 1997 Elsevier Science Ltd.

objetos implícitos, y emergen a los ojos del espectador solo cuando descubre una nueva forma de reestructurar toda la configuración que incluye esos elementos (26). Larkin y Simon (6) y Koedinger y Anderson (3) se refirieron a esta propiedad de los diagramas como "propiedades emergentes". Por lo tanto, elegimos nombrar la primera categoría como "propiedades emergentes", en lugar de solo elementos representados. Las "relaciones espaciales" se mantienen entre estos elementos representados y son características inherentemente visuales en el sentido de que los arquitectos / diseñadores pueden verlas en sus propios bocetos, al igual que las propiedades emergentes también son visuales. En el dominio del diseño arquitectónico, las relaciones abstractas normalmente corresponden a "relaciones funcionales". Las formas y las funciones son los dos conceptos principales en el dominio que son conceptualmente distintos y, sin embargo, están entrelazados (27). Las relaciones funcionales en este dominio denotan interacciones entre espacios, cosas, personas que los visitan o usan y/o entornos. A diferencia de las propiedades emergentes y las relaciones espaciales, las relaciones funcionales son aspectos inherentemente no visuales de los diseños arquitectónicos.

Además de las tres categorías anteriores, establecimos una cuarta, es decir, 'conocimiento previo', porque la historia pasada de los estudios de la ciencia cognitiva ha indicado que toda tarea cognitiva realizada por los seres humanos está mediada por el conocimiento previo sobre el dominio en el que el pertenece la tarea. El conocimiento previo en el dominio del diseño arquitectónico incluye (a) conocimiento del dominio sobre estructuras y materiales para cumplir ciertas funciones y arreglos espaciales; (b) normas para realizar las evaluaciones estéticas y preferenciales para sus propias decisiones de diseño; y (c) conocimiento sobre la relevancia e influencia de los diseños arquitectónicos hacia / desde los contextos sociales y los entornos en los que se construye la arquitectura.

Después de revisar todos los protocolos, distinguimos subclases de cada categoría. Para las propiedades emergentes, en los casos en que los participantes descubrieron o crearon ciertas áreas para algo o algunas funciones, o se refirieron a áreas ya representadas (por ejemplo, rodeadas con un círculo), codificamos la evidencia como espacios. En los casos en que los sujetos representaron cosas, se refirieron a cosas ya representadas, o incluso observaron cosas

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerarse oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en "material docente del curso", en U-Cursos.

Suwa & Tversky, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, Design Studies 13 (1997) 385-403 © 1997 Elsevier Science Ltd.

que en realidad no estaban allí por la aparición de otras representaciones circundantes, codificamos la evidencia como cosas. Formas / ángulos denotan las formas de cosas o espacios, o el ángulo que forman dos elementos uno contra el otro. Los tamaños denotan el tamaño de las cosas o los espacios. Los dos últimos son atributos visuales de los dos primeros. Estas cuatro subclases constituyen propiedades emergentes.

Las relaciones espaciales se subdividieron en dos clases, relaciones locales y relaciones globales. Las relaciones locales incluyen (a) adyacencia, (b) lejanía, (c) conexión física por mediación de otras cosas y (d) alineación, que se mantiene entre dos o más espacios o cosas diferentes. Las relaciones globales incluyen (e) una configuración de espacios o cosas dentro de todo el sitio o un área determinada en él, (f) simetría de espacios o cosas, y (g) ejes, o un sentido de dirección que los espacios o cosas poseen inherentemente.

Las relaciones funcionales se subdividieron en cinco categorías. Los roles prácticos se refieren a la relevancia semántica, el conflicto, la separación entre los roles prácticos de espacios o cosas. Esta es una subclase relacionada con cómo la gente los usa. Las características / reacciones abstractas incluyen interrelaciones entre las características abstractas de espacios o cosas, así como interacciones y sentimientos que las personas pueden tener al experimentar espacios o cosas. Esta es una subclase relacionada con la forma en que las personas reaccionan ante ellos. Las otras tres subclases son tipos más específicos de interacciones entre personas, espacios y / o cosas, que son típicos en el diseño arquitectónico. Las vistas incluyen la apariencia real de los espacios o cosas imaginadas por los participantes y la visibilidad de un espacio hacia y desde otro espacio dentro del sitio. Luces denota interacciones entre los elementos representados y la luz solar. La circulación de personas / automóviles es una codificación de los informes de los participantes sobre personas / automóviles que se mueven dentro o fuera del sitio.

No dividimos el conocimiento previo en subclases, porque la distinción precisa de a qué tipos de conocimiento se refieren los participantes no es relevante para la presente investigación.

3. ANALISIS DE PROTOCOLOS

3.1 Codificación en categorías de información

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerarse oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en “material docente del curso”, en U-Cursos.

Suwa & Tversky, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, Design Studies 13 (1997) 385-403 © 1997 Elsevier Science Ltd.

Para cada participante, primero codificamos toda la información de los protocolos verbales en las subclases de categorías de información. Básicamente, los protocolos verbales fueron el principal objetivo de nuestro análisis; analizamos palabras, frases y oraciones como evidencia de cada subclase de categorías de información. Para complementar el protocolo verbal, empleamos los datos visuales de cintas de video que registraron los gestos de señalar de los participantes en los informes, de dos maneras. Primero, debido a que los informes verbales contenían abreviaturas y pronombres ambiguos, los gestos de señalar de los participantes ayudaron a aclarar a qué se refería. En segundo lugar, los participantes a veces omitieron informar sobre ciertas representaciones que se utilizaron en sus actividades de dibujo. Los datos visuales revelaron estas representaciones no reportadas. En estos casos, codificamos que algunos pensamientos "desconocidos" estaban realmente allí.

