

TITLE

Bits tangibles

ABSTRACT

Tangible Bits, is a survey of Human Computer Interaction (HCI) that seeks to realize seamless interfaces between humans, digital information, and the physical environment by giving physical form to digital information and computation, making bits directly manipulable and perceptible. The goal is to testify how designers, architects and engineers blur the boundary between our bodies and cyberspace and turn the architectural space into an interface.

KEYWORDS

architecture, bionics, digital, HCI, interactivity, mediafacades, metadesign.

Bits tangibles

Anna Pujadas

apujadas@eina.cat

EINA, Centro Universitario de Diseño y Arte adscrito a la Universidad Autónoma de Barcelona

Grupo de Investigación Procesos de Diseño. Prácticas Avanzadas en Diseño y Arte

1. Introducción

Actualmente las ventanas al mundo digital son pantallas rectangulares planas con píxeles o “bits pintados”. Desgraciadamente, no se puede sentir y confirmar la existencia virtual de la información digital a través del propio cuerpo. Podemos “mirar” la pantalla del ordenador y extraer información de ella pero no podemos “entrar”. Las máquinas manipulan el mundo digital directamente. Además las interacciones que tenemos con lo digital están separadas de nuestro entorno físico ordinario en el que vivimos y en el que interactuamos. Habría que encontrar un sistema inmersivo que trabajara para deshacer los límites entre los cuerpos y el ciberespacio. La clave estaría en la invisibilidad. El ordenador y, en general, todos los intermediarios entre los humanos y las entidades digitales deberían ser invisibles. Para ello los diseñadores industriales, ingenieros y arquitectos utilizan tres procedimientos básicos: primero, convertir todas las superficies que hay en el espacio arquitectónico (paredes, mesas, techos, puertas, ventanas, etc.) en interfaces activas entre el mundo físico y el virtual; segundo, acoplar a todos los objetos cotidianos la información digital que les pertenece; tercero, hacer emerger el ambiente que rodea a la persona cuando está concentrada en el ordenador a través de buscarle una correspondencia

digital. En conjunto, los esfuerzos de los creadores y de la industria se concentran en convertir el espacio arquitectónico en una interfaz. Las proyecciones murales interactivas se fusionan prácticamente sin solución de continuidad con la realidad física presentando imágenes a tamaño natural y prolongándose hasta los extremos mismos de la visión periférica del observador. Surge así una arquitectura híbrida, aquella en la que los objetos virtuales en tres dimensiones se mezclan con los físicos para generar un espacio de realidad aumentada o realidad mixta. En el futuro iremos “vestidos de bits”, más aún, todo el hábitat humano serán paneles en suspensión de información gráfica y textual. Construiremos espacios inteligentes extendidos a partir de conjuntos de objetos en interacción. Llegaremos a ser verdaderos habitantes en entornos electrónicos, en lugar de simples usuarios de artefactos informáticos (Mitchell 2001).

2. Texto principal

Tomo prestado el título de esta ponencia a Hiroshi Ishii, profesor de Media Arts and Sciences e investigador del Media Lab del MIT, codirector del consorcio *Things That Think* y jefe del *Tangible Media Group*. El proyecto de investigación que dirige desde el año 2000 tiene la finalidad de realizar interfaces entre ser humanos, información digital y entorno físico. “Bits tangibles” es su visión de la *Human Computer Interaction* (HCI): se busca un acoplamiento sin fisuras de bits y átomos para dar forma física a la información digital y la computación. Escribe poéticamente Hiroshi Ishii:

Hay algún lugar donde la vida de los átomos y la de los bits coinciden [...] Allí donde el mar se encuentra con la tierra, la vida ha brotado en una miríada de formas únicas en la turbulencia del agua, la arena y el viento. En otra playa, entre la tierra de los átomos y el mar de los bits, estamos ahora enfrentando el reto de reconciliar nuestra doble ciudadanía en los mundo físico y digital (Ishii 1997).

Hiroshi Ishii con su equipo del Media Lab del MIT buscan un punto de coincidencia entre ambas esferas.

