

# INVASIÓN GENERATIVA IV

Arte, Interactividad e Interfaces

Compilador: Emiliano Causa

- + Fernando Bava
- + Paula Castillo
- + Emiliano Causa
- + Alejandra Ceriani
- + Luciano Espinosa
- + Matias Jauregui Lorda
- + Belén Lesna
- + Daniel Loaiza
- + Ana Longobucco
- + Leo Nuñez
- + Julia Saenz
- + Alejo Schön
- + Christian Silva



# STAFF

## Director

Emiliano Causa | [emiliano.causa@gmail.com](mailto:emiliano.causa@gmail.com) | [emiliano-causa.com.ar](http://emiliano-causa.com.ar)

## Comité Editorial

Fernando Bava | [bavafernando11@gmail.com](mailto:bavafernando11@gmail.com)

Paula Castillo | [info@paucast.com.ar](mailto:info@paucast.com.ar)

Emiliano Causa | [emiliano.causa@gmail.com](mailto:emiliano.causa@gmail.com)

Alejandra Ceriani | [aceriani@gmail.com](mailto:aceriani@gmail.com)

Luciano Espinosa | [nachuespinosa@gmail.com](mailto:nachuespinosa@gmail.com)

Matias Jauregui Lorda | [matias.jl@gmail.com](mailto:matias.jl@gmail.com)

Belén Lesna | [lesnabeli@gmail.com](mailto:lesnabeli@gmail.com)

Daniel Loaiza | [cohl.daniel@gmail.com](mailto:cohl.daniel@gmail.com)

Ana Longobucco | [annaflongobucco@gmail.com](mailto:annaflongobucco@gmail.com)

Julia Saenz | [julisaenz99@gmail.com](mailto:julisaenz99@gmail.com)

Christian Silva | [entorno3@gmail.com](mailto:entorno3@gmail.com)

Krista Yorbyck | [yorbyck@gmail.com](mailto:yorbyck@gmail.com)

## Colaboran en este número

Fernando Bava

Paula Castillo

Emiliano Causa

Alejandra Ceriani

Luciano Espinosa

Matias Jauregui Lorda

Belén Lesna

Daniel Loaiza

Ana Longobucco

Leo Nuñez

Julia Saenz

Alejo Schön

Christian Silva



Editorial Invasores de la Generatividad

Calle 500 N° 867 Gonnet

CP 1897, La Plata, Bs. As. Argentina

[invasiongenerativa.com.ar](http://invasiongenerativa.com.ar)

## Diseño de cubierta e interiores

Paula Castillo | [paucast.com.ar](http://paucast.com.ar)

Todos los derechos reservados / ISSN: 2362-3381

La Plata, Buenos Aires, Argentina, octubre de 2022

**Año 4 - N°4**



# **INVASIÓN GENERATIVA IV**

Arte, Interactividad e Interfaces



# PROLOGO

Invasión Generativa es un proyecto que venimos llevando desde el año 2014 un grupo de docentes investigadores de la Facultad de Artes de la Universidad Nacional de La Plata -UNLP- (Argentina), el mismo fue atravesando diferentes proyectos de investigación que se desarrollan en el Laboratorio de Multimedia y Nuevas Interfaces Físicas “emme-Lab” de la misma facultad dirigido por mí. Este tránsito por diferentes proyectos se evidencia en los subtítulos de los sucesivos números, que dan cuenta de las temáticas que nos van ocupando como equipo y que son objeto de estudio en cada etapa. Así, el primer número se subtitula “Fronteras de la generatividad en las tres dimensiones, la robótica y la realidad aumentada”, el segundo “Explorando la generatividad por las tierras del posthumanismo, la composición musical y otros lares”, y el tercero “Realidades Mixtas y Realidad Aumentada Aplicadas”. En los dos primeros nuestro objeto de estudio rondaba por el tema de la generatividad en el arte, en el tercer número viramos hacia las realidades mixtas y aumentadas. En este cuarto número el subtítulo es “Arte, interactividad e interfaces” y es bastante explícito de cuál es nuestro nuevo objeto de estudio. Esta vez, Invasión Generativa fue gestado desde el proyecto de investigación “HCI y Nuevas Interfaces Aplicadas desde el Diseño Multimedial”, también a mi cargo, el cual busca investigar el campo de la interacción humano/computadora aplicado al diseño multimedial.

Si hacemos foco en este subtítulo, de los los tres términos citados, el de “interfaces” es el que nos sirve para revisar más exhaustivamente el objeto de reflexión de los escritos. Cuando se habla de “interfaz” se cae automáticamente en la definición canónica que diera Gui Bonsiepe en su famoso Esquema Ontológico del Diseño (descrito en su libro “Del objeto a la interfaz”), en el que plantea la interfaz como un espacio de articulación entre tres entidades: un usuario, un utensilio (o una herramienta) y una acción. Y es aquí que Bonsiepe logra despegar el concepto de un objeto determinado para pasar a considerarlo como un espacio, una problemática a resolver. Este giro conceptual, que es a veces difícil de explicar a los estudiantes, nos permite entender que ninguno de los tres elementos (usuario, utensilio o acción) abarca en sí mismos la solución al “problema” de la interfaz, si no que esta es una relación. Buscando formas más llanas de explicar qué es la interfaz, yo a veces digo que es aquello que vincula al cuerpo con el fenómeno: aquí aparece otro elemento, el cuerpo, ya que sin cuerpo no hay interfaz, y no se puede entender la interfaz sin este. El fenómeno, en nuestro subtítulo, parecería estar ocupado por el arte y entonces aquí la interfaz posibilita la relación entre el arte y la interactividad, el otro término del subtítulo de esta edición.



El cuerpo, puesto en relación interactiva con el arte, a veces problematizado y cuestionado en este, es sin duda uno de los objetos de reflexión centrales en el texto de Alejandra Ceriani que recorre una colaboración entre artista e ingenieros en la búsqueda de sensar el cuerpo y producir performance.

Los textos de Alejo Schön, Julia Saenz, Luciano Nahuel Espinoza abordan el problema del cuerpo desde las problemáticas de la capacitación de movimiento y de la gestualidad corporal, analizando diferentes estrategias, dispositivos y métodos.

Matias Jauregui Lorda aborda problemáticas similares pero haciendo eje en los dispositivos móviles que gracias a sus sensores acelerómetros y su capacidad de procesamiento y comunicación se han transformado en verdaderos dispositivos de captura de movimiento corporal. En su texto muestra ejemplos concretos y explica tecnologías libres al alcance de los y las artistas.

La escritura de este número nos encontró en plena pandemia, un momento que constituyó un verdadero estrago en cuanto a nuestras formas de socializar, comunicarnos y vivenciar nuestros cuerpos, en forma tanto individual como colectiva. Muchos textos de este número abordan las problemáticas de la pandemia desde el campo de la interfaz. Fernando Bava y Belén Lesna en su texto “La comunicación no verbal en el encuentro virtual”, adoptan la dimensión social y comunicacional del cuerpo desde las interfaces, analizando estas problemáticas desde el atravesamiento de la pandemia del COVID-19. Los ya citados textos de Alejo Schön, Julia Saenz y Luciano Nahuel Espinoza parten del problema que significaron las pantallas sensibles al tacto a la hora de la pandemia, desde el punto de vista de la higiene y analizan alternativas sin contacto. Y Ana Longobuco en su texto “Tecnologías Faciales en la contemporaneidad” aborda el problema del “barbijo” (o tapaboca) desde la perspectiva de las interfaces.

Paula Castillo aborda la problemática del cuerpo desde su dimensión simbólica y social, adentrándose en el campo de la afectividad y la vestimenta. En su primer texto “Máquinas afectivas. La empatía artificial en las interfaces vestibles” indaga en el uso de interfaces vestibles capaces de dar cuenta y mensurar nuestra afectividad. En su segundo texto “Interfaces vestibles: diálogos y convergencias entre cuerpos y máquinas” explora las potencialidades fetiches y cyborg de las interfaces vestibles.

Debemos agradecer a Leo Nuñez por su valioso aporte con el texto “Entes indóciles. Una aproximación a las cualidades sensibles y sistemáticas del arte robótico”, el cual es un fragmento de su tesis de Maestría en tecnología y estéticas de las artes electrónicas de la Universidad de Tres



de Febrero (publicada por Red Editorial) y que el tan generosamente decidió compartir con nosotros.

Daniel Loaiza en su texto, “Entornos Virtuales en Línea: Creación de una herramienta para la producción de audiovisuales tridimensionales interactivos” da cuenta de un trabajo de desarrollo que realizó al interior del Laboratorio “emmeLab”, el cual permite crear contenidos audiovisuales 3D lineales, pero que son interactivos a su vez y permiten recorrer la escena en cualquier punto de su reproducción. Una herramienta educativa muy necesaria para aquellas disciplinas cuyos objetos transiten por la tridimensionalidad, tales como la arquitectura, la escultura, la medicina, la odontología, la veterinaria, etc.

Christian Silva nos presenta “Los videojuegos como interfaces educativas. Notas para pensar innovaciones en los procesos de enseñanza aprendizaje” en el que explora el mundo de los videojuegos articulados con la enseñanza.

Y por último, en mi texto “Genetismo abstracto” me tomé la licencia de volver a temáticas de número anteriores, la generatividad, explorando la realización de un trabajo de arte genético aplicado a la producción de pinturas abstractas virtuales.

Como viene siendo desde el primer número, *Invasión Generativa* se organiza en dos secciones: “Pensar” y “Hacer”, distinguiendo entre aquellas producciones que apuntan a generar reflexión teórica, por un lado, y las que dan cuenta de procesos, herramientas, procedimientos y estrategias, por el otro. *Invasión Generativa* fue creado con el fin de divulgar investigaciones y exploraciones de objetos de estudio ligados al arte electrónico que poseen escasa difusión y particularmente son pocos tratados en bibliografía en idioma español. Nuestras temáticas rondan siempre en el marco de las innovaciones y es por esto que priorizamos la urgencia de su publicación, considerando que esto redundaría en un acceso rápido a estos temas por parte de lectores hispanoparlantes que de otra forma desconocen estas temáticas o les resulta difícil acceder a estas. Ya que nuestras prioridades son la rigurosidad en la investigación y la urgencia en la publicación, hemos optado por tener un formato de publicación bastante libre, que se ajuste a las necesidades de cada texto: nuestro deseo es que cada investigador/a encuentre la mejor forma de divulgar su trabajo, sin importar la extensión del texto, la cantidad de imágenes, los formatos de citas, formas de enunciación y otros aspectos, que en las publicaciones académicas a veces cobran demasiada importancia y nosotros relegamos a un segundo plano, priorizando la sustancia por sobre la forma.

Tal como hemos dicho en números anteriores, siendo este un trabajo casi artesanal sin mayores ambiciones que la de dar a difusión estos temas en un ámbito regional, nos encontramos con una excelente acogida de Invasión Generativa en el mundo de las artes electrónicas latinoamericanas. Nos sentimos orgullosos de esto y esperamos que el presente trabajo siga aportando a esta comunidad en constante crecimiento.

Emiliano Causa

Octubre 2022





# INDICE

## PENSAR

- 13 ALEJANDRA CERIANI  
HCI y nuevas interfaces aplicadas a performances interactivas en conectividad
- 35 CHRISTIAN SILVA  
Los videojuegos como interfaces educativas. Notas para pensar innovaciones en los procesos de enseñanza aprendizaje
- 49 LEO NUÑEZ  
Entes indóciles. Una aproximación a las cualidades sensibles y sistemáticas del arte robótico
- 65 PAULA CASTILLO  
Máquinas afectivas. La empatía artificial en las interfaces vestibles
- 81 ANA LONGOBUCCO  
Tecnologías Faciales en la contemporaneidad
- 99 JULIA SAENZ, LUCIANO ESPINOSA, ALEJO SCHÖN  
Introducción a las interfaces gestuales con dispositivo de captura óptica

## HACER

- EMILIANO CAUSA  
“Genetismo Abstracto”, un ejemplo de arte genético del colectivo Biopus 115
- JULIA SAENZ, LUCIANO ESPINOSA, ALEJO SCHÖN  
Desarrollo de interfaces naturales gestuales con Kinect 143
- PAULA CASTILLO  
Interfaces vestibles: Diálogos y convergencias entre cuerpos y máquinas 163
- MATIAS JAUREGUI LORDA  
El movimiento como interfaz.  
Diseño de interfaces con sensores de aceleración y orientación 171
- FERNANDO BAVA, BELÉN LESNA  
La comunicación no verbal en el encuentro virtual 179
- DANIEL ALEJANDRO LOAIZA CARVAJAL  
Entornos Virtuales en Línea: Creación de una herramienta para la  
producción de audiovisuales tridimensionales interactivos 189





PENSAR





# HCI Y NUEVAS INTERFACES APLICADAS A PERFORMANCES INTERACTIVAS EN CONECTIVIDAD

**Dra. Alejandra Ceriani**

[aceriani@gmail.com](mailto:aceriani@gmail.com)

Facultad de Artes  
Universidad Nacional de La Plata  
Argentina

## RESUMEN

Este escrito estudia la aplicación de nuevas herramientas a otros ámbitos desde el campo de las HCI (Human Computer Interaction) que, en los últimos años, ha manifestado un avance considerable en los dispositivos para el desarrollo de interfaces físico-virtuales.

Se abordará un emprendimiento colaborativo posdisciplinar de artistas de la performance, la multimedia e ingenieros electrónicos y la accesibilidad a Internet como nuevos escenarios para la performancebiointeractiva.

*Sensado Bioeléctrico*

*Performance Biointeractiva*

*Escena conectiva*



## INTRODUCCIÓN

*Pero, particularmente, ¿por qué el arte es entendido como modelo de la experiencia vital? Porque en el arte se pone en suspenso la obviedad del mundo.*  
Yanina Di Giusto

El proyecto HCI y nuevas interfaces aplicadas a performances interactivas en conectividad<sup>1</sup> estudia la aplicación de nuevas herramientas a otros ámbitos desde el campo de las HCI (Human Computer Interaction) que, en los últimos años, ha manifestado un avance considerable en los dispositivos para las máquinas electrónicas y los programas informáticos, particularmente, en el desarrollo de interfaces físico-virtuales.

Tal como es conocido, en la realidad virtual, se generan creaciones aparentes y, en la realidad aumentada, se combinan esas creaciones con otros elementos que están ahí, objetivamente. En la realidad mixta, se realiza una mezcla de ambas donde las interfaces físicas -integradas por dispositivos de captación o sensado- producen eventos virtualizados del mundo físico. Dentro del conjunto de dispositivos que conectan el cuerpo con la computadora, están los convencionales, como el teclado, mouse y monitor; a los que hoy incorporamos las pantallas sensibles al tacto y los sistemas de captación de movimiento ópticos (que emplean un conjunto de cámaras que captan el movimiento del sujeto y un software que lo interpreta) y no ópticos (usan un traje o exoesqueleto y se dividen en dos grupos principales: los mecánicos y los electromagnéticos), por nombrar solo algunos dentro de los estilos de interacción del sistema.

Terry Winograd define el campo de la HCI (Human Computer Interaction - Interacción Humano Computadora) o interacción persona-ordenador (IPO, en español) como el de una “disciplina que no es ni el estudio de los seres humanos, ni el estudio de la tecnología, sino más bien, el puente entre ambos” (Winograd en AA. VV., 2011: 3). Es decir, aquel campo epistémico donde se estudia cómo se plantean, elaboran y aplican los sistemas informáticos interactivos a las personas y a su modo de mediar en línea en cualquiera de sus dimensiones: estéticas, técnicas, lingüísticas, políticas, económicas y culturales.

De acuerdo con lo que desplegaremos para este artículo -que abordará el estudio de caso de un trabajo colaborativo de investigación y producción en arte y tecnología aplicada, un emprendimiento colaborativo posdisciplinar de artistas de la performance, la multimedia e ingenieros electrónicos que sortea las dificultades de la programación, el hardware y la accesibilidad a Internet-, se analizan dos momentos determinados por la pandemia y su consecuente aislamiento.

En este punto, creemos pertinente aclarar que la producción académica desde la interdisciplinariedad puede únicamente encarnar el desarrollo profesional en dos o más disciplinas. Esto no es lo equivalente a la posdisciplinariedad que prevé la construcción de nuevos objetos de estudio. Se trata de incluir los conocimientos en un nivel de análisis que pretende profundizar en el papel de la comunicación desde su pertinencia social, investigaciones

y prácticas, sin renunciar a los aportes de las distintas disciplinas.

En este contexto, damos lugar a la presentación de un primer momento en el que distinguimos el proceso colaborativo iniciado en el año 2018 con el Grupo de Instrumentación Biomédica, Industrial y Científica (GIBIC)<sup>2</sup>, unidad de investigación del Instituto de Investigaciones en Electrónica, Control y Procesamiento de Señales (LEICI), dependiente de la Facultad de Ingeniería de la Universidad Nacional de La Plata (UNLP) y del CONICET.

Nos interesa entonces, en este primer momento, señalar los objetivos procesuales que apuntaron a las formas de reapropiación concreta –que estas nuevas interfaces permiten– sobre diferentes desarrollos, tales como el de la ingeniería electrónica vinculada a la rehabilitación médica, que estudia el procesamiento de las señales bioeléctricas emitidas por el cerebro y los músculos. “Las interfaces hombre-máquina (IHM), un término más general que ICC, también se basan en señales de EEG o de EMG e interpretan la voluntad del usuario o el efecto de la misma sobre sus músculos”<sup>3</sup> (Guerrero, 2017: 8). Así, tras una serie de propuestas en pos de cruzar estos dos campos del conocimiento y de la praxis –performance corporal y tecnología biomédica– y dentro de su especificidad, nos apropiamos de una contextualización geomorfológica y subrayamos lo complejo y paradójico que subyace en los conceptos de corporalidad, espacialidad y conectividad actualmente.

Por su parte, hoy, la mayoría de los grupos de investigación científica y tecnológica centran sus esfuerzos en el procesado de la señal y en la clasificación de patrones. Sin embargo, todos coinciden en la importancia de investigar, a través de una mayor interrelación entre diseñadores y usuarios, por un lado, cómo poder sensar discretamente a un/a performer en movimiento; y, por otro, el desarrollo de técnicas de entrenamiento corporal basadas en técnicas de bio-retroalimentación (biofeedback), que posibiliten a un performer generar nuevos gestos de forma fiable, un patrón de señal en función de su creatividad expresiva. Habitualmente, las características se extraen del tiempo o gráfico de los índices espectrales, pero el cerebro es un sistema caótico y algunas de ellas no efectúan ciertos supuestos, como la estacionariedad o la linealidad.

En ese mismo orden de ideas, recapitulamos como un segundo momento –directamente ligado a la emergencia sanitaria en el país que, entre otras cuestiones, determinó un aislamiento social preventivo y obligatorio, popularmente conocido como “cuarentena” – aquel que surgió de la necesidad de reprogramar el modo de trabajo, dado que el dispositivo WIMUMO<sup>4</sup> quedó en el laboratorio que está dentro de la Facultad de Ingeniería, y por lo tanto no se podía acceder a él.

En consecuencia, se comenzó a planificar la performance interactiva OSCuarentena<sup>5</sup>, un proyecto de plataforma para performances en línea, en la que cada integrante actúa desde su residencia en tiempo real. Se propuso desplegar una práctica corporal en las redes de Internet que vincule el micromovimiento gestual con un sistema de sensado bioeléctrico. Traducir y modelizar esta información dinámica a visuales y sonidos –utilizando dispositivos de comunicación inalámbrica a través de ondas electromagnéticas– permite al cuerpo cuasi inmóvil comunicarse sensitivamente con su entorno.

El plan original contemplaba la interacción, en un lugar físico, del equipo de medida de biopotenciales y de quienes interveníamos para generar el diseño corporal, la música y los sonidos, las visuales y demás herramientas multimedia; pero, frente al aislamiento obligatorio, se nos planteó cómo continuar en la virtualidad. Así es que, a través de la interacción de una tecnología llamada Open Sound Control (OSC)<sup>6</sup>, se viabilizó el envío de información multimedia por Internet y en tiempo real; se logró, de este modo, replicar no solo lo que acontecía en el espacio escénico, sino también realizar varias presentaciones exitosas en jornadas y festivales nacionales e internacionales con la performance OSCuarentena.

Si pensamos que esta investigación conjunta fue llevada adelante bajo condiciones técnicas mínimas, podemos afirmar que logramos instalar otra forma de organización territorial dentro de entornos de conectividad transitoria y emergente. En tal sentido, el título elegido para esta performance interactiva a través de Internet, OSCuarentena, deviene de conjugar este protocolo de comunicación en los medios disponibles con la situación de cuarentena o aislamiento preventivo y obligatorio en el cual se rediseñó.

En este contexto, las plataformas virtuales de comunicación están dando un giro a las manifestaciones artísticas digitalizadas que ponderan la relación entre información, datos sensibles y territorios en conectividad. Las transformaciones que han acontecido –y aquellas que siguen aconteciendo– en el plano productivo, tecnológico, del trabajo cultural y las relaciones de producción colocan a Internet como el espacio que ha abierto una posibilidad de presencialidad, que permite a las propuestas de arte y de educación mantener el contacto de modo virtual. Paralelamente, potencian el cuerpo para poder interactuar en la distancia, en otro tipo de presencia virtual o de ausencia física. Siendo este contexto único, posiblemente sea una oportunidad para pensar estos otros formatos escénicos; y aquí la pantalla de las plataformas en línea es nuevamente la protagonista de una experiencia estética del linde y la dispersión.

### Propuesta artística en esta nueva forma de vida

*La desaparición del cuerpo en la virtualidad es comparable con la pérdida del aura en la época de la reproducción técnica. Cuando surgió el cine, Walter Benjamin consideró que al desaparecer la presencialidad se perdería la sublimidad de la experiencia. El arte se marchitaría con el cine, pues no podría captar el carisma presencial. Sin embargo, el cine creó su propio hechizo y se impuso como un nuevo arte completo y diferente.*

*¿Algo similar ocurrirá con la virtualidad como nueva forma de vida?*

*Esther Díaz*

El artista se hace visible al dislocar el espacio donde cohabita con el espectador y debe, necesariamente, salirse de sí para interactuar con su entorno. No sabemos de dónde surgen sus pensamientos y su avidez, pero sí que las primeras evidencias observables de estos desempeños son las señales o potenciales de acción. Los organismos biológicos, como las

células, producen potenciales eléctricos y dependen de ellos para transferir información. “Estos potenciales de acción son la herramienta básica de las células para procesar información en el cerebro y transmitirla en el sistema nervioso y los músculos” (Guerrero, 2017: 9); y, forman parte intrínseca de todos los movimientos, gestos y posturas.

La voluntad de una persona encuentra su manifestación y consecuencia última en acciones, en el movimiento de su cuerpo ya sea para accionar mecánicamente sobre objetos o para comunicarse oralmente. Este proceso nace en el cerebro, se comunica a través del sistema nervioso y termina en órganos efectores (Guerrero, 2017: 7).

Los potenciales de acción son los elementos esenciales que, superpuestos, estipulan señales complejas como aquellas que controlan los movimientos puntuales, por ejemplo, de las manos o de la voz. Todas nuestras funciones son la derivación adyacente de una secuencia codificada de potenciales de acción. Del mismo modo, las señales eléctricas que acontecen bajo la piel –llamadas biopotenciales– se forman en el cerebro y se irradian por los nervios para alcanzar a los músculos y generar acciones motoras: el performer danza, gesticula, inhala y exhala, etcétera.

Encerrado dentro de nuestra piel, hay un mundo de señales eléctricas, producidas por las células nerviosas para comunicar mensajes o por los tejidos de órganos como los músculos para coordinar acciones. Estas señales transportan información no solo sobre el estado de salud del cuerpo, sino sobre la voluntad, las ideas y los deseos de la persona en quienes se originan (Guerrero, 2017: 1).

Entonces la propuesta es rescatar y poner en valor esa maleabilidad sensorial que se disipa constantemente en el consumo tecnológico cada vez más alienante. Este proyecto performático plantea desentenderse del movimiento diseñado coreográficamente; y busca llegar a la intencionalidad del performer en un estado previo, simple, antes de que sus deseos sean preformados por sus capacidades y su contexto situacional. Enunciado de este modo, podríamos expresarnos y exponernos en un escenario de absoluta paridad con otros cuerpos en este mismo estado primordial.

Poner en ejercicio reciprocidades creativas entre quienes son especialistas en tecnología y artistas sitúa a la performance interactiva como una práctica artística que posibilita la reciprocidad entre arte-ciencia, lenguaje del movimiento-ingeniería electrónica y gesto expresivo-sensado bioeléctrico.