La Tabla 2 muestra una porción de 3 minutos de un protocolo de un arquitecto en ejercicio, comenzando a los 9 minutos en la tarea de diseño. Cuando codificamos protocolos en bruto, fue necesario aumentar las frases ambiguas con interpretaciones. Hicimos esto buscando justificaciones. Un tipo de justificación era saber de qué áreas o representaciones estaba hablando el participante a partir de sus gestos de señalar la pantalla mientras informaba. Otro tipo consistía en interpretar frases o pronombres a partir de información contextual, pragmática y semántica. [p: ..] corresponde al primero y [s: ..] al segundo. En la columna de la derecha, se enumeran las subclases y frases codificadas para las que codificamos.

No codificamos objetivos o intenciones para acciones futuras, ya que normalmente se referían al control de meta-nivel sobre los procesos cognitivos en lugar de interpretaciones de bocetos. Un ejemplo típico se ve en el segmento 43 de la Tabla 2, es decir, "sí, no olvide esto".

3.2 Segmentación

Luego, dividimos todo el protocolo codificado en segmentos. Un segmento, ya sea que conste de una oración o de muchas, se define como una declaración coherente sobre un solo elemento / espacio / tema. Si un participante contribuyó con más de una declaración sobre un elemento / espacio / tema, las declaraciones se consideraron como segmentos diferentes; p.ej. consulte la parte de los segmentos 42 y 43 en la Tabla 2. Esta parte incluye declaraciones sobre

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerarse oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en "material docente del curso", en U-Cursos.

Suwa & Tversky, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, Design Studies 13 (1997) 385-403 © 1997 Elsevier Science Ltd.

una "tensión" entre dos áreas, pero debe dividirse en dos segmentos como tales. En el segmento 42, ideó una noción de "tensión", lo que sugiere su importancia en un entorno suburbano. Luego, en el segmento 43, exploró la idea colocando elementos de agua o escultura en una de las dos áreas. Incluso si los participantes omitieron informar una representación que realmente se reconoció en la cinta de video, la representación debería representar un segmento, porque estamos seguros de que algunos pensamientos de diseño habían estado realmente allí.

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerarse oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en "material docente del curso", en U-Cursos.

Table 2 An example of encoding protocols into information categories

Segment no: protocols (interpretations)	Encoded categories ("phrases" which are encoded as such)
37: I try to shelter my parking back behind that [s: building mass] Just a note behind this area [p: building area]. Other things [s: some events in the building] would go on if I try to shield using this bigger mass of this space [p: building area]..	space ("parking", "this space") local spatial relation ("back behind that") practical roles ("shelter", "shield") size ("bigger mass")
38: I've got features. Sculptures, water, trees. ..It's become points [s: visual points]. If I am going to develop this [s: the design of this area]...since I don't know what's out there [p: the outside environments], we have kind of a magical project here with the gallery ... with lots of outside water and lots of sculpture ... have the building control all of our visual points. Where you are and what you see. We have some control over that.	things ("sculptures", "trees"), space ("water") views ("visual points", "what you see") background knowledge ("don't know what's out there") circulation ("where you are") abstract features/reactions ("magical project", "control all of our visual points", "control over where you are and what you see")
39: This wavy line [p: between sculptures and the outside water] is just a rapid, just a note to myself. Something's going to happen here between. Maybe will look at other things but I am going to see this. This is going to stop my view [s: a note to stop my view].	abstract features/reactions ("something's going to happen") spaces ("here") local spatial relation ("between")
40: Just trying to fill in the notion that maybe parking is feeding backward [s: of the building] in this area [p: parking area] ... It's difficult because it's an awkward access...	spaces ("parking"), circulation ("access") local spatial relation ("backward") background knowledge ("awkward")
41: What did I do there?.. you know I don't know... Oh looking at the sequence of what I'm doing [s: trying to remember his past thoughts]. I know exactly what I'm doing... That is from here ... You have a spatial relation ... carry on ... You can see from here [p: the sculpture area drawn in segment 38] back to the entry point [p: the entrance from the nearest public road to the site]. So you can see these elements [p, s: something located near the entry point].	local spatial relation ("spatial relation") views ("see") space ("here", "entry point") things ("these elements")

[s: ..] - this interpretation is obtained from pragmatic and semantic inference by the experimenter.

[p: ..] - this interpretation is grounded by the subject's act of pointing to areas or things in reporting.

Un segmento generalmente incluía varias subclases de información y un protocolo completo para un participante generalmente constaba de cientos de segmentos.

Aunque ideamos la noción de "segmentos" de forma independiente, aprendimos después que Goldschmidt (13) ya había propuesto una forma similar de descomponer los procesos de diseño en pequeñas unidades, "movimientos de diseño" y "argumentos". Según su definición, un movimiento de diseño es 'un acto de razonamiento que presenta una proposición coherente. Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerar oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en "material docente del curso", en U-Cursos.

Suwa & Tversky, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, Design Studies 13 (1997) 385-403 © 1997 Elsevier Science Ltd.

perteneciente a una entidad que se está diseñando', y los argumentos son 'los enunciados sensibles más pequeños que intervienen en la realización de un movimiento' (p. 125). Esta definición y los ejemplos mostrados sugieren que un segmento en nuestra noción corresponde a un movimiento de diseño en su granularidad.