2.1. arquitectura borrosa

Muchos arquitectos, desde su propia disciplina, están orientando sus investigaciones hacia el objetivo de convertir el espacio arquitectónico en una interfaz. Toyo Ito es uno de esos arquitectos, conocido mundialmente para buscar una fusión entre las realidades virtual y física en sus edificios. Según él, para lograr esta integración, es necesario resolver dos contradicciones provocadas por la naturaleza misma de lo arquitectónico. Tradicionalmente se ha entendido la arquitectura como una entidad con solidez y permanencia. Si esto es

así, ¿cómo podemos lograr una fusión entre ella y lo que es inmaterial y está siempre en constante cambio? Toyo Ito responderá esta pregunta con una cierta renuncia, ya que buscará la integración a través de la ficción, de la simulación (Ito 1994). En la torre llamada *Huevo de los vientos* (Tokio, 1991), por ejemplo, Ito sugirió imágenes ficticias y efímeras mediante la utilización de la luz y las imágenes de vídeo. Las imágenes que se proyectaban en la cáscara del huevo eran capturas de las señales de televisión y vídeo que había por el entorno. Ito afirmaba que era una manera de hacer visible la información que estaba allí, volando con el viento. La *Torre de los Vientos* (Yokoama, 1986) evocaba los fenómenos de la naturaleza a través de impulsos luminosos. Se trataba de una torre de ventilación para un centro comercial subterráneo. La torre se iluminaba de noche siguiendo diferentes patrones programados a partir de la información recogida del entorno. Las lámparas cambiaban de color como reacción del ruido exterior y los paneles de aluminio aparecían y desaparecían como reacción al viento. No se trataba de emitir luz sino de convertir el ruido y el viento en luz. De esta manera la torre, como antes el huevo, perdía sustancia física cuando oscurecía y se metamorfoseaba en fenómeno luminoso. Ambas torres ejemplifican el concepto de “arquitectura borrosa” que Toyo Ito desarrolló en una exposición en el Museo Suermondt-Ludwig de Aachen (Alemania, 1999):

Tenemos que inventar un tipo de arquitectura dotada de un límite que funcione como un sensor, como la piel humana, y tan sensible como una piel tersa. Debe ser una arquitectura que incorpore una relación interactiva entre el medio artificial y el medio natural [...] el espacio creado por la comunicación electrónica no está localizado, es un espacio efímero. Por lo tanto, la arquitectura borrosa debe tener un carácter flotante, permitiendo los cambios temporales (Ito 1999).

Hay toda una generación de arquitectos japoneses que recogen el testigo de Toyo Ito. Destacaremos por las similitudes el proyecto *Fiber Tower* (Milan, 2004) aún en estadio virtual de Makoto Sei Watanabe. Sería una estructura que permitiría visualizar el movimiento del viento gracias a unas finas fibras de carbono, de aproximadamente cuatro metros y medio de altura, que cuando el viento soplaría se moverían suavemente y pararían cuando dejara de soplar. En la punta de cada fibra habría dispositivos que permitirían acumular la luz del sol durante el día para posteriormente, durante la noche, emitir de manera espontánea, posibilitando visualizar el movimiento del viento a partir de los destellos de luz. El espacio interior estaría formado por lo que Watanabe llama “burbujas”. Estas estarían compuestas de material elástico flexible y cambiarían de forma acorde con las actividades que se hicieran dentro del edificio. A veces serían una gran bola, a veces serían largas y estrechas, y a veces se comprimirían en una multitud de micro-espacios. La superficie de las burbujas sería como una “piel

funcional” que respondería al mundo exterior. Por otra parte, la “piel” podría convertirse en una pantalla visual y comunicarse en tiempo real con la gente de la calle. La combinación de los espacios flexibles de las burbujas con la estructura flexible de las fibras permitiría una arquitectura que respiraría como un ser vivo, como un organismo. Y es que, siguiendo la lógica de Watanabe, si las hierbas y los árboles oscilan y se doblan con el viento sin oponer resistencia, ¿porque la arquitectura diseñada para moverse debe nacer de la resistencia al viento como un molino o una rueda hidráulica ? (Watanabe 2004).