Esta performance interactiva OSCuarentena está diseñada de forma tal que para el espectador-usuario sea importante empatizar y entender cómo funciona el sistema del que está siendo copartícipe y, más importante aún, percibir cómo el performer se realimenta dentro de este a través de sus micromovimientos. Las acciones del performer abren nuevas posibilidades sonoras y visuales que pueden no haber sido consideradas anticipadamente.

El hecho de que pueda “escucharse y verse el micromovimiento” es factible gracias al sensado de partes del cuerpo; en consecuencia, cambia la forma en que el espectador experimenta el sonido y las visuales. Este sistema visual y sonoro está impulsado por eventos y datos generados por los componentes que sensan las coordenadas espacio-gestuales en



relación ergonómica con el teléfono celular (acelerómetro, brújula, proximidad) y los efectos eléctricos de los músculos sensados por los electrodos. Simultáneamente, el performer interactúa con este pasaje de datos junto al compositor sonoro y al diseñador visual, para crear una experiencia cinésica e inmersiva en la red de Internet.

Mediante un celular sostenido en las manos y electrodos colocados sobre algunos puntos de inserción de los músculos, se captan, por un lado, los movimientos periféricos de la articulación de los brazos, como aceleración y distancia; y, por otro lado, las señales electromiográficas (EMG) producidas por el impulso nervioso del músculo. Estos datos de ubicación y de biopotenciales serán resignificados generando sonidos e imágenes por computadora, convirtiendo así al performer en un instrumento audio-visual que incorpora –es decir, da cuerpo a– el sonido y la imagen con gestos mínimamente perceptibles.

Al involucrar la implementación de un sistema multimedia interactivo de sensado bioeléctrico para la exploración relacional, situacional y metafórica del movimiento o micromovimiento, este proyecto da impulso a la realización de acontecimientos múltiples. Estos proceden de la materialidad de la acción corporal –al interactuar con los formatos electrónicos, multimediales o bien algorítmicos– a otras inmaterialidades que instalan la certeza de una transformación profunda de las condiciones de espacio y de tiempo, en consecuencia, de la percepción y del conocimiento de lo sensible.

En este sentido, las circunstancias que nos inquietan son las que pueden promover intercambios entre disciplinas puestas a articularse con objetivos teórico-prácticos. ¿Por qué? Porque se trata de conjugar la danza performance y la electrónica, donde se requiere una especificidad técnico-cognitiva “de personas bien entrenadas para instrumentar los medios establecidos por los investigadores, es decir, personal capacitado para la técnica” (Díaz, 2007: 133).

Estamos transcurriendo un espacio-tiempo de dispersión y, a la par, la reconstrucción posdisciplinar que logra la integración para crear objetos de estudio relevante, pertinente. Por consiguiente, se evidencia que los conceptos de cuerpo y de performance, que aborda la práctica artística vinculada a las tecnologías, nos plantean reparar en otras formas de producción para el desarrollo de la subjetividad que implica cada vez más la mediación tecnológica (digital, electrónica y de la conectividad).

En la realización de una performance en interacción y colaboración con las tecnologías emergentes y en red, alternamos con una corporalidad simulada que desplaza a la persona antropocéntrica e incorpora los soportes, materiales y otros efectos sinestésicos excitados por la hibridación del componente corporal y su digitalización. Escindimos un único cuerpo para crear una doble permanencia en la que una y otra configuración pueden multiplicarse y complejizar las diferentes performances en las que interactúan. Podríamos especular sobre que “el objetivo final del cuerpo virtual es convertirse en el simulacro perfecto de la acción multisensorial del físico” (Ihde, 2002: 29).

Por lo tanto, consideramos que la performance –como práctica artística que desde su tendencia a la diversidad matérica, a las mediaciones, a los

discursos abiertos y a clandestinidades- debería convertirse en una de las propuestas híbridas más significativas entre lo material y lo inmaterial del cuerpo en el arte de las sociedades que contengan, inevitablemente, los nuevos modos de cooperar en la producción de información y comunicarse. Lo cual no quiere decir que no haya que cuestionarse los cambios en las prácticas y en los hábitos corpóreos producidos por la relatividad entre lo cercano y lo lejano, lo presente y lo ausente, lo real y lo ficcional, que se producen como consecuencia de la incorporación, cada vez mayor, de la virtualidad en nuestras vidas con el contacto inmediato y constante con dispositivos digitales que amplían, fragmentan y trasladan nuestra identidad corporal a otras dimensiones.

### Criterios escénicos en conectividad

Numerosos espacios y salas en todo el mundo están inactivos, sin artistas y sin público. La suspensión mundial de todas las actividades en lugares públicos ha sacudido fuertemente a actores, bailarines, otros artistas escénicos y espectadores en aislamiento. Propiciamente, Internet ha abierto una posibilidad de presencialidad, al permitir a las propuestas de artes escénicas mantener las luces encendidas, virtualmente, al menos.

Este contexto es excepcional para pensar en otras formas, otros formatos. La capacidad de las propuestas artísticas para reinventarse a través de la tecnología no debe percibirse como una imposición del presente sino, más bien, como una herramienta técnico-expresiva extraordinaria. Por lo tanto, en el ámbito de las prácticas escénicas contemporáneas se está conformando una dramaturgia de código abierto o, en nuestro caso en particular, una performática entre redes digitales, plataformas de conexión y espacio físico.

La emergencia de las plataformas conectivas está dando un giro a las manifestaciones artísticas digitalizadas, a la popularización de nuevas aplicaciones tecnológicas que ponderan la relación entre información, datos sensibles y territorios posdisciplinares. En este sentido, las artes performáticas proponen desarrollar exploraciones de y desde los cuerpos en relación con acciones visuales, escénicas, sonoras, tecnológicas y conectivas a partir de teorías y prácticas actuales. Se trata de experimentar de forma inter- y transdisciplinaria para generar producciones e intervenciones artísticas híbridas para espacios múltiples, transitables y deslocalizados. En consecuencia, el cuerpo se instala desde la emisión constante de señales y se espera de él, fundamentalmente, producción material, emisión de información y predisposición a las prácticas multimediales.

La información, por una parte, proviene de las ondas cerebrales, haciendo uso de una electroencefalografía (EEG), y, por otra, de la actividad muscular inducida por electromiografía (EMG). Estas señales son amplificadas, filtradas y digitalizadas con el objetivo de analizar los resultados en una computadora y en un microprocesador vía bluetooth. Estos dispositivos y sus interfaces implementan un algoritmo que indica los niveles de actividad. A través de estos niveles y con las propias señales, se realiza el tratamiento de la información para darle la funcionalidad correspondiente al software que traduce y modeliza un paisaje visual y sonoro generado por

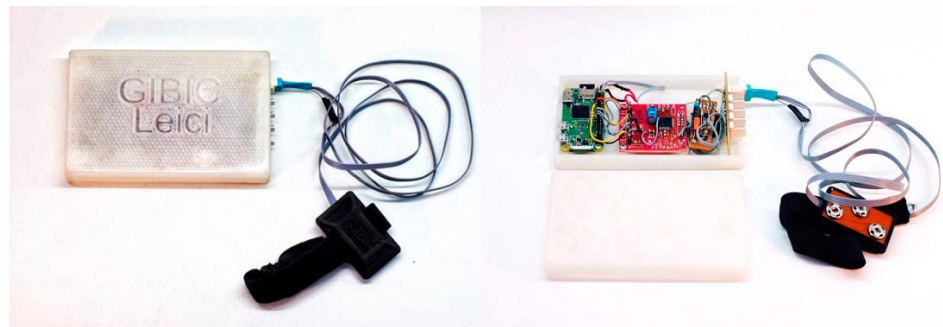
el cuerpo en graduales expansiones y contracciones. Esto permite hacer un mapeo sistémico general que contempla el acopio del micromovimiento interno, que tiene importantes implicaciones en el objetivo final de esta investigación: aportar al diseño de un entorno visual y sonoro para que personas con movilidad reducida interactúen expresivamente.

En este sentido, y a partir de la investigación llevada adelante por los miembros del GIBIC<sup>7</sup>, se crea WIMUMO, un dispositivo inalámbrico capaz de medir la señal electro-fisiológica o biopotencial del cuerpo orientado hacia la performance artística.

*Para introducir las señales EMG y otras señales bioeléctricas a la práctica artística, de manera confiable y robusta, se llevó a cabo el desarrollo de un nuevo dispositivo electrónico, que es una especie de neuroprótesis no invasiva. Este dispositivo pretende ser un puente entre el mundo interno del performer (que se observa a través de sensores de biopotenciales y otras señales auxiliares) y el mundo de los artistas multimedia: hardware y software utilizados para crear música y contenido audiovisual, como Processing (<<https://processing.org/>>) y Pure Data (<<http://puredata.info/>>). Este dispositivo también debe ser portátil (pequeño, liviano e inalámbrico) para permitir la libertad de movimiento del artista en el escenario. Otra característica deseada es que sea fácil de usar y configurar, reduciendo la necesidad de asistencia técnica. El dispositivo desarrollado fue llamado WIMUMO (Wireless Multi-MOdalacquisition platform), y es un sistema portátil y vestible (ver Fig. 1) compuesto por el circuito front-end integrado de cuatro canales biopotenciales (ADS1299-4) con convertidores analógico-digitales (ADC) de muy alta resolución, un conjunto de cuatro (4) sensores EMG, un banco de energía externo de 5 V y una computadora de placa única (Raspberry PI Zero W) con Linux como sistema operativo y capacidades inalámbricas (Bluetooth y WiFi). La tecnología WiFi fue elegida para el WIMUMO debido a su mayor alcance respecto al*

Figura 1

WIMUMO (Wireless Multi-Modal acquisition platform)





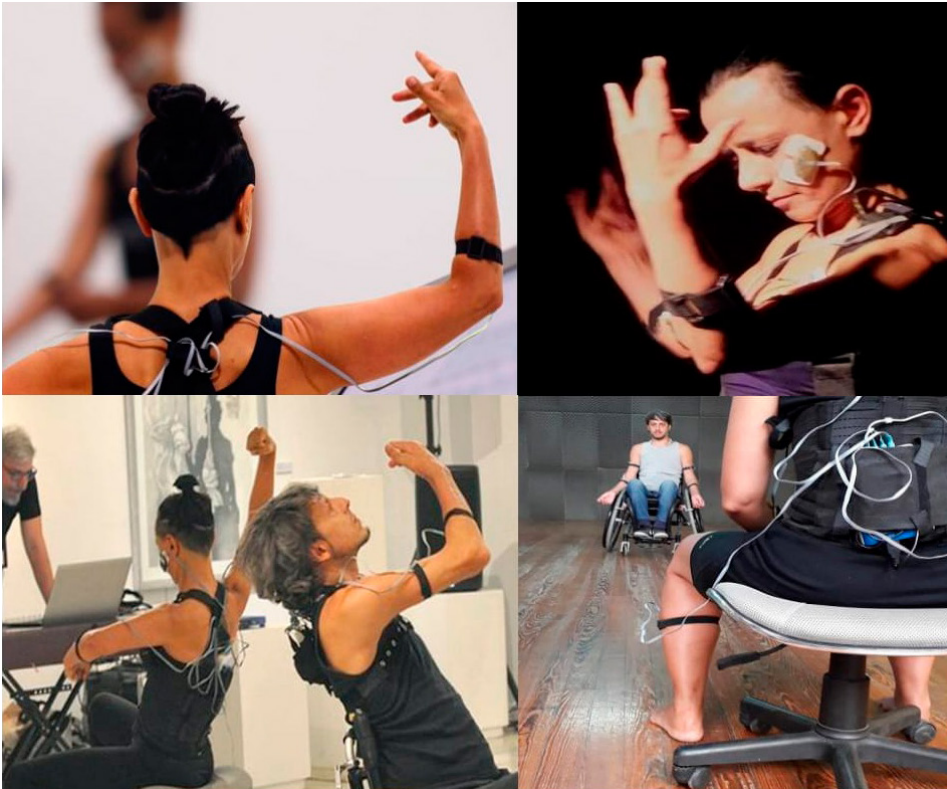


Figura 2

WIMUMO colocado en el cuerpo en actuaciones físicas

*Bluetooth. La computadora lee las muestras crudas de EMG de los ADC y las procesa para calcular la envolvente de cada canal. Estas señales envolventes y, opcionalmente, el EMG sin procesar, se transmiten a otros dispositivos en la red local para la generación de contenido audiovisual, utilizando el protocolo OSC (Open SoundControl), que es un protocolo estándar ampliamente compatible con el hardware y el software utilizados por artistas multimedia (AA. VV., 2020: 13).*

OSCuarentena es un proyecto de plataforma para performances en línea en la que cada integrante actúa desde su casa en tiempo real:



Figura 3

Localizaciones para la performance OSCuarentena

*Alejandra Ceriani danza en su casa con su celular, generando señales OSC que son enviadas por Internet a la computadora de Alejandro Veiga, quien genera sonidos con Pure Data, y a la Tobias Albirosa, que produce imágenes utilizando Processing. Rocío Madou y Federico Guerrero, también operando desde sus hogares, se encargan del servidor OSC y de las comunicaciones sobre una red virtual que vincula a todos los actores. El desarrollo y la puesta en funcionamiento del proyecto se realizaron en forma virtual a través de distintas plataformas que fueron exploradas y evaluadas (AA. VV., 2020)<sup>8</sup>.*

Tal como se describe en el párrafo citado, se establece una proximidad poética no solo entre cada performer conectado a través de las pantallas, sino que se propuso sumar al público participante de la siguiente manera:

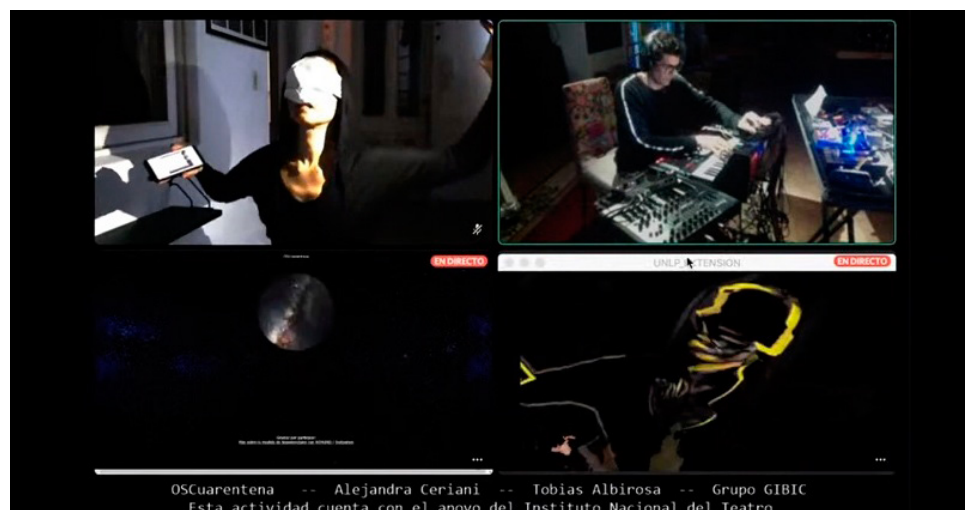
*Los movimientos y señales del cuerpo generados en un lugar se transmiten y producen sensaciones, música e imagen en otra parte, y todo se presencia en forma virtual [...].*

*En esta edición de OSCuarentena, puede participarse accediendo a la transmisión en vivo por YouTube desde la computadora, celular o tablet: OSCuarentena + DRAH (<<https://youtu.be/qe8MwTL17JO>>). Pero, si se dispone de un celular libre, recomendamos que, además de ver la transmisión de YouTube en la computadora, desde el celular ingrese al sitio [wimumo.ddns.net](http://wimumo.ddns.net) (puede escanear el código QR del video). Ingresando al sitio desde el segundo dispositivo, puede verse al mismo tiempo la transmisión principal, y recibir señales y vibraciones del cuerpo en tiempo real a través del sitio (AA. VV., 2020).<sup>9</sup>*

Esa conexión sensorial en su estado ubicuo puede ser considerada como una nueva tendencia de las tecnologías de la información y la comunicación que integra los dispositivos como la computadora o el teléfono celular en el mundo físico, entremezclándolos discretamente no solo con la vida diaria, sino también con las necesidades afectivas de nuestra existencia cada vez más alienada. Recibir el latido del corazón de un extraño mediante el teléfono celular sostenido en la mano o apoyado en alguna otra parte del cuerpo invita a una experiencia en un entorno como Inter-

Figura 4

Pantallas en la plataforma Discord



net cada vez más sensible.

Como se adelantó en la cita, el desarrollo y la puesta en funcionamiento del proyecto se llevaron a cabo en forma completamente virtual, a través de distintas plataformas que fueron exploradas y evaluadas. Los espacios de este proyecto se definen como:

- Remotos: porque se realiza a distancia.
- Distribuidos: porque se produce en distintos lugares físicos.
- Convocantes: porque todo sucederá en un misma interactiva de experimentación virtual.

La escena –tanto física como virtual– emula los comportamientos y los hábitos que en general tienen los públicos que asisten a ver obras, performances o espectáculos teatrales. La fisicalidad es aquel lugar donde se halla cada performer y cada participante, ya sea conectándose desde su PC o desde su celular a una plataforma social que recrea las áreas escénicas desde donde tanto performers como público se congregaran virtualmente.

¿Cómo? Discord es una plataforma social que combina las funciones de otras aplicaciones (apps) y permite transmitir video y audio a través del pasaje de datos en realimentación sensorial. Esos datos se procesan por medio de la app Oschook (OSC: Open Sound Control), un protocolo de comunicaciones para teléfono celular que habilita compartir información musical en tiempo real, en una red de Internet. Discord hace posible, también, la creación de una “sala virtual” y una “sala de espera”. Dentro de la sala virtual, cada performer, músico, visualista, etcétera, tendrá su pantalla. Desde la sala de espera, el público accederá a la sala virtual en el momento de “dar sala” de un canal al otro. Una vez que ha ingresado a la sala virtual, podrá ir interactuando y escogiendo variadas veces a cuál pantalla dirigir su atención.

Al mismo tiempo, si bien las aplicaciones y las plataformas sociales se han popularizado y han alcanzado a grupos etarios que tradicionalmente no estaban incluidos, se programa la conexión a través de Youtube Live; se genera así otro espacio, otra sala virtual que, si bien disminuye las posibilidades de interacción, aumenta la accesibilidad digital para presenciar en tiempo real el acontecimiento artístico.

Estas plataformas digitales dan cabida a las artes escénicas y provocan la metamorfosis de estas últimas. Este fenómeno de cambio y adaptación desplaza a otras prácticas y a otros espacios de relación que poco tienen que ver, a veces, con la idea clásica de espectador o de representación. Sin embargo, es común que desde la perspectiva intermedial “desaparezca” el cuerpo presente o el espacio físico; asimismo, nuestra conciencia tecnológica ha transformado el concepto tradicional del espectador en el ámbito escénico contemporáneo.

Desde las propuestas intermediales a las transmediales, se da lugar a una amplia tipología –observador activo, participante, cocreador, jugador o usuario– en la diversidad de manifestaciones de recepción de las nuevas conectividades. La interacción entre estas dos espacialidades –el lugar de confinamiento y el lugar ubicuo de conexión con otros confina-



mientos- produce una diversidad de diálogos y afecta directamente a los participantes-públicos de la escena actualizada en lo virtual. En este espacio lindante de las pantallas de las plataformas de conectividad, “la distancia entre nosotros y ellos, el yo y el otro, el arte y la vida, se hace borrosa e inespecífica” (Gómez-Peña, 2011: 499).

Por ello, el término “pantalla” –tan difundido para especificar gran parte de la producción, sentido estético y problemáticas multimediales en la escena tecnológica- se utiliza tanto para designar el aparato técnico y teórico como el objeto. El vaciamiento de la geometría de la pantalla conduce a evidenciar, como señala Alberto Caballero, “la materialidad de la imagen, e introducir su inmaterialidad, o también podemos decir su materialidad lumínica” (2011: 13). Por su parte, Eduardo Russo agrega, con relación a su funcionamiento, “no se trata tanto de dar a ver, sino de convocar a mirar” (1998: 192).

La pantalla se manifiesta como clave de la mirada y como objeto que recibe luz, pero que, también, es luz y es espejo y, de igual forma, convoca a un adentro y un afuera. Un espacio y otro, indicará Gastón Bachellard, son “íntimos, están prontos a invertirse, a trocar su hostilidad. Si hay una superficie límite entre tal adentro y tal afuera, dicha superficie es dolorosa en ambos lados. [...] En este drama de la geometría íntima, ¿dónde hay que habitar?” (1997: 256).

Aquí es interesante no perder de vista esta idea de la individualización del sujeto expectante. Según Arlindo Machado, “Todo el material perceptivo termina por depositarse en el espectador, como si este fuese una segunda pantalla” (2009: 87). Por ende, los medios instituidos sobre la base de la computadora están promoviendo nuevos desplazamientos en los regímenes de la percepción. La escena en conectividad formula la posibilidad para la metamorfosis de las dimensiones habituales debido, principalmente, a la potencia de desbaratar la concepción de unidad espacial, y coloca al performer y al público en copresencia virtualizada.

Esta metamorfosis –ligada al cuerpo- ha experimentado con más afinidad el devenir de los valores ontológicos de las artes presenciales. Es decir, la tecnología construye, integra y conceptualiza un espacio virtual, metafórico y múltiple; un tiempo real, virtual y sincrónico, junto a una corporalidad inmaterializada, no presente; confluye todo a través de “una interfaz que soporta la imagen videográfica y/o la telemática a la copresencia entre actores y espectadores [...] convirtiendo el tradicional binomio en aquí, allí y ahora” (Zorita Aguirre, 2018: 507).

## Metodología para un sistema remoto y distribuido

Este proyecto performático de investigación interdisciplinar se propone realizar un proceso de experimentación basado en la participación entre diferentes áreas de prácticas de conocimiento (artes sonoras, escena contemporánea, performance experimental, diseño multimedia, ingeniería electrónica e informática). Su objetivo principal es desarrollar un sis-

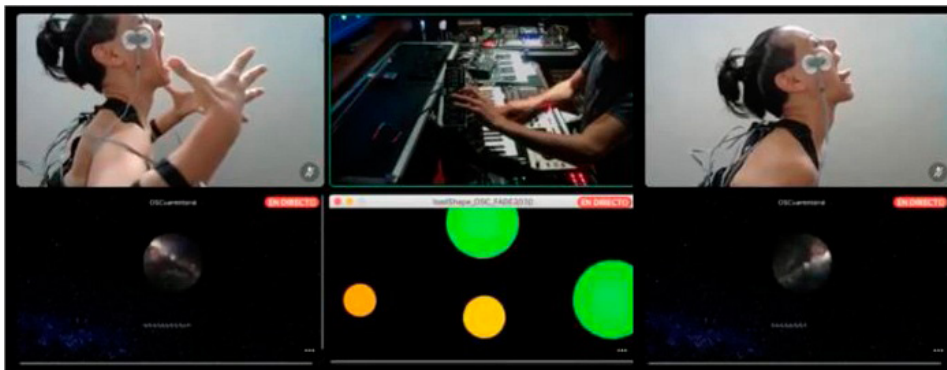


Figura 5

Participación en la Muestra Virtual "Arte Accesible en la UNLP"<sup>12</sup>

tema remoto y distribuido de dramaturgia escénica emergente, basado en herramientas de acceso gratuito global.

La investigación antecede a la situación de aislamiento social y obligatorio, viene desarrollándose desde el año 2018, con la performance llamada Bio-performance inclusiva. Implementación de sensado bioeléctrico para la exploración poética del micromovimiento<sup>10</sup>. Para ello, se creó un equipamiento de sensado denominado WIMUMO<sup>11</sup> y se realizaron varias presentaciones.

Como ya se adelantó, la imposibilidad de operar con el sensor bioeléctrico, puesto que permaneció dentro del laboratorio en la Facultad de Ingeniería, fue un factor determinante para generar el primer recurso que habilitara la continuidad del proceso investigativo. A partir de esta situación, se configuró otro dispositivo que nunca se separa de nosotros: el teléfono celular. Se lo programó con el protocolo de comunicación Open Sound Control (OSC), para establecer cierto intercambio de datos entre las aplicaciones y los dispositivos para sincronizar procesos. Dentro del terreno de las instalaciones interactivas, localizamos el uso de distintos protocolos de comunicación ventajosos para poder sincronizar entre sí aplicaciones de software y de hardware.

El hecho de poder operar en red entre dispositivos nos permite distribuir los recursos y además facilitar la instalación física de los aparatos según sea preciso. Por tanto, la instalación de esta aplicación en el teléfono celular nos dio la posibilidad de emular algo de la manipulación del WIMUMO como interfaz. Así, el primer escollo fue superado. Un segundo problema para resolver fue la adaptación escénica de todo un grupo de personas que actúa a la par en un mismo espacio.