3.3 Dependencia conceptual entre segmentos: dos tipos de segmentos

A continuación, analizamos la dependencia conceptual entre segmentos. Definimos un segmento para tener una dependencia conceptual (CD) a un segmento pasado, ya sea inmediatamente anterior o en cualquier lugar del pasado, cuando (a) el elemento / espacio / tema en el segmento actual se deriva de su relación con otro elemento / espacio / tema que le preocupaba al segmento anterior, o (b) el segmento actual explora el mismo elemento / espacio / tema que preocupaba al segmento anterior, o (c) una idea de diseño o una restricción establecida en el segmento anterior se ha generalizado y se aplica al segmento actual.

Como resultado de este análisis, encontramos que todo el proceso de diseño incluye muchos bloques de segmentos contiguos. Llamamos a cada bloque un "bloque de dependencia".

Llamamos a los segmentos que están solos, que no forman un fragmento con otros, "segmentos aislados". Los segmentos contiguos que deben formar un fragmento de dependencia se determinan de modo que, para cada fragmento, cada segmento constituyente, excepto el primer segmento del fragmento tenga un CD de al menos uno de los segmentos anteriores del fragmento, sea o no inmediatamente precedente. El primer segmento no tiene un CD de su segmento inmediatamente anterior ("segmento P") ni de ningún segmento en el fragmento de dependencia, si lo hay, al que pertenece el "segmento P".

Un fragmento de dependencia representa una secuencia de pensamientos de diseño conceptualmente interrelacionados, cada uno de los cuales fue evocado en relación con pensamientos anteriores en el fragmento; p.ej. Supongamos que un participante diseñó una entrada al edificio del museo y luego se dedicó a diseñar una taquilla y una tienda de regalos. Si el participante diseñó la taquilla y la tienda de regalos, considerando que una taquilla debería estar ubicada prácticamente cerca de la entrada y una tienda de regalos debería estar ubicada cerca de la salida de entrada para permitir que los visitantes naveguen justo antes de irse a

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerarse oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en "material docente del curso", en U-Cursos.

Suwa & Tversky, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, *Design Studies* 13 (1997) 385-403 © 1997 Elsevier Science Ltd.

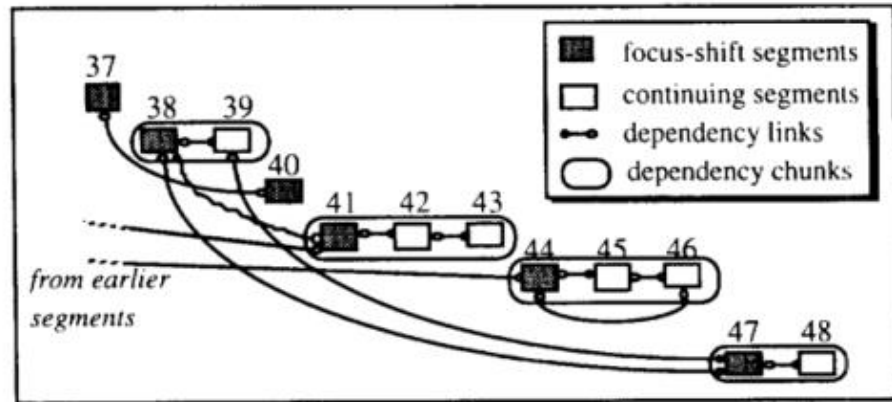
casa, entonces esta secuencia de diseño los pensamientos deben formar un bloque de dependencia. La Figura 1 es una representación esquemática de una configuración de segmentos, enlaces de dependencia conceptual y fragmentos de dependencia, para la parte de los protocolos de la Tabla 2. Cada nodo rectangular representa un segmento y cada enlace entre dos nodos un CD. Los números escritos al lado de los nodos corresponden a los números de segmento. Los segmentos se representan desde la izquierda en el orden en que aparecen. Los segmentos que forman un fragmento de dependencia se representan en el mismo nivel vertical.

El primer segmento de un fragmento de dependencia y un segmento aislado indicaron que el foco de atención del participante se apartó de los pensamientos anteriores y se trasladó a otro elemento / espacio / tema. Clasificamos un segmento de este tipo como un segmento de "cambio de enfoque". Corresponde a los nodos grises en la Figura 1. Cada segmento de cambio de enfoque se representa de tal manera que se desplaza más abajo que su segmento inmediatamente anterior. Llamamos a todos los demás segmentos, los que pertenecen a un fragmento de dependencia, pero no al primer segmento del fragmento, "segmentos continuos". En un segmento continuo, el participante sigue explorando un tema que está relacionado conceptualmente con los segmentos pasados dentro del mismo fragmento. Corresponde a los nodos blancos de la Figura 1.

Un principio central de esta investigación es que los actos de los arquitectos de cambiar el foco de atención de una manera oportunista y sus actos de explorar temas relacionados consecutivamente son los dos componentes importantes de su actividad de diseño. Este punto de vista se derivó de nuestra noción de fragmentos de dependencia. Los cambios de enfoque permiten una variedad lateral de temas / ideas de diseño y una secuencia de pensamientos relacionados permite una exploración detallada y profunda de las ideas de diseño. El primero corresponde a lo que Goel llama "transformación lateral" y el segundo a lo que él llama "transformación vertical" (7).

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerarse oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en "material docente del curso", en U-Cursos.