2.2. Una casa debe ser un organismo vivo

He aquí la misiva que se establece como contrapartida al conocidísimo *leit motiv* de Le Corbusier “una casa es una máquina para vivir”. Un juego de palabras con las que Le Corbusier sugería que la industria de la construcción debía adoptar los métodos de la producción en masa de la industria del automóvil. Los arquitectos actuales transforman la aseveración en un principio biológico. Entre ellos el arquitecto estadounidense Dennis Dollens, apasionado del modernismo catalán y estudioso de Josep Maria Jujol. Su teoría sigue la estela dejada por estos pioneros de los edificios inspirados en las formas naturales para ir un paso más allá: dar vida a las construcciones o, al menos, dotarlas de propiedades biológicas.

Para ello Dennis Dollens se sirve de un *software* ideado en un principio para el diseño de jardines y paisajes llamado *Xfrog*, un sencillo programa informático que predice el crecimiento de un vegetal teniendo en cuenta su entorno, ubicación natural, sol, temperatura, humedad. Dollens introduce sus estructuras arquitectónicas dentro de los parámetros del *Xfrog* para verlas crecer como si fueran plantas. *Xfrog* lo utilizan los paisajistas para predecir el crecimiento de las plantas en un espacio determinado. El *software* se basa en algoritmos sobre el crecimiento de los vegetales recogidos en un estudio de 40 años. Dennis Dollens lo utiliza para simular la forma en que una estructura arquitectónica crecería para buscar la mejor orientación solar, los mejores flujos de aire caliente y frío, la reducción del consumo energético y de agua (... si fuera un organismo vivo) .

La arquitectura biomimética mira a la naturaleza, las plantas, las conchas, los animales, los esqueletos, para sacar ideas de diseño de estructuras y ver cómo se pueden traspasar estas ideas del mundo natural a un proyecto arquitectónico. No se trata de copiar del mundo natural directamente, no se hacen edificios que parecen flores, sino que se intenta hacer un edificio que, por ejemplo, utilice la energía solar como lo hacen las plantas con la fotosíntesis. El edificio no se parecerá en apariencia a una planta pero sí podemos decir que funcionará como una planta (Vidal 2007).

(Un) Plug sería un buen ejemplo de esta arquitectura reactiva a los fenómenos atmosféricos. R & Sie (n) (François Roche, Stéphane Lavaux, Jean Navarro y Benoît Durand) proyectaron este edificio de oficinas con una fachada cubierta toda ella de paneles fotovoltaicos que captan la energía solar para aprovechar en los sistemas de calefacción y de agua. El edificio además almacena energía en unos “bulbos energéticos” que están recubiertos de células fotovoltaicas que generan electricidad. El proyecto se llama (Un) Plug, ya que permite la desconexión de las redes de la ciudad y funciona casi como un organismo que gasta recursos pero a la vez los produce. Sin embargo, de momento, está en estadio de proyecto (R & Sie (n) 2010).

En cambio, sí que se ha llegado a construir el *Mediatic*, un edificio de oficinas en Barcelona, en el barrio de Poblenou que ahorra el 75% de la energía gracias a una doble piel, que es un diafragma de cojines de ETFE, que se abren y cierran de manera digital según el sol que se reciba. El edificio respira, si pasa una nube, la piel se abre para captar más luz. Cuando vuelve el sol, se cierra. Es el modelo opuesto al tradicional, el de edificios de oficinas acristaladas con todos los fluorescentes encendidos a las 12 del mediodía. El arquitecto responsable, Enric Ruiz-Geli, entiende la arquitectura como un proceso físico-químico donde la energía actúa como guión principal: “La arquitectura es un laboratorio que define la construcción del paisaje como una plataforma para la vida, suave y continua, como una nube [...] Hay que crear espacios que estén en diálogo con el medio ambiente, que actúen como un sistema vivo” (Ruiz-Geli 2011).