La aplicación Discord –plataforma para videojuegos– tiene un diseño que incluye características como pantalla compartida con muy buena calidad de imagen, baja latencia y una infraestructura de servidor en la que pueden asociarse varias direcciones IP. Esto facilitó que los datos OSC pudieran ser compartidos –en el mismo instante– tanto por la programación de sonido en Pure Data como por la programación de visuales en Processing. Asimismo, dio lugar a crear un ambiente similar a un teatro: sala de espera para el público asistente y una escena, para habilitar el ingreso de un espacio al otro y poder presenciar la performance y dialogar o chatear después.

En suma, un renovado escenario digital-analógico puesto a funcionar a través de la ubicuidad de las pantallas, los algoritmos del software y de las plataformas en Internet. El procedimiento necesario para realizar la

performance en streaming, y que corresponde a cada uno de los procesos técnicos según sea sonido, imagen y movimiento, y participación del público, es el siguiente:

#### 1 - Datos web:

- a) Conectar a Hamachi LogMeIn. Conectar a la red compartida WIMUMO.
- b) Abrir la aplicación OscRouter desarrollada en Processing por el proyecto de extensión que recibe datos OSC desde la red WIMUMO (enviados desde lugares remotos vía internet, generados por un celular que ejecuta OSCHook).

#### 2 - Visuales:

- a) Abrir la aplicación OscReceive desarrollada en Processing por el proyecto de extensión que genera un espacio de trabajo con objetos en 3D, luces e imágenes. Esta aplicación recibe los datos procesados por OscRouter y reacciona a estos generando movimientos propios de las visuales diseñadas.

#### 3 - Envío a salas virtuales:

- a) Abrir Discord e ingresar a la sala de WIMUMO, aquí el usuario que reproduce las visuales es asignado como artista dentro de la sala y cuenta con privilegios especiales a diferencia de los espectadores, como un canal de chat con el staff de trabajo de la performance para comunicación interna.
- b) Abrir OBS y dirigir la captura audiovisual de Discord al canal de YouTubeLive que está en conteo automático hasta la hora de la performance, así el staff permanece “bajo el telón” hasta la hora de “dar sala”.

#### 4 - Participación en la plataforma:

- a) El público asistente que ya está en la plataforma Discord puede, una vez terminada la presentación, dialogar en tiempo real con los performers y otras personas presentes. Aquellos que asistan por YoutubeLive podrán hacerlo por chat escrito.
- b) Toda la presentación es grabada desde las mismas plataformas, y posteriormente se puede reproducir en diversos medios y canales.

En todo este diseño, podemos observar que, en cuanto a lo metodológico, el objeto de estudio lo constituyen los procesos sensibles corporales en interrelación con las decisiones técnicas descriptas siendo que, en sus aspectos no representacionales, nos lleva a preguntarnos: ¿cómo son percibidos ciertos hechos o procesos?, ¿por quiénes? y ¿cuál es el potencial que determinadas tecnologías mediáticas movilizan? Son sentidos como aquellos impulsos viscerales que pueden ser instintivos, y no siempre se pueden traducir a una definición cognitiva o discursiva. Evidentemente, tienen correspondencia con percibirse de modo corpóreo, no podemos interpretarlos únicamente como significados, representaciones, símbolos o signos, sino lo que un conjunto de medios y procesos electrónicos originan.

Los espectadores-usuarios interpretan procedimientos corporales, para identificar indicios no verbales, estados emocionales de formas colectivas de la sensibilidad, y por sobre todo, las trazas de lo tecnológico en cuanto a saber cómo son, cómo comunican y de qué modos son aplicados. En este sentido, ¿seguiríamos pensando que el instrumento o dispositivo que articulamos en escena y en nuestras vidas cotidianas existe exclusivamente para ser reactivo y utilizarlo como una extensión más del cuerpo?

## Hacia una estética del linde y la diáspora

*... el fragmento no representa nada más que un punto que sobresale en una cartografía móvil. Está inmerso en una cadena y su significación depende en parte de la posición que ocupa en ella.*

*Nicolas Bourriaud*

Durante la temporada en aislamiento, han sido las aplicaciones de videoconferencias y reuniones virtuales las que han aportado los emblemas visuales y gestuales más identificables y manifiestos de esta pandemia. Una imagen que sincretiza las circunstancias que aún estamos atravesando en cuanto a la comunicación y a la producción simbólicas es la colmena de pantallas que cada participante ocupa dentro de los espacios de diversas aplicaciones o programas en Internet.

La resultante de estas tertulias –comúnmente pobladas– entrevén los diferentes lugares desde donde se sitúa cada usuario y cada cámara con su encuadre, que recortan el espacio y componen unas figuras mayormente rectangulares distribuidas sobre el fondo de otro gran rectángulo. Se avienen nuevas arquitecturas para la mirada que comprometen mutuamente a otras intimidades, o como se denomina hoy, otras “extimidades”<sup>12</sup>. Una colmena infinita y virtual. Una gran pantalla subdividida que recuerda la fachada compartimentada de una de las secuencias del filme *Playtime*<sup>14</sup>, de Jacques Tati.

Una red de escenografías celulares –recortadas de lo cotidiano, de lo laboral e incluso de los escenarios de producción cultural– conformó no solo una estrategia del adentramiento y la irrupción, sino un patrón de procedimientos compositivos conectados con las variables enmarcadas en estos habitáculos lindantes. En conjunción con esta descripción del espacio, abordamos, asimismo, el gesto corporal como potencial informador. Por su parte, Jaime del Val manifiesta sobre la estandarización de lo gestual que “Las interfaces producen formas de pensamiento del cuerpo” (2009: 133), y afirma, a continuación, que lo que da entidad a la gestualidad es normalizar formas de relación en el “pensamiento mismo, entendido como el pensamiento encarnado de una conciencia corporal”. Una de las derivaciones de esta presunción es que las modificaciones que pueden observarse en nuestros gestos hacen “legibles” unos cambios existenciales que vivimos en el tiempo presente.

Otra consecuencia es que afloran, de continuo, gestos antes no observados, que proporcionan una clave para el desciframiento de una forma nue-

va de existencia. Según Juan Martín Prada, “a lo largo de la última década, han sido tres las vías de mayor interés que, en relación con la cuestión del cuerpo, han seguido las prácticas artísticas vinculadas a Internet” (2015: 165). La primera y la segunda vía se refieren a las propuestas artísticas realizadas que han continuado profundizando en la idea del cuerpo como interfaz y como avatar. En tanto, la tercera vía tiene que ver con:

*... el giro hacia lo “real” que ha ido produciéndose con la consolidación de la web social. A nivel general, el interés por la virtualidad del cuerpo, por el potencial de su ser como “cuerpo de datos”, como apertura a una infinidad de posibilidades de ser en un contexto digital en red va perdiendo terreno frente a la imagen de un cuerpo real que se emplea ya no como avatar o sustituto, sino como fiel o concreta representación de una persona que quiere interactuar con otras personas, y que deben estar suficientemente “bien” identificadas corporalmente. Como ya hemos comentado, la red se ha ido liberando progresivamente de su vinculación con el concepto de “virtualidad” cargándose de realidad, de imágenes de cuerpos que existen físicamente, signos de identidades concretas (Prada, 2015: 168).*

Estos cuerpos “bien identificados corporalmente” han podido conectarse extendiéndose en todas las sociedades del mundo a través de la globalización de la información y los conocimientos compartidos por la mediación de Internet. Asimismo, el cuerpo es el elemento motor y esencia de la creación en cuanto a performance se refiere. La corporeidad ligada a un discurso, a un conjunto de relaciones que la hacen posible, describe las vinculaciones de exterioridad por las cuales la creación artística se concierta, se revela y se plasma frente al público y con él.

De momento, vamos a concentrarnos más en la ontología y en el carácter de experiencia vital, dejando de lado los aspectos técnicos y materiales del caso de estudio que nos convoca. En este sentido, nos cuestionamos si se ha logrado distinguir una nueva estética de la performance con estas interfaces de la conectividad. Frente a esta circunstancia y valorizando positivamente el recorrido, volvemos a preguntarnos: ¿Qué puede acopiarse de estas experiencias estéticas?

En un entorno de dispersión, cada imagen y cada forma se suscitan de manera transitoria y son sustituidas prontamente por otras en el encañamiento permanente y acelerado del consumo; por consiguiente, las representaciones corporales son transformadas continuamente en los movimientos individuales y colectivos.

Entonces, ¿qué prácticas sensibles se corresponden con el nuevo mundo simbólico de la diáspora mediática? Evidentemente, la metáfora en ciernes tiene un carácter emancipador porque pone de manifiesto el conflicto con la realidad, que requiere de la proposición de otra epistemología para pensar una estética de las prácticas corporales afectivas y de un nuevo repertorio para abordar la morfología de la hipertextualidad del presente.

Al registrarse la modalidad de acción de la experiencia estética en términos de accesibilidad, el arte es tomado como modelo para identificar la

realidad en sus nuevas condiciones ontológicas. Surge así la necesidad de restablecer la comprensión de las dificultades espaciales que enfrentan los procedimientos tradicionales de lo escénico y de evitar que los hábitos sobre los cuales fueron organizados y sustentados dichos modos obstaculicen un nuevo tipo de existencia en el mundo de los medios masivos. Estas operaciones se constituyen a partir de ciertos dispositivos prácticos ligados a un percibir situado.

La estética del linde –que denotamos por el formato de las plataformas de comunicación de Internet– más una materialidad y una dinámica producidas a través de la dispersión virtual podrían ser definidas a partir de los procesos de autoorganización.

*En condiciones de dispersión, las prácticas estéticas, en tanto producción de regímenes de sensibilidad, no pueden presuponer la existencia de puntos de anclaje o de innovación. Disueltas las estabilidades, ambas disposiciones tienden a ser reabsorbidas por la dinámica de la superfluidad dispersiva, en la cual todo signo es reemplazado por otro, en una sucesión tan incesante como inconsecuente. Los procesos de autoorganización pueden funcionar entonces como condición de posibilidad para la actividad estética, y viceversa. En esa hibridación de prácticas, la producción de mundos sensibles y la producción de mundos materiales se entrecruzan, de formas experimentales, en los procesos de creación de los modos de vida contemporáneos. Tanto los anclajes configurativos como las innovaciones prefigurativas podrán formar parte entonces del repertorio de operaciones disponibles para el desarrollo de estéticas de la dispersión (Ingrassia, 2013: 11).*

Por su parte, lo posdisciplinar –tomado como una forma de coexistencia que evoluciona los modelos universalizantes, homogeneizantes, asimilacionistas, adaptativos, paternalistas, reproductivistas y esencialistas, entre otras tantas condiciones de los fenómenos históricos– brega por una estructura transversal. Esta transversalidad no pierde de vista las especialidades de un espacio que no está aferrado a ninguna disciplina, pudiendo de ese modo tomar lo más relevante y significativo de cada recurso epistémico, con el propósito de elaborar otros saberes y otras experiencias.

Por tanto, y concluyendo momentáneamente, quedamos atentos frente a una realidad que intenta disociarnos de nuestro espacio profesional constituido; sabemos que no estamos donde siempre estuvimos, sobre todo ahora en pandemia. La imposibilidad de una actuación física presencial ha irrumpido en todos los niveles de nuestra cotidianeidad y ha generado otras condiciones, otras formas de encarar los proyectos escénicos, corporales e interactivos que focalizan hoy, más que nunca, en distintos significados relacionados con la otredad.

## Referencias bibliográficas

- AA. VV. (2011). Interacción persona-ordenador. España: Universitat Oberta de Catalunya. Disponible en: <[http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/76105/2/Introducci%C3%B3n%20a%20la%20interacci%C3%B3n%20persona%20ordenador\\_portada.pdf](http://openaccess.uoc.edu/webapps/o2/bitstream/10609/76105/2/Introducci%C3%B3n%20a%20la%20interacci%C3%B3n%20persona%20ordenador_portada.pdf)>.



- AA. VV. (2020). “Señales bioeléctricas del cuerpo: de la ingeniería electrónica a la performance artística”. *¡Cuerpo, máquina, acción! Estudios sobre cuerpo, performance y tecnologías emergentes*. Año 4 N.º 6. La Plata: Facultad de Artes, Universidad Nacional de La Plata. Disponible en: <[https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://www.fba.unlp.edu.ar/e-performance/wp-content/uploads/2020/03/dise%C3%B1o-ceriani-e-perfo-6\\_3.pdf](https://docs.google.com/viewerng/viewer?url=http://www.fba.unlp.edu.ar/e-performance/wp-content/uploads/2020/03/dise%C3%B1o-ceriani-e-perfo-6_3.pdf)>.
- Bachelard, Gastón (1997). *La poética del espacio*. España: Fondo de Cultura Económica.
- Bourriaud, Nicolas (2013). *Estética relacional*. Buenos Aires: Adriana Hidalgo.
- Caballero, Alberto (2011). “De la inversión de la pantalla. Peter Greenaway, de la imagen al cálculo”. En Gabriel Sasiambarrena (ed.). *La mirada en la performance*. Buenos Aires: edición independiente.
- Del Val, Jaime (2009). “Cuerpo común y guerra de los afectos. Coreografías globales y cuerpos en serie del afecto capital”. *CIC. Cuadernos de Información y Comunicación* 14. España: Universidad Complutense de Madrid. Disponible en: <<http://revistas.ucm.es/index.php/CIYC/article/viewFile/CIYC0909110121A/7222>>.
- Di Giusto, Yanina (2010). *La experiencia estética en Gianni Vattimo*. Tesis de grado. Buenos Aires: Universidad de Buenos Aires. Disponible en: <[http://repositorio.filo.uba.ar/bitstream/handle/filodigital/1109/uba\\_ffyl\\_t\\_2010\\_861744.pdf](http://repositorio.filo.uba.ar/bitstream/handle/filodigital/1109/uba_ffyl_t_2010_861744.pdf)>.
- Díaz, Esther (2007). *Entre la tecnociencia y el deseo. La construcción de una epistemología ampliada*. Buenos Aires: Biblos.
- Gómez-Peña, Guillermo (2011). “En defensa del arte del performance”. En Diana Taylor y Marcela Fuentes (comps.). *Estudios avanzados de performance*. México: Fondo de Cultura Económica.
- Guerrero, Federico Nicolás (2017). *Instrumentación para neuroprótesis vestibles*. Tesis de Doctorado. La Plata: Universidad Nacional de La Plata. Disponible en: <[http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/59568/Documento\\_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=3&isAllowed=y](http://sedici.unlp.edu.ar/bitstream/handle/10915/59568/Documento_completo.pdf-PDFA.pdf?sequence=3&isAllowed=y)>.
- Ihde, Don (2002). *Los cuerpos en la tecnología. Nuevas tecnologías: nuevas ideas acerca de nuestro cuerpo*. USA: University of Minnesota Press. Disponible en: <<http://www.uoc.edu/dt/esp/ihde0704/ihde0704.pdf>>.
- Ingrassia, Franco (comp.) (2013). *Estéticas de la dispersión*. Rosario: Beatriz Viterbo Editora. Disponible en: <<https://docs.google.com/viewer?a=v&pid=sites&srcid=ZGVmYXVsdGRvbWFpbnxjZWRhdmZlZGxneDoxNmFmNmRlMDYwMDg1ZWZm>>.
- Machado, Arlindo (2009). *El sujeto en la pantalla. La aventura del espectador, del deseo a la acción*. Buenos Aires: Gedisa.

- Prada, Juan Martín (2012). Otro tiempo para el arte. Cuestiones y comentarios sobre el arte actual. Valencia: Editorial Sendemà. Disponible en: <[https://www.juanmartinprada.net/textos/Martin\\_Prada\\_Juan\\_Otro\\_tiempo\\_para\\_el\\_arte\\_2012.pdf](https://www.juanmartinprada.net/textos/Martin_Prada_Juan_Otro_tiempo_para_el_arte_2012.pdf)>.
- Prada, Juan Martín (2015). Prácticas artísticas e internet en la época de las redes sociales. España: Akal.
- Russo, Eduardo (1998). Diccionario de cine. Buenos Aires: Paidós.
- Zorita Aguirre, Itziar (2018). “Mutaciones del espacio escénico en la era digital”. Arte Individuo y Sociedad. Madrid: Ediciones Complutense. Disponible en: <<https://revistas.ucm.es/index.php/ARIS/article/view/65437/4564456553109>>.

## Notas

1. Proyecto de Investigación y Desarrollo (PID/UNLP) acreditado por la Universidad Nacional de la Plata, período 01/01/2020 al 31/12/2021. Código: 11/B377. Director: Ing. Emiliano Causa. Codirectora: Dra. Alejandra Ceriani.
2. El objetivo general del GIBIC es desarrollar e implementar técnicas de medida que permitan registrar variables físicas con mínima invasividad, es decir, sin alterar las condiciones previas a la inserción del sistema de medida. Nuestras investigaciones se enfocan hacia aplicaciones en instrumentación biomédica, instrumentación industrial y en dar soluciones a problemas específicos de instrumentación en experimentos científicos.
3. IHM Interfaz hombre-máquina; ICC Interfaz cerebro-computadora; EEG Electroencefalograma; EMG Electromiograma.
4. WIMUMO es un dispositivo inalámbrico capaz de medir las señales eléctricas del cuerpo. La señal electro-fisiológica o biopotencial más conocida se ve en el electrocardiograma (ECG) que casi todas las personas se han hecho alguna vez, pero pueden medirse otras como las provenientes de los músculos (llamado electromiograma o EMG), cerebro (EEG), ojos (EOG).
5. Seleccionada y subsidiada en el Concurso Nacional de Actividades Performativas en Entorno Virtuales, Instituto Nacional del Teatro (INT). Enmarcada en el contexto de la emergencia sanitaria decretada por el Poder Ejecutivo Nacional, debido a la pandemia producida por COVID-19 y en lo normado por la Ley Nacional del Teatro N.º 24800. Ganadores por orden regional, N.º 62. Disponible en: <[http://www.inteatro.gob.ar/Files/actas/anexo\\_4b689843-cfda-457c-8605-185dcf021f6e.pdf](http://www.inteatro.gob.ar/Files/actas/anexo_4b689843-cfda-457c-8605-185dcf021f6e.pdf)>.
6. Open Sound Control es un protocolo abierto que define un formato de mensajes que facilita la comunicación entre dispositivos capacitados para recibir o enviar datos por medio de la red, como computadoras, sintetizadores de sonido y otros controladores multimedia.
7. Investigadores doctorados: Enrique M. Spinelli, Alejandro L. Veiga,

Pablo A. García, Marcelo A. Haberman y Federico N. Guerrero. Estudiantes de doctorado: Valentín A. Catacora, Rocío Madou y Matías Oliva. Estudiantes: Pedro Parodi Ramírez y Rodolfo Agustín Disalvo.

8. Véase: <[https://labs.ing.unlp.edu.ar/gibic/?page\\_id=857](https://labs.ing.unlp.edu.ar/gibic/?page_id=857)>.
9. Véase: <<https://labs.ing.unlp.edu.ar/gibic/?p=826>>.
10. Véase: <<https://balletindance.com/2020/02/27/con-sensores-bioelectricos-bioperformance-inclusiva-en-la-plata/>>.
11. Véase: <<https://labs.ing.unlp.edu.ar/gibic/es/publicaciones/proyectos-publicaciones-internas/proyecto-wimumo/>>.
12. Algunos sociólogos y antropólogos consideran la extimidad una mutación de la intimidad. Básicamente se trata de mostrar de forma voluntaria y a conciencia ciertos espacios de nuestra vida personal en las redes sociales.
13. Playtime - Jacques Tati. Véase la escena de los apartamentos. Disponible en: <[https://youtu.be/JIzedZT\\_xXI](https://youtu.be/JIzedZT_xXI)>.





# LOS VIDEOJUEGOS COMO INTERFACES EDUCATIVAS.

## NOTAS PARA PENSAR INNOVACIONES EN LOS PROCESOS DE ENSEÑANZA APRENDIZAJE

**Christian Silva**

[entorno3@gmail.com](mailto:entorno3@gmail.com)

Facultad de Artes  
Universidad Nacional de La Plata  
Argentina

### Resumen

En este texto se propone un proceso de análisis de los videojuegos desde el instrumento metodológico desarrollado por Carlos A. Scolari en el libro *“Las leyes de la interfaz. Diseño, Ecología, Evolución, Tecnología”*. Allí se proponen una serie de principios que utilizamos para reflexionar sobre el potencial de los videojuegos como recursos que permitan generar procesos de innovación en ámbitos educativos, brindando herramientas conceptuales para repensar y/o enriquecer procesos de enseñanza aprendizaje.

*videojuegos*

*interfaz*

*interacción*

*educación*

*enseñanza-aprendizaje*

*diseño*

*tecnología digital*



## 1. De HCI a la interfaz como espacio de relaciones y procesos

La hipótesis central de esta especulación, que entendemos será la base argumentativa de futuras intervenciones (prácticas, de implementación, preferentemente), es simple de enunciar: **los videojuegos, entendidos como espacios lúdicos mediados por tecnologías digitales, pueden ser potentes interfaces educativas.** Luego de varias décadas de expansiones y evoluciones técnicas, narrativas, sociales, etc. podemos afirmar que los videojuegos confirman un nuevo género cultural con lenguajes propios. De máquinas de un solo juego —los *fichines*— a consolas y plataformas en línea; de *arcades* a entornos colaborativos sincrónicos. El universo de los videojuegos (desde sus ámbitos de diseño y desarrollo hasta las comunidades y eventos pasando por sus diferentes expresiones) ofrece un corpus y un recorrido lleno de experiencias que podemos tratar de entender para trasladar al ámbito de la enseñanza y el aprendizaje de manera concreta y efectiva. Un ámbito que en términos generales se encuentra en crisis y requiere procesos de innovación para acompañar transformaciones cognitivas y socioculturales que paradójicamente son producidas por un ecosistema de medios digitales emergentes entre los cuales se encuentran los videojuegos (entre otros motivos).

Decíamos *tratar de entender* los videojuegos y allí está la clave y el nudo de nuestra propuesta. La clave porque es bastante evidente que para aprovechar su potencial es necesario estudiarlos de manera sistemática y detallada. El nudo por la complejidad que dicha empresa nos presenta: ¿cómo estudiar los videojuegos en sus contextos tan vastos y diversos? ¿Qué aspectos de sus dimensiones técnicas, constructivas, expresivas, funcionales priorizar para caracterizarlos y comprender sus impactos socioculturales? Son varias las preguntas que podríamos hacer, son varios los enfoques que podríamos utilizar para comenzar a indagar en nuestro estudio y allí es donde nos decidimos por una estrategia basada en la interfaz.

Existen definiciones clásicas y básicas del concepto *interfaz*, las más relevantes provienen de disciplinas relacionadas con lo que se conoce como *Human-Computer Interaction* (HCI). De hecho fue desde esos novedosos ámbitos y de su relación con el diseño (en sentido global) donde se popularizó el concepto con los avances de la computación personal durante la segunda mitad del siglo XX. Y aquí es donde, creemos, nuestra propuesta se vuelve atractiva ya que **nos interesa investigar y clasificar los diferentes tipo de interfaces que los videojuegos ofrecen para pensar y proyectar al ámbito educativo en general.**

Siguiendo los aportes de Carlos A. Scolari nos interesa observar y comprender a los videojuegos en sí como una interfaz, es decir, como un espacio de relaciones y procesos:

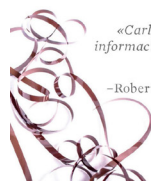
*“Una interfaz es una red de actores humanos y tecnológicos que interactúan y mantienen diferentes tipos de relaciones entre sí. Los actores humanos pueden ser individuales (un usuario, un diseñador, un gestor, etc.) o institucionales (una empresa, una ley, el Estado, una organización de usuarios, etc.).”*

Figura 1

# L A S L E Y E S D E L A I N T E R F A Z



## Carlos A. Scolari



«Carlos A. Scolari nos ha proporcionado de manera magistral información sobre la naturaleza y los efectos ocultos de las interfaces que se asemeja al trabajo de Marshall McLuhan».

—Robert K. Logan, UNIVERSIDAD DE TORONTO, COLABORADOR DE M. MCLUHAN

Uno de los objetivos principales de nuestro texto tiene que ver, entonces, con realizar un proceso especulativo que permita definir y comenzar a observar a los videojuegos desde este modelo analítico que propone Carlos A. Scolari en su libro *“Las leyes de la interfaz. Diseño, Ecología, Evolución, Tecnología”*. (Fig. 1)

## 2. Los videojuegos como interfaces y las leyes de Carlos A. Scolari

*“Las Leyes de la Interfaz deben ser consideradas un primer aporte para comprender el sistema de las interfaces, sus dinámicas, mutaciones y evoluciones.”*  
Carlos A. Scolari

El instrumento metodológico que Scolari presenta en su obra, fruto de más de dos décadas de diseño e investigación de interfaces, se propone como un dispositivo teórico para el análisis y el estudio pero también como herramientas para el hacer, *“en otras palabras, estas leyes también fueron pensadas para activar procesos de cambio.”* La obra se inicia con el desarrollo de una serie de principios (retomando el modelo que John Maeda despliega en *“Las leyes de la simplicidad”* de 2006) para definir,

pensar y desarrollar una concepción más compleja y evolutiva (Kevin Kelly<sup>1</sup>), del concepto de interfaz.