Figure 1 A schematic representation of segments, conceptual dependency links and dependency chunks



4. RESULTADOS

4.1 Observaciones acerca del proceso de diseño

La Tabla 3 muestra el porcentaje de segmentos continuos y segmentos de cambio de enfoque para estudiantes promedio y para los dos arquitectos. Los arquitectos tienen segmentos notablemente más continuos que los estudiantes. La Tabla 4 muestra el número total de fragmentos de dependencia, el número de fragmentos de dependencia cuya longitud es 2 y el número de fragmentos de dependencia cuya longitud es superior a 2. Los arquitectos tienen muchos más fragmentos de dependencia que los estudiantes. Es importante destacar que esta diferencia proviene principalmente del número de trozos cuya longitud es superior a 2, mientras que el número de trozos cuya longitud es 2 no difiere mucho entre arquitectos y estudiantes. Estos resultados, que los arquitectos tienen más y más fragmentos de dependencia que los estudiantes, indican que una vez que los arquitectos cambian su foco de atención, piensan más profundamente sobre el tema. ¿Qué causa esta diferencia? Creemos que ocurre porque los arquitectos pueden "leer" más tipos diferentes de información de sus bocetos. En la siguiente sección, discutiremos qué tipos de información son "leídos" por arquitectos y estudiantes en cada uno de los segmentos de cambio de enfoque y segmentos continuos.

Table 3 The percentage of both types of segments in the protocols of students and architects

Segment types	Students (%) (aver. $\pm$ std.)	Architect 1 (%)	Architect 2 (%)
Continuing	35.2 $\pm$ 4.2	49.2	46.8
Focus shift	64.8 $\pm$ 4.2	50.8	53.2
Total	100	100	100

Table 4 The number of dependency chunks for students and architects

Kinds of dependency chunks	Students (aver. $\pm$ std.)	Architect 1	Architect 2
Two in length	13.7 $\pm$ 4.0	18	16
More than two	12.6 $\pm$ 2.7	39	19
Total number	26.3 $\pm$ 3.8	57	35

4.2 Information categories in both types of segments

La Tabla 5 muestra los porcentajes de cada tipo de información para el cambio de enfoque y los segmentos continuos para arquitectos y estudiantes. Había sorprendentes similitudes y diferencias entre arquitectos y estudiantes en la interpretación de sus bocetos. Para ambos, la información predominante en los segmentos de cambio de enfoque fueron los espacios, mientras que la información predominante en los segmentos continuos fueron las relaciones espaciales locales. Esto significa que encontrar espacios fue el principal impulso para cambiar el enfoque a una nueva parte de un boceto, mientras que el examen de las relaciones espaciales locales fue el estímulo para la consideración continua de temas relacionados.

En cuanto a las diferencias, las partes resaltadas de la tabla indican diferencias significativas entre arquitectos y estudiantes. En los segmentos de cambio de enfoque, ambos arquitectos consideraron formas / ángulos, tamaños y vistas más que los estudiantes. Esto significa que los arquitectos, a diferencia de los estudiantes, comenzaron a pensar en los atributos visuales de las representaciones y las vistas, tan pronto como cambiaron la atención a una nueva parte de un boceto. En contraste, en los segmentos continuos, los arquitectos se diferenciaron de los estudiantes solo en la consideración de todas las relaciones funcionales excepto los roles

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerarse oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en "material docente del curso", en U-Cursos.

Suwa & Tversky, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, Design Studies 13 (1997) 385-403 © 1997 Elsevier Science Ltd.

prácticos. Esto significa que los arquitectos continuaron interpretando las relaciones funcionales, especialmente las características / reacciones abstractas, con más frecuencia que los estudiantes a medida que su pensamiento progresaba dentro de un bloque de dependencia. También debe tenerse en cuenta que solo los "roles prácticos" eran de naturaleza completamente diferente de todas las demás relaciones funcionales. Los arquitectos pensaron en los roles prácticos de los espacios / cosas y sus relaciones con la misma o menor frecuencia que los estudiantes.

Table 5 Distribution of information categories in protocols of students and architects by segment type

Subclasses of information category	Focus-shift segments			Continuing segments		
	students aver. $\pm$ std.	Architect 1	Architect 2	Students aver. $\pm$ std.	Architect 1	Architect 2
Spaces	30.8 $\pm$ 0.7	28.1	24.6	19.8 $\pm$ 4.1	19.6	16.0
Things	6.1 $\pm$ 3.8	2.3	4.6	4.1 $\pm$ 2.5	4.5	3.7
Shapes/angles	6.2 $\pm$ 2.4	8.7	10.9	8.4 $\pm$ 2.9	5.3	4.9
Sizes	2.9 $\pm$ 1.3	5.0	5.7	3.3 $\pm$ 2.0	1.9	4.3
Global spatial relations	7.5 $\pm$ 3.4	6.0	4.0	6.3 $\pm$ 2.5	4.8	5.5
Local spatial relations	13.9 $\pm$ 2.1	11.8	14.3	20.2 $\pm$ 3.2	19.1	19.0
Practical roles	5.1 $\pm$ 1.9	1.9	4.6	8.6 $\pm$ 2.6	4.5	8.6
Abstract features/reactions	2.9 $\pm$ 1.6	3.8	6.8	4.7 $\pm$ 1.5	7.9	6.8
Views	5.6 $\pm$ 2.1	8.3	8.0	5.4 $\pm$ 2.3	9.3	6.7
Lights	1.5 $\pm$ 1.3	4.4	1.7	1.0 $\pm$ 1.1	4.3	0.6
Circulation of cars/people	9.4 $\pm$ 2.9	9.8	5.7	8.1 $\pm$ 1.8	13.8	9.2
Background knowledge	8.1 $\pm$ 2.0	9.9	9.1	10.1 $\pm$ 2.2	5.0	14.7
Total	100	100	100	100	100	100

Note: categories in which architects had a significantly higher percentage of responses than students are highlighted.

