



Diseño de una prótesis phygital para espacios urbanos

Fusión de realidades digitales y físicas

DANIEL CEVALLOS ANDRADE¹, FEDERICO LUIS DEL BLANCO GARCÍA¹

¹Universidad Politécnica de Madrid, España

PALABRAS CLAVE

Espacio público
Phygital
Prótesis
Internet de las Cosas
Producción de música colaborativa
Algoritmos generativos

RESUMEN

El paradigma «phygital» facilita la creación de narrativas especulativas en la interacción humana contemporánea, especialmente tras la «nueva normalidad». La investigación explora paisajes urbanos físicos y digitales para integrarlos de manera fluida. El objetivo es desarrollar experiencias inmersivas que transformen los paisajes urbanos. El trabajo culmina en el desarrollo de un artefacto innovador, el hiperconector (prótesis), que cierra la brecha entre lo físico y lo digital en espacios públicos. Este dispositivo fusiona capas digitales con entornos físicos mediante interacciones humano-computadora, usando tecnologías avanzadas, arte generativo, producción musical colaborativa, algoritmos sonoros e Internet de las Cosas. El artículo documenta el proceso detrás de la creación del hiperconector y examina el potencial de lenguajes de comunicación alternativos habilitados por tecnologías emergentes, buscando superar las limitaciones del urbanismo contemporáneo. Además, explora cómo este artefacto podría incentivar la participación activa de los ciudadanos en la mejora de los espacios públicos.

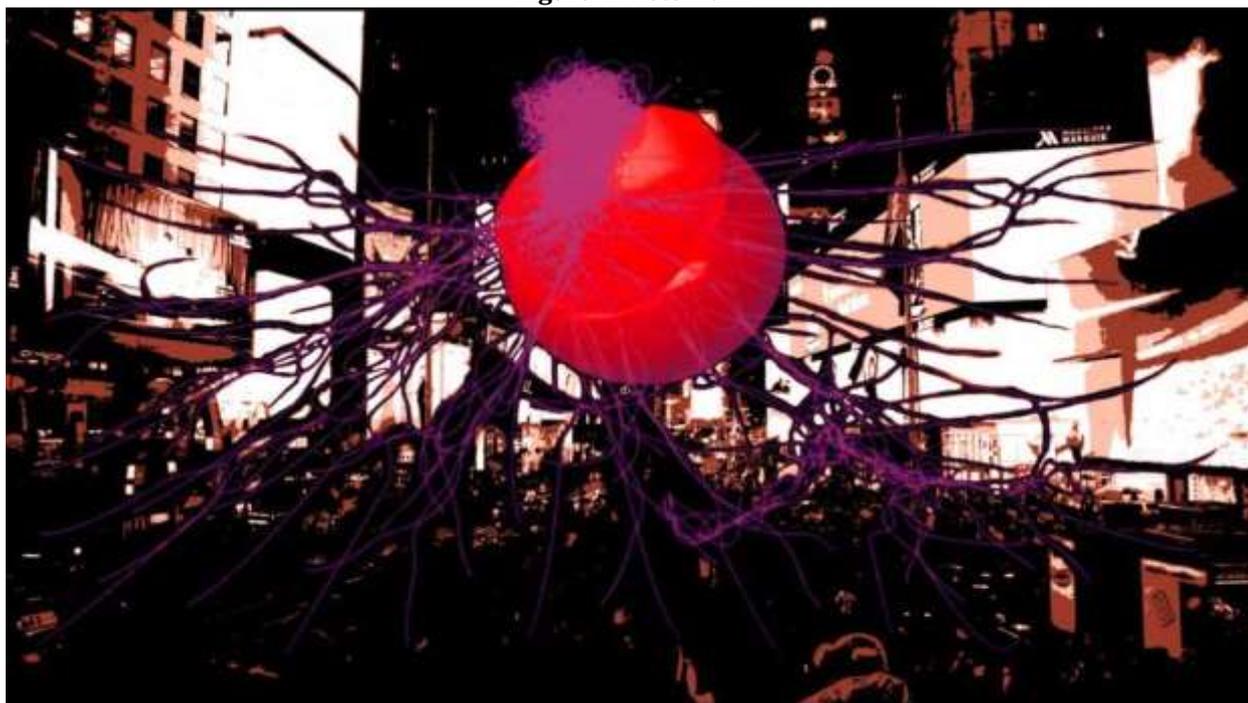
Recibido: 06 / 11 / 2024

Aceptado: 09 / 01 / 2025

1. Introducción. Fusión de mundos

Desde hace décadas se ha especulado acerca de la destrucción de la realidad por la virtualidad. La proliferación de las sociedades del espectáculo que Guy Deboard describe como: «Donde el mundo real se transforma en simples imágenes que se convierten en seres reales y la motivación efectiva en conducta hipnótica» (Debord G. , 2014, p. 6), es donde las personas comienzan a caer en el perverso proceso de anestesiar todo su tiempo conectados, sucumbiendo a la actualización infinita de datos, coqueteando constantemente con la fluidez de la hiperconectividad, sumergiéndose en una inmersiva forma virtual de vivir. Las redes sociales como Instagram y Tiktok son la causa de un porcentaje considerablemente alto de virtualización humana; en otras palabras, los seres humanos viven más en escenarios virtuales deslumbrados por el choque cultural como Paul Virilio describe «los mensajes digitales y las imágenes importan menos que su entrega instantánea; el efecto de choque siempre gana sobre el contenido de la información» (Virilio P. , 2005, p. 143). Las sociedades virtuales viven entre el espectáculo y la inmediatez, olvidando el mundo natural. Acciones como las tomadas por el gobierno de Seúl instalando semáforos en el asfalto, han ayudado a hacer frente a los «zombis del smartphone» (Yonhap, 2022). La creciente obsesión por lo virtual, alerta de que nuestras sociedades actuales son más digitales que físicas; los smartphones han acabado con algunas acciones naturales que el ser humano realizaba de forma natural en los espacios públicos en el pasado.

Figura 1: Aeternum.



Fuente: Taller Media Architecture Biennale 2021. Presentaciones breves. Imagen del autor. 2021.

Con la difusión de las ideas poshumanas surgió el concepto de prótesis que Bernard Steigler define como «la prótesis no es una mera extensión del cuerpo humano; es la constitución de este cuerpo “casi humano”» (Steigler, 1998, p. 152). La idea de prótesis ha girado en torno a la sustitución de una parte ausente del cuerpo por otra artificial (del Blanco, et al. 2024), pero esa concepción se ha modificado con el tiempo, «la prótesis ahora es una herramienta. La mayoría de los teléfonos móviles son prótesis. Si te lo dejas en casa, te sientes incómodo. Es una parte importante de tu función diaria» (Mullins, 2010). La «imaginación protésica» especula definiendo el término «prótesis urbana phygital» como un «hiperconector» capaz de fusionar lo físico y lo digital con el apoyo de la interacción humano-prótesis.