El ETFE, este membrana reactiva de plástico de etileno se ha convertido en protagonista de espectáculos a gran escala. El estadio de fútbol *Allianz Arena* (Munich, 2005) del estudio Herzog & DeMeuron tiene una fachada de ETFE que cambia de color (blanco, rojo o azul) para indicar si el equipo juega en casa (Herzog & DeMeuron 2005). El *Centro Nacional de Natación* (Beijing, 2008) diseñado por la firma australiana PTW Architects y el prestigioso despacho de arquitectura británico Arup, es conocido coloquialmente como “Cubo de agua” y parece que es la mayor estructura del mundo recubierta de ETFE. Las bolsas de ETFE cuando se hinchan generan unas burbujas metafóricas de lo que es acuoso y por la noche las lámparas LED que tienen dentro iluminan de color azul y rojo, el del agua y el de China (PTW Architects 2008).

Lógicamente el relevo del ETFE lo debería tomar la Nanotecnología, la habilidad de manipular la materia a una escala menor que un micrómetro. Actualmente, y entendida como un conjunto de nuevas tecnologías, la nanotecnología es famosa fundamentalmente por dos tendencias principales: la nanoestructuración de materiales y la creación de nanosistemas. Por un lado, la nanoestructuración ha conducido a una

serie de nuevos materiales con propiedades y características básicas que pueden ser pre-diseñadas antes de su creación. Por otra parte, los nanosistemas pretenden generar nanomáquinas que permitan realizar funciones de computación, fabricación, cirugía, exploración o protección. Con la nanoestructuración han conseguido metales con resistencia cinco veces mayor que la de los metales naturales. Se han creado cerámicas que nunca se fracturan, sólo se deforman. Hay materiales que cambian de color dependiendo del espectro de luz que llegue a su superficie y que se vuelven en algunos casos totalmente transparentes. Se han construido semiconductores 300 veces más eficientes que los utilizados en la electrónica convencional. La empresa *Nanophase Technologies Corporation* fabrica y comercializa una línea de producción que abarca actualmente materiales abrasivos, catalizadores, cosméticos, magnéticos, pigmentos y recubrimientos, componentes electrónicos y cerámicas estructurales (Ocampo 1998).

Ejemplos concretos en arquitectura podrían ser, primero, el proyecto llamado *Intelligent Safe and Secure Buildings* (ISSB 2011) con el que se pretende desarrollar un material de nanopartículas de polímero que pasarían de estado sólido a líquido cuando fueran sometidas a presión. Los investigadores de este proyecto (*Nano-Manufacturing Institute* de la Universidad de Leeds) afirman que construir edificios con este material podría ser muy útil en zonas de terremotos, ya que siendo sacudido el edificio las nanopartículas que se habrían vuelto líquidas llenarían las grietas y fisuras reparando el edificio y previniendo su caída (NMI 2011).

El segundo ejemplo que proponemos, claro, la *Iglesia del Jubileo* (Roma, 2003) proyectada por Richard Meier, el arquitecto blanco, el arquitecto de blanco, el arquitecto del blanco. Juegos de palabras que describen su elección para este no-color silencioso que parece pulir los volúmenes arquitectónicos como cristales diamantinos bajo los rayos del sol. La *Iglesia del Jubileo* blanca muy blanca mantiene esta calidad gracias a la presencia de partículas nanoestructuradas de dióxido de Titanio mezcladas en el cemento aglomerado usado para hacer las paredes de hormigón. Inventado en parte por Luigi Cassar, el dióxido de Titanio (TiO_2) es conocido por su aspecto de nieve, se usa como pigmento en pinturas y para colorear alimentos, pero además tiene propiedades de auto-limpieza. Las partículas de TiO_2 teóricamente harán que el hormigón no se ensucie nunca, ni en una ciudad con tanta polución como Roma (Meier 2003). No hace falta mencionar cuán simbólico es que un templo religioso sea inmune a la suciedad.

2.3. Fachadas mediáticas, reactivas e interactivas

Una serie de notas sobre la fachada contemporánea, expresiva y performativa. Son las llamadas *mediafacades*, fachadas equipadas con

LEDs situados a lo largo de su superficie a modo de píxeles que pueden dibujar y escribir imágenes y textos. Muchas compañías utilizan sistema en sus propios edificios de oficinas como anuncios gigantes en los que escriben eslóganes publicitarios o hacen propaganda de sus productos. Emblemáticas las de *ag4 Mediatecture Company* para *T-mobile* y otras empresas alemanes y suizas o, en el mismo contexto geográfico, las de *Realities: United* arquitectos como *BIX* (Graz, 2003) una instalación luminosa permanente integrada en una fachada de cristal acrílico de la estructura biomórfica de la *Kunsthau*s de Graz (Austria) que permite ajustar individualmente las lámparas de forma que se pueden proyectar incluso películas (*Realities: United* 2003).