Estos resultados pueden resumirse en las siguientes ideas, que podrían adoptarse como estrategias útiles a seguir en el diseño. Primero, porque los arquitectos están capacitados y, por lo tanto, pueden pensar en formas / ángulos y tamaños, que son atributos inherentemente visuales de los elementos representados (espacios y elementos / cosas), justo después de que cambian el enfoque a un nuevo elemento, espacio o tema, sus cambios de enfoque no

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerar oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en "material docente del curso", en U-Cursos.

Suwa & Tversky, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, Design Studies 13 (1997) 385-403 © 1997 Elsevier Science Ltd.

terminarán en vano. En segundo lugar, debido a que los arquitectos pueden explorar muchas más consideraciones funcionales, especialmente características / reacciones abstractas, en los segmentos continuos, pueden perseguir pensamientos de diseño más profundamente dentro y a través de los fragmentos de dependencia que los estudiantes. Este análisis ha revelado que los bocetos estimulan el pensamiento no solo sobre las relaciones perceptivas, sino también sobre las relaciones funcionales inherentemente no visuales con estudiantes de diseño avanzado y arquitectos en ejercicio. Los arquitectos en ejercicio son incluso más expertos en interpretar los problemas funcionales de la percepción de las características visuales que los estudiantes de arquitectura.

5. Discusión y trabajos relacionados

5.1 Protocolos retrospectivos vs. Protocolos concurrentes (capturados en tiempo real)

El análisis de protocolos de pensamiento en voz alta ha sido un método importante para buscar conocimientos sobre los procesos de pensamiento humano en tareas cognitivas complejas 2 °. También se ha empleado ampliamente en estudios de actividades de diseño. Sin embargo, no empleamos el método del protocolo de pensar en voz alta porque trabajos anteriores sugirieron que hablar en voz alta al mismo tiempo puede interferir con la percepción de los participantes durante sus actividades de dibujo 2 ° -22. Este efecto socavaría nuestra investigación, porque nuestro propósito era revelar las interacciones perceptivas entre un diseñador y sus propios bocetos.

En su lugar, optamos por emplear el método de información retrospectiva. Sin embargo, otro efecto indeseable, el recuerdo selectivo, es inevitable en este método 2 °. Los participantes pueden tender a informar selectivamente lo que es relevante para las señales de recuperación dadas en la tarea de informe y / o lo que es relevante para sus propósitos e intenciones mientras informan, descuidando otros pensamientos que podrían haber ocurrido durante la sesión de diseño. La medida que tomamos para reducir el recuerdo selectivo fue agregar señales de memoria a las sesiones de informes retrospectivos mostrando a cada participante la cinta de video de sus propias conductas de dibujo. Esto proporcionó al participante pistas visuales sobre la secuencia exacta del dibujo, incluidos el tiempo, las vacilaciones, los retornos y

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerarse oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en "material docente del curso", en U-Cursos.

Suwa & Tversky, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, Design Studies 13 (1997) 385-403 © 1997 Elsevier Science Ltd.

los nuevos dibujos. Se esperaba que esas señales visuales ayudaran a cada participante a recordar lo que pensaba, relevante o irrelevante.

5.2 Análisis formal vs. Análisis informal

El trabajo anterior sobre el análisis de protocolos para el proceso de diseño ha adoptado uno de dos enfoques, análisis formal y análisis informal. En el análisis de protocolo formal, el diseño se ve como un proceso de búsqueda racional de resolución de problemas a través de un "espacio de solución" (28-32). Su enfoque principal es describir el diseño en términos de una taxonomía general de resolución de problemas, es decir, estados de problemas, operadores, planes, metas, estrategias, etc., y así llegar a hallazgos generalizables sobre la metodología de diseño. En el análisis informal, por otro lado, el diseño es visto como un proceso en el que cada diseñador 'construye su propia realidad' mediante sus propias acciones que son reflexivas, receptivas y oportunistas a la situación del diseño, como Dorst y Dijkhuis (33). lo caracterizó. El trabajo de Schön sobre "el diseñador como un practicante reflexivo" (34) y el trabajo de Goldschmidt sobre el ciclo de diseño de "ver cómo" y "ver eso" (13) son ejemplos típicos de esta categoría. El presente trabajo pertenece al último enfoque en el sentido de que vemos el proceso de diseño como compuesto de ciclos de cambios de enfoque y pensamientos continuos, y que nuestro objetivo es revelar cómo cada pequeño ciclo es impulsado por las acciones de los diseñadores de ver diferentes categorías de información.

En comparación con el trabajo de Goldschmidt, la presente investigación es un intento de analizar los fenómenos de "ver como" en distintos tipos mediante el desarrollo de un conjunto preciso de categorías de información, p. Ej. los arquitectos a menudo descubren involuntariamente ciertos "espacios" y "cosas", dos elementos visuales básicos en los bocetos arquitectónicos, a partir de una configuración de dibujos lineales inesperados. A veces, problemas funcionales, p. Ej. Las "características y reacciones abstractas" les surgen de los atributos visuales de las representaciones, como "formas / ángulos" y "tamaños", y / o de las "disposiciones espaciales" de los elementos representados.