2. Objetivos

El objetivo general de esta investigación es estudiar el potencial de las tecnologías digitales en los paisajes urbanos, centrándose específicamente en la integración de los ámbitos físico y digital para fomentar espacios públicos más interactivos y creativos. Esta finalidad se persigue a través de los siguientes objetivos específicos:

2.1. Desarrollar experiencias inmersivas e interactivas capaces de transformar los paisajes urbanos:

El primer objetivo es crear nuevas formas de compromiso urbano mediante el desarrollo de experiencias inmersivas e interactivas que combinen las realidades digital y física. Estas experiencias no son sólo estéticas, sino también funcionales, diseñadas para mejorar la forma en que los ciudadanos interactúan con su entorno urbano y lo perciben. Mediante el empleo de tecnologías como el arte generativo, algoritmos de sonido reactivo y visualizaciones en tiempo real basadas en datos, la investigación explora cómo los espacios urbanos pueden ser imaginados como entornos dinámicos y receptivos que involucran a los ciudadanos de formas novedosas añadiendo una nueva capa digital sobre la infraestructura estática. La intención es ir más allá del consumo pasivo del espacio público, ofreciendo en su lugar un marco en el que el propio paisaje urbano se convierta en un medio interactivo y evolutivo que fomente un compromiso más profundo con sus habitantes.

2.2. Explorar la capacitación de los ciudadanos mediante la implantación de prótesis phygital:

El segundo objetivo examina el modo en que la implantación de prótesis phygital —ejemplificadas por el hiperconector— puede animar a individuos y comunidades a participar activamente en la configuración y mejora de los espacios públicos. Un aspecto central de este objetivo es la democratización de los procesos de desarrollo urbano a través de la participación ciudadana. Al proporcionar a los ciudadanos herramientas intuitivas para interactuar con su entorno y modificarlo en tiempo real, se promueve una forma de urbanismo participativo. La investigación pretende evaluar cómo estas prótesis pueden facilitar una forma más inclusiva de compromiso urbano, en la que la toma de decisiones y las contribuciones creativas estén descentralizadas y sean accesibles a un mayor número de participantes. Este objetivo aborda no sólo los aspectos técnicos del funcionamiento de las prótesis phygital, sino también las implicaciones sociales más amplias, centrándose en el potencial para fomentar espacios urbanos más equitativos, receptivos y cocreados.

2.3. Experimentar el papel de los modos de comunicación alternativos en la interacción urbana:

Un tercer objetivo es evaluar cómo las tecnologías emergentes pueden permitir modos alternativos de comunicación que superen las limitaciones de la interacción urbana tradicional. El hiperconector opera en la intersección de la presencia física y el incremento digital, ofreciendo a los individuos nuevas formas de expresarse e interactuar con su entorno. La investigación pretende analizar cómo estas tecnologías pueden facilitar nuevas formas de diálogo entre los ciudadanos y el espacio urbano, superando potencialmente las barreras relacionadas con la accesibilidad, el idioma y el estatus socioeconómico. Al utilizar métodos de comunicación no verbales y basados en la tecnología, el hiperconector fomenta una forma de interacción más integradora, en la que poblaciones diversas pueden contribuir a las experiencias urbanas compartidas y beneficiarse de ellas.

3. Metodología

La metodología de esta investigación se estructura en torno a un enfoque multifásico, que combina la investigación basada en el diseño, la creación de prototipos urbanos y el análisis empírico. Este enfoque busca tanto conceptualizar como evaluar el potencial de la tecnología phygital, con un enfoque específico en el desarrollo del hiperconector como herramienta para transformar los espacios públicos y fomentar la participación ciudadana. Los pasos siguientes esbozan el marco metodológico:

3.1. Diseño conceptual y creación de prototipos del hiperconector:

La investigación comienza con el diseño conceptual y el desarrollo del hiperconector, una prótesis phygital destinada a fusionar las realidades física y digital en entornos urbanos. Partiendo de campos interdisciplinarios como la interacción persona-ordenador (HCI), el diseño urbano y el arte digital, esta fase incluye tanto la exploración teórica de los marcos phygital como el diseño práctico del prototipo del hiperconector. Entre las tecnologías clave incorporadas al prototipo figuran el procesamiento de datos en tiempo real, el arte generativo y los algoritmos de sonido reactivo. Estas tecnologías permiten al hiperconector responder dinámicamente a los estímulos del entorno, creando una relación simbiótica entre el espacio urbano y sus habitantes. El proceso de diseño es iterativo, lo que permite realizar ajustes basados tanto en el rendimiento técnico como en las reacciones de los usuarios.

3.2. Aplicación piloto e integración urbana:

Tras la fase de diseño, el hiperconector se desplegará en entornos urbanos seleccionados como parte de una implantación piloto. Esta fase es esencial para evaluar la aplicabilidad en el mundo real de la prótesis phygital y su potencial para remodelar los espacios urbanos. Se llevarán a cabo una serie de estudios de campo en diversas ubicaciones urbanas, elegidas en función de criterios como la densidad de población, la diversidad de uso de los espacios públicos y la infraestructura tecnológica. Durante esta fase, el hiperconector se instalará en espacios públicos para que los usuarios interactúen con sus funciones. Los métodos de recogida de datos incluirán estudios de observación, registros de interacción de los usuarios y encuestas de opinión para evaluar tanto la funcionalidad del hiperconector como la medida en que mejora la participación en el espacio público.

3.3. Compromiso ciudadano y urbanismo participativo:

Uno de los principales objetivos metodológicos es examinar el papel del hiperconector en el fomento de la participación ciudadana y la democratización del desarrollo urbano. Para lograrlo, la investigación implicará la interacción directa con los ciudadanos a través de talleres, grupos de discusión y demostraciones públicas. Estas actividades tendrán como objetivo educar a los participantes sobre el potencial de la tecnología phygital y capacitarlos para participar activamente con el hiperconector. Al proporcionar a los ciudadanos herramientas intuitivas y accesibles para modificar su entorno urbano en tiempo real, el proyecto pretende fomentar un modelo de cocreación en el que el espacio urbano se modele de forma colaborativa. Las reacciones que susciten estas actividades participativas serán cruciales para perfeccionar el prototipo y evaluar su capacidad de democratizar los procesos de diseño urbano.

3.4. Análisis de datos en tiempo real e interacción adaptativa:

La metodología también incluye el despliegue de análisis de datos en tiempo real para medir la eficacia del hiperconector en la alteración de los espacios urbanos y el fomento de la participación pública. Los datos se recogerán a través de los sensores y algoritmos del hiperconector, que controlará las

interacciones de los usuarios, los sonidos y los cambios ambientales en el espacio público. Estos datos se procesarán y analizarán mediante técnicas informáticas avanzadas que permitirán al sistema adaptarse a las necesidades de los usuarios.

3.5. Evaluación del impacto y la escalabilidad a largo plazo:

En la fase final, la investigación se centrará en evaluar el impacto a largo plazo del hiperconector en los espacios urbanos y su potencial de escalabilidad. Esta fase incluirá métodos cualitativos y cuantitativos, como entrevistas en profundidad con las partes interesadas, estudios longitudinales del uso de los espacios públicos y análisis de métricas de datos urbanos. El objetivo es evaluar cómo pueden integrarse de forma sostenible las prótesis phygital en las infraestructuras públicas y adaptarse a diferentes contextos urbanos. Las consideraciones clave serán la viabilidad tecnológica del despliegue a gran escala, la viabilidad económica del mantenimiento de tales sistemas y las implicaciones sociales de las tecnologías phygital en términos de accesibilidad, inclusión y equidad urbana.

3.6. Reflexión crítica y perfeccionamiento iterativo:

A lo largo de la investigación, se aplicará un proceso de reflexión crítica tanto al diseño como a la implementación del hiperconector. Esta práctica reflexiva permitirá el perfeccionamiento continuo del prototipo a partir de los comentarios de los usuarios, el rendimiento técnico y los conocimientos teóricos adquiridos durante los estudios de campo. La naturaleza iterativa de esta metodología garantiza que la versión final del hiperconector sea funcionalmente robusta y se ajuste a los objetivos de la investigación de empoderar a los ciudadanos y transformar los paisajes urbanos.

4. Resultados

4.1. Kit hiperconector-herramienta

La raíz griega «hyper», que significa «más allá» o «por encima», y «conector» proceden de la palabra griega «konektōr», que significa «unir» o «sujetar». Se utiliza a menudo en palabras relacionadas con unir o enlazar cosas, como «conectar» o «conexión». El hiperconector, como prótesis urbana phygital, es una innovación tecnológica que permite una integración perfecta de la tecnología digital que se materializa en los reinos físicos, ampliando los límites del diseño urbano y el espacio público, la combinación de tecnologías como la producción musical colaborativa, y los algoritmos reactivos de sonido generados por el arte de código creativo hacen posibles experiencias phygital en los espacios públicos, aprovechando la «tecnología de código abierto que podría ser utilizado para agregar habilidades, e ideas de una ciudadanía amplia y heterogénea y realmente hacer cambios tangibles» (Claudel & Ratti, 2018, p. 309). Cuando las experiencias son un conjunto de elementos heterogéneos son difíciles de ser replicadas, pero cuando las experiencias son homogéneas son fáciles de copiar; esto significa que sólo una aproximación a las ideas cuántico-temporales podría ayudarnos a mitigar las condiciones lineales preestablecidas que permiten los espacios públicos Avant Garde. Durante las últimas décadas nuestra forma de vida lineal ha desarrollado «generaciones de seres humanos transformados en máquinas en la búsqueda implacable de la riqueza material: Vivíamos para trabajar». (Rifkin, 2011, p. 289) El peligro de la persecución de lo material es que descarta experiencias convirtiéndonos en una máquina reemplazable, evitando el proceso especulativo y atrapándonos en una realidad homogénea. Actualmente los reinos digitales han abierto nuevos caminos paradigmáticos de habitabilidad cuando «todas las formas de creatividad son impulsadas por las tecnologías digitales. En otras palabras, la creatividad digital se produce cuando los dispositivos digitales se utilizan para diversas actividades creativas» (Lee & Cheng, 2015, p. 42) El presente y el futuro son cuánticos.

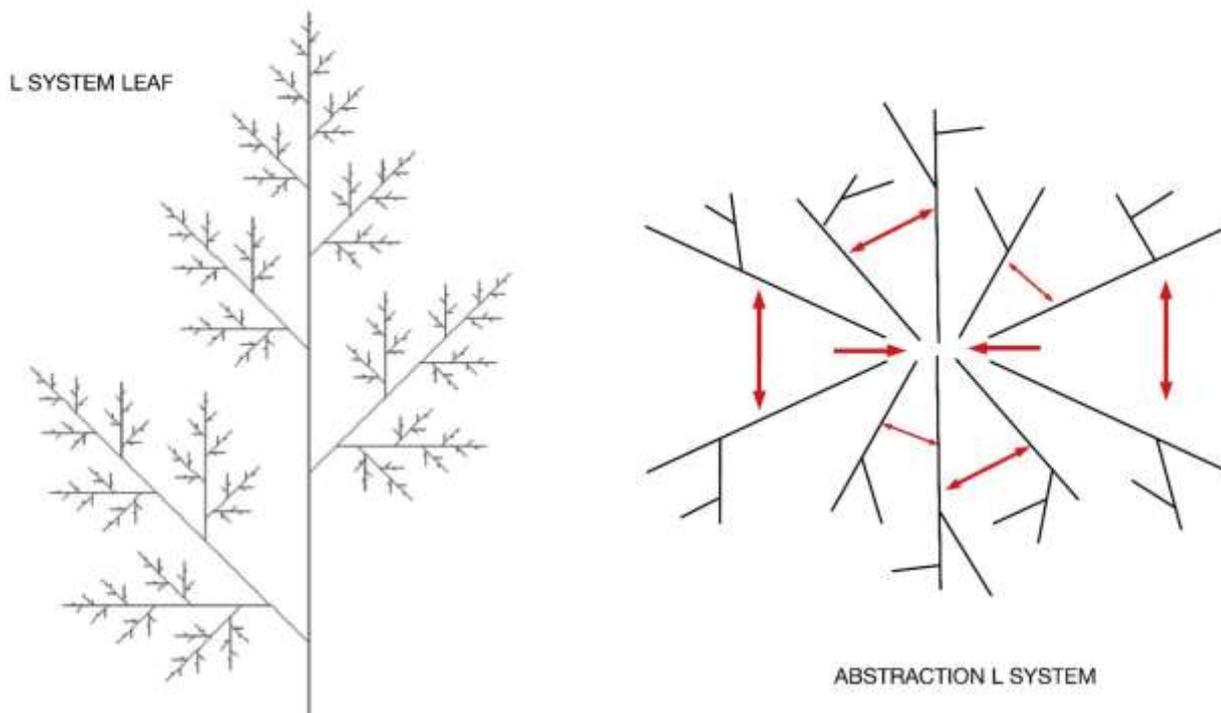
El hiperconector especula con la idea de ser la primera prótesis urbana phygital desarrollada como un prototipo urbano capaz de ser una extensión de los espacios públicos físicos y de la interacción

hombre-ordenador, situando las capas digitales sobre los espacios públicos físicos. «A finales de la década de 1960, las disciplinas humanistas se enfrentaron a las nuevas ciencias que revelaban que el "hombre" era una construcción al desarrollar sus tecnologías como soportes y extensiones» (Harrison, 2013, p. 35), vinculando «como una extensión o mejora de lo humano en las investigaciones de lo poshumano» (Morra, 2006, p. 11), el proceso de tecnificación de los artefactos humanos viene, «desde los cuchillos y hachas de piedra que ampliaban la capacidad de la mano hasta la externalización de las funciones mentales con el ordenador» (Picon, 2004, pp. 114-121). La transformación digital integra tecnologías como IoT (Internet de las cosas), sensores, tableros, realidad virtual, señales sonoras, algoritmos reactivos al sonido y fabricación digital, todas ellas componentes del «Hiperconector».

4.2. Formas de enchufar

Este subcapítulo trata de explicar el proceso especulativo de la creación de la forma del «hiperconector». El punto primordial en el proceso de diseño fue la observación de aspectos fundamentales de la naturaleza, las ramificaciones de los árboles tienen características que encajan con el objetivo de crear un dispositivo colaborativo, participativo y cocreativo, mejorando la experiencia del usuario. Con la interacción humano-ordenador, el «hiperconector» despliega cables como ramas alrededor de su núcleo, cada rama-cable tiene un número predeterminado de parches sonoro-reactivos que permite a las partes interesadas integrarse y conectarse con los reinos físico y digital, permitiendo la improvisación de experiencias inmersivas como Charles Darwin argumenta «En la larga historia de la humanidad (y de la especie animal, también) aquellos que aprendieron a colaborar e improvisar más eficazmente han prevalecido» (Darwin, 2015, p. 23) Teniendo en cuenta el rápido crecimiento de los habitantes de las ciudades y la proliferación desenfrenada de enfermedades mentales, los espacios públicos deben ser espacios de dinamismo y creatividad colectiva.

Figura 2. Abstracción de L Systems



Fuente: Ejemplo y diagrama de L-SYSTEMS. Figura del autor. 2023.

4.3. Quantumlayers, sonido

Nuestros entornos tienen múltiples capas que configuran nuestra percepción, la mayoría de ellas son visibles como parte de una red física que limita nuestros espacios cotidianos, edificios, calles, plazas y

parques utilizan sus formas geométricas como límites del espacio, nuestras ciudades definen los límites de lo público y lo privado, pero qué ocurre con la capa invisible que habita constantemente con nosotros.

Cuando, a su debido tiempo, el hombre inventó las palabras y la música, alteró el paisaje sonoro y el paisaje sonoro alteró al hombre. La evolución epigenética que ha interactuado progresivamente entre la humanidad y su paisaje sonoro ha sido profunda. (Fuller, 1966, p. 52)

en nuestro mundo, todos los objetos poseen su sonido particular que ayuda a diferenciarlos y categorizarlos, las ciudades producen una infinidad de sonidos que ayudan a captar la dimensionalidad del espacio, la proximidad con los objetos que contribuyen a construir un escenario mental en 3D ayuda a situarnos dentro de un lugar.

Consideramos el paisaje sonoro del mundo como una inmensa composición musical, que se despliega a nuestro alrededor sin cesar. Somos simultáneamente sus intérpretes, su público, sus compositores. [...] Sólo una apreciación total del entorno acústico puede darnos los recursos para mejorar la orquestación del paisaje sonoro. (Schafer, 1994, p. 205)

Dado que el sonido moldea nuestra percepción del espacio e influyendo en nuestras respuestas emocionales y cognitivas al mundo. Es una capa invisible con una fuerza poderosa que se entrelaza con nuestra vida cotidiana, generando variaciones en nuestras atmósferas diarias y en la identidad de nuestros entornos. En el ámbito urbano, el sonido es más que un simple ruido de fondo; es una capa fundamental de experiencia que conecta a las personas con los lugares.

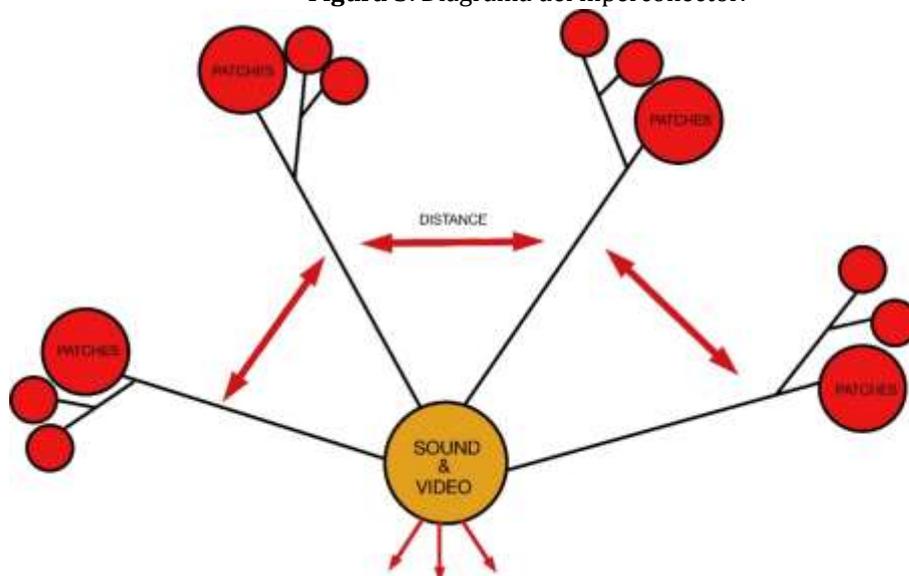
La ciudad sónica no sólo mejoraría la vida urbana ayudando a superar el estrés y el anonimato de la ciudad visual actual, sino que sería una medida para desarrollar la conciencia sensorial de los habitantes de la ciudad y proporcionaría un entorno más receptivo a la acción y los propósitos humanos. (Southworth, 1969, p. 70)

Pero cuáles son las principales características del sonido en los espacios públicos, el paisaje sonoro tiene el potencial de alterar la conciencia de las sociedades y ayudar a percibir las características de cada entorno, «el sonido proporciona el estímulo más contundente que experimenta el ser humano, y el más evanescente» (Smith, 2004, p. 38). Para contribuir a la creación de experiencias inmersivas, surge la idea del «hiperconector» como un «controlador MIDI» gigante (interfaz digital de instrumentos musicales) situado en espacios públicos para abordar la idea especulativa de crear música colaborativa; las partes interesadas que interactúan con el instrumento experimentan el potencial de reanimar los lugares públicos con experiencias inmersivas, añadiendo una capa adicional de sonido como herramienta para potenciar la participación pública y la democratización del arte en la creación y reinterpretación de los espacios.

La creación del «hiperconector» tuvo algunas consideraciones de forma, proximidad y usabilidad. Para mejorar la experiencia del usuario utilizamos el algoritmo L-System. Para la distribución de los parches se consideró el distanciamiento social obligatorio durante la etapa del COVID-19. Para subdividir cada rama, se despliega desde su núcleo como un instrumento, las canciones están compuestas por un conjunto de personas que toca dentro, pero los «controladores MIDI» tienen la capacidad de proporcionar un control de grano fino sobre una amplia gama de parámetros musicales. Permiten una manipulación matizada y expresiva del sonido, proporcionando a los músicos un mayor grado de control sobre su interpretación (Miranda, 2014, p. 153), además «MIDI» es un protocolo muy versátil y flexible que permite la creación de complejos sistemas y redes musicales, permitiendo a los músicos conectar y controlar una amplia gama de instrumentos y dispositivos desde una única fuente (Collins, 2013, p. 78), la deconstrucción del «controlador MIDI» como un «hiperconector» permite que múltiples personas colaboren e interactúen en el proceso de creación de canciones y melodías,

aportando la capacidad de cada interesado de modificar el tempo y la frecuencia de cada instrumento de su preferencia, en la siguiente imagen se pudo observar y ejemplificación de la interfaz física del «hiperconector».

Figura 3. Diagrama del hiperconector.



Fuente: Explicación de la distribución formal Hiperconector. Figura del autor. 2023.

Las ventajas del «hiperconector» desarrollado como un «controlador MIDI» gigante son su escalabilidad, y adaptabilidad físico-digital. Gracias a su forma y funcionalidad los instrumentos pueden ser modificados e intercambiados en una interfaz digital. Una de las más útiles para la producción musical es Ableton-live que trabaja en un entorno digital, abarcando una larga medida de instrumentos digitales, sonidos, VSTS (instrumentos virtuales), efectos, y PLUG-INS que ayudan en la creación e interpretación de piezas musicales. Para configurar los componentes y crear el «hiperconector» es necesario seguir los siguientes pasos.

Tabla 1. Materiales del hiperconector

Material	Quantity
Touch Board	1
Arduino Uno	1
Protoboard	1
Shield cables (2.2m each)	12
Conductive paint	1
Paint can lid	12
Projector	1
Speaker	2
Midi USB cable	1
4DM cables	1
Digital Audio Control cable	2
CMC MiniKitt case	1
Tin solder	1
Solder station	1
PC	1

Fuente: Figura del autor. 2023.

4.4. Configurar Arduino IDE y añadir archivos

Descargue el IDE Arduino heredado (1.8.X) del sitio web de Arduino

Guardar en la carpeta Aplicaciones en macOS o ejecutar el instalador en Windows

Nota: La Placa Táctil no funciona con el editor web de Arduino

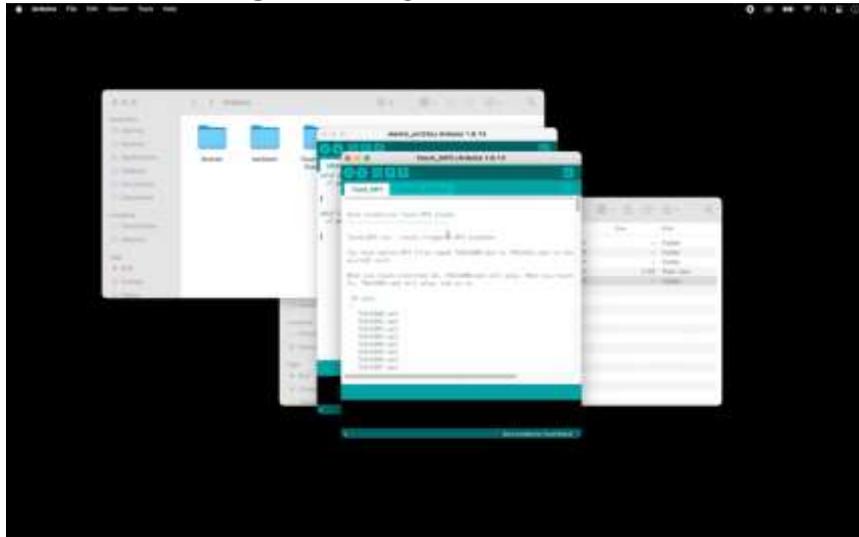
Para Windows, instale Arduino IDE desde el sitio web de Arduino, no desde Windows App Store

Abra y cierre Arduino IDE para crear las carpetas necesarias en la carpeta Documentos

Descargar el manual de instalación

Siga las instrucciones incluidas para copiar las carpetas en las ubicaciones correctas

Figura 4. Configuración de Arduino.



Fuente: Figura del autor. 2023.

Título: Cambiar el código del Touch Board

Abra Arduino IDE y seleccione el código Touch_MP3 de los ejemplos

Conectar y encender Touch Board

La instalación del controlador puede parecer fallida en Windows, espere hasta 2 minutos

En Arduino IDE, seleccione la placa y el puerto

Elija el puerto con "CU" en el nombre (Linux/Mac) o Bare Conductive Touch Board (Windows)

Haga clic en el botón de carga y espere la confirmación

Si falla la instalación del controlador en Windows, espere hasta 2 minutos y vuelva a intentarlo.

Touch Board como controlador MIDI con Ableton Live.

Implica cargar el código de la interfaz MIDI USB Touch y Proximity en la Touch Board. Descarga el proyecto Generic MIDI Controller Ableton Live y descomprímelo en una ubicación conveniente.

La Touch Board está conectada, el proyecto Live está abierto y la Touch Board está seleccionada en Input en Live/Preferences/MIDI Sync.

Desenchufar todo lo que esté conectado a los electrodos de la Touch Board y reasignar los electrodos a diferentes funciones en el proyecto.

Experimenta ajustando el alcance y la sensibilidad de los sensores utilizando el código Arduino cargado.

Figura 5. Interfaz de Ableton live 11.



Fuente: Figura del autor. 2023.

Cada columna de la imagen pertenece a un instrumento digital asignado, cada instrumento digital puede ser modificado digitalmente en Ableton live, mapeando las características del instrumento digital a un «controlador MIDI». Con la ayuda de Arduino, Processing, Touch-board, cables de puente y las tapas de los botes de pintura como elementos conductores reciclables, materializar el «hiperconector» que sustrae los datos generados a través de la interacción humana con las tapas de pintura para convertirlos en sonido. Parámetros como la intensidad del contacto, la variación del tempo y la frecuencia podrían ser modificados por los interesados en que cada instrumento convierta las acciones físicas en señales digitales y reproducidas en el entorno físico; en este caso, cada rama que compone el «hiperconector» es un instrumento digital diferente, gracias al uso de tecnología como IoT, podemos deconstruir un dispositivo MIDI escalable y llevarlo a la esfera pública, para utilizarlo en el proceso de creación de experiencias colaborativas ejecutables gracias al uso de la prótesis urbana phygital «hiperconector».

Figura 6. Parches de prueba del «hiperconector»



Fuente: Figura del autor. 2020.

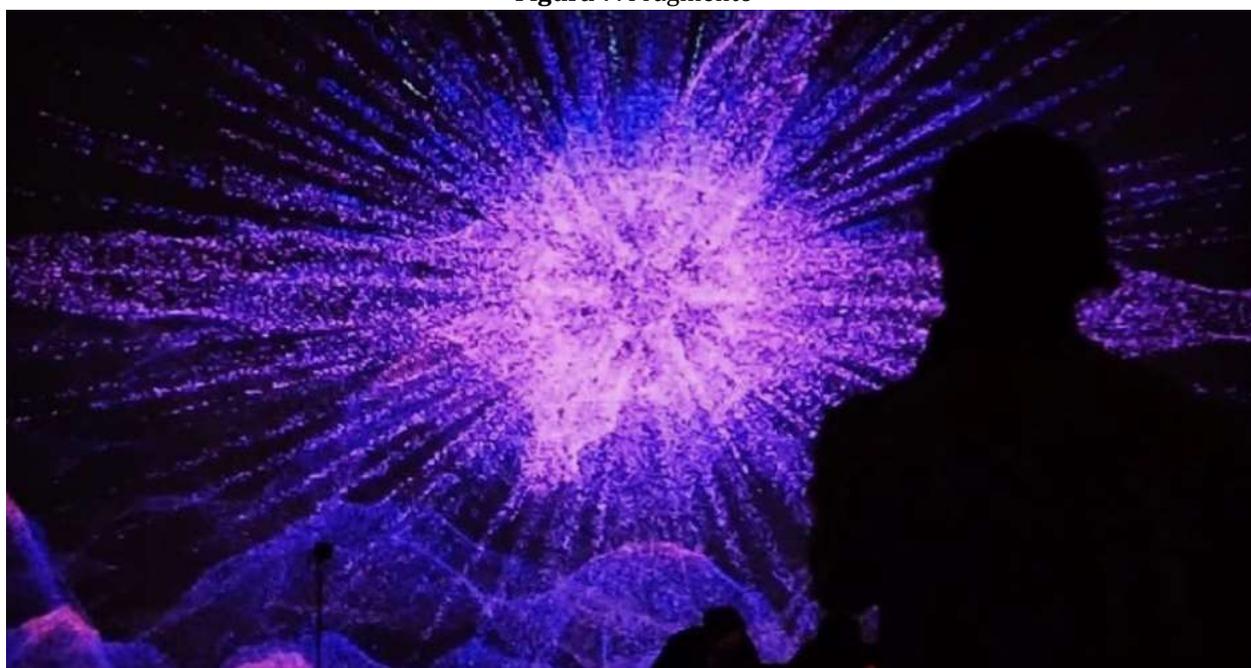
El desarrollo de artefactos que se comprometen con el proceso especulativo de creación que moldean «un entorno dinámico que moldea activamente el continuo espaciotemporal del que formamos parte» (Kember, 2012, p. 158) podrían ser más comunes reforzando el sentido de que «los

seres humanos son criaturas sociales, no ocasionalmente ni por accidente, sino siempre. La sociabilidad es causa y efecto de nuestras vidas» (Shirky, 2009, p. 19).

4.5. Código creativo

Nuestra forma de vida actúa como un algoritmo que despliega infinidad de datos, ese conjunto de información invisible forma parte de nuestra naturaleza de humano. Nuestros parámetros construyen rutinas que integran un conjunto de datos que reescriben nuestro código en tiempo real, nuestra presencia se remodela constantemente con las decisiones que tomamos y tomaremos, el código fue creado y escrito por humanos, y los humanos formamos parte de la naturaleza, por lo que somos esencialmente naturaleza del código. La intersección del código y los datos con la interacción humana en las ciudades ha dado lugar a la aparición de nuevas formas de interacción social y cultural, que permiten a las personas relacionarse con sus espacios urbanos de forma creativa y significativa (de Lange & de Waal, 2017), los espacios públicos van más allá de los reinos físicos, el entorno está ahora enredado, «suplantado por un patrón de desarrollo urbano más complejo y no lineal en respuesta a la difusión de las nuevas tecnologías de la información» (Allen, 2014).

Figura 7. Fragmento



Fuente: Actuación en directo, ArsElectronica. Nueva York. Figura del autor. 2021.

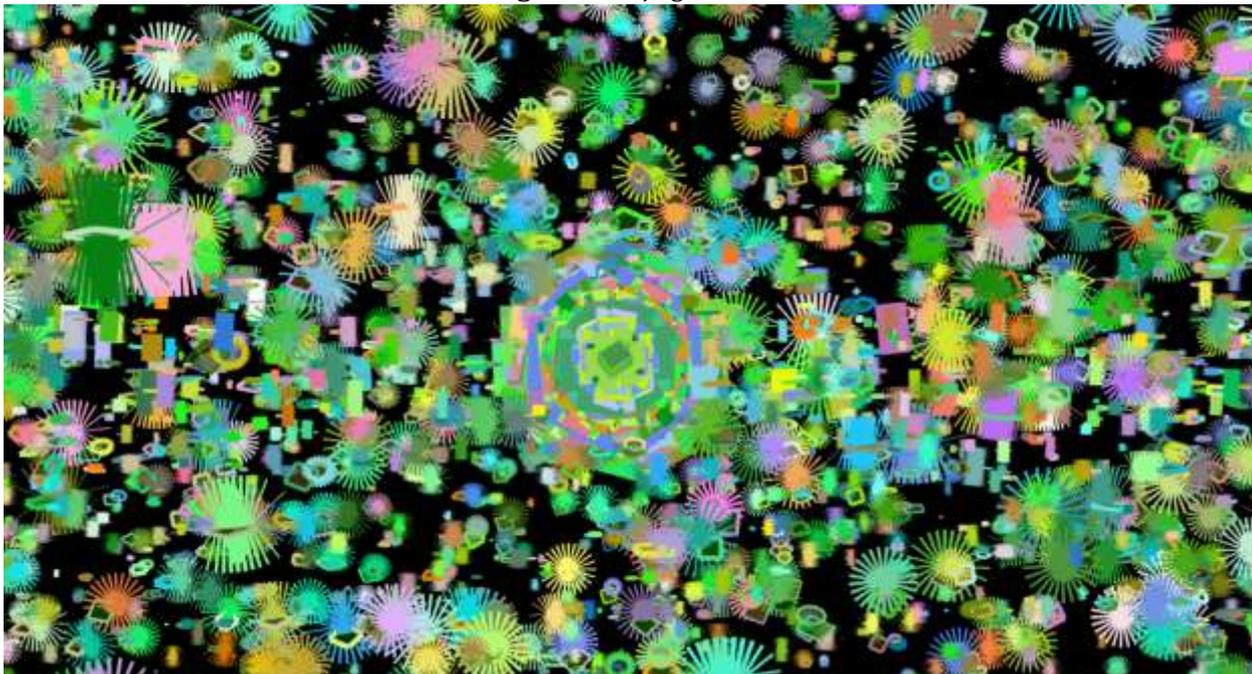
La aplicación de algoritmos generativos representados como código creativo reactivo al sonido ayuda a mejorar la experiencia del usuario del hiperconector añadiendo una capa digital generada por la interacción entre los parámetros del código, que pueden actualizarse y modificarse, y el sonido que produce la prótesis urbana phygital en tiempo real, añadiendo variables como el número de participantes, la frecuencia y el volumen de cada instrumento. «Los nuevos arquitectos ahora deben contemplar cuerpos virtuales, reconfigurables y aumentados electrónicamente, que puedan sentir y actuar a distancia, pero que también permanezcan parcialmente anclados en su entorno inmediato» (Mitchell, 1996, p. 43). La democratización de los dispositivos móviles de realidad aumentada y realidad virtual (smartphones potentes, gafas de realidad aumentada, dispositivos portátiles de realidad virtual) y la adopción de muchos juegos y aplicaciones de realidad aumentada y realidad virtual en la sociedad en general han contribuido a la expansión de estas tecnologías (Wagstaff, 2018). Las pantallas públicas para mostrar exposiciones de arte digital, y el creciente número de experiencias interactivas que utilizan el arte de los nuevos medios como lenguaje de comunicación y expresión, refuerzan la idea de que «la

ciudad es el laboratorio de la humanidad; donde la gente acude en masa para soñar, crear, construir y reconstruir» (Glaeser, 2012).

El hiperconector configura dos capas urbanas invisibles representadas por el sonido y el código generativo. La fusión de las dos tecnologías difumina los límites del urbanismo tradicional, especulando sobre una nueva percepción espaciotemporal en los espacios públicos:

La democratización y la construcción de un amplio movimiento social que imponga su voluntad son imprescindibles para recuperar el control y para instituir nuevos modos de urbanización. Lefebvre tenía razón al insistir en que la revolución tiene que ser urbana, en el sentido más amplio del término, o nada en absoluto». (Swyngedouw, 2006, pp. 23-40)

Figura 8. Flujo geométrico.



Fuente: Conferencia PCD Coímbra. Figura del autor. 2022.

Gracias al uso de algoritmos sonoros reactivos la experiencia interactiva inmersiva provocada por el hiperconector puede ser efímera, adaptativa, especulativa, y sobre todo temporal, sin afectar al espacio físico, abriendo nuevos paradigmas donde las simulaciones pueden arrojar un número infinito de posibles modificaciones.

4.6. Deja que el arte te interprete

Las improvisaciones artísticas pueden verse como un proceso de creación continua, "La vida es el arte de dibujar sin goma de borrar" (Radmanesh, 2006, p. 269). Por lo tanto, el proceso especulativo afirma la importancia de su aplicación, permitiendo la exploración de nuevas ideas. "Por primera vez quizás, la propia arquitectura sea una realidad profundamente no tectónica. Dadas estas premisas, ¿cómo puede el diseñador estar en concordancia con los flujos invisibles de información del mundo digital?" (Picon, 2009, p. 49). El arte de los nuevos medios debería ser una parte fundamental de la arquitectura estática monumental, abordando su dinamismo, su conexión en red y su fluidez, permitiendo formas alternativas de pensar los espacios públicos.

Algunos procesos innovadores y creativos surgieron de las ideas de Hulzinga. Todo juego trasciende la necesidad inmediata de la vida y da sentido a la acción. Todo juego significa algo" (Huizinga, 1995). El juego crea mundos a través de la metáfora, explica mundos a través del mito y cuida mundos a través del ritual (Sutton-Smith, 1997). El paradigma del arte de los nuevos medios permite que esta nueva tipología de herramientas haga hincapié en los individuos y las mentes individuales. De hecho, es

exactamente la aparición y el crecimiento de las tecnologías digitales lo que ha contribuido a nuevas formas sistémicas de pensar y hablar sobre la creatividad (Glaveanu, 3028). Incorporando conceptos de la física cuántica como la superposición y el entrelazamiento.

Figura 9. Hiperconector-prótesis urbana phygital



Fuente: Fragmento de vídeo. *Atmósferas temporales*.2023. Figura del autor.

Improvisar podría englobar un proceso cuántico de creación que implique el uso de lo no determinista, lo no lineal, la complejidad y la incertidumbre, fusionando capas digitales con procesos intuitivos de cocreación. Los resultados de las acciones se traducen finalmente como un complejo proceso de colaboración incierta de improvisación, donde electrones y bits se cruzan e interactúan en parámetros aleatorios para comunicar elementos geométricos abstractos.

Figura 10. Hiperconector-prótesis urbana phygital



Fuente: Fragmento de vídeo. Figura del autor. 2023

5. Conclusión

La creación e introducción de la prótesis urbana phygital en lugares públicos aborda numerosos beneficios para la sociedad. La creación de experiencias artísticas inmersivas y colaborativas ayudan a hacer frente al aumento acelerado de las enfermedades mentales en las sociedades actuales. Espacios públicos más interactivos y dinámicos donde los arquitectos y diseñadores podrían crear nuevas oportunidades de negocio. El proceso de empoderamiento de la ciudadanía que las experiencias colaborativas y cocreativas añaden al espacio público refuerzan la democratización del intercambio de conocimientos y el arte. La prótesis está diseñada para producir música colaborativa y algoritmos sonoros reactivos que generan arte en los nuevos medios, y está equipada con sensores que actúan como un controlador MIDI que ayuda a actuar al código artístico programado en Processing, creando una atmósfera inmersiva audiovisual que los ciudadanos podrían modificar. Según Büsser y Löwgren, «el arte mediático puede ser una herramienta poderosa para crear cambios sociales, hacer declaraciones artísticas y empoderar a las comunidades» (Büsser, 2011, p. 5). Por lo tanto, la implantación del hiperconector en los espacios públicos puede fomentar la colaboración y la creatividad, y ofrecer una vía a los interesados que deseen expresarse y mostrar su talento en los ámbitos públicos.

Además, la democratización de las artes de los nuevos medios con la implantación de prótesis urbanas phygital en instalaciones públicas efímeras que ayuden a los ciudadanos a exponer sus obras y compartir conocimientos es un aspecto destacado que puede contribuir al enriquecimiento y dinamismo de los espacios públicos. Como afirman Fleisch

mann y Strauss, «un reto clave en el desarrollo del arte de los nuevos medios es la democratización del acceso a los medios de producción y exhibición» (Fleischmann & Strauss, 2001, p. 173).

Sin embargo, es importante reconocer que la implantación de este tipo de prótesis también conlleva algunos inconvenientes. Uno de los principales es el elevado coste de este tipo de prótesis, así como la complejidad en la electrónica y el mantenimiento de cada una de ellas. Además, las condiciones meteorológicas variables podrían afectar a la funcionalidad y dañar la prótesis, lo que requiere una vigilancia y un mantenimiento constantes. A pesar de estos retos, los beneficios del hiperconector, teniendo en cuenta que el prototipo está todavía en sus primeras fases especulativas, es necesario optimizarlo para definir adecuadamente las limitaciones, el coste y la resistencia a condiciones climáticas extremas, superan los inconvenientes, y podría usarse también, como un simulador de cambios físicos, experiencias interactivas y cuánticas.

En conclusión, la prótesis urbana phygital presentada en este proyecto puede aportar numerosos beneficios a la sociedad, entre ellos la recuperación de enfermedades mentales, espacios públicos más interactivos y dinámicos y un proceso de empoderamiento de la ciudadanía. Además, puede contribuir a la democratización de las artes de los nuevos medios y permitir a la gente crear, exponer y compartir sus obras con los demás. Sin embargo, la implantación de este prototipo también conlleva algunos retos, como el coste, la complejidad de la electrónica y el mantenimiento. No obstante, el potencial de la prótesis urbana phygital para crear experiencias cuánticas y otros usos demuestra su escalabilidad y su futuro prometedor, especulando con la idea de un futuro en el que las experiencias artísticas cuánticas puedan exhibirse en el espacio público.

Referencias

- Allen. (2014). *From the Biological to the Geological*. Arquitectura viva. <https://arquitecturaviva.com/articles/from-biological-to-geological>
- Büsser, M. (2011). *Collaborative media art and social change*. Leonardo.
- Brunet, F. (2012). Modelos y Procesos de las narrativas digitales colaborativas: Aplicación a dos comunidades costeras. *Merida: Revista electronica CLIC*.
- Carmona, M. (2010). Contemporary Public Space. *Journal of Urban Design*, 15, 123-148. <https://doi.org/10.1080/13574800903435651>
- Claudel, M. & Ratti, C. (2018). *The city of tomorrow: sensors, networks, hackers, and the future of urban life*. New York: MIT Press.
- Collins, N. (2013). *Handmade electronic music: The art of hardware hacking*. Routledge.
- Darwin, C. (2015). *Darwin on Evolution: Words of Wisdom from the Father of Evolution*. Skyhorse Publishing, Inc.
- Greelish, D. (2013). *An Interview with Computing Pioneer Alan Kay*. New York: Time Magazine. <https://techland.time.com/2013/04/02/an-interview-with-computing-pioneer-alan-kay/>
- del Blanco García, F. L., Serrano Fernández, C. & González Cruz, A. J. (2024). Technology and Design in Cybernetic Architecture. Virtual Reconstruction of Cedric Price's Fun Palace. *EGA Expresión Gráfica Arquitectónica*, 29(51), 242-257. <https://doi.org/10.4995/ega.2024.20093>
- del Blanco García, F. L. (2021). Virtual reconstruction and geometric analysis of Félix Candela's inverted umbrellas for The Villahermosa Cathedral. *Disegnarecon*, 14(27), 1-14. <https://doi.org/10.20365/disegnarecon.27.2021.10>
- de Lange, M. & de Waal, M. (2013). Owing the city: New media and citizen engagement in urban design. *First Monday*. <https://doi.org/10.1201/9781315365794-5>
- Debord, G. (2012). *The society Of The Spectacle*. Berkeley, California: Bureau of Public Secrets.
- Dispenza, J. (2012). *Breaking the habit of being yourself*. NEW YORK.
- Fleischmann, M. & Strauss, W. (2001). Democratization of New Media Art through Collaboration and Education. *2001 SIGGRAPH conference on Education*.
- Fuller, R. B. (1966). *The Music of the New Life*. Music Educators Journal.
- Glaeser, E. (2012). *Victory of the City*. Shanghai: Shanghai Academy of Social Sciences Press.
- Glaveanu, V. P. (2015). Creativity as a sociocultural act. *The Journal of Creative Behavior*, 49(3), 165-180. <https://doi.org/10.1002/jocb.94>
- Harrison, A. L. (2013). *Architectural Theories of the Environment: Posthuman Territory*. New York.
- Huizinga, J. (1995). *Homo Ludens: A Study of the Play Element in Culture*. Angelico Press.
- Kember, S. &. (2012). *Life after New Media*. Cambridge Mass: MIT Press.
- Lee, M.R. & Cheng, L. (2015). Digital creativity: Research themes and framework. *Computers in Human Behavior*, 42, 12-19. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2014.04.001>
- Luque-Sala, A., & del Blanco García, F.L. (2023). A Virtual Reconstruction of Gaudi's Skyscraper Hotel Attraction Using Physics-Based Simulation. *Nexus Network Journal*, 25(3), 795-816. <https://doi.org/10.1007/s00004-023-00655-x>
- Miranda, E. R. (2014). *Computer music: A concise history*. Routledge.
- Morra, S. &. (2006). *THE PROSTHETIC IMPULSE FROM A POSTHUMAN PRESENT TO A BIOCULTURAL FUTURE*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Mullins, A. (2010). *You just don't look disabled'*. Interview with Richard Galant. CNN INTERVIEW.
- Picon, A. (2004). Architecture and the Virtual: Towards a New Materiality. *Praxis*, 6(New Technologies: New Architectures), 114-121. <https://www.jstor.org/stable/24329194>
- Picon, A. (2009). Digital/Minimal? En S. Sassen (Ed.). Princeton Architectural Press.
- Radmanesh, M. M. (2006). *Cracking the Code of Our Physical Universe*. AuthorHouse.

- Rettberg, J. (2018). *Seeing Ourselves Through Technology: How We Use Selfies, Blogs and Wearable Devices to See and Shape Ourselves*. Palgrave Macmillan. <https://doi.org/10.1057/9781137476661>
- Rifkin, J. (2011). *The Third Industrial Revolution: How Lateral Power Is Transforming Energy, the Economy, and the World*. Macmillan.
- Schafer, R. M. (1994). *The Soundscape. Our Sonic Environment and the Tuning of the World*. Rochester: Vermont.
- Schmidt. (2010). *Technology Conference*. Lake Tahoe.
- Shirky, C. (2009). *Here Comes Everybody: How Change Happens when People Come Together*. London: Penguin UK.
- Smith, B. R. (2004). Coda: Talking Sound History. En Mark M. Smith (Ed.) *Hearing History*. Athens and London: University of Georgia Press.
- Southworth, M. (1969). The Sonic Environment of Cities. *Environment and Behavior*, 1(1), 49–70. <https://doi.org/10.1177/001391656900100104>
- Steigler, B. (1998). *Technics and Time. vol 1(The Fault of Epimetheus)*. Stanford University.
- Sutton-Smith, B. (1997). *The Ambiguity of Play*. Harvard University Press.
- Swyngedouw, E. (2006.). Circulations and Metabolisms: (Hybrid) Natures and (Cyborg) cities. *Science as Culture*, 15(15), 105-121. <https://doi.org/10.1080/09505430600707970>
- Togashi, K. A. (2012). The many faces of twinship: From the psychology of the self to the psychology of being human. *International Journal of Psychoanalytic Self Psychology*, 7(3), 331-351. <https://doi.org/10.1080/15551024.2012.686158>
- Toyo Ito, O. (2002). *Mediatheque of Sendai*. Prestel Pub.
- Virilio, P. (1999). *Politics of the Very Worst*. New Yoek: Semiotext.
- Virilio, P. (2005). *The Information Bomb*. Verso.
- Wagstaff. (2018). *The democratisation of virtual reality (VR)*. IT Pro Portal.
- Mitchell, W.J. (1996). *City of Bits: Space, Place, and the Infobahn*. Cambridge, MA: MIT Press.
- Wills, David (1995) *Prosthesis*. Stanford University Press
- Yonhap. (2022). *In-ground traffic lights installed across Seoul for 'smartphone zombies'*. The Korean Herald.