Estas fachadas están conectadas a un sistema informático desde donde se configuran las imágenes y las letras que se quieran emitir con luces. Se podría decir que la apariencia física del edificio materializa datos digitales y que hay un cierto encuentro entre los dos mundos. También se podría afirmar que desde este sistema informático se establece una interacción entre esta parte arquitectónica y los seres humanos. Sin embargo, las mediafacades están más pensadas como carteles luminosos que como espacios de investigación o proyectos experimentales de fusión virtual-real. Igualmente, la tecnología de las *mediafacades* permite un uso en este último sentido. Entre muchos ejemplos posibles, ¿porqué no?, el *Kaleidophone* (Karlsruhe, 2005) de Christian Möller. Los visitantes, después de llamar a un determinado número de teléfono, podían utilizar las teclas numéricas de sus teléfonos para manipular las luces del edificio y los juegos de sombras y emitir sonidos. El teléfono se convertía en un pincel y en un instrumento de música (Möller 2005).

También usando un teléfono móvil como interfase el *Chaos Computer Club* ideó un programa llamado *Blinkenpaint* que permitía a los usuarios crear animaciones que se podían reproducir en torres de oficinas. El proyecto lo llamaron *Blinkenlights* (Berlín 2003) y utilizaban las ventanas de los edificios como si se trataran de los píxeles de un monitor. Las primeras ocho plantas del edificio se transformaron en una enorme pantalla mediante la colocación de 144 luces detrás de las ventanas principales del edificio. Un ordenador controlaba cada una de las lámparas de forma independiente para producir una matriz de blanco y negro de 18 veces 8 píxeles. Había un componente interactivo: utilizando el teléfono móvil se podía jugar a Ping Pong o al Tetris y enviar mensajes (CCC 2001).

Actualmente la tecnología del *iPhone* ha sido la protagonista. *N Building* (2009 Tokio) es una tienda de *Qosmo* localizada cerca de la estación Tachikawa en medio de un distrito comercial. Para diseñar los reclamos comerciales y carteles peatonales se decidió convertir toda la fachada en un gigante dispositivo de códigos QR. El código QR (*Quick*

Response) es un código de barras en dos dimensiones que tiene la ventaja de poder almacenar muchas informaciones a pesar de ser pequeño y rápido de escanear. Para acceder a la información contenida o encriptada en un código QR es necesario un dispositivo digital de captura de imágenes como una cámara de fotos, un móvil o una *webcam* y hay un *software* específico lector. Los peatones, con su móvil, leen los códigos QR proyectados en la fachada del *N Building* que los conducen a un espacio de Internet que incluye información actualizada de la tienda. Además, durante la inauguración de la tienda, se presentó una aplicación del *iPhone* desarrollada específicamente para el edificio. Los códigos QR de la fachada desaparecían para mostrar imágenes de los usuarios del interior del edificio que, habiendo dado previamente permiso, podían ser rastreados electrónicamente por clientes y peatones (MOMA 2011).

4D-Pixel (Studio Roosegaarde, 2004) es una superficie inteligente que reacciona físicamente a la voz humana o la música. Una pared que muestra letras en relieve cuando pasas cerca y que se mueve contigo. Si fuera un edificio, éste se adaptaría y respondería a los habitantes. La dinámica de la pared está hecha de cientos de píxeles físicos que reaccionan a la dinámica de las frecuencias de sonido. De esta manera existe una directa relación entre la actividad humana y la apariencia de la superficie, una fusión entre el cuerpo y la máquina. Daan Roosegaarde, diseñador de la pared, la describe así: “La belleza de 4D-Pixel establece en su aspecto adaptativo. A veces, es agresiva, a veces sensual, esto depende del comportamiento que hay en su alrededor. De esta manera se genera una forma más acabada, siempre cambiando” (Roosegaarde, 2004).