5.3 La conexión entre el proceso de diseño y el contenido del problema de diseño

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerarse oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en "material docente del curso", en U-Cursos.

Suwa & Tversky, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, Design Studies 13 (1997) 385-403 © 1997 Elsevier Science Ltd.

Dorst y Dijkhuis (33) argumentaron que los análisis de los procesos de diseño deberían centrarse tanto en los "procesos de diseño" como en "los contenidos del problema de diseño", a fin de llegar a ideas generalizables sobre qué son las actividades de diseño buenas y productivas. Lo que quieren decir con "analizar los procesos de diseño" es revelar las tendencias generales y las características de cómo se estructuran los procesos de diseño. Lo que quieren decir con "analizar contenidos" es revelar qué información, recursos y conocimientos están involucrados allí. Dorst y Dijkhuis señalaron que el enfoque formal de "resolución racional de problemas" se centra únicamente en los componentes del proceso de las actividades de diseño y no analiza el contenido de lo que los diseñadores ven y piensan, y qué conocimiento utilizan. Por otro lado, los estudios de caso relacionados con el enfoque informal, típicamente la teoría de la reflexión en acción de Schön, están orientados al contenido y, por lo tanto, son difíciles de comparar y usar para obtener ideas generalizables sobre buenas formas de hacer diseños. Dorst y Dijkhuis finalmente concluyeron que el enfoque informal debería desarrollarse más, "construyendo una taxonomía de problemas de diseño y de marcos" (p. 274).

Nuestro enfoque aborda precisamente este problema. El conjunto de categorías de información y sus subclases puede verse como una taxonomía del componente de contenido de los problemas de diseño. Esta categorización es lo suficientemente general como para ser aplicable a diferentes actividades de diseño, porque se derivó de la perspectiva de la ciencia cognitiva, es decir, de conocimientos generales sobre cómo las personas ven, piensan y actúan, perceptiva y conceptualmente. Por otro lado, los dos tipos de segmentos, el cambio de enfoque y los segmentos continuos, son los componentes del proceso de las actividades de diseño. El análisis que hemos desarrollado explora el vínculo entre los componentes del proceso y los componentes del contenido, al revelar qué categorías de información son dominantes y características de ambos tipos de segmentos.

5.4 Fragmentos en el proceso de diseño

Recientemente, ha existido una creencia creciente en el campo del diseño arquitectónico de que una forma eficaz de analizar un proceso de diseño es descomponer todo el proceso en sus

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerarse oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en "material docente del curso", en U-Cursos.

Suwa & Tversky, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, Design Studies 13 (1997) 385-403 © 1997 Elsevier Science Ltd.

componentes más pequeños y centrarse en las interrelaciones entre estos componentes.

Nuestra noción de "fragmentos de dependencia" entra en esta categoría y, por lo tanto, no es nueva en sí misma. Miller (35) acuñó el término "fragmento" para describir el agrupamiento subjetivo de elementos no relacionados. Fue adoptado por investigadores que estudian la resolución de problemas y el razonamiento para caracterizar el conocimiento de los expertos (3, 4, 36). Los expertos pueden organizar elementos que parecen no estar relacionados con un novato en unidades coherentes y significativas.

Estas ideas han sido adoptadas más recientemente por investigadores que estudian el proceso de diseño. Entre varios predecesores que han utilizado este enfoque, el trabajo de Goldschmidt sobre "linkografía" (37) es el más similar al nuestro. Su trabajo es un precursor del nuestro en el sentido de que compartimos su opinión de que el análisis de la interconectividad entre segmentos arrojará conocimientos sobre qué proceso de diseño conduce a una buena productividad. Sin embargo, su noción de fragmento difiere de la nuestra en granularidad. Un fragmento en su noción toma la forma de un patrón de enlaces que circunscribe un gran número de movimientos de diseño en él, típicamente más de diez, de modo que hay pocos, o ninguno en absoluto, enlaces en diferentes fragmentos. Por el contrario, nuestro fragmento se configura a partir de un número relativamente menor de segmentos. Esta diferencia se debe a la diferencia en los propósitos de los análisis de fragmentos. Goldschmidt tiene como objetivo revelar un patrón geométricamente discernible de interconectividad de movimientos de diseño, es decir, la estructura relativamente global de un proceso de diseño. Por otro lado, apuntamos a revelar ciclos más pequeños de procesos de diseño, que se caracterizan por cambios de enfoque y segmentos continuos. La granularidad más pequeña de nuestros trozos es adecuada para este propósito.

5.5 Pensamiento de diseño sobre forma y función

Arnheim (27) insistió en que la forma y función visual de la arquitectura están entrelazadas física y psicológicamente, y que explorar los aspectos psicológicos de las formas visuales debería ayudar a los arquitectos a comprender la interacción entre forma y función. Considere, p. Ej. la representación de un arquitecto de varios objetos visuales, p. ej. los contornos de los

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerarse oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en "material docente del curso", en U-Cursos.

Suwa & Tversky, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, Design Studies 13 (1997) 385-403 © 1997 Elsevier Science Ltd.

edificios, en un dibujo en planta. Arnheim observó que no sólo sus formas visuales emergen frente a los arquitectos ("figuras"), sino que también los espacios entre estas figuras ("suelo") pueden ser y a menudo son, objetos emergentes por derecho propio. Esto se debe a que, conjeturó Arnheim, los arquitectos son capaces de sentir las fuerzas invisibles que emanan de las formas visuales de los objetos representados y de los espacios intermedios, y percibir la interacción de esas fuerzas compensatorias a partir de dos fuentes (Capítulo 3).