*“Estas leyes —entendidas como una serie de principios básicos que parecen repetirse en diferentes períodos, escalas, dominios y sociedades— pertenecen a la esfera del saber pero también están pensadas para el hacer.”*

Aquí es donde nosotros retomamos esta propuesta para aplicarla a la *interfaz* videojuegos. En principio vamos a realizar una revisión de algunas de las diez leyes que define Scolari y las vamos a ir extrapolando al ámbito de nuestra hipótesis (los videojuegos como interfaz) para luego realizar un proceso de análisis de las mismas para poder especular y *tomar notas* para posibles intervenciones en el ámbito educativo. Comencemos por enunciar todas las leyes o principios:

- 1. La interfaz es el lugar de la interacción.**
- 2. Las interfaces no son transparentes.**
3. Las interfaces conforman un ecosistema.
4. Las interfaces evolucionan.
5. Las interfaces coevolucionan con sus usuarios.
6. Las interfaces no se extinguen, se transforman.
7. Si una interfaz no puede hacer algo, lo simulará.
8. Las interfaces están sometidas a las leyes de la complejidad.
9. El diseño y uso de una interfaz son prácticas políticas.
10. La interfaz es el lugar de la innovación.

Luego de una primera aproximación llegamos a un recorte inicial de las leyes que mejor nos permiten aproximarnos a nuestro proceso de reflexión sobre los videojuegos. Pensar y analizar *los videojuegos como espacios de interacción* (primera ley) va a ser fundamental para reflexionar sobre *la metáfora* en toda su dimensión. Comprender la dinámica *opacidad/ transparencia de los videojuegos como interfaz* (segunda ley) nos va a servir para dimensionar la importancia de la gramática y la sintaxis de la interacción que se cuentan entre los recursos más potentes de estos dispositivos lúdicos.

### 3a. Videojuegos, espacios de interacción y metáforas: un dispositivo para pensar estrategias de aprendizaje

*“La metáfora, en resumen, nos ayuda a enriquecer nuestro discurso pero también puede ser un poderoso instrumento retórico para comprender nuevos objetos o procesos que no sabemos cómo definir o poner en palabras”*

Carlos A. Scolari

No es ninguna novedad que los videojuegos son parte de un universo amplio, dinámico y complejo. Varios estudios dan cuenta de la diversidad de tipos, géneros, estilos, etc. que existen en el mercado y fuera de él (Flanagan, 2019). Las disciplinas que investigan este universo ofrecen una variedad importante de categorías de estudio y análisis. Por ejemplo: *Bermejo-Berros y Gil Martínez -2016-* desde los estudios de mercado y la comunicación. *Correa García, Duarte Hueros y Guzmán Franco -2016-* desde las ciencias de la educación. *Rafael Carrasco Polaino* en la revista **Icono 14** (2006) -Comunicación digital y nuevas tecnologías- propone una tipología básica de videojuegos que nos va a resultar útil para visualizar la diversidad de géneros, interfaces para nosotros, que nos podemos encontrar:

- Arcades:
  - Plataformas:
    - Acción.
    - First Person Shooter.
- Acción en tercera persona.
- Aventura y Rol.
- Simuladores.
- Estrategia.
- Deportes.
- Puzzles y preguntas.

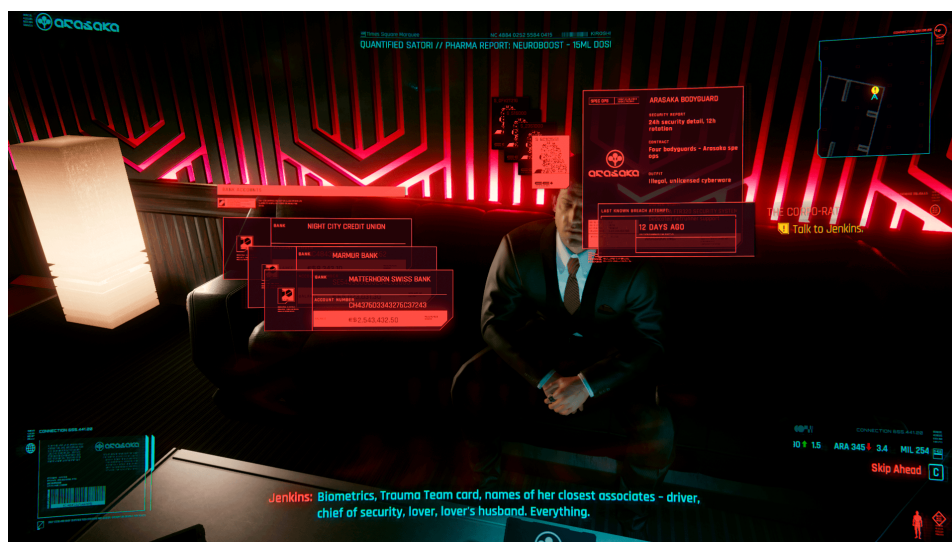
Volviendo a nuestra referencia de estudio, el texto de Carlos A. Scolari. La primera ley de la interfaz dice que *las interfaces son el lugar de la interacción* y en su fundamentación identifica una serie de **metáforas** para pensar esos espacios:

1. La interfaz como superficie: *la interfaz es como una piel que transmite información al usuario sobre cómo usar el dispositivo interactivo (...) los expertos en interacción persona ordenador o los psicólogos de la cognición han definido a estas instrucciones en la superficie como affordances<sup>2</sup>.*
2. La interfaz como intercambio de información: *en unas décadas la interfaz pasó de ser una membrana que separa dos sustancias a un puente, una pieza de hardware que transporta datos entre dos sistemas.*
3. La interfaz como conversación: *la interfaz es la mediadora de un intercambio que funciona de manera muy similar a la relación entre autor-texto-lector (...) cuando interactuamos con una interfaz establecemos una conversación con su creador.*
4. La interfaz como instrumento: *es la madre de todas las metáforas, busca una respuesta básica e intuitiva (...) es la que desaparece y permite al usuario focalizarse en lo que está haciendo.*

En principio es tentador (pero nada sencillo) tratar de hacer relaciones entre la simple clasificación de los videojuegos antes propuesta y los tipos de metáforas que presenta Scolari para establecer categorías y referencias

Figura 2

*Cyberpunk 2077* videojuego desarrollado y publicado por CD Projekt (2020)



en busca de conexiones para el diseño de material educativo. Puede ser un proceso rico e interesante aunque difícil ya que resulta evidente que la mayoría de los videojuegos conjugan en sus interfaces diversos tipos de metáforas: cualquier juego de acción o simulación, por ejemplo, ofrece un espacio de acción realista o verosímil donde se juega (¿metáfora de superficie, instrumento?) y un espacio con información sobre el desarrollo o flujo de los hechos (¿metáfora de intercambio, conversación?), por ejemplo (Fig.2). Es evidente que el proceso de análisis en esta dirección se vuelve bastante complejo y resbaladizo por lo menos para enunciaciones tan básicas como las que estamos haciendo en este texto.

**Notas sobre la primera ley de la interfaz videojuego:** con estas clasificaciones y sus conexiones nos interesa plantearnos algunas preguntas orientadoras para el ámbito educativo como por ejemplo: ¿Qué pasa si trasladamos estas relaciones (género-metáfora / contenidos-estrategias) al ámbito del diseño y desarrollo de videojuegos didácticos? ¿Pueden ser estas articulaciones entre conceptos y categorías útiles para identificar *currículos* en función de los tipos de metáforas? ¿Con qué tipo de metáfora (e interfaz) nos conviene presentar ciertas tareas/ actividades para una audiencia de estudiantes determinada?, etc. Estas son algunas de las inquietudes que este tipo de ejercicios nos puede ayudar a abordar. En función de este marco conceptual y considerando la pertinencia que estas preguntas ofrecen es que encontramos argumentos y fundamentos (esta vez desde esta teoría de la interfaz) para incorporar los videojuegos a los procesos de enseñanza aprendizaje. Pensando, además, en la familiaridad que los estudiantes tienen (de todos los niveles del sistema educativo formal e informal) con este tipo de experiencias lúdicas. Resulta evidente que este tipo de operaciones analíticas pueden ser útiles para intervenir de manera efectiva en el diseño de videojuegos como estrategias didácticas (y a eso nos abocaremos en futuras instancias dentro de nuestro proyecto). Sigamos indagando en la segunda ley y veamos qué otras preguntas nos dispara.

3b. De la gramática y la sintaxis de interacción de los videojuegos a las estrategias di-



# dácticas

*“Interpretar una interfaz, al igual que interpretar una novela o película, implica para el usuario activar un conjunto de competencias cognitivas, recuperar experiencias previas de interacción y formular hipótesis sobre su funcionamiento.”*

Carlos A. Scolari

La segunda ley que postula Scolari dice que *las interfaces nunca son transparentes*. Más allá del ideal que los diseñadores de interacción pregonan<sup>3</sup> —e implementan o tratan de implementar— para satisfacer las necesidades de los usuarios potenciales. Por más que se intente *desaparecer* las interfaces (desde un diseño intuitivo) existe un nivel de opacidad que no se puede controlar: *“siempre habrá lugar para el malentendido o una sobreinterpretación”*. La desaparición de la interfaz no es más que una utopía: *“como cualquier otro lugar donde se dan procesos de construcción de sentido e interpretación, la interfaz nunca es neutral o transparente”*.

Por eso es importante considerar este tipo de operación donde *“una interfaz bien diseñada desaparece y permite a los usuarios concentrarse en la tarea que están realizando”*. El ámbito de los videojuegos, como interfaz educativa, nos invita a operar sobre una serie de posibilidades en esta dinámica opacidad/ transparencia potenciando el diseño de estrategias didácticas. En este contexto podríamos pasar del sueño de *“crear interfaces transparentes para que los usuarios puedan sumergirse en sus tareas y olvidarse de la interfaz”* a crear interfaces con diferentes niveles de opacidad que operen en los procesos cognitivos de los estudiantes potenciando el aprendizaje.

Pero antes de entrar en la articulación de esta segunda ley con los videojuegos vamos a reflexionar sobre los materiales didácticos que habitualmente



Figura 3

Geografía: América: sociedades y espacios (Santillana)

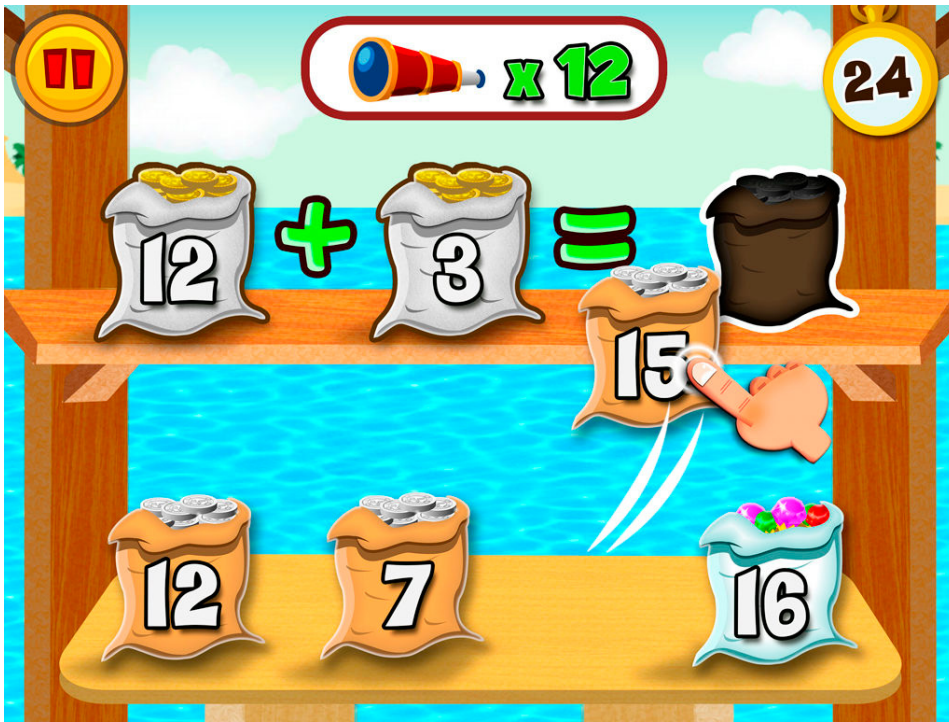


se utilizan en los procesos educativos en general (libros de texto, fotocopias, presentaciones digitales, etc.): ¿Qué tipo de interfaz —tomémonos la libertad de llamarlas así de ahora en adelante— ofrecen estos materiales? ¿Apelan a metáforas, qué metáforas son: *superficies, espacios de conversación, instrumentales, etc.*? ¿Qué nivel de opacidad/ transparencia presentan en función del contenido que trabajan? Veamos el caso de los libros de texto que se utilizan en los niveles primario y secundario. Figura 3.

Esta doble página de un manual de geografía para quinto año del secundario ofrece una serie de recursos interesantes a nivel de *interfaz*, si bien es un libro de texto, como la gran cantidad de información textual demuestra, incorpora un par de infografías (diagramas visuales complejos) y un código QR de acceso a material audiovisual. En este caso se explican los fenómenos climáticos globales: *el niño y la niña*. Al parecer es un recurso adecuado para una audiencia de estudiantes de secundario aunque tiene un nivel de *opacidad* bastante elevado para abordar fuera del contexto de clase, sin el acompañamiento del profesor. No por la complejidad del contenido si no por lo poco estimulante en comparación con el atractivo de otros dispositivos (generalmente digitales) con los que los estudiantes convienen. Aclaración: este no es un estudio de estrategias y/o materiales didácticos, de hecho la comparación que estamos proponiendo es arbitraria y forzada ¿porque accedería un estudiante a materiales didácticos fuera del ámbito escolar? Nos interesa el ejemplo para comparar la presentación de contenido a nivel de interfaz —en sentido amplio como ya sabemos—, por eso podríamos preguntarnos: ¿se podría trabajar estos temas desde los videojuegos? ¿De qué manera, con qué estrategia? ¿Qué tipo de interfaz tendríamos que diseñar? ¿Qué tipo de experiencia buscamos promover? etc.

Y aquí es donde se abre un espacio interesante para considerar los aportes de la segunda ley de la interfaz que nos invita a incorporar la gramática y la sintaxis de la interacción<sup>4</sup> (una secuencia de acciones que el usuario debe ejecutar para lograr un objetivo determinado). El ámbito de los videojuegos es sumamente potente en este sentido ya que apela, constantemente, a los estados emocionales, fundamentales para vivenciar e incorporar contenidos (educativos) desde la interacción. Como observa Scolari: *“los creadores de videojuegos son expertos en manipular la sintaxis de la interacción, ya sea dificultando el avance del jugador antes de llegar a un objetivo como acelerando ciertos pasajes”*. Encontramos otras experiencias que nos pueden ayudar a ver el potencial que se abre desde esta segunda ley de la interfaz: estos eventos<sup>5</sup>, por ejemplo, organizados para conmemorar el día del *gamer* en Europa apelan a los videojuegos como *“canal de comunicación con potencial para concienciar sobre el cambio climático (...) ya que al igual que la televisión o el cine, cuentan historias a través de una pantalla, aunque con la ventaja de ser interactivos, en ellos se pueden simular situaciones complejas como la emergencia climática para descubrir las consecuencias de nuestras decisiones.”*

De alguna manera estos eventos también apelan al uso de la interfaz videojuego para promover acciones comprometidas con el medio ambiente. En esa línea es que nos interesa destacar los argumentos que Scolari nos ofrece en esta segunda ley:



Figuras 4 y 5

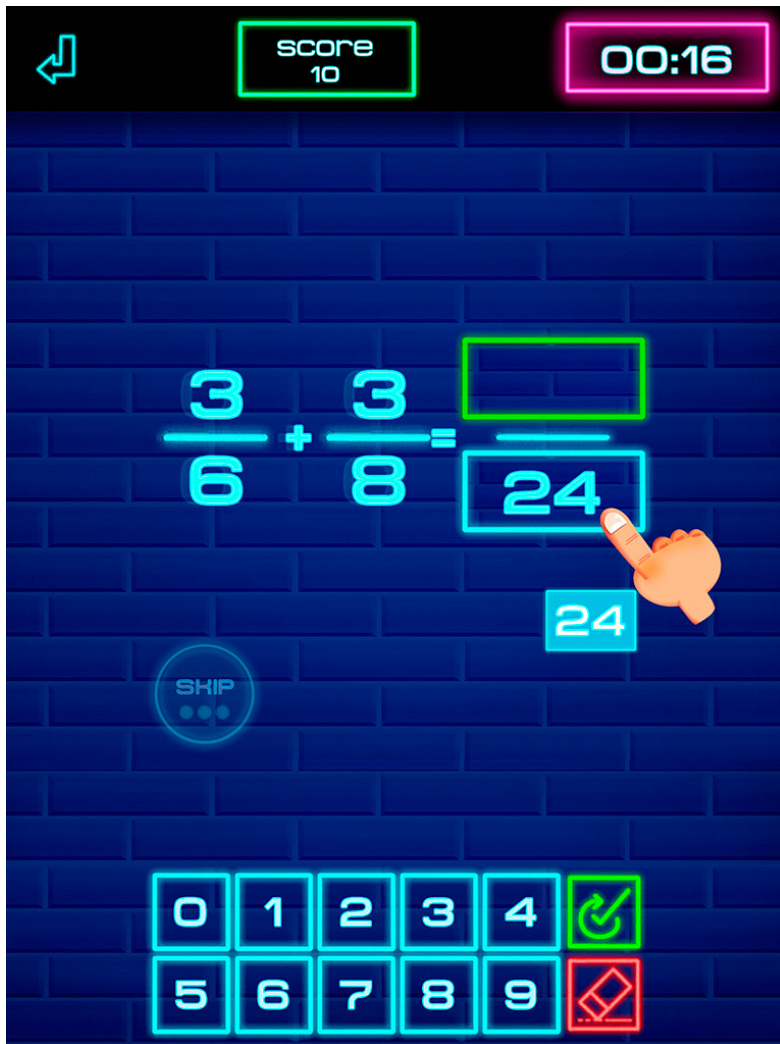
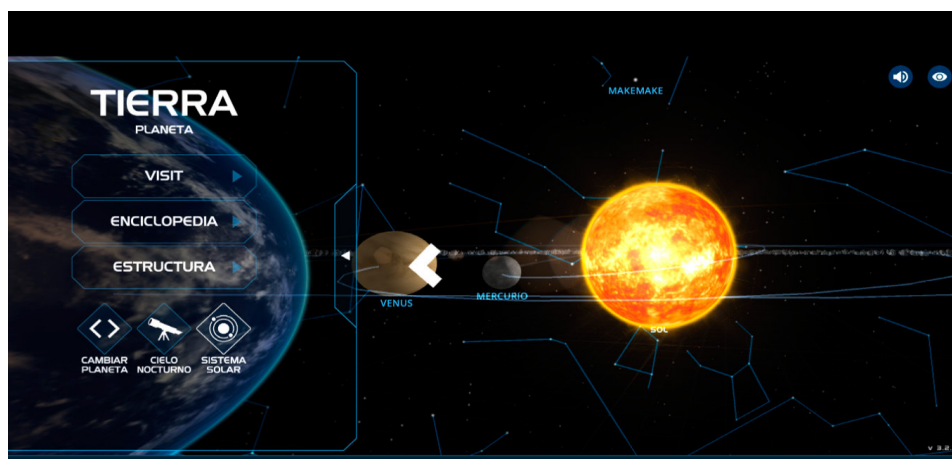


Figura 6



*“A veces la mejor interfaz no es la más transparente (...) si el diseñador de la interfaz está buscando una experiencia emocional en el usuario, quizá la mejor alternativa sea romper el código y generar una nueva gramática de la interacción.”*

**Notas sobre la segunda ley la interfaz videojuego:** diseñar estrategias didácticas mediadas por videojuegos sería, entonces, diseñar interfaces con una relación de opacidad/ transparencia acorde a los contenidos que necesitemos trabajar. Por ejemplo (videojuegos de nivel primario): una interfaz para enseñar contenidos relacionados con los lenguajes básicos<sup>6</sup> quizá debería ser más transparente porque estaríamos operando cerca del mismo lenguaje en la interfaz, casi sin necesidad de metáfora (Fig. 4 y 5). Mientras que una interfaz lúdica relacionada con simulaciones<sup>7</sup> de experiencias concretas de la realidad (ciencias, tecnología) necesitaría recurrir a algún tipo de metáfora para reconstruir esa realidad poniendo en juego esa transparencia (Fig. 6). Es decir: cada problemática educativa podría aprovechar la gramática y la sintaxis de la interactividad para ofrecer experiencias que enriquezcan sus particulares procesos de aprendizaje.

## 4. Conclusiones

Más allá de las limitaciones de este trabajo, que se presenta como una primera aproximación a este tipo de especulación, resulta evidente que el concepto de interfaz, desde la perspectiva propuesta por el autor que nos convoca, Carlos A. Scolari, es pertinente para un proceso de articulación con los videojuegos (como dispositivo cognitivo). Así lo demuestran las breves notas que fuimos apuntando donde se presentan algunas ideas y enfoques que creemos pueden ser útiles para incorporar a los procesos de diseño de material didáctico en particular y a las estrategias didácticas en general (otras leyes de la interfaz que no desarrollamos tienen mucho para ofrecer en este sentido). Considerando, además, que abordamos este sencillo y arbitrario análisis con solo dos de las diez leyes posibles para trabajar.

El concepto *metáfora*, presentado a partir de la definición del concepto *interfaz*, en la primera ley, ofrece innumerables posibilidades no solo de

reflexión y análisis sino de puesta en práctica e implementación en propuestas concretas en el ámbito de los videojuegos. Podríamos afirmar que comprendiendo la dinámica interfaz-metáfora y articulado sus posibilidades en un proceso de diseño concreto (con necesidades, problemáticas y usuarios bien definidos) contamos con una herramienta muy valiosa para innovar en la presentación de contenido y material educativo en general. La diversidad de entornos que los medios digitales ofrecen y que los estudiantes conocen, desde la interacción cotidiana (redes y ubicuidad; plataformas y colaboración; realidades mixtas), nos ofrecen un gran abanico de espacios donde intervenir de manera efectiva desde el diseño de interfaces. Pensando, reconstruyendo, articulando metáforas.

La reflexión sobre el continuo *opacidad-transparencia* de las interfaces, presentada en la segunda ley de Scolari, nos permitió observar y dimensionar el potencial de la sintaxis y la gramática de la interacción. Los videojuegos, en este sentido, son interfaces muy efectivas para visualizar la riqueza de esos *lenguajes* más que en ningún otro medio digital. Resulta evidente que el diseño de videojuegos nos brinda la posibilidad de incorporar prácticas y experiencias novedosas a las estrategias didácticas tradicionales. Aprender a proyectar la transmisión de conocimiento con estos dispositivos cognitivos es una tarea compleja y queda de manifiesto que el estudio del concepto de interfaz puede ser fundamental para materializar estrategias educativas innovadoras.

## 5. Bibliografía

- Bermejo-Berros, Jesús y Gil Martínez, Miguel Angel (2016). “Tipología interactiva de videojuegos, distribución en el mercado y aplicación en mobile learning”. (Consultado el 15 de septiembre de 2021) Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/311642188\\_Tipologia\\_interactiva\\_de\\_videojuegos\\_distribucion\\_en\\_el\\_mercado\\_y\\_aplicacion\\_en\\_mobile\\_learning](https://www.researchgate.net/publication/311642188_Tipologia_interactiva_de_videojuegos_distribucion_en_el_mercado_y_aplicacion_en_mobile_learning)
- Carrasco Polaino, Rafael (2006). “Propuesta de tipología básica de los videojuegos de PC y consola”. Revista Icono 14. (Consultado el 15 de septiembre de 2021). Disponible en: <https://icono14.net/ojs/index.php/icono14/article/download/398/274/>
- Correa García, Ramon Ignacio; Hueros, Ana Duarte y Guzmán Franco, Ma. Dolores (2016). “Horizontes educativos de los videojuegos. Propuestas y reflexiones de futuros maestros y educadores sociales”. Revista Educar 2017, vol. 53/1 67-88. (Consultado el 15 de septiembre de 2021) Disponible en: [https://www.researchgate.net/publication/311881751\\_Horizontes\\_educativos\\_de\\_los\\_videojuegos\\_Propuestas\\_y\\_reflexiones\\_de\\_futuros\\_maestros\\_y\\_educadores\\_sociales](https://www.researchgate.net/publication/311881751_Horizontes_educativos_de_los_videojuegos_Propuestas_y_reflexiones_de_futuros_maestros_y_educadores_sociales)
- Flanagan, Mary. Critical (2013). “Play, Radical Game Design”. MIT Press.
- La Vanguardia. “Videojuegos que despiertan la conciencia

ecológica” (Agencia EFE, Madrid) (Consultado el 15 de septiembre de 2021) Disponible en: <https://www.lavanguardia.com/ocio/20200829/483159869574/videojuegos-que-despiertan-la-conciencia-ecologica.html>

- Scolari, Carlos Alberto (2008). “Hipermediaciones”. Gedisa Editorial.
- Scolari, Carlos Alberto (2018). “Las leyes de la interfaz”. Gedisa Editorial.