Las fachadas mediáticas nos ponen en contacto con superficies arquitectónicas dinámicas que nos muestran un posible futuro de un sistema interactivo de arquitectura que hace que nuestro entorno dependa de las actividades o acciones que hacemos en él. Estas fachadas quieren que nos comuniquemos con ellas y que juguemos. Son áreas en las que experimentar la mezcla entre lo digital y el espacio físico. Son superficies sin forma fija. Tienen una forma virtual y, por tanto, adaptable y borrrable. Gracias a los *softwares* se generan posibilidades espaciales trasladadas en tiempo real en el espacio físico.

2.4. Arquitectura en tiempo real

¿Hay mucha diferencia entre las mediafacades actuales y aquel iniciático principio de ficción que Toyo Ito establecía los años 90 como génesis de la búsqueda de una fusión entre lo físico y lo digital? Seguramente no. Pero, en cambio, no hay duda de que sería un resultado a parte conseguir una arquitectura fluida y cambiante como la que busca Kas Oosterhuis. Él es profesor de la Facultad de Arquitectura de la

Delft University of Technology, así como director del grupo de investigación *Hyperbody* y del *Protospace Laboratory for Collaborative Design and Engineering*. Uno de sus diseños más conocidos es *MuscleBody*, una arquitectura completamente cinética e interactiva que es un prototipo a escala real de un espacio interior. La interacción entre *MuscleBody* y las personas que han entrado en el espacio interior provoca que *MuscleBody* cambie su forma, el grado de transparencia y el sonido que genera. La estructura de *MuscleBody* se basa en un sólo tubo en espiral (de hecho es una manguera) que es doblada en tres dimensiones. Esta manguera tiene unos nodos conectados a un ordenador que permite la entrada de información digital. La piel está formada por una tela de lycra, un tejido elástico que normalmente se utiliza para ropa de deporte. La translucidez de esta tela varía según su grado de estiramiento. También hay una serie de altavoces integrados en la piel que generan sonidos diversos.

El público descubre en cuestión de minutos que *MuscleBody* reacciona a sus acciones. El resultado de esta interacción no es impredecible, ya que el músculo está programado para tener una voluntad propia. Es pro-activo porque es programable desde el ordenador gracias a los nodos que hay estratégicamente situados en el tubo. Es un juego constante de forma conjunta.

MuscleBody es un proyecto con un trasfondo especulativo. Kas Oosterhuis está experimentando con lo que él llama “estructuras activas”. No son estáticas como las estructuras tradicionales de la arquitectura, calculadas para resistir una fuerza concreta, sino que son unos dispositivos que se relajan cuando las fuerzas externas o internas son modestas y se tensan cuando las fuerzas son feroces. Actúan como un músculo. En su proyecto *trans_PORTS* (2001) las fuerzas externas provienen de Internet. En tiempo real y desde una página web se introducen datos que actúan como parámetros de los cambios en la forma física de las estructuras activas. Los cambios en el contenido de información local (luz, sonido, configuración) vienen dados por las manipulaciones que se hacen desde el WWW. El proyecto, si alguna vez se pudiera realizar, daría lugar a una arquitectura en tiempo real. El flujo de datos en tiempo real organizaría el flujo de materia que configuraría el entorno arquitectónico. Con esta arquitectura se podrían resolver las contradicciones que veía Toyo Ito y alcanzaría el principio de la ‘forma del cambio’.

Este es el título de un artículo de Kas Oosterhuis donde la arquitecta encuentra la metáfora perfecta para la arquitectura programable, la metáfora del enjambre de pájaros. Cada pájaro se mueve independientemente, en un gesto autónomo y, al mismo tiempo, todos los pájaros juntos configuran una forma general global, definida, conjunta y fluida, siempre en movimiento. Esto ocurre con otros flujos, como el río y el agua y las carreteras y los coches. En todos estos casos tenemos

el flujo de partículas individuales independientes que, sin embargo, configuran formas compactas y homogéneas en movimiento. De estos tres ejemplos, el que mejor expresa la idea de arquitectura programable de Oosterhuis es el del enjambre de pájaros. Ya que en este último caso la forma general del grupo no está fijada previamente, sino que es generada precisamente por la actividad individual de cada pájaro, siempre cambiante, siempre en formación. Este proceso se parece al transporte de paquetes de datos a través de Internet.