Aquí, tenga en cuenta que las fuerzas invisibles y su interacción se desmitifican y pueden interpretarse como pensamientos funcionales que se derivan de formas visuales. En términos de nuestra categorización, las formas visuales corresponden a espacios, cosas, formas / ángulos, tamaños y sus relaciones espaciales, locales o globales. Y las fuerzas invisibles y su interacción corresponden a características y reacciones abstractas.

Visto de esta manera, nuestros hallazgos corroboran su afirmación. Los arquitectos, más a menudo que los estudiantes, prestan atención a las formas / ángulos y tamaños, los atributos visuales de los elementos representados, justo después de haber cambiado su enfoque hacia nuevos pensamientos. Podemos interpretar este fenómeno como evidencia de que los arquitectos en ejercicio saben mejor que los atributos visuales son buenas fuentes de las que derivar ideas de diseño sobre funciones. De hecho, nuestros hallazgos sugieren que los arquitectos, cuando exploran sucesivamente pensamientos relacionados, son mejores que los estudiantes para interpretar cuestiones funcionales no visuales, especialmente características y reacciones abstractas, a partir de características visuales en bocetos.

6. Trabajo futuro

6.1 Las causas del cambio de enfoque y la exploración de pensamientos relacionados

La presente investigación sugiere que el cambio de enfoque y la exploración de pensamientos relacionados sucesivos son dos vehículos importantes para impulsar los procesos de diseño. En este artículo, examinamos las relaciones estadísticas entre los tipos de segmentos y las categorías de información características de ellos. Este es un examen bastante aproximado, solo las categorías de información dominantes en cada uno de los dos segmentos. Todavía no hemos analizado en detalle las razones o causas del cambio de enfoque y la exploración. Las

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerarse oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en "material docente del curso", en U-Cursos.

Suwa & Tversky, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, Design Studies 13 (1997) 385-403 © 1997 Elsevier Science Ltd.

señales visuales que potencialmente pueden ser las causas son formas / ángulos, tamaños, texturas, atributos de línea de los elementos representados y proximidad, conectividad, continuidad / alineación, comparación de más de un elemento, etc. Estas señales se obtienen dividiendo la información actual subclases más precisamente en un grano más fino. Examinar las señales visuales que están involucradas con la evidencia de cambios de enfoque y exploraciones en los protocolos es uno de nuestros planes futuros.

6.2 Los roles de las representaciones externas

La presente investigación concluyó que los bocetos permiten a los arquitectos "leer" problemas funcionales no visuales de las características visuales. Entonces, ¿qué aspectos de los bocetos como representación externa permiten y facilitan el acto de "lectura"? ¿Se debe a que los bocetos son visuales y, por lo tanto, ciertas configuraciones de dibujos de líneas darán una pista visual al conocimiento previo del arquitecto sobre cuestiones funcionales? ¿O se debe a que los bocetos son más o menos específicos en el sentido de Stenning y Oberlander (16) y, por lo tanto, surge de repente una relación espacial entre las cosas que se han dibujado en el boceto de manera irrelevante entre sí, lo que sugiere un cierto problema funcional? ¿O se debe a que los bocetos a mano alzada son ambiguos en el sentido de Goel (17) y, por lo tanto, permiten la reinterpretación de los dibujos lineales? Una mirada cercana a cada caso de "lectura" en los protocolos desde el punto de vista de la naturaleza de los bocetos involucrados es otro proyecto futuro. Esta línea de estudio sobre bocetos de diseño arquitectónico se enmarca en un tema más amplio; por qué y cómo funcionan las representaciones externas en la resolución de problemas y la formación de conceptos de las personas.

6.3 Implicaciones para las herramientas de diseño

Debido a la inflexibilidad de las herramientas de diseño convencionales mencionadas anteriormente, los diseñadores y arquitectos todavía recurren a los bocetos a mano alzada para crear conceptos ingenuos. Entonces, ¿cómo debería una herramienta de diseño ayudar a los diseñadores en los primeros procesos de diseño? ¿Qué implicaciones nos ha traído la presente investigación?

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerarse oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en "material docente del curso", en U-Cursos.

Suwa & Tversky, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, Design Studies 13 (1997) 385-403 © 1997 Elsevier Science Ltd.

Este estudio implica que la percepción de los atributos visuales de los elementos esbozados, p. Ej. tamaños y formas / ángulos, juega un papel importante en la exploración de pensamientos funcionales inherentemente no visuales, un objetivo importante de un proceso de diseño. En otras palabras, los bocetos sirven como una "interfaz perceptiva" a través de la cual se pueden descubrir relaciones funcionales no visuales subyacentes a las características visuales. Esto nos ha motivado a apuntar a una herramienta de dibujo computacional que posea la funcionalidad de enriquecer la percepción (38). Si una herramienta de dibujo computacional puede alentar a los usuarios a responder a las características visuales en los bocetos y "leer" lo que sugieren, los diseñadores novatos pueden mejorar su capacidad para usar los bocetos como "interfaces perceptivas". Incluso los arquitectos en ejercicio pueden encontrarlo estimulando el descubrimiento de nuevas formas de mirar sus propios bocetos que de otro modo no notarían. Puede proporcionar a los usuarios una interactividad enriquecida, motivarlos a utilizar la herramienta y permitirles participar en su tarea de manera productiva.