## Notas

1. *Out of Control: The New Biology of Machines, Social Systems, & the Economic World* de Kevin Kelly fue otro de los ensayos, junto al de Maeda, que inspiraron el texto de Scolari.
2. Término anglosajón utilizado por el diseñador Donald Norman para referirse, dentro del diseño de interacción, a las posibilidades de acción que son inmediatamente percibidas por el usuario ante una interfaz.
3. Para profundizar sobre estas definiciones se puede ver cualquier artículo o libro de Donald Norman o Jakob Nielsen, especialistas en Usabilidad o la Psicología Cognitiva.
4. No son tan complejas como las lingüísticas y evolucionan junto a las interfaces. Las pantallas *touch screen*, por ejemplo, populares desde la incorporación masiva de los dispositivos móviles ampliaron el abanico de recursos interactivos.
5. <https://www.lavanguardia.com/ocio/20200829/483159869574/videojuegos-que-despiertan-la-conciencia-ecologica.html>
6. <https://www.didactoons.com/fraction-challenge-aprende-operaciones-con-fracciones/>
7. <https://www.solarsystemscope.com/>







# ENTES INDÓCILES. UNA APROXIMACIÓN A LAS CUALIDADES SENSIBLES Y SISTEMÁTICAS DEL ARTE ROBÓTICO

**Leo Nuñez**

[leonunez@untref.edu.ar](mailto:leonunez@untref.edu.ar)

Universidad de Tres de Febrero  
Argentina

Fragmento de la tesis de Maestría en tecnología y estéticas de las artes electrónicas Universidad de tres de Febrero, publicada por Red Editorial. Directora: Dra. Mariela Yeregui. Acompañamiento de escritura: Florencia Carbajal.

<https://www.rededitorial.com.ar/producto/entes-indociles-el-arte-y-el-robot/>

## Entes indóciles

Los ascidiáceos, también conocidos como ascidias, son invertebrados marinos pertenecientes al subfilo Urochordata, hermafroditas que nacen en forma de larvas. Al iniciar su vida poseen un ocelo (órgano visual muy rudimentario), un estacocisto (un órgano de equilibrio) y se desplazan en el agua con movimientos ondulatorios. Al llegar a la adultez comienzan a alimentarse del agua marina, la que pasa por su interior a través de una especie de tuberías con filtros denominadas sifones (al nacer dichos filtros están cerrados y aún no pueden alimentarse del agua).

Con un límite de tiempo buscan en el mar alguna roca o abertura para aferrarse con sus papilas adhesivas, donde permanecerán por el resto de su vida. Aferradas, inician una metamorfosis de 18 horas para transitar de larvas a ascidias adultas. La aparición de los genitales y la apertura de los sifones, son algunos de los cambios corporales que realizan. Pero lo más interesante de todo este proceso es que devoran su propio cerebro. En búsqueda de economizar recursos y al no precisar tomar decisiones, así como tampoco comunicarse con el mundo circundante, ni generar movimientos controlados, las ascidias se desprenden de aquello que no necesitan, entre ello, su propio cerebro.

Enumerare algunas de las muchas funciones que realiza un cerebro, sin intención de entrar en detalles: procesa la información sensorial, coordina los movimientos, define el comportamiento y controla las funciones corporales homeostáticas (latidos del corazón, temperatura corporal, respiración, etc.), es también responsable del almacenamiento de la memoria, el aprendizaje y la regulación de las emociones. Como larvas, las ascidias, entre muchas otras funciones, realizan movimientos voluntarios, se comunican y analizan la información del contexto y lo modifican, se acoplan a las corrientes marinas, sobreponen el instinto de supervivencia. En su adultez sólo se acoplan a su entorno, se mueven por las fuerzas exteriores de la marea y se nutren del agua.

Esta sorprendente metamorfosis de las ascidias se traduce en una reducción de sus libertades, no sólo de movimientos sino también de toma de decisiones. Pasan de ser un sistema complejo a uno mucho más sencillo. O dicho en otros términos, las ascidias pasan de ser un objeto robótico a un objeto cinético. ¿Cómo es eso? ¿Qué tiene que ver la vida de las ascidias con el arte robótico? Esta tesis intentará explicar esa relación. Creo que la vida de las ascidias da cuenta del pasaje clave que investigo en el ámbito específico del arte contemporáneo: la distancia entre el arte robótico y el arte cinético. Por tal, las ascidias nos acompañarán a lo largo de todo el texto.

Cuando se habla de arte robótico, no se habla de nada nuevo. Podría aseverarse que el arte robótico tiene más de 50 años; sin embargo, no está del todo claro a qué nos referimos cuando hablamos de arte robótico. Es más, creo que no está claro en ningún lado ni quizás tampoco en ningún tiempo.

Suelen decirme que hago arte robótico. Y yo intento interpretar qué hago cuando se supone que hago arte robótico. Ahora estoy acá, en mi laboratorio de arte robótico, bien al sur de Latinoamérica y me pregunto

por las condiciones de posibilidad de expresión y expansión de una obra que produzco en relación a un linaje que siento como propio y que es justamente el del arte robótico. Pero, ¿qué hago cuando produzco obra? ¿Cuáles son las características o especificidades propias del arte robótico? ¿Qué cualidades tiene una pieza de arte que la enmarca dentro del arte robótico? ¿Qué hace de marco una obra para que pertenezca o no a este lenguaje específico?

En búsqueda de algunas respuestas y tras conocer la metamorfosis de las ascidias, realicé un experimento que me permitió enfocar la investigación. Intenté desarrollar el robot más sencillo que me fuera posible: un pequeño objeto que, sin importar su simplicidad, se pudiera percibir como un robot, despojado de todo aquello que no sea necesario. Los primeros intentos se basaron en realizar objetos zoomórficos diminutos, pero los descarté porque al acentuar las formas sobre el resto de sus características se percibían como pequeñas esculturas. Luego traté de hacer unas máquinas con movimientos simples, despojándolas de toda forma anatómica reconocible. Intenté solamente destacar sus movimientos, pero logré percibirlos como máquinas repetitivas con todas las características de un trabajo cinético.

Nuevamente tomé los objetos zoomórficos y los monté sobre ruedas motorizadas para vincular la forma con los movimientos de mis dos últimos intentos fallidos. Al ver que el objeto resultante se movía sólo en líneas rectas, le agregué un controlador digital más un poco de electrónica de potencia. Programé este sistema con rutinas repetitivas y azarosas, pero aún no escapaba de la cinética. Debo decir que éste carrito con movimientos azarosos creaba tensiones e incertidumbres. Por momentos parecía que nos relacionábamos de alguna manera, pero esa sensación subjetiva acababa cuando el objeto, desentendido de su entorno, chocaba incansablemente contra las paredes del taller. En un nuevo intento, con el fin de evitar los choques reiterados, decidí reducir su libertad y hacerlo más simple aún. Tomé solamente un motor chico y veloz y en la punta de su eje le coloqué una tuerca descentrada. Al girar el motor el objeto vibraba y saltaba. Ya no se desplazaba lejos, pero los movimientos se repetían y no dejaba de ser un objeto perturbador cinético. Finalmente, para romper con la monotonía de sus propiedades azarosas, le incorporé unos sensores de distancia y modifiqué su programación. Ahora el objeto se movía a medida que me acercaba, cambiaba sus velocidades y la duración de los giros estaba en relación a mi cuerpo. Se aceleraba mucho si mi aproximación era rápida y menos si yo era cuidadoso al acercarme. Por momentos descansaba y por momentos se movía solo, llamando así mi atención.

¡En ese objeto encontré mi robot más pequeño! Su materialidad era reducida sólo a las partes necesarias para su funcionamiento, su comportamiento era muy variado y podíamos relacionarnos.

## Las Qualias originarias del Arte Robótico

Sin duda, parte de esta investigación, representa una búsqueda o una aproximación a las características principales del arte robótico: ¿qué características posee una obra de arte robótico?

Este interrogante no presupone una distinción clara entre lo que es arte robótico y aquello que no lo es, y por ende tampoco supone una definición del mismo, sino que pretende ser el puntapié inicial en la búsqueda de las características, cualidades sensibles y rasgos expresivos comunes a estas obras. Para buscar una respuesta, *tomaré* como punto de partida las obras pioneras, aquellas que surgieron en los momentos donde se gestó el llamado arte robótico.

Nicholas Schöffer definía su obra como “*esculturas cinéticas móviles, reactivas*” (Iglesias, 2016, p. 151), sin embargo algunas de ellas (como *CYSPI'* expuesta en la exhibición *Cybernetic Serendipity*<sup>2</sup>) hoy son consideradas como obras robóticas. Asimismo, ya pongo en duda si el robot *R-456* de Nam June Paik y Shuya Abe<sup>3</sup> pertenecen a este territorio, a pesar de poseer características presentes en el imaginario robótico. Entiendo que durante los últimos años el territorio del arte robótico se fue ampliando rápidamente con tal fuerza y velocidad que se han opacado los inicios del mismo. Muchas obras catalogadas como robóticas, son tan disímiles entre sí que es dificultoso establecer puntos de coincidencia y más difícil aún vincularlas a las obras pioneras. Si bien no es mi intención contener los avances y posibilidades a la exploración de nuevos territorios, sí lo es establecer las cualidades fundamentales del arte robótico.

Para realizar esta tarea se hace necesaria una aproximación a la definición del arte robótico y desde allí lograr establecer su territorio y exponer algún tipo de clasificación. Para ello, propongo las ideas planteadas por Étienne Souriau, filósofo y profesor de estética francés, en *Las correspondencia de las artes*. En este texto, Souriau propone que las obras de arte están formada por qualias sensibles: “*pero todos estos problemas se han esclarecido desde que sabemos que no se trata, en el plano fenomenológico del arte, de sensaciones (en la acepción psicofisiológica del término), sino de qualia sensibles*” (Souriau, 1965, p.100).

La distancia que existe entre las disciplinas artísticas se basa en la qualia hegemónica que presenta. Hegemónica porque las disciplinas no utilizan sólo una qualia sensible, y en consecuencia, las obras también pueden utilizar varias simultáneamente. Sin embargo, para Souriau sí hay una que es la predominante:

*“en una palabra, lo que caracteriza y especifica a esta suerte de género artístico, no es la simple utilización de una orden de indicios sensoriales cualquiera: es el papel funcional de hegemonía de una gama de qualia, sobre la cual la obra se edifica y establece en uno de los planos estéticamente característicos de su ser”* (Souriau, 1965, p.101).

Tomemos el ejemplo de la danza: utiliza la luz, el volumen, las texturas, la música, pero la qualia sensible que emerge significativamente sobre el resto es el movimiento muscular del cuerpo. En la pintura, en la escultura y en el dibujo, podríamos afirmar, como lo hace Souriau, que estas disciplinas también utilizan gamas de qualias, pero la hegemónica es una. Los colores en la pintura, el volumen en la escultura y la línea en el dibujo.

Souriau publica el texto en 1947, desde esos días hasta hoy el arte ha evolucionado y se ha expandido, y él mismo incorpora al cine dentro de su análisis como un arte incipiente. Su sistema de clasificación nos permite transportarlo y aplicarlo al arte robótico. Elena Oliveras realizó exitosamente esa misma tarea, aplicó esta forma de clasificación en el arte cinético en busca de sus qualias:

*“el movimiento y la transformación son, en síntesis, las qualias sensibles propias de la obra cinética en general. Son ellas las que le otorgan especificidad. De este modo, el arte cinético se diferencia de las bellas artes tradicionales –la pintura y la escultura, que tienen como sensibles propios al color y al volumen respectivamente- para aproximarse a la danza y al cine. Llegamos así a una nueva definición del arte cinético. Entendemos por él una manifestación de las artes visuales que tiene por qualia al movimiento –real u óptico – y a la transformación, operando ambos en el cuerpo físico de la obra”.*  
(Oliveras, 2010, p.80).

Oliveras establece como qualia hegemónica del arte cinético al movimiento y la transformación.

Profundizando en la búsqueda de las qualias del arte robótico, y luego del análisis de Oliveras, surgen nuevas preguntas en la investigación: ¿qué diferencia existe entre el arte robótico y el cinético? y ¿cuál es la qualia sensible del arte robótico?.

Una de las cualidades que aparece desde antaño vinculada a la robótica, (desde el Golem hasta los autómatas e incluyendo el *R-456*) es la forma humanoide, a la que le sumaré los objetos zoomórficos y biomórficos. La forma, como parte del volumen del objeto, puede ser una qualia importante de los objetos robóticos. Sin embargo, es la qualia hegemónica de la escultura. Si estamos delante de un objeto que presenta como qualia hegemónica su forma (y su volumen), estaríamos frente a una escultura, no necesariamente frente a una obra robótica. Creo que esta cualidad morfológica pertenece al imaginario robótico, ya que considero que el volumen no es necesario en una obra robótica. Si el volumen no es la qualia hegemónica del objeto robótico, entonces es lógico pensar, que el arte robótico puede prescindir de ella. Como también, y adelantándome al desarrollo, profeso que las qualias del arte robótico pertenecen al mundo de lo intangible.

Como ya mencioné, otra de las artes adyacentes al arte robótico, es el arte cinético, que a su vez nos aproxima al cine y a la danza. Avanzando por oposición nuevamente, si encontramos un objeto que tiene como qualia hegemónica al movimiento o la transformación estaríamos ante una obra



cinética. Y, si el movimiento y la transformación no son las cualías hegemónicas del arte robótico, entiendo que el arte robótico puede prescindir de estos. En este punto aparece una vez más el imaginario robótico que asume a los movimientos de estos objetos como necesarios dentro del arte robótico. También, por oposición, podría mencionar todas las cualías presentes en el arte robótico que son esenciales y principales en otras artes.

Sostengo entonces que para encontrar las cualías hegemónicas del arte robótico es importante repensar la especificidad de los primeros trabajos, y percibo que las problemáticas que encuentro en la actualidad son las mismas de aquellos años. Tomo como punto de partida los trabajos que emergieron posteriormente a la segunda guerra mundial, momento en el que se produjeron varios cambios de paradigmas científicos. Muchas de las obras robóticas expuestas en la muestra *Cybernetic Serendipity* se apoyaban en estos cambios.

## Cuando el arte se nutre de la ciencia

En los primeros años del siglo XX se experimentaron cambios científicos y sociales donde en el planeta se pasó de un estado de seguridad (paz mundial), fe en el progreso (revolución industrial) y comprensión del cosmos como una línea temporal reversible (teorías clásicas newtonianas), a experimentar las guerras mundiales, crisis y nuevas teorías científicas que explicaban al mundo: el universo relativo de Einstein, el principio de la incertidumbre de Heisenberg y el concepto de probabilidad en la física de Gibbs, entre otras. Uno de los conceptos profundizados por Gibbs es el de *entropía*. Este término lo introduce en la física Rudolf Clausius como la medida de desorden que presentan las moléculas en un gas y estableció estadísticamente que cuanto más grande sea el sistema que se esté observando, más estados de desequilibrio tendrá, por ende será menor la probabilidad de que el sistema permanezca en equilibrio. Según Gibbs el universo tiende al desorden, ya que es menos probable que se organice, propiedad que tiende a aumentar al acrecentar su edad.

Dentro de estos cambios de paradigmas, algunos científicos retomaron las ideas positivistas bajo el nombre de “neo-positivismo” y trabajaron en la posibilidad de conciliar estas nuevas ideas con las clásicas, buscando algún tipo de orden. Entre las nuevas teorías propulsadas por los estudios científicos realizados durante la segunda guerra mundial, Norbert Wiener abre el camino a lo que denominó “cibernética” y plantea las bases de la misma en su libro *Cybernetics, or the study of control and communication in the animal and machine* (cibernética o el estudio del control y comunicación en los animales y en las máquinas) de 1948. Para Wiener existen otras realidades que escapan a la entropía (al desorden), sistemas que al aumentar su complejidad aumentan su organización: las ciencias exactas. Y la cibernética es una de ellas. Es importante notar el impacto de esta nueva ciencia en el arte, ya que la palabra *cybernetic* fue incorporada al nombre de la muestra *Cybernetic Serendipity* y al título de distintas obras. Por ejemplo Nicholas Schöffer llamó a su obra *CYSP1*, nombre que proviene de las primeras sílabas de *Cybernetic* y *Space-dynamism*. W. Ross Ashby, médico y neurólogo inglés, destaca su importancia dentro del campo científico:

*“en la actualidad, la ciencia se encuentra en una encrucijada. Durante dos siglos ha explorado sistemas intrínsecamente simples o susceptibles a ser analizados en componentes simples. El hecho de que un dogma, ‘variense los factores de uno por vez’, haya podido aceptarse en un siglo, demuestra que los científicos estaban absolutamente dedicados a investigar sistemas que le permitieran el uso de ese método, pues con frecuencia resulta prácticamente imposible aplicarlo a sistemas complejos” (Ashby, 1976, p.16).*

Luego continúa criticando a los métodos científicos:

*“hasta hace muy poco la ciencia trato de eludir el estudio de tales sistemas (los complejos), y centró su atención en aquellos que eran simples y, sobre todo, reductibles. Sin embargo, la complejidad no podía soslayarse por completo en el estudio de ciertos sistemas. Por ejemplo, la corteza cerebral del organismo de vida libre, el hormiguero encarado como una sociedad en funcionamiento, o el sistema económico humano, son notables por la importancia de la práctica y por la imposibilidad de ser estudiados acudiendo a los métodos antiguos” (Ashby, 1976, p.17).*

Ashby realizó contribuciones importantes y definitivas que impulsaron la cibernética moderna: *“pero la ciencia actual está dando los primeros pasos en el estudio de la complejidad encarada como tema autónomo. La cibernética se destaca entre los métodos aptos para tratar lo complejo” (Ashby, 1976, p.17).*

La cibernética es el estudio de las estructuras de los sistemas regulados, sin hacer distinción entre los sistemas naturales y los artificiales. Propone develar los mecanismos presentes en los sistemas que sirven para regular los comportamientos o el actuar de una máquina, de un ser o de un grupo, a través de lo que se transmiten entre ellos: mensajes. La comunicación de los sistemas con el medio, entre sus partes y entre distintos sistemas, es clave para la cibernética. Es tal la importancia de la comunicación para Norbert Wiener que dos de sus discípulos, Claude Shannon y Warren Weaver, desarrollaron la *Teoría matemática de la Comunicación*. Esta es una de las grandes contribuciones a la ciencia de la información y comunicación. Entre sus aportes se destaca haber dado un sentido preciso al término “información” y haber establecido matemáticamente la cantidad de información que posee un mensaje.

## El comportamiento y la comunicación

Evidentemente las obras robóticas pioneras se apoyaron en la cibernética para su desarrollo. Dentro de estos cambios de paradigmas científicos neo-positivistas los artistas buscaron en sus obras, entendiéndolas como un sistema complejo, el desarrollo del comportamiento y abrieron el territorio a la comunicación. De este modo, obras como *CYSP1* de Nicholas Schöffner y *SAM* de Edward Ihnatowicz<sup>4</sup>, que participaron en *Cybernetic Serendipity*, dan cuenta de estas búsquedas y procedimientos, y permiten ver la intrínseca relación entre arte y cibernética.

Entiendo que esta relación dio lugar a la robótica como arte con sus propias cualidades, con lo que hemos llamado sus qualias hegemónicas. Desde este punto, habiendo recuperado la especificidad de estas obras pioneras, **concluyo que las qualias sensibles del arte robótico son el comportamiento y la comunicación.** Estas dos cualidades deben presentarse en la obra y al menos una de ellas en forma hegemónica. Estas dos qualias deben surgir de la obra misma, estar ahí, siendo parte de su estructura fundamental, de su concepto, su eje central, como parte formal de la obra, no como un elemento más, sino como un rasgo hegemónico. El comportamiento y/o la comunicación no es un componente adicional, un aditivo, un color; copta la obra casi por completo. De este modo, el arte robótico convive con otras qualias hegemónicas de otras disciplinas: el color, el volumen, el movimiento y la transformación; todas ellas son fragmentos de una pieza robótica. Son parte conceptual y formal, no las desconoce, se las apropia y las explota. Pero el comportamiento y la comunicación surgen en primer plano como pilares fundamentales donde se apoya la construcción de la misma. En otras palabras: la robótica emplea los colores de la pintura, los volúmenes de la escultura, los movimientos corporales presentes en la danza, las líneas del dibujo y el movimiento y las transformaciones del arte cinético. No obstante, entre todas ellas surgen significativamente, haciendo de soporte sensible, el comportamiento y la comunicación. Si no hay alguna de estas dos qualias presentes y en forma hegemónica, la pieza no pertenece al arte robótico.

Una pieza robótica se comunica con su entorno, releva información y establece relaciones con este. Capta a su propio universo, puede abrazar desde lo micro a lo macro. Desde seres vivos microscópicos, bacterias u hongos, hasta la inmensidad de toda la red, telecomunicaciones, frecuencias electromagnéticas e imágenes satelitales. Es tarea del artista robótico, así como del científico cibernético, establecer cuál será su universo de trabajo: su sistema. El artista robótico selecciona qué información es conceptualmente importante, de qué forma va a obtenerla y cómo va a influenciar en el comportamiento del objeto. Como parte de ese universo de posibilidades están los espectadores activos que aquí llamaremos "experimentadores". Ellos son considerados como otros sistemas cibernéticos con sus propios comportamientos que pueden relacionarse con el objeto robótico. Con la elección de una o algunas de las incontables posibilidades que las nuevas tecnologías -o no tan nuevas- permiten, el artista establece la comunicación y modela su efecto en el comportamiento. El comportamiento es influenciado por la comunicación y la comunicación es regida por el comportamiento. Con estas dinámicas de influencias entre el comportamiento y la comunicación, aparece en las obras el concepto de retroalimentación, concepto que aborda con profundidad la cibernética. Con nueva información, que influye en el comportamiento del objeto, el sistema establece un nuevo estado en la obra que es comunicado al exterior y genera cambios en su entorno -entendiendo entorno y cambios en su sentido más amplio-. Esta devolución o cambio en el entorno genera nueva información que será procesada por el objeto y generará una nueva devolución al entorno. La retroalimentación aparece en la obra, donde la sucesión de retroalimentaciones establece el comportamiento del objeto.

Propongo retomar aquel pequeño y simple robot que mencioné en el

prólogo, devenido en uno de mis primeros trabajos en robótica: *Entes indóciles*. La palabra ente hace referencia a un objeto que es, que posee existencia, que se encuentra allí aunque no sepamos catalogarlo en nuestro imaginario. Y el término indócil hace referencia a su comportamiento: que no es dócil, que no puede regularse ni domesticarse, que escapa al control del sujeto. Este proyecto constaba de una serie de robots contruidos simplemente con un motor y una tuerca. Esta comunidad de objetos encerrados en una suerte de jaula de metal mallado podía comunicarse con los experimentadores. Reaccionaban a su presencia y movimientos. Los entes presentaban una serie de respuestas simples a las actitudes de los experimentadores y de sus robots vecinos.

Tanto la recolección de datos del entorno como la forma de comunicación, los posibles estados de la obra, las transformaciones de un estado a otro, los retornos de información hacia el entorno, las influencias de la información en el comportamiento del objeto, se encontraban establecidas en el sistema que comanda la obra: la programación.

Aquí tomaremos la programación en un sentido amplio de la palabra. Con esto quiero decir que no circunscribo la programación a las computadoras, microprocesadores o microcontroladores, sino que también puede haber una programación mecánica, química, electrónica, entre otras posibles. Lo importante es entender la programación, en su descripción más simple, como una lista de imperativos que el portador debe realizar. En esta lista se prevén todos los escenarios posibles que puedan suceder durante la ejecución del mismo programa. La definición de esta lista de imperativos es fundamental: define el comportamiento del objeto. Así como un pintor explora la relación entre sus colores, el dibujante los gestos de sus líneas y un bailarín la sucesión de sus movimientos corporales, el artista robótico explora la programación de su objeto.

El artista robótico selecciona dentro del universo de posibilidades el comportamiento del objeto y la comunicación, pero también el tipo de

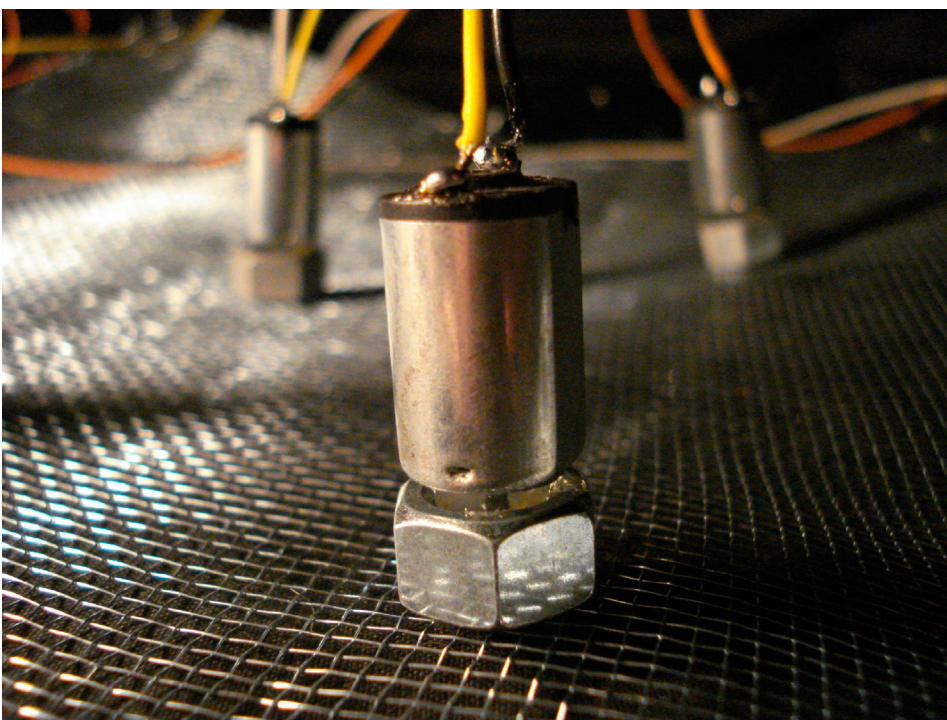


Figura 1

*Entes indóciles,*  
(Leo Nuñez, 2008).

Recuperado de:  
<https://www.leonunez.com.ar/entesIndociles.html>

tecnología que va a utilizar. Cada una de ellas posee características propias que dejan huellas en la producción. Recordemos que aquí no estamos hablando de ingeniería, ni de avances científicos, ni de eficacia o eficiencia técnica. Estamos hablando de arte y cada parte material y procesual de la obra tiene su relevancia formal y conceptual. Tanto el error como la exactitud, el fallo como el acierto, la robustez como la fragilidad, lo ruidoso como lo silencioso, lo útil como lo obsoleto, la blanco como lo negro; todos ellos poseen valor conceptual y formal dentro del arte robótico.

En este punto es importante señalar una problemática recurrente al momento de analizar ciertas piezas. Es complejo determinar a qué territorio del arte pertenece una obra, ya que a simple vista no resulta evidente. Bien sea por la pérdida de límites claros entre la especificidad de los lenguajes artísticos, bien sea porque la obra complejiza o vincula varios de esos lenguajes. Lo que acá nos atañe es pensar cómo poder determinar la pertenencia de una pieza que se autodefine o que el medio las define como arte robótico al arte robótico. Y en principio lo único sostengo es que por el hecho de abordar el Imaginario Robótico, una obra NO pertenece al territorio del arte robótico.

Existe una confusión que surge cuando encontramos obras que indagan en la robótica sin poseer las qualias hegemónicas de la robótica y por algún motivo, ante el desconcierto, se las incluye en el territorio robótico. Es muy fácil -y cómodo- confundir obras robóticas con obras en que su tema artístico es la robótica, sobre todo si poseen características propias del imaginario robótico. Dicho en otros términos, existe un grupo de obras que tiene como tema artístico la relación del hombre con las máquinas, la relación de las máquinas con su entorno, la relación de máquinas con máquinas, entre otras, que son problemáticas de la robótica; pero no por tratar sólo estos temas la obra pertenece al territorio del arte robótico. Así como podemos encontrar pinturas que tengan como contenido la música, también podemos hallar piezas musicales que su contenido sea el color. W. Kandinsky es uno de los artistas que se interesó por la relación entre la música y los colores, buscó en su obra pictórica representar-capturar la música y el sonido. Pero no por ello confundiríamos sus pinturas con piezas musicales. Sin embargo, sí suele darse una confusión con obras no robóticas que se aproximan al imaginario robótico establecido. Esta confusión es habitual entre obras cinéticas y robóticas: se confunde movimiento y transformación con comportamiento.

En los inicios de este texto, me preguntaba si el arte robótico tiene que escapar del imaginario robótico creado, y claramente creo que debe hacerlo, o mejor dicho, lo hace. Se separa del imaginario robótico porque son búsquedas completamente distintas. Mientras que el imaginario robótico se encuentra estático en los estereotipos de antaño; el arte robótico, como todo arte, explora las posibilidades, tensa los propios límites de su lenguaje específico, experimenta en la búsqueda de sus qualias sensibles. En este caso el arte robótico explora las formas, los colores, las texturas, la materia, los movimientos, las transformaciones, pero resaltando todas las posibilidades de comportamiento y comunicación.

Los comportamientos y sistemas de comunicación pueden ser de los más complejos a los más simples. El imaginario dicta como gran cliché que los robots hablen, piensen, razonen y hasta que posean sensaciones y sentimientos. Todas esas características, que parecen tan novedosas



aunque ya presentes en la obra *R.U.R*<sup>5</sup>, son las buscadas en lo que hoy llamamos inteligencia artificial. Esas características son propiedades complementarias que colaboran en la formación y modelado del comportamiento y la comunicación. Poseen el mismo valor formal, tanto carencias como altos niveles de inteligencia -entendiendo la inteligencia con los parámetros humanos-. Todas son elecciones que debe tomar el artista en relación a sus conceptos de trabajo. La misma elección que para construir su pieza de metal o de papel, con movimientos veloces, lentos o sin ninguno de ellos. La misma decisión que toma un pintor al seleccionar sus óleos, acrílicos o acuarelas. La técnica le ayudará a definir la imagen final, pero la selección del material parte de una decisión formal y/o conceptual. De igual forma, un artista robótico parte de una decisión formal y/o conceptual al momento de definir el grado de inteligencia que su objeto tendrá, su materialidad, sus movimientos, etc.

Por otro parte, y desde antaño, la robótica ha sido vinculada a las nuevas tecnologías. Muchas de las obras y muestras de tecnología esta vinculadas a grandes empresas tecnológicas que patrocinan su desarrollo. Por ejemplo la muestra *Cybernetic Serendipity* fue apoyada por *IBM*. Otro Ejemplo de relevancia para el arte robótico es *The Fenster (1970)* de *Edward Ihnatowicz*<sup>6</sup>, desarrollado y exhibido por *Phillips* para su edificio *Evoluon*. El arte robótico puede apoyarse en nuevas tecnologías, aunque no necesariamente. La tecnología que utiliza una obra robótica es también una decisión formal y conceptual del artista. Con la misma importancia de cualquier otro elemento formal, pero no más predominante que el comportamiento y la comunicación. La tecnología es una herramienta de la obra que permite componer, modelar y liberar las qualias.

*Dispersiones*<sup>7</sup> es una serie de obras de la cual soy autor. La misma presenta una red de relé adosados a un espacio. Un relé o relevador es un dispositivo electromagnético, uno de los primeros objetos de estados binario que se utilizaron en electrónica. Esta red varía en cada una de sus presentaciones, ya que su forma se adapta al espacio dado -por eso existen varias obras de esta serie-. Se ha presentado en espacios cerrados, pasillos, escaleras, cajas, containers, etc. Cada relé presenta no sólo un punto sonoro en el espacio, sino también una luz parpadeante al ritmo del sonido. Dentro de esta red existe un ente que se pasea por ella: se desplaza, se acelera, descansa, cambia de direcciones y velocidades, etc. No tiene forma alguna, sólo puede percibirse el rastro que deja al moverse dentro de esta red. Al desplazarse por la red el relé más cercano cambia de estado, generando un chasquido sonoro y un cambio de estado en su luz. El ente también percibe al espectador quien, al acercarse a la obra, es detectado por el ente y curiosamente se desplace hasta su posición para recibirlo. También varía su velocidad de desplazamiento, frena o descansa cerca del espectador o pueda retirarse o volver a él. En otras palabras, expresa una serie de comportamientos en relación al espectador. Este objeto no posee materialidad, la materialidad está en la red que lo contiene. Aunque sí posee las qualias de comportamiento y comunicación bien presentes, donde se destacan las acciones en relación a los espectadores entre sus características presentes.

Otra dimensión toman las piezas que están compuestas por varios objetos robóticos en las que el concepto de la obra emerge de la comunicación y el comportamiento colectivo. Toda la comunidad es



vista como una pieza íntegra, como un único sistema. Cada objeto puede tener las mismas características formales, incluyendo el comportamiento y la comunicación, que el resto o ser totalmente distintos: individuos únicos. Las posibilidades de combinación son infinitas y la selección debe formar parte del tema artístico, del concepto del trabajo. Un punto interesante son las vinculaciones que pueden darse dentro de estos trabajos. Vinculaciones entre robots, vinculaciones entre robots y los experimentadores y vinculaciones entre experimentadores con otros experimentadores a través de los robots; de estas relaciones emerge el comportamiento de la comunidad. El artista ya no sólo modela un objeto y su comportamiento, también modela el comportamiento grupal, la relación entre ellos, las dinámicas colectivas, la comunicación y los demás componentes en forma más amplia.

*Elevaciones*<sup>8</sup> es otra de mis obras. Una serie de 15 robots hechos de papel y madera que cuelgan del espacio dispuestos en forma triangular, inspirada en la posición que adoptan las aves cuando vuelan en bandada y en el comportamiento de los mercados valores. Estos objetos pueden desplazarse en forma vertical a gran velocidad. Así como las aves al volar en bandadas se vinculan y ejercen influencias en el comportamiento de sus vecinos, estos robots alcanzan un comportamiento grupal por la suma de los comportamientos individuales. Posee también una jerarquía, donde los objetos dispuestos por delante ejercen mayor influencia, igual que las aves al volar en grupo. Es el mismo comportamiento presente en los mercados de valores, en el que los referentes ejercen mayor influencia dirigiendo el comportamiento de los mercados. Si bien los materiales que utilice no son los tradicionales para un robot como los sonidos que generalmente las tiras de papel, se destaca en este trabajo que, a partir de la capacidad de comunicación entre los objetos vecinos, emergen de ellos comportamientos grupales por la sumatoria de los individuales. En este trabajo los espectadores solo son espectadores, son ignorados por los objetos, no todas las obras robóticas perciben a los espectadores. Pero si se comunican entre ellos a través de sus movimientos verticales y de allí sus comportamientos individuales y grupales.

## Conclusión

Como he sostenido -y con las dificultades que implica establecer las cualidades de cualquier manifestación artística sin establecer limitaciones previas a su propio campo, pero sí con espíritu de establecer su especificidad-, es posible observar el comportamiento y la comunicación como elementos estructurales y centrales del arte robótico. Cualidades que emergen y explotan desde las obras pioneras a la actualidad, escapando del imaginario robótico y de las imposiciones de la industria y de la ciencia. Si bien las artes, y el arte robótico también, pueden tomar como herramientas de producción instrumentos que ofrece la ciencia, es importante tomarlas como herramientas subordinadas de la producción artística, y no someter la producción a los intereses de la ciencia. Dicho en otros términos, siento que la búsqueda del artista robótico está más ligada a la emancipación de las cualidades sensibles, como el comportamiento y la comunicación en la composición de sus obras, más que en reproducir el imaginario robótico. Allí donde opera



Figura 2

*Elevaciones,*  
(Leo Nuñez, 2014).

Recuperado de:  
<https://www.leonunez.com.ar/elevaciones.html>

el imaginario hay todavía cualidades posibles no liberadas y un proceso de composición servil a una industria de las ciencias, lo que ya he llamado “infancia tecnológica”. Mientras que donde hay una obra de arte robótico, hay una pregunta crítica que marca una distancia en relación a la industria, una conversación que al mismo tiempo recupera y niega el imaginario, un proceso de composición que no construye un robot, sino que libera cualidades robóticas. El arte robótico nace y convive en esa continua tensión, es tarea y desafío del artista ser consciente de esta relación al realizar sus trabajos y mantener al comportamiento y la comunicación como qualias centrales de este arte. ¿Cómo lograr que a partir de la composición de la obra emerjan las qualias y no la técnica? O dicho de otro modo, ¿cómo hacer para que el arte robótico sea una pregunta respecto del comportamiento y la comunicación; y no un embelesamiento ciego de los avances tecnológicos?

## Bibliografía:

- Ashby, W. Ross. Introducción a la cibernética (1976 - 3ra. ed.). Buenos Aires: Ediciones Nuevas Visión SAIC.
- Ashby, W. Ross. Proyecto para un cerebro (1965). Madrid: Editorial Tecnos, S.A.
- Garaugy, Roger. Estética y marxismo (1986). Barcelona: Editorial Planeta-De Agostini S.A.
- Iglesias García, Ricardo (2016). Arte y robótica: la tecnología como experimentación estética. Madrid: Casimiro Libros.
- Kac, Eduardo y Antunez Roca, Marcel.li (1997). Arte Robótico: un manifiesto. Revista Leonardo Electronic Almanac, Vol. 5, N. 5.
- Kac, Eduardo (1998). Origen y desenvolvimiento del arte robótico. Campinas: Caderno da Pos Graduação, Universidad Estadual de Campinas, Ano 2, Vol. 2. Recuperado de: <http://www.ekac.org/kac-mex.html>
- Karel y Joseph Capek (1966). R.U.R. Robots Universales Rossum. Madrid: Alianza Editorial.
- Latour, Bruno. (2001). La esperanza de Pandora. Ensayos sobre la realidad de los estudios de la ciencia. Barcelona: Gedisa.
- Lizcano, Emmánuel. (2003). Imaginario colectivo y análisis metafórico. Conferencia inaugural del Primer Congreso Internacional de Estudios sobre Imaginario y Horizontes Culturales. Universidad Autónoma del Estado de Morelos, México.
- Lorenz. Konrad (1985). Consideraciones sobre las conductas animal y humanas. Barcelona: Editorial Planeta-De Agostini S.A.
- McNay, Michael (1968). Aesthetic Gadgetry, New Society. Recuperado de: Revista Leonardo: Historical Perspective "The Dilemma of Media Art: Cybernetic Serendipity at the ICA London", Vol. 35, N. 5.
- Metzger, Gustav (1969). Automata in history. Londres: Studio International.
- Morin, Edgar. (1972). El cine o el hombre imaginario. Barcelona: Seix Barral.
- Morin, Edgar. (2006). El método IV. Madrid: Cátedra.
- Leo Nuñez, (2021). Entes indociles: el arte y el robots.
- Oliveras, María Elena (2010). Arte cinético y neocinetismo. Hitos y nuevas manifestaciones en el siglo XXI. Buenos Aires: Editorial Planeta.
- Reichardt, Jasia (1968). Cybernetic Serendipity. The Computer and the Arts. Catalogo. Londres: Studio International.
- Souriau, Étienne (1965). La correspondencia de las artes: elementos

de estética comparada. Mexico: Fondo de Cultura Económica.

- Usselmann Rainer (2003). The Dilemma of Media Art: Cybernetic Serendipity at the ICA London. Recuperado de: Revista Leonardo, Vol. 35, N. 5.
- Wiener, Robert (1998). Cibernética, o el control y comunicación en animales y maquinas. Barcelona: Turquets Editores.
- Wiener, Robert (1971). Cibernética. Madrid: Guadiana de Publicaciones.
- Wiener, Norbert (1969). Cibernética y sociedad (2da. ed). Buenos Aires: Editorial Sudamericana S.A.

## Notas

1. CYSPI (1956) - Nicholas Schöffer [https://www.youtube.com/watch?v=LOCaghvYllk&ab\\_channel=PatriciaCarles](https://www.youtube.com/watch?v=LOCaghvYllk&ab_channel=PatriciaCarles)
2. Londres 1968 - <https://cyberneticserendipity.net/>
3. *R-456 (1964)* - Nan June Paik y Shuya Abe [https://www.youtube.com/watch?v=6K4zTxGrtrc&ab\\_channel=LUOJingZhong](https://www.youtube.com/watch?v=6K4zTxGrtrc&ab_channel=LUOJingZhong)
4. <https://proyectoidis.org/edward-ihnadowicz/>
5. *Karel Capek (1920)* <https://proyectoidis.org/r-u-r/>
6. <http://www.senster.com/ihnadowicz/senster/>
7. <https://www.leonunez.com.ar/dispersionesContenidas.html>
8. <https://www.leonunez.com.ar/elevaciones.html>



# MÁQUINAS AFECTIVAS. LA EMPATÍA ARTIFICIAL EN LAS INTERFACES VESTIBLES

**Paula Castillo**

[info@paucast.com.ar](mailto:info@paucast.com.ar)

Facultad de Artes  
Universidad Nacional de La Plata  
Argentina

## Resumen

El presente texto expone los resultados obtenidos en el marco de la investigación sobre HCI afectivas e indaga acerca de los modos en que lo tecnológico aterriza en el universo biológico para mensurar sus señales, para tomar nuestro cuerpo como fuente de datos biométricos y dar origen a interfaces vestibles transparentes, humanas, empáticas, capaces de detectar nuestras emociones, adaptarse a nuestras necesidades y fortalecer los lazos entre nosotros (y las máquinas). Por último, como conclusión, se plantean nuevos interrogantes que abren la puerta a futuras exploraciones tecnológicas, filosóficas y éticas sobre el tema.

*HCI*

*computación afectiva*

*empatía artificial*

*inteligencia emocional artificial*

*bioseñales*

*interfaces vestibles.*



## Introducción

Sentir al otro, ponerse en su piel, acompañarse con sus latidos y abolir las barreras de espacio, tiempo, género y especie: las HCI (Human Computer Interaction) actúan como traductor, puente y amplificador de nuestras emociones.

El factor emocional –propio de cada toma de decisión racional que hacemos–, interceptado por el concepto de empatía e inteligencia emocional, da origen a la Inteligencia Artificial Emocional (Emotion AI); campo de estudio dentro de las HCI que se encarga de explorar los modos en que máquinas y personas dialogan: la inteligencia emocional entre máquinas, máquinas y personas, y personas entre sí mediadas por máquinas.

## Filosofía de las pasiones

La **empatía**, esa capacidad cognitivo-afectiva que experimenta una persona (y otros mamíferos) al ponerse en la situación de otra –percibiendo sus pensamientos y emociones a partir del reconocimiento del otro como similar–, es la fuente de inspiración de la Inteligencia Artificial Emocional, cuyo objetivo esencial es dotar a las máquinas de dicha habilidad, y permitirles reconocer, interpretar y responder apropiadamente al estado emocional de un individuo.

Con el fin de abordar el concepto de la empatía artificial, se retrocede en la historia del pensamiento hasta tiempos cavernarios para estudiar la naturaleza de los sentimientos en vistas de localizar aquellas señales que emite el cuerpo cuando experimenta una emoción (amor, excitación, pánico, felicidad, tristeza, euforia, vergüenza, odio...) y, de esta manera, comprender la forma en que las máquinas la decodifican.

Cada uno de nosotros es un individuo único, y nuestras vivencias determinan el modo en que pensamos, sentimos, actuamos; pero este proceso no se da aisladamente, pues, como seres sociales, estamos insertos en una cultura y compartimos los mapas conceptuales que nos permiten hacer elaboraciones mentales comunes para comprender nuestro mundo y representarlo. Las emociones no escapan de estas cartografías, sus formas son aprehendidas al igual que el lenguaje y se basan en sistemas de convenciones sociales que indican cómo debemos experimentarlas: desde tiempos ancestrales se nos enseña a amar de determinada manera y a temerle a ciertas cosas para sobrevivir, coexistir y comunicarnos con otras personas.

Filósofos, psicólogos y médicos han estudiado exhaustivamente el terreno emocional, por lo que existen numerosas clasificaciones, nomenclaturas y tipificaciones de las emociones para poder analizar, comprender y diferenciar conceptos que en el acervo popular suelen homologarse erróneamente: sentimientos, emociones, estados anímicos, afectos, modos de ser, facultades y pasiones. Desde una mirada sociológica, los sentimientos formados por la sociedad y determinantes de nuestra conducta individual se conforman por el conjunto de vivencias que

tenemos con nosotros mismos, con los otros y con nuestra realidad circundante, y se presentan de manera positiva, negativa, breve, temporal, o invaden nuestra existencia por completo.

Los científicos coinciden en que un sentimiento es un proceso mental que se gesta en el cerebro; las conexiones neuronales realizadas por el encéfalo producen un cambio hormonal en el cuerpo y, consecuentemente, modificaciones en nuestro estado fisiológico (expresiones faciales, músculos, voz, actividad del sistema nervioso autónomo y del sistema endocrino). Esto nos proporciona la capacidad de interpretar lo que ocurre en nuestro contexto a efectos de reaccionar inmediatamente y anticiparnos a futuros sucesos, ya que nuestro inconsciente posee un mecanismo que asocia experiencias sensoriales con emociones, y emociones con estados anímicos concretos. Por esta razón, la emoción se manifiesta de modo irracional, inconsciente y pulsional para dar respuesta a un estímulo, mientras que el sentimiento se da de modo racional, luego de la elaboración psíquica de la emoción, para ser traducido a estados anímicos que permanecen en el tiempo y tiñen de un determinado tono emocional todas las vivencias, pensamientos y acciones de un individuo.

Aristóteles manifiesta:

... lo que se origina en el alma es de tres clases: afecciones, capacidades y estados [...]. Y llamo “afecciones” al deseo, la ira, el miedo, la audacia, la envidia, la alegría, la amistad, el odio, la pasión, el celo, la piedad –en general, aquellas a las que acompaña placer o dolor-. “Capacidades” son aquellas en virtud de las cuales se dice que podemos experimentar las anteriores: por ejemplo, aquellas en virtud de las cuales somos capaces de sentir ira, aflicción o piedad. “Estados” son aquellos en virtud de los cuales nos hallamos bien o mal con respecto a las afecciones (Aristóteles, 2005).

Sus teorías y postulados sobre biopsicología afirman que el hilo que enhebra todas las emociones son las sensaciones –ambivalentes por momentos– de **placer** y de **dolor**, manifiestas recurrentemente en todos los seres humanos y desencadenadas según factores culturales, cognitivos, sociales y morales.

Existen tantas clasificaciones y tipificaciones de las emociones como visiones del mundo; puesto que algo tan vivo, complejo y diverso es imposible de tipificar de un único modo matemático y universal.

## Interfaces y sistemas de captación de emociones

*Los procesos comunicativos implican una interacción, entre al menos dos entidades (orgánicas o artificiales), codificada por signos comunes a ambas; estos códigos, cúmulos asociados de íconos, índices y símbolos, deben ser compartidos por los protagonistas del proceso para que se produzca efectivamente la comunicación. Estos modos de interacción no se*

*limitan exclusivamente a la jurisdicción verbal de grafemas y fonemas, se extienden a los gestos corporales, los movimientos faciales, la vestimenta que se emplea, el color, el sonido, etc., [...] el estudio de la comunicación no verbal comprende las áreas kinésicas, proxémicas, las características físicas y los artefactos, la conducta táctil, el paralenguaje y los factores del entorno; cada uno de ellos tiene sus particularidades, responden a modelos culturales y a cuestiones personales de cada sujeto, otorgando substancia y discurso a la hora de abordar estrategias de diseño partiendo de las evocaciones simbólicas e intuitivas que manan natural/artificialmente del cuerpo, de su emotividad, movimiento y relación con el espacio (Castillo, 2015).*

El diseño de interfaces afectivas se nutre de los saberes de dos ramas de la Inteligencia Artificial: la Computación Afectiva y la Computación Fisiológica. La primera se centra en el reconocimiento e interpretación de las emociones humanas para emular la interacción entre personas con el propósito de mejorar la experiencia de uso de una interfaz. La segunda, en el uso de bioseñales para “monitorear, cuantificar y representar el contexto del usuario, habilitando una adaptación proactiva e implícita en tiempo real” (Fairclough, 2009).

Para Rosalind Picard, la computación afectiva se cimenta en la convergencia informática-emoción, fundamentalmente, en las sensaciones de interés, aburrimiento o frustración: emociones que se dan con mayor frecuencia en relación con los dispositivos. Reconocer los cambios anímicos de los usuarios permite concebir interfaces que tengan la inteligencia emocional artificial suficiente para reconocer si su actividad causa frustración y, de este modo, calibrar su funcionamiento para hacer más gratificante su experiencia.

Como se menciona en párrafos anteriores, las emociones aprehendidas emergen inconscientemente como respuesta a un estímulo y se manifiestan en distintas partes del cuerpo a través de los gestos y bioseñales producidos por diferentes sistemas fisiológicos, perceptibles a simple vista por otras personas o por sensores específicos. Hoy cualquier *smartphone* posee tecnologías de inteligencia artificial y sensado biométrico (captura de movimiento, reconocimiento facial y de voz, lectura de movimiento pupilar, huellas dactilares y gestos corporales, geolocalización y reconocimiento de objetos del entorno, etc.). Estas tecnologías, utilizadas con fines médicos, deportivos, de seguridad, control o *marketing*, predicen las conductas de los usuarios reconociendo su contexto, situación y estado emocional con el objetivo de brindar una experiencia de uso más fluida, transparente, efectiva, afectiva, natural, **empática** y orgánica entre dispositivos, aplicaciones y personas.

Ahora bien, el proceso básico de toda interfaz se desarrolla a lo largo de tres fases: captación de los datos, procesamiento de la información y respuesta del sistema.

La fase de captación de toda HCI empática se produce cuando lo que pasa en el cuerpo y fuera de él es detectado por un conjunto de sensores, digitalizado y convertido en dato listo para ser procesado en la siguiente

etapa. Debido a que las emociones se manifiestan en el cuerpo a través de un conjunto de signos (por ejemplo, para Aristóteles, “la ira está acompañada del calentamiento de la sangre cercana al corazón; el temor causa temblor, va aparejado a la palidez y al enfriamiento del cuerpo, el exceso de agua en el corazón y en la sangre predispone al temor; la vergüenza va acompañada de calor y rubor”), se requiere de un sistema de fusión de sensores que posibilite conformar una matriz de datos biométricos a partir de la triangulación de diversas fuentes, para que la información obtenida sea más precisa y reducir así los márgenes de error tanto en la interpretación como en la respuesta del sistema.

En la fase de procesamiento, los datos crudos obtenidos durante el proceso de sensado en la fase inicial se comienzan a clasificar, filtrar, triangular, almacenar para transformarse, consecuentemente, en información utilizable. Durante esta etapa, algoritmos y *hardware* mediante, se produce efectivamente la interpretación de la emoción de una persona y se prepara al sistema para dar una respuesta.

En la última fase, se procede a la traducción de la información obtenida durante el procesamiento en señales eléctricas capaces de activar luces, sonidos, servomotores, humo, transparencia y color de un tejido, entre otros, con el objeto de dar respuesta a los estímulos detectados en una persona y entablar un diálogo con ella a fin de ayudarle a comunicar, visibilizar, vehicular y amplificar sus emociones.



Figura 1

Gráfico que ilustra el espectro de signos corporales para la detección de emociones

Este complejo espectro de signos, que triangulados permiten decodificar las emociones de una persona, está conformado por **bioseñales, gestos kinésicos, paralenguaje, proxémica y señales contextuales**. Se puede ver en la siguiente infografía diseñada *ad hoc*:

## Bioseñales

Desde el punto de vista médico, son el registro espacio/tiempo de un evento biológico. La actividad eléctrica, química, magnética o mecánica que ocurre durante este evento produce una señal que puede ser captada por un sensor, medida y procesada para analizar los mecanismos, funciones y acciones tanto voluntarias como involuntarias del cuerpo. En términos de Computación Afectiva, las primeras acciones (electrooculograma [EOG], electromiograma [EMG], electroencefalografía [EEG]) se utilizan para determinar intenciones, acciones y deseos concretos; mientras que las segundas (electrocardiograma [ECG]: presión sanguínea, temperatura corporal), para señalar el contexto y la situación en que se encuentre un usuario.

A partir de los estudios realizados en el Instituto Tecnológico de Buenos Aires por Federico Tedin y Javier Fraire, en 2017, se expuso una clasificación de las bioseñales bajo tres criterios distintos: existencia (permanentes o inducidas), dinamismo (casi estáticas y dinámicas) y origen (según sean eléctricas, magnéticas, mecánicas, ópticas, acústicas, químicas o térmicas). A su vez, detallan qué tecnologías detecta cada bioseñal.

*[Su] naturaleza heterogénea [...] implica diferentes técnicas de captación y procesamiento para destacar y detectar aquellos elementos que son útiles para el objetivo que se busca. Para interfaces HCI, las señales deben ser susceptibles de ser modificadas según la voluntad del individuo [...], minimizando aquellos elementos que puedan interferir negativamente, mientras que para la Computación Fisiológica los datos deben de contener información relativa al estado emocional del sujeto (Merino Monge, 2015, p. 2).*

## Kinésica

Estudia el movimiento del cuerpo y las expresiones faciales en sus dimensiones expresivas, apelativas y comunicativas. Los gestos kinésicos pueden darse de modo consciente o inconsciente, y se utilizan para ilustrar o enfatizar conceptos, regular la comunicación y obtener información acerca de la personalidad y el estado anímico/emocional de las personas.

La conducta corporal es una materia continua compleja de catalogar, pero los investigadores Paul Ekman y Wallace V. Friesen lograron realizar una clasificación de los comportamientos kinésicos. Ellos distinguen: emblemas (gestos casi inconscientes traducibles a palabras utilizados con fines comunicativos cuando los canales verbales están bloqueados), ilustradores (como su nombre indica, ilustran lo que decimos verbalmente y son usados intencionalmente para ayudar a la comunicación o suelen ser profusos e inconscientes en situaciones difíciles o de entusiasmo), muestras de afecto (configuraciones faciales y corporales que expresan

estados emocionales redundantes o contradictorios a las expresiones verbales que usamos), reguladores (reglan el intercambio comunicativo de hablar y escuchar, son inconscientes y difíciles de inhibir) y adaptadores (aparecen con frecuencia en situaciones de angustia y se dan como residuo de conductas primitivas adaptativas; están ligados a sentimientos de agresividad hacia uno mismo, hacia otras personas u objetos).

El sensado de cada una de estas conductas corporales y faciales, además de permitir decodificar el estado emocional, el nivel de estrés o euforia de una persona, es la materia prima para las HCI cuya interacción se basa en gestos.

### Paralenguaje

Es el conjunto de elementos que conforman los aspectos vocales por fuera de la palabra. Se define por

*... las cualidades de la voz: registro, altura, tempo, articulación, resonancia, control de la glotis y control labial de la voz; vocalizaciones: caracterizadores vocales como la risa, el llanto, el suspiro, el bostezo, el ronquido, etc.; cualificadores vocales, como la intensidad (de muy fuerte a muy suave), la altura (de muy grave a muy agudo) y la extensión (hablar muy ligado o cortado), y segregaciones vocales (“m-hmm, ah, uh y variaciones en ese sentido) (Rocha Alonso, 2001).*

El paralenguaje es el néctar de las HCI que se comandan con la voz de los usuarios, posee grandes cualidades expresivas, ya que los tonos, matices y modulaciones de la voz humana permiten proyectar sentimientos y estados anímicos; por lo tanto, es de suma importancia a la hora de sensor emociones.

### Proxémica

Estudia el uso del espacio social y personal en el marco de la percepción y el uso de la distancia (física, vista, tacto, oído y olfato) entre las personas para mediar las interacciones entre ellas. A partir de conceptos como territorialidad e intrusión –propios de las ciencias naturales–, el antropólogo Edward T. Hall distingue cuatro distancias interpersonales: íntima, personal, social y pública; convenciones que cada cultura define respecto de cuándo, quién y qué situaciones contaminan, invaden o violan dichas distancias.

### Señales contextuales

Como continuación del concepto de proxémica, los diferentes espacios de interacción (su tipo, su diseño arquitectónico y la presencia o ausencia de otras personas) generan efectos emocionales en los individuos que los ocupan. Según las investigaciones del profesor Albert Mehrabian, las emociones que produce el contexto pueden dividirse en tres dimensiones: estimulantes/no estimulantes, placenteras/no placenteras y de dominación/sumisión.



En suma, el tipo de contexto, su diseño arquitectónico y la presencia o ausencia de otras personas son factores que afectan emocionalmente a los individuos, y pueden ser analizados con sensores que detecten información de geolocalización, factores ambientales, meteorológicos, por ejemplo, como así también de movimiento de objetos, espacios y personas.

## Referencias de interfaces vestibles afectivas en el contexto artístico

Un sinfín de prácticas artísticas performáticas involucran cuerpos amplificados, expandidos o intervenidos por máquinas; la interfaz entra en juego aquí como médium, puente y transductor de las sensaciones y deseos de quien la utilice para obtener a cambio la respuesta tecnológica de un sistema (sonidos, luces, humo, movimiento, entre otras tantas). Del amplio espectro de HCI, las vestibles son las que mejor dialogan con el cuerpo de los usuarios, ya que se vinculan a ellos de manera íntima; al estar en contacto con la piel (a nivel cutáneo o subcutáneo en algunos casos más extremos), se adaptan al cuerpo mimetizándose con sus ritmos y curvas. Son tan cómodas, intuitivas y transparentes que se vuelven prótesis invisibles y posibilitan la recolección de información consciente e inconsciente de un performer para, de este modo, sentir su cuerpo y voluntad, y generar, por consiguiente, una experiencia estética con el público.

Figura 2

*Intimacy Black*  
Creadores: Anouk Wipprecht y Daan Roosegaarde (2010)

Ref.: <https://vimeo.com/53415993>

Foto de Robert Lunak en: <https://v2.nl/files/2010/lab/intimacy-black-dress/R017407.jpg/view>





Figura 3

*INTERACTIVE SMOKE DRESS*  
Creadores: Anouk Wipprecht y Niccolo Casas  
Desarrollado por Volkswagen  
Presentado en Autodesk  
Gallery pop-up París, 2013

Ref.: <https://vimeo.com/108339076>

Créditos de la imagen:  
<http://www.niccolocasas.com/SMOKE-DRESS>

Los diseños de Anouk Wipprecht son el mejor ejemplo para ilustrar estos conceptos. Sus piezas de *Alta Costura Tecnológica* tienden a la inteligencia artificial y están exquisitamente desarrolladas a partir de la convergencia entre ingeniería, ciencia y diseño de interacción. Sus creaciones son, en sus propios términos, “sistemas anfitriones” que toman el cuerpo humano como emisor y receptor de señales (biométricas, kinésicas y contextuales) que reaccionan, representan, amplifican, vehiculizan, explicitan el estado emocional de quien las lleva puestas y su entorno. Sus obras tienen un fuerte componente proxémico, tratan sobre la invasión de la intimidad y del espacio personal. Son piezas maestras provistas de sensores que crean barreras físicas cuando detectan a una persona en su entorno inmediato lo que arroja como resultado la emisión de humo para camuflarse (“Smokedress”, 2013 - “Smokedress 2.0”, 2017), el pliegue o despliegue de la prenda para defenderse de alguien que invade su espacio personal (“Intel-Spider Dress”, 2015 - “Proximity Dress”, 2020), se vuelve transparente y revela la figura desnuda de su usuario cuando detecta su excitación sexual (“Intimacy”, 2010) o se ilumina cuando detecta angustia en su usuario (“Synapse Dress”, 2017).

Figura 4

INTEL- SPIDER DRESS  
 Equipo de desarrollo:  
 Anouk Wipprecht, Philip H.  
 Wilck y Tia Vahula  
 (UTOPIA blu),  
 New Devices Group at Intel  
 (2015)

Ref.: <<https://vimeo.com/150770048>>

Foto de Jason Perry /  
 Anouk Wipprecht en:  
 <<http://www.anoukwipprecht.nl/gallery/6dwatupd0sr3rizr751twl3lhuqhgk>>



“Pangolin Scales BCI+DRESS” (2020) –última creación de Anouk Wipprecht– es un vestido robótico enteramente impreso en 3D, dotado de biosensores de EEG con una interfaz BCI (interfaz cerebro-computadora) de 1.024 canales, que sensan la actividad eléctrica del cerebro y activan unos mecanismos animatrónicos que se mueven e iluminan según las ondas cerebrales que se detecten; transforman así el vestido en un visualizador de los datos cerebrales de su usuario en tiempo real.

La obra de Wipprecht es el caso paradigmático de la presente investigación, pues materializa gran parte de los conceptos aquí desarrollados. Sus vestidos reconocen las emociones de un usuario a través de una compleja y eficiente matriz de bioseñales, que se convierte en un pequeño ecosistema que monitorea el comportamiento del cuerpo a la vez que evoluciona y se ilumina para visibilizar su estado anímico.

Figura 5

Synapse dress  
 Creadores: Anouk Wipprecht + Niccolo Casas X INTEL EDISON (2017)

Ref.: <<https://vimeo.com/106431614> / <http://www.niccolocasas.com/ SYNAPSE-DRESS>>

Foto en: <<http://www.niccolocasas.com/ SYNAPSE-DRESS>>







Figura 6

PANGOLIN SCALES  
BCI+DRESS

Proyecto desarrollado por: JKU  
Linz, Anouk Wipprecht, g.tec

Presentado en Ars Electronica,  
2020

Ref.: <https://vimeo.com/452557538>

Créditos de la imagen:  
Yanni de Melo/courtesy  
Anouk Wipprecht en:  
<https://www.fastcompany.com/90545032/this-stunning-dress-can-read-minds>

## Nuevos interrogantes a modo de conclusión

En conclusión y luego de navegar por emociones e interfaces, surgieron nuevos interrogantes acerca de cómo las aguas de lo afectivo y lo artificial se mezclan en un mismo mar: ¿Cómo entra en juego un puñado de cables, plástico, silicio, ceros y unos en este vórtice sensorial, sudoroso, taicárdico y pulsional que define nuestra especie? La interfaz, ¿qué rol viene a cumplir o a suplir? ¿Nos complementa? ¿Satisface nuestros vacíos? ¿Media entre nosotros? ¿Nos conecta? ¿Potencia nuestros sentidos? ¿Nos amplifica? ¿Es una extensión protésica de nuestro cuerpo? ¿Nos vuelve ella? ¿Es carne de nuestra carne como si de una ficción guionada por David Cronenberg se tratase?



Figura 7

PANGOLIN SCALES  
BCI+DRESS, detalle de los  
biosensores de EEG

Foto: <https://www.3dprintingmedia.network/pangolin-scales-bcidress-project-adds-neurotechnology-to-a-3d-printed-dress/>

Todo pareciera tener respuesta en el mismísimo momento en que las máquinas han dejado de ser tan cuadradas, y sus interfaces se han adaptado a nuestro modo de ser, pensar y hacer, redondeando sus vértices, imitando las curvas de nuestro cuerpo, palpitando a nuestro ritmo, replicando nuestros modos de aprendizaje, prediciendo nuestro comportamiento, tornándose más eficientes, placenteras, ergométricas y moldeables a nuestras necesidades. Pero observando este fenómeno desde una perspectiva un tanto más oscura, se deja al descubierto la idea de que lo tecnológico irrumpe en nuestro espacio íntimo para hacernos por momentos un poco vulnerables, inútiles, manipulables y obsoletos.

Cuando las máquinas incluyen información subjetiva de una persona –ya sea de modo manual o automático– proponen una suerte de juego de dominación: cuando es la persona quien voluntariamente decide introducir dicha información, deja pasivo al sistema y modifica su comportamiento a voluntad; pero cuando sus interfaces son tan transparentes que se funden subjetivamente con el cuerpo para obtener nuestras señales biológicas de modo automático, nos ponen a su merced y, en pos de su eficiencia, nos vuelven pasivos.

El buen diseño de una interfaz hace que confiemos en ella (Maeda, 2010). Una interfaz empática y diseñada a nuestra medida nos genera bienestar, nos reconforta frente al caos con su calidez como una taza de chocolate caliente después de una tormenta; nos enamora, inyecta endorfinas a nuestro torrente sanguíneo, nos entregamos ciegamente a sus embrujos e hipnotizados creemos en sus postulados como verdades absolutas, sin filtro, ni discernimiento. De pronto, la realidad vivida dentro de esa burbuja de espacio-tiempo es tan real como la realidad misma: el acto de re-compartir en redes información sin chequear de una *fake news* que instala ficticiamente sentimientos de miedo y desprotección, la dirección que nos hace tomar el GPS, el autofocus de la cámara fotográfica que elige automáticamente lo que cree importante de la escena y todos los artilugios que hacen nuestra vida más cómoda y simple dejan escaso margen a nuestra voluntad, a nuestra decisión; las máquinas, con sus pocos o muchos *settings*, nos brindan la ilusión de que nosotros tenemos control sobre ellas.

¿Cómo nos afecta psíquicamente esa confianza ciega? ¿Cómo amplifica las brechas ideológicas generando odio, pánico e intolerancia? ¿Cómo nos afecta emocionalmente un *like*? ¿Cómo la máquina completa nuestros vacíos emocionales y se vuelve prótesis, carne u órgano vital de nuestro cuerpo sin el cual no podríamos subsistir? ¿Cómo utilizar entonces estas tecnologías para el bien común, para diseñar interfaces que no generen dependencia e intolerancia al otro y para afectar positivamente a las personas uniéndolas?

Si la máquina fue creada en pos de nuestro bienestar con el propósito de reducir tiempo y esfuerzo, y las redes sociales, para conectar a la gente, unirlas desde el amor y la empatía, ¿cómo fue que en manos de un capitalismo desenfrenado se transformaron en un homúnculo digno de Mary Shelley, dotado de IA, fuerte, inteligente, autónomo y autoconsciente que se rebeló contra su creador y lo mató psíquicamente?

Las emociones, algo tan puro, libre y revuelto, tan intrínseco y propio de nuestra especie, aprehendidas desde nuestros ancestros, tan necesarias para sobrevivir, coexistir y comunicarnos con los demás, se vuelven materia prima y fuente de inspiración para el diseño de interfaces empáticas cuya usabilidad se centra en la detección de emociones para predecir nuestros comportamientos. Este principio expone una problemática socio-económica: la máquina no es el problema; el problema es el dilema ético que plantea la humanización de sus tecnologías y el uso que se hace de ella, la manera en que se la habita, interpreta o se usa: ¿como estrategia comercial, para fomentar el odio, el miedo y el desamparo, o para hacer el bien, para facilitar la comunicación, para unir a las personas, fortalecer los lazos entre ellas y construir sociedades más justas?

## Apéndice

Nómina de HCI vestibles en las que interviene lo emocional como motor de la interacción para la comunicación con otros seres vivos (humanos, vegetales, animales):

Base de datos de HCI vestibles: <<https://oss.adm.ntu.edu.sg/a180096/wearable-tech-research-1/>>

Sexo en diferido: <<https://lastingthedistance.com/long-distance-relationship-gadgets/>>

Hormone couture: <[https://pat.design/featured\\_item/hormone-couture/](https://pat.design/featured_item/hormone-couture/)>

Cambio de género: <<http://beanotherlab.org/home/work/tmtba/body-swap/>>

Sensores vegetales: <<http://www.laboralcentrodearte.org/es/exposiciones/the-plants-sense>>

!BRUTE\_FORCE (IA + perro+humano): <<https://www.instagram.com/explore/tags/nonbruteforce/>>

Reconocimiento de emociones basado en señales fisiológicas: <<https://www.sciencedirect.com/science/article/abs/pii/S0263224120312471>>

Aplicaciones de reconocimiento de emociones: <<https://nordicapis.com/20-emotion-recognition-apis-that-will-leave-you-impressed-and-concerned/>>

## Referencias bibliográficas

- Aristóteles (1988). *Acerca del alma*. Madrid. Gredos.
- Aristóteles (2005). *Ética a Nicómaco*. Libro II, Capítulos 4-6. Madrid. Alianza Editorial. Disponible en: <<http://mastor.cl/blog/wp-content/uploads/2017/12/Etica-a-Nicomaco-Aristoteles-PDF.pdf>>.
- Castillo, P. (2015). "Poéticas tecnofetichistas del posthumanismo: las



interfaces vestibles”. *X Jornadas Nacionales de Investigación en Arte en Argentina y América Latina*. La Plata. Facultad de Artes. Disponible en: <<http://sedici.unlp.edu.ar/handle/10915/60825>>.

- Causa, E. y A. Sosa (2008). “La computación afectiva y el arte interactivo” Disponible en: <[http://www.emilianocausa.com.ar/emiliano/textos/Computacion\\_Afectiva\\_Y\\_Arte\\_Interactivo-Emiliano\\_Causa-Andrea\\_Sosa.pdf](http://www.emilianocausa.com.ar/emiliano/textos/Computacion_Afectiva_Y_Arte_Interactivo-Emiliano_Causa-Andrea_Sosa.pdf)>.
- Cortés-Rico, L. y G. Piedrahita-Solórzano (2019). “Interacciones basadas en gestos: revisión crítica”. *TecnoLógicas*, vol. 22, pp. 119-132. Colombia. Instituto Tecnológico Metropolitano. Disponible en: <<https://www.redalyc.org/journal/3442/344262226009/html/>>.
- DuBovy, J. (1978). *Introduction to Biomedical Electronics*. Nueva York. McGraw Hill.
- Dzedzickis, A.; A. Kaklauskas y V. Bucinskas (2020). “Human Emotion Recognition: Review of Sensors and Methods”. Faculty of Mechanics, Vilnius Gediminas Technical University, J. Basanavicius g. 28, LT-03224 Vilnius, Lithuania. Disponible en: <<https://www.mdpi.com/1424-8220/20/3/592/htm>>.
- Gefen, A. (2005). *Introduction to Biomedical Engineering*. Edited by: Enderle J, Blanchard S, Bronzino. *BioMed Eng OnLine* 4, 44. Disponible en: <<https://doi.org/10.1186/1475-925X-4-44>>.
- Fairclough, S. H. (2009). “Fundamentals of physiological computing”. *Interacting with Computers*. Volume 21, Issue 1-2, pp. 133-145. Oxford Academy. Disponible en: <<https://doi.org/10.1016/j.intcom.2008.10.011>>.
- Hall, S. (1997). “Dar sentido, representar cosas”; “Lenguaje y representación”; “Conclusión: representación, sentido y lenguaje reconsiderados”. En *El trabajo de la representación*. Londres. Sage Publications.
- Kaniusas, E. (2012). “Biomedical Signals and Sensors I: Linking Physiological Phenomena and Biosignals”. Springer, ISBN 978-3-642-24843-6.
- Knapp, M. L. (1982). *La Comunicación no verbal: El cuerpo y el entorno*. España. Paidós.
- Maeda, J. (2010). *Las leyes de la simplicidad: Diseño, tecnología, negocios, vida*. Barcelona. Gedisa.
- Merino Monge, M. (2015). “Procesamiento y caracterización de bioseñales para su uso en interfaces de control y afectividad” [Tesis Doctoral]. España. Universidad de Sevilla. Disponible en: <<https://core.ac.uk/download/pdf/51393505.pdf>>.
- Picard, R. W. (2000). *Affective Computing*. USA. MIT Press.
- Rocha Alonso, A. (2001). “Algunas consideraciones acerca de la comunicación no verbal”. [Material exclusivo para alumnos de Semiótica II]. Buenos Aires. Facultad de Ciencias Sociales. Universidad de Buenos Aires.

- Rosental, M. M. y P. F. Iudin (2017). *Diccionario filosófico*. Montevideo. Ediciones Pueblos Unidos.
- Scotto, C. (2015). “Empatía, antropomorfismo y cognición animal”. Revista *Principia*. Brasil. Federal University of Santa Catarina.
- Sensus Lab (2017). “Sensor Fusion: The Only Way to Measure True Emotion”. Disponible en: <<https://medium.com/adventures-in-consumer-technology/sensor-fusion-the-only-way-to-measure-true-emotion-28af9b6fb0a4>>.
- Tedin, F. y J. Fraire (2017). “Procesamiento de bioseñales en tiempo real en universos interactivos”. Buenos Aires. Instituto Tecnológico de Buenos Aires. Disponible en: <<https://ri.itba.edu.ar/bitstream/handle/123456789/940/Biose%C3%B1ales%20en%20Universos%20Interactivos.pdf?sequence=1&isAllowed=y>>.



# INTRODUCCIÓN A LAS INTERFACES NATURALES GESTUALES CON DISPOSITIVOS DE CAPTURA ÓPTICA

**Julia Saenz** [julisaenz99@gmail.com](mailto:julisaenz99@gmail.com)

**Alejo Schön** [aleeschon@gmail.com](mailto:aleeschon@gmail.com)

**Luciano Nahuel Espinosa** [nachuespinosa@gmail.com](mailto:nachuespinosa@gmail.com)

Laboratorio emmeLab  
Facultad de Artes  
Universidad Nacional de La Plata  
Argentina

## Resumen

Las interfaces naturales gestuales son aquel tipo de interfaz de usuario en las que se interactúa con un sistema, aplicación, etcétera, sin utilizar métodos de entrada convencionales (como podrían ser un mouse, un teclado alfanumérico, un panel táctil, o joystick, etcétera) y en su lugar, se hace uso de movimientos gestuales del cuerpo o de alguna de sus partes, gestos faciales o sonidos. Pertenecen al grupo de las Interfaces Naturales, las cuales se basan en que la interacción con los dispositivos suceda de la misma manera que como lo hacemos con otros seres humanos, como por ejemplo a través del habla y los gestos.

Este artículo hace una recopilación de dispositivos, métodos de captura y gestos comúnmente utilizados en el desarrollo de interfaces naturales gestuales, en función de familiarizar al lector con algunos conceptos básicos, enfocándonos en el funcionamiento, ventajas y desventajas de cada elemento.

*HCI*

*interfaces gestuales*

*detección del cuerpo*

## 1. Introducción

Las interfaces naturales gestuales son aquel tipo de interfaz de usuario en las que se interactúa con un sistema, aplicación, etcétera, sin utilizar métodos de entrada convencionales (como podrían ser un mouse, un teclado alfanumérico, un panel táctil, o joystick, etcétera) y en su lugar, se hace uso de movimientos gestuales del cuerpo o de alguna de sus partes, gestos faciales o sonidos. Pertenecen al grupo de las Interfaces Naturales, las cuales se basan en que la interacción con los dispositivos suceda de la misma manera que como lo hacemos con otros seres humanos, como por ejemplo a través del habla y los gestos. Estas interacciones humanas, son de fácil comprensión para los seres humanos, ya que pertenecen a la más extrema cotidianidad, pero sin embargo, comprenden un complejo desafío de interpretación para una computadora. Lo interesante de las Interfaces Naturales de Usuario se basa en la capacidad que le da a las máquinas de entender mejor al mundo en el que están inmersas. [1]

No es un tipo de interfaz nueva y, como tal, existe una gran variedad de herramientas de software y dispositivos de detección, cada uno con sus propias ventajas y desventajas. La elección correcta de estos elementos se verá afectada por numerosos factores como el presupuesto, el diseño de la interfaz, el público al que va dirigido o el lugar en el que va a ser ubicada la interfaz.

Este artículo hace una recopilación de dispositivos, métodos de captura y gestos comúnmente utilizados en el desarrollo de interfaces naturales gestuales, en función de familiarizar al lector con algunos conceptos básicos, enfocándonos en el funcionamiento, ventajas y desventajas de cada elemento.

Durante las siguientes secciones del artículo analizamos diversos criterios de selección para abordar diferentes tecnologías de detección y sensado usadas en el desarrollo de este tipo de interfaces. A su vez, exploramos las distintas tipologías de gestos realizados por los humanos

Figura 1

*Imagen promocional de Kinect Sports, un videojuego desarrollado para Kinect que funciona con detección de gestos y movimiento.*



y cómo estos pueden relacionarse intrínsecamente con la interfaz en la que se utilizan y la tecnología que se usa para crearla. Finalmente, exploramos distintos softwares que se pueden utilizar para construir una interfaz natural gestual, considerando sus ventajas y desventajas.

## 2. Criterios de selección

Para este artículo, tendremos en cuenta solamente a aquellas interfaces naturales que realizan su detección a través de dispositivos ópticos y donde el medio de interacción natural es completamente gestual. Sin embargo, no se abarcan todas las opciones disponibles de captura óptica ni de gestos sino que se realizó un recorte pensado para proyectos de nivel inicial o de bajo presupuesto, apuntando a lectores con escaso conocimiento del tema y al desarrollo de una interfaz poco compleja. Esto es debido a las condiciones de producción presentes en nuestra región y la disponibilidad y precio de los dispositivos de captura. Sin embargo, esto no modifica el potencial y variabilidad que puede llegar a poseer una interfaz de esta tipología y construido con las tecnologías mencionadas.

Dado que el enfoque es en dispositivos de captura óptica, el recorte de los gestos analizados está delimitado por aquellos que puedan ser captados por una cámara.

Finalmente, para la selección de programas de detección, se tuvieron en cuenta ciertos requisitos: que el programa fuese de código abierto y que fuese compatible con Processing, ya sea mediante una conexión por OSC o una librería del programa.

## 3. Dispositivos de detección

Un dispositivo de detección es aquel periférico a través del cual se detecta algún tipo de acción del usuario. Los factores de mayor influencia en su elección son: el presupuesto disponible, el espacio donde quiera realizarse la detección (exterior o interior, con niveles de luz bajo o altos) y el o los gestos a detectar.

A continuación se detallan los tipos de detección óptica más utilizados, su funcionamiento y características y un cuadro comparativo de algunos dispositivos concretos.

### 3.1. Cámara RGB

Una cámara es un dispositivo utilizado para capturar imágenes. Aplicado al contexto de una interfaz natural gestual, una cámara es el dispositivo utilizado para sensar el espacio mediante la captura de imágenes y el procesamiento de las mismas. No todas las cámaras son iguales, y no todas pueden obtener los mismos datos de una captura realizada. Uno de los datos más comunes de registrar es el color, y si una cámara puede tomar esa información depende del tipo de sensor óptico que tenga. Es aquí, donde el modelo de color RGB cobra importancia. El RGB es un modelo de color basado en la síntesis aditiva, con el que es posible



representar un color mediante la mezcla por adición de los tres colores de luz primarios: rojo verde y azul. Las cámaras RGB, al igual que los ojos humanos, son capaces de descomponer la luz en los tres canales de información de color que la componen.

La ventaja de estas cámaras es que pueden combinarse con los tipos de cámaras que veremos a continuación y que, si solo se requiere información de color, son las más accesibles en cuanto a precio. La desventaja es que depende enormemente de la calidad de luz del espacio y no tiene ningún tipo de información de la escena además del color.

Es importante tener en cuenta a la hora de realizar una interfaz natural gestual, si la información de color es de vital importancia para el desarrollo de la misma. Como veremos al explorar distintos dispositivos, algunos no son capaces de detectar colores, pero poseen otras prestaciones que compensan esta falencia.[2]

### 3.2. Cámaras estereoscópicas

De la misma forma que nuestros ojos, una cámara estereoscópica utiliza dos cámaras separadas por una distancia conocida para calcular la profundidad de una escena. Dado un punto en el espacio, la separación de las cámaras lleva a una diferencia en la posición de ese punto en las dos imágenes, y mediante el cálculo de esa disparidad se puede discernir su distancia con respecto a la cámara, creando un mapa de profundidad de la escena.

Figura 2

Esquema explicativo del funcionamiento de un sensor RGB

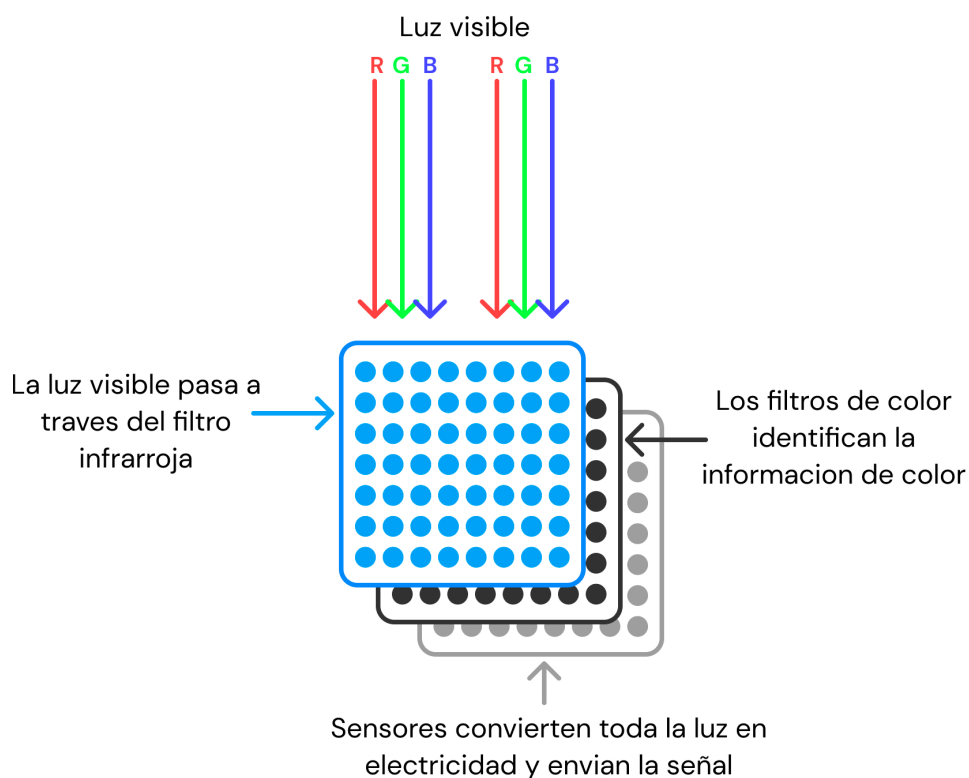




Figura 3

*Ejemplo de fotografía tomada con una cámara estereoscópica.*

La ventajas de este tipo de cámara son que puede obtenerse información de la profundidad de la escena a bajo costo, pudiendo incluso armarse una cámara estereoscópica básica utilizando dos cámaras comunes; el rango de detección puede modificarse fácilmente aumentando o disminuyendo la distancia entre lentes; y puede utilizarse para diferenciar gestos o partes del cuerpo más específicas, dependiendo del software con el que se la complementa. Sin embargo, la precisión de la detección depende del nivel de luz y la textura de la escena: es poco útil en espacios poco iluminados o, por ejemplo, frente a una pared vacía.

### 3.3. Cámaras Infrarrojas

Un sensor infrarrojo (IR) detecta y mide la radiación infrarroja en su campo de visión<sup>1</sup> la cual, al tener un largo de onda mayor que el de la luz visible, no es observable para el ojo humano. Todo objeto o sujeto que tenga temperatura, emite radiación infrarroja.

Hay dos tipos de sensores infrarrojos: activos y pasivos. Los sensores activos cuentan de un diodo emisor de luz (LED) y un receptor; cuando un objeto se acerca al sensor, la luz del emisor refleja ese objeto y el emisor detecta el reflejo con el cual puede calcular la forma y distancia del objeto. Un ejemplo de un sensor activo es el control remoto de cualquier televisión: el control tiene un emisor que transforma el toque de un botón en un haz de luz infrarroja que es detectada por el receptor de la televisión. Los sensores pasivos, en cambio, solo cuentan con el receptor, por lo que solo detectan las radiaciones infrarrojas que ya tiene cada objeto. La medición de cada sensor puede variar según el largo de onda que capta y el tiempo de respuesta.

El término cámara infrarroja incluye cualquier cámara que utilice un sensor infrarrojo para detectar una escena; la cual puede ser solo de profundidad<sup>2</sup>, o de tipo RGB-D.<sup>3</sup> Las ventajas de estos dispositivos son que, al igual que las cámaras estereoscópicas, pueden detectar gestos específicos; y no necesitan luz para producir una imagen definida, aunque son especialmente sensibles a materiales transparentes, semi-transparentes o reflectivos como vidrios, espejos o metales.

Algunos de los dispositivos más utilizados en interfaces naturales gestuales son cámaras infrarrojas, como la Kinect [3], y como tal suelen tener programas diseñados para trabajar específicamente con ellos. Sin embargo este tipo de cámaras suelen ser las más costosas y más difíciles de conseguir.

Figura 4

Una Microsoft Kinect 1.0, que contiene un sensor e emisor de luz infrarroja



Los dos métodos más usados para este tipo de detección son:

### 3.3.1 Tiempo de Vuelo (ToF)

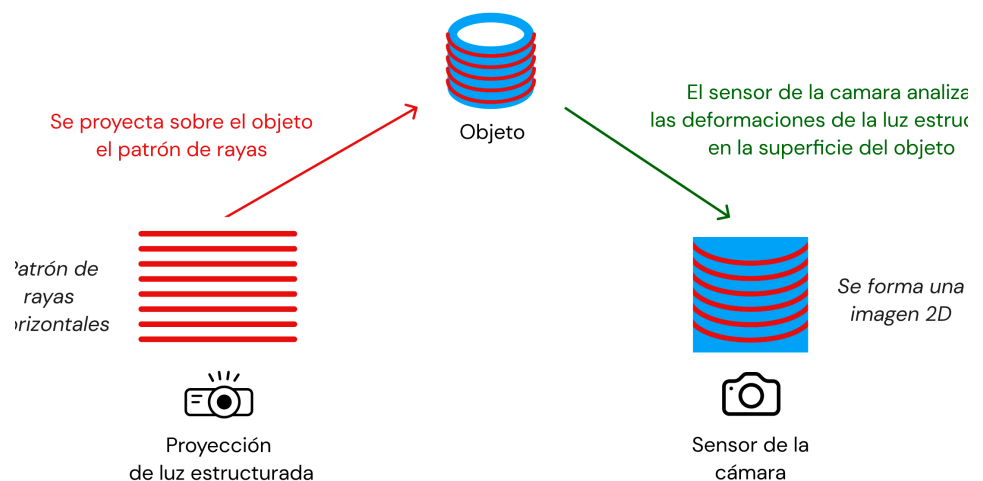
El tiempo de vuelo (ToF) es un método para calcular la distancia de objetos haciendo uso de un haz de luz infrarroja. Se calcula el tiempo transcurrido entre la emisión del haz de luz, su reflejo en un objeto y su retorno al sensor; mientras más tiempo haya entre la emisión y la recepción, más lejos se encuentra el objeto. De esta forma se crea un arreglo de puntos medidos individualmente, que son luego reconstruidos en forma de una imagen bidimensional o representaciones tridimensionales básicas de la escena. En comparación con la proyección de luz estructurada, este método es más fácil de calibrar y tiene mayor velocidad de procesamiento, aunque la cámara suele tener menor resolución; por estas razones en los últimos años compañías como Apple y Kinect pasaron a utilizar medición por proyección de luz estructurada a tiempo de vuelo.

### 3.3.2. Proyección de Luz Estructurada

La detección a través de la proyección de luz estructurada funciona de forma similar a la cámara estereoscópica, solo que en lugar de dos cámaras, utiliza una cámara y un proyector láser. Funciona mediante un proyector infrarrojo que barre una línea de luz sobre la escena, aunque también puede proyectarse un patrón de puntos o líneas; la cámara

Figura 5

Esquema explicativo del funcionamiento del sistema de captura de ToF (Tiempo de Vuelo) utilizando una Microsoft Kinect 1.0



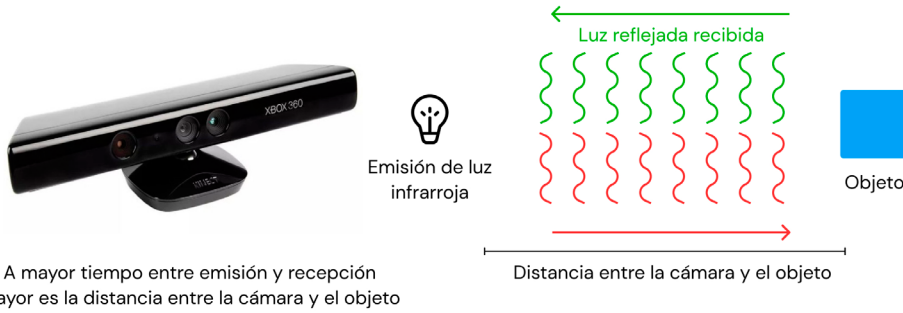


Figura 6

Esquema explicativo del funcionamiento del sistema de captura de Luz Estructurada

recibe la imagen con la luz proyectada y a través de las diferencias de esta imagen iluminada con el haz proyectado se reconstruye la superficie tridimensional. Este método tiene mejor definición a poca distancia, pero es especialmente sensible al exceso de luz ambiente.

### 3.4. Cuadro comparativo

	ZED	Kinect 1.0	Xtion Pro	Kinect 2.0	LeapMotion	Realsense	Azure
Tipo de dispositivo	Cámara estereoscópica	Cámara Infrarroja	Cámara Infrarroja	Cámara Infrarroja	Cámara Infrarroja	Cámara estereoscópica e infrarroja	Cámara Infrarroja
Modo de detección	Medición estereoscópica	Proyección de luz estructurada	Proyección de luz estructurada	Tiempo de Vuelo	Tiempo de Vuelo	Medición estereoscópica	Tiempo de Vuelo
Año	2014	2010	2011	2014	2013	2015	2020
Activo o pasivo	Pasivo	Activo	Activo	Activo	Activo	Activo	Activo
Información de color	Si	Si	Si	Si	No	Si	Si
FOV	90° x 60° x 100°	57° x 43°	58° x 45° x 70°	70° x 60°	180°	Sensores BN: 86° x 57° (±3°) Sensor RGB: 69.4° x 42.5° x 77° (± 3°)	90° x 74.3°
Rango mínimo	0.3 m	0.8 m	0.8 m	0.5 m	60 cm	0.4 m	0.5 m
Rango máximo	25 m	4 m	3.5 m	4.5 m	80 cm	10 m	5.46 m
Ambientes	Interior o Exterior	Interior	Interior	Interior	Interior o Exterior	Interior o Exterior	Interior
Conexión	USB 5V	USB 2.0	USB 2.0	USB 3.0	USB 2.0	USB-C* 3.1 Gen 1	USB 3.0

Figura 7

Cuadro comparativo entre diversos tipos de dispositivos ópticos utilizados para la detección de cuerpos y objetos en el espacio

## 4. Gestos

El segundo elemento a tener en cuenta es el gesto o acción de entrada que se requiere del usuario. Las cuestiones más importantes en la elección de gestos son: el espacio en el que va a realizarse, el tipo de público al que está orientada la interfaz y la cantidad de opciones diferentes de interacción que tendrá el usuario.

Estos gestos pueden ser complejos ya que culturalmente pueden tener connotaciones muy diferentes. Sin embargo, para facilitar su análisis, podemos clasificarlos en tres distinciones que también pueden utilizarse como categorías [4]:

- **Estático o dinámico:**
  - En función de sus características temporales, los gestos pueden

clasificarse como estáticos o dinámicos.

- Los gestos estáticos son aquellos en los que solo se observa la posición estática de una mano.
- Los gestos dinámicos son aquellos en los que una mano se mueve entre una serie de posiciones para formar un gesto completo.

- **Comunicativo o manipulativo:**

- En función de su uso y del contexto en el que se utilizan, los gestos también pueden clasificarse como comunicativos o manipulativos
- El primer grupo de gestos, los gestos comunicativos, son aquellos que, aunque siguen teniendo una finalidad comunicativa y se utilizan con mayor frecuencia junto con el habla, pueden ser independientes del habla y no la necesitan para transmitir un significado. Tienen una traducción directa en palabras y pueden reemplazarlas. Se utilizan deliberadamente para enviar un mensaje concreto y tienen un significado ampliamente aceptado, aunque pueda ser específico de un grupo, clase o cultura. Algunos ejemplos son “pulgares arriba” para indicar aprobación agitar la mano como saludo o “frotar el dedo índice y el pulgar para referirse al dinero” .
- Por otro lado, los gestos manipulativos se utilizan para comunicar la posición espacial de los objetos, o las formas en que se manipulan y tienen un fuerte vínculo con el habla. Tan estrecho es este vínculo que no funcionan como elementos comunicativos separados.

- **Predefinidos o de forma libre:**

- En función de los niveles de instrucción que se dan para guiar la ejecución de los gestos, éstos pueden clasificarse como gestos predefinidos o de forma libre.
- Los gestos prescritos son aquellos en los que se define un diccionario de gestos antes de ser utilizados. Los usuarios de una aplicación tienen que aprender estos gestos, y la realización de un gesto predefinido desencadena una acción predefinida. Los gestos prescritos pueden aumentar la carga cognitiva, sus tasas de aprendizaje dependen de las habilidades cognitivas de los usuarios, y su uso obliga a los usuarios a aprender y utilizar gestos que quizás no elegirían ellos mismos.
- Los gestos de forma libre no tienen restricciones y no suelen desencadenar acciones específicas y uniformes predefinidas. En el contexto de las interfaces interactivas, normalmente se copian en el sistema para el que se utilizan las interfaces, y suelen utilizarse para formar superficies, o para mover objetos en un espacio virtual. Esto significa que no comunican los significados simbólicos o metafóricos que pueden transmitir los gestos prescritos. Por lo tanto, los gestos de forma libre, en contra de la implicación de no ser restrictivos que su nombre infiere, tienen

una amplitud de aplicación limitada en su forma actual.

A diferencia de las interfaces táctiles, en la que la interacción es casi intuitiva debido a que los botones suelen utilizar iconografía conocida (la cruz para cancelar, por ejemplo) o son autoexplicativos (el botón para cancelar dice “Cancelar”), las interacciones naturales son mucho menos directas, necesitando que el usuario realice un trabajo de aprendizaje rápido para poder interactuar cómodamente, sin una carga cognitiva muy elevada. Por esta razón, generalmente este tipo de interfaces no pide a los usuarios que recuerden más de 3 o 4 entradas diferentes.

#### 4.1. Gestos faciales

Los humanos pueden realizar una infinidad de gestos con el rostro, proporcionando una amplia gama de entradas posibles, ya sea cerrar o abrir los ojos, sonreír, abrir la boca o alguna combinación más complicada. Sin embargo, estos gestos pueden ser muy complejos o sutiles para una detección confiable.

El uso más conocido de este tipo de entrada es la cámara que saca foto cuando una o más personas están sonriendo, pero no es ampliamente utilizada ya que necesita un dispositivo de entrada con buena calidad de imagen para asegurar la correcta detección de los gestos. Este tipo de entrada puede detectarse tanto con cámaras estereoscópicas como infrarrojas.

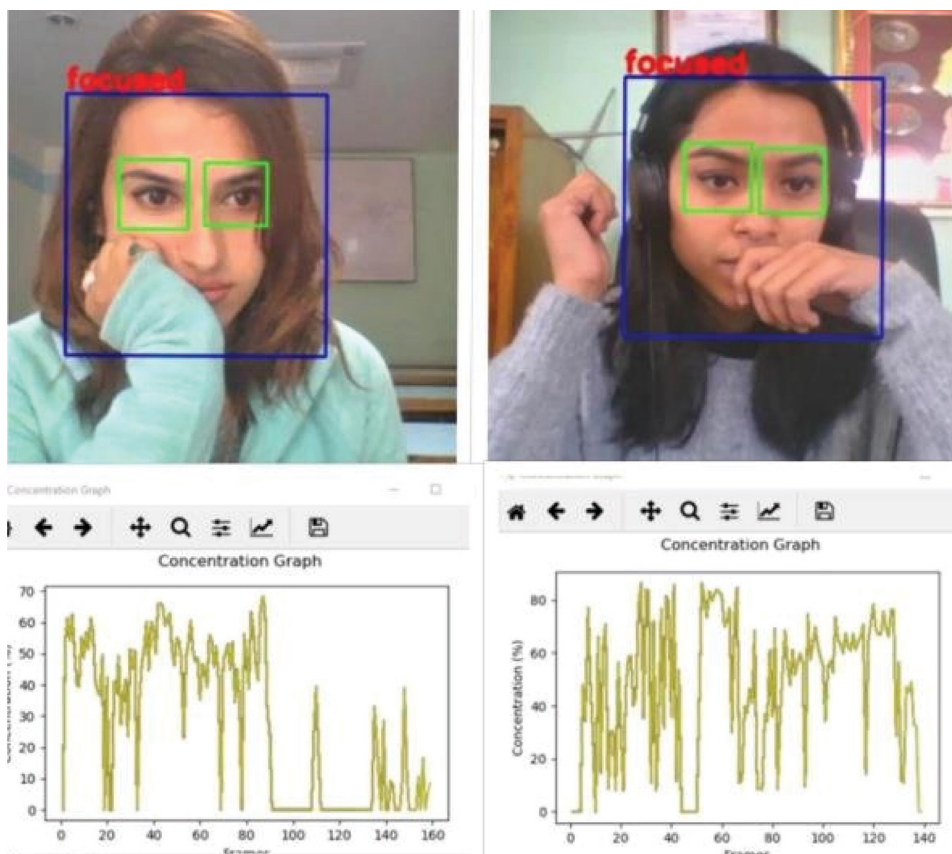


Figura 7

Reconocimiento de gestos faciales a través de Computer Vision

(Student Engagement Detection Using Emotion Analysis,

Eye Tracking and Head Movement with Machine Learning)



También, existen proyectos que utilizan la detección de estos gestos y el seguimiento del rostro para ofrecer mayor accesibilidad a personas con movilidad reducida. Por ejemplo, existe el caso de EVA Facial Mouse, una aplicación móvil que por medio del seguimiento del rostro del usuario captado a través de la cámara frontal de un celular permite controlar un puntero en pantalla (a modo de mouse) que permite el acceso a la mayor parte de elementos de la interfaz.