El Internet consiste en millones de ordenadores conectados unos a otros y continuamente intercambiando paquetes de datos. La información se puede recuperar a nivel local, copiar y pegar quizás en otros documentos de información. Continuatamente se recupera y se procesa para ser devuelta en nuevas combinaciones significativas. El nuevo significado reside temporalmente en uno o más de los millones de discos duros conectados. Las funciones de Internet son como una gigantesca estructura cerebral en todo el mundo. Para Oosterhuis es productivo considerar esta constelación como un nuevo biotopo en tiempo real de la vida digital. ¿Cómo podemos poner en práctica estas nuevas técnicas digitales en los edificios y por tanto la arquitectura? La respuesta de Oosterhuis ya la hemos dado: la arquitectura debe ser programable. Cuando la tecnología invada el cuerpo del edificio, la arquitectura ya no volverá a ser la misma. Los edificios comenzarán a convertirse en miembros de redes distribuidas, se comunicarán entre sí y con sus usuarios. Estas formas de comunicación no sólo se producirán en la fase de diseño, sino durante todo el ciclo de vida del edificio. Y cuando esto ocurra la arquitectura será más real que nunca (Oosterhuis 2001).

3. Conclusión

Este artículo tiene un sesgo involuntario que sería adecuado combatir en la conclusión. Hemos dicho al principio que diseñadores, arquitectos e ingenieros están trabajando para hacer invisibles las interfaces que mediatizan lo digital y lo físico para alcanzar un mayor contacto entre estas dos esferas. También hemos hablado sucesivas veces de inteligencia aplicada a superficies, entornos, espacios, hábitats. En ninguno de los dos casos se han apuntado las connotaciones cognitivas y los impactos sociales de estas concepciones tecnológicas. Si la tecnología se vuelve invisible, la posibilidad del usuario de acceder también desaparece y con ello la dependencia tecnológica crece. A la vez, podríamos preguntarnos si es más inteligente una casa interactiva que una de pasiva, teniendo en cuenta que sus respuestas a nuestros *inputs* están pre-decididas de acuerdo con ciertos algoritmos y las decisiones tomadas han sido pensadas por los diseñadores de sistemas y no por los propios habitantes de la casa. Toda una rama del diseño está naciendo actualmente como contestación a un entendimiento

del diseño excesivamente paternalista, más duramente, considerada totalitaria. A esta reacción, a veces la llaman “*MetaDesign*” también a menudo “*User-Responsible design*”. Es una concepción del diseño que se caracteriza por estudiar técnicas y procedimientos objetivos que permitan la creación de unas herramientas y unos instrumentos que posibiliten a los usuarios de los diseños, los auténticos conocedores de la función a implementar, de participar en el encargo y actuar como diseñadores. El objetivo es capacitar a los usuarios para participar informadamente en la resolución de las cuestiones de diseño y contribuir a sus respuestas.

En cuanto a la arquitectura interactiva como respuesta, y según como también como parodia, los belgas Adam Somlai-Fischer, *Aether Arquitectura* y el *Reorient Team* han diseñado la *Reconfigurable House* (Tokio, 2008). Construido en el ICC de Tokio, Japón, y abierta al público hasta marzo de 2008, el proyecto era un desafío a la computación ubicua de las “casas inteligentes”. Algunas personas pueden entrar en una casa y encontrar que las cosas son demasiado ruidosas, demasiado reactivas, o quizás no suficientemente reactivas. quizás algunas personas pueden preferir sonidos, otros pueden preferir las luces, otros pueden preferir el sentimiento delicado de la niebla. Cada visitante será capaz de utilizar una interfaz sencilla para configurar las reacciones e interacciones de la casa de una manera completamente diferente. El “hardware” es el mismo para todo el mundo, pero los visitantes transforman por completo el “software”. La casa consta de paredes y dispositivos que responden al sonido, la luz, el tacto, el movimiento, llamadas telefónicas, reproductores de mp3 y espacios conectados de forma remota, incluso a distancia. A través de elementos contruidos a partir de manipular juguetes de baja tecnología y ciertos *gadgets* baratos, la casa puede ser recreada a bajo coste, incluso aquellos que no son expertos en electrónica pueden manipularla. Esto significa que no sólo el *software* de la casa es abierto, sino también el *hardware*. En esta apertura la *Reconfigurable House* demuestra una “auténtica interacción”, ya que el sistema no sólo reacciona a los visitantes, sino que en un nivel superior también cambia la forma en que su reacción es calculada. Y si la casa se queda sola mucho tiempo o se aburre, pues se reconfigura a sí misma ... (Haque 2008).