Nuestra visión es una herramienta que, cuando un usuario dibuja una nueva figura, presenta estímulos visuales, p. Ej. "Animación" o "resaltado" de elementos esbozados (como "figura"), así como de espacios entre los elementos (como "suelo") (39). El concepto básico es que si el aspecto de las características visuales de los elementos (por ejemplo, formas, ángulos, tamaños, texturas y características de línea) y de los patrones producidos por su disposición espacial fluctúa, entonces la fluctuación puede alentar al usuario a 'leer', más allá de sus características visuales, su potencial atractivo para la percepción de formas imprevistas. ¿Qué elementos y espacios intermedios deberían ser candidatos para la animación y el resaltado? ¿Cómo se deben realizar la animación y el resaltado? Esos son los problemas futuros inmediatos que deben abordarse.

La funcionalidad de "enriquecimiento de la percepción" es ortogonal a los criterios que la literatura pasada sobre herramientas de dibujo computacional ha propuesto. Gross's Cocktail Napkin (25) ha propuesto un esquema de acceso en línea a información periférica, p. Ej. inventarios pasados de bocetos de diseño, públicos o personales. Esto permite que el boceto computacional sea "útil" en las primeras fases de diseño conceptual. Kramer señaló que,

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerarse oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en "material docente del curso", en U-Cursos.

Suwa & Tversky, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, Design Studies 13 (1997) 385-403 © 1997 Elsevier Science Ltd.

cuando los arquitectos hacen bocetos en papel, asocian dinámicamente las marcas esbozadas con significados, estructuras y operaciones solo cuando la asociación es necesaria, no cuando las marcas se colocan. Propuso una infraestructura llamada parches translúcidos (24) para proporcionar a los usuarios la libertad de asociaciones dinámicas y fluidas. Esto permite que el boceto computacional sea "natural", libre de restricciones no naturales que impondrían las herramientas de diseño convencionales.

7. Conclusiones

Hemos examinado los pensamientos de diseño de los participantes en una tarea de diseño arquitectónico, mediante el método de análisis de protocolo retrospectivo. Uno de los principales objetivos fue el desarrollo de un conjunto de categorías de información en las que se puede ajustar el contenido de los protocolos de los participantes. Diseñamos esto desde la perspectiva de la ciencia cognitiva, especialmente la investigación sobre el razonamiento diagramático. Otro objetivo era la forma de descomponer todo el protocolo de un participante en segmentos y analizar la estructura de los vínculos de dependencia entre los segmentos, es decir, los fragmentos de dependencia. Nuestras definiciones de enlaces de dependencia y fragmentos produjeron un análisis de protocolos con la granularidad adecuada que nos permitió concluir que el proceso de diseño consiste en ciclos más pequeños de cambio de enfoque y pensamientos continuos sobre temas relacionados. Nuestro hallazgo, que los arquitectos tenían más y más fragmentos de dependencia que los estudiantes, indica que una vez que los arquitectos cambiaron su foco de atención, pensaron más profundamente sobre el tema.

Otra contribución de la presente investigación es la investigación de las categorías de información que son dominantes o característicos de los segmentos de cambio de enfoque y los segmentos continuos. Descubrimos que debido a que los arquitectos son más capaces de pensar en formas / ángulos y tamaños, que son atributos inherentemente visuales de las representaciones, justo después de cambiar el enfoque a un nuevo elemento, espacio o tema, sus cambios de enfoque son más productivos. Además, descubrimos que debido a que los arquitectos pueden "leer" muchas más relaciones funcionales en segmentos continuos,

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerarse oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en "material docente del curso", en U-Cursos.

Suwa & Tversky, What do architects and students perceive in their design sketches? A protocol analysis, Design Studies 13 (1997) 385-403 © 1997 Elsevier Science Ltd.

especialmente características y reacciones abstractas, a partir de las percepciones de los elementos representados, pueden perseguir pensamientos de diseño más profundamente dentro y a través de los fragmentos de dependencia.

Agradecimientos

Nos gustaría expresar nuestro agradecimiento a YE Kalay en la Universidad de California, Berkeley, su ex alumno, Jinwon Choi y P. Teicholz en CIFE, Universidad de Stanford, por ponernos en contacto con estudiantes de arquitectura y arquitectos en ejercicio, al personal al Departamento de Arquitectura de UC Berkeley por prestarnos espacio y equipamiento, ya todos los participantes del experimento por su buena voluntad de participar. Agradecemos a G. Goldschmidt en Technion - Instituto de Tecnología de Israel, Y. E. Kalay, O. Akin en el Departamento de Arquitectura de la Universidad Carnegie Melon, M. D. Gross en la Universidad de Colorado, Boulder y J. P. Protzen en U. C. Berkeley por una discusión profunda de los procesos de diseño, por sugerencias sobre nuestra investigación y por referencias a trabajos anteriores. Agradecemos a D. M. Cannon del CDR, Universidad de Stanford, por los debates de los que surgió la idea de utilizar cintas de vídeo. Esta investigación se realizó cuando el primer autor estaba visitando CSLI de la Universidad de Stanford, y está agradecido con el personal de CSLI y el Departamento de Psicología por organizar su visita.

Esta traducción fue hecha con Google traductor, con fines docentes, y no debe considerarse oficial. Por favor úsela junto a la versión original, en inglés, disponible en “material docente del curso”, en U-Cursos.