Referencias

CCC, Chaos Computer Club (2001) *Project Blinkenlights* [en línea]. disponible en <<http://blinkenlights.net/home>> [15 julio 2016]

Haque Design Research (2008) *Reconfigurable House* [en línea]. disponible en <<http://www.haque.co.uk/reconfigurablehouse.php>> [15 julio 2016]

Herzog & DeMeuron (2005) *Allianz Arena* [en línea]. disponible en <<http://www.herzogdemeuron.com/index/projects/complete-works/201-225/205-allianz-arena.html>> [15 julio 2016]

- Ishii, H. (1997) *Tangible Bits* [en línea]. disponible en <<http://tangible.media.mit.edu/>> [15 julio 2016]
- Ito, T. (1994). *Ars Electrónica* [en línea]. disponible en <http://90.146.8.18/en/archives/festival_archive/festival_catalogs/festival_artikel.asp?iProjectID=8677> [15 julio 2016]
- Ito, T. (1999) *Blurring Architecture*. Milán : Edizioni Charta for the Suremondt-Ludwig.Museum.
- NMI, Nano-Manufacturing Institute (2011). *Centre for Molecular Nanoscience, Unievrsty of Leeds* [en línea]. disponible en <<http://www.cmns.leeds.ac.uk/research.html>> [15 julio 2016]
- Meier, R. (2003) *Jubilee Church* [en línea]. disponible en <<http://www.richard-meier.com/www/#/projects/architecture/location/europe-a-m/italy/1/132/0/>> [15 julio 2016]
- Mitchell, W. J. (2001) *E-Topia*. Barcelona: Gustavo Gili.
- Möller, Ch. (2005). *Works* [en línea]. disponible en <<http://www.christian-moeller.com/>> [15 julio 2016]
- MoMa (2011). *Talk to me exhibition: N Building façade* [en línea]. disponible en <<http://www.moma.org/interactives/exhibitions/2011/talktome/objects/146213/>> [15 julio 2016]
- Ocampo Ruiz, E. (1998) *Nanotecnología y arquitectura* [en línea]. disponible en <<http://www.imcyc.com/revista/1998/febrero/nanfeb98.htm>> [15 julio 2016]
- Oosterhuis, K. (2001) *The form of change* [en línea]. disponible en <http://www.academia.edu/7281219/The_Form_of_Change> [15 julio 2016]
- PTW Architects (2008) *Water Cube* [en línea]. disponible en <<http://www.ptw.com.au/>> [15 julio 2016]
- R&Sie(n) (2010) *New Territories* [en línea]. disponible en <<http://www.new-territories.com/unplug.htm>> [15 julio 2016]
- Realities: united (2003). *BIX/ Kunstahus Graz* [en línea]. disponible en <<http://realities-united.de/#PROJECT,69,1>> [15 julio 2016]
- Ruiz-Geli, E. (2011) *MEDIA-TIC Barcelona* [en línea]. disponible en <http://www.ruiz-geli.com/04_html/04_mediativ.html> [15 julio 2016]
- Roosegaarde, D. (2004) *Early Works (2002-2005)* [en línea]. disponible en <http://www.sial.rmit.edu.au/Projects/Aegis_Hyposurface.php> [15 julio 2016]
- Vidal, M. (2007) Dennis Dollens, arquitecto biomimético [en línea]. disponible en <<http://www.infonomia.com/iff/articulo.php?id=218&iff=58>> [15 julio 2016]
- Watanabe, M. S. (2004) *Fiber Tower*. <<http://www.makoto-architect.com/MILAN2004/milan2004e.htm>> [15 julio 2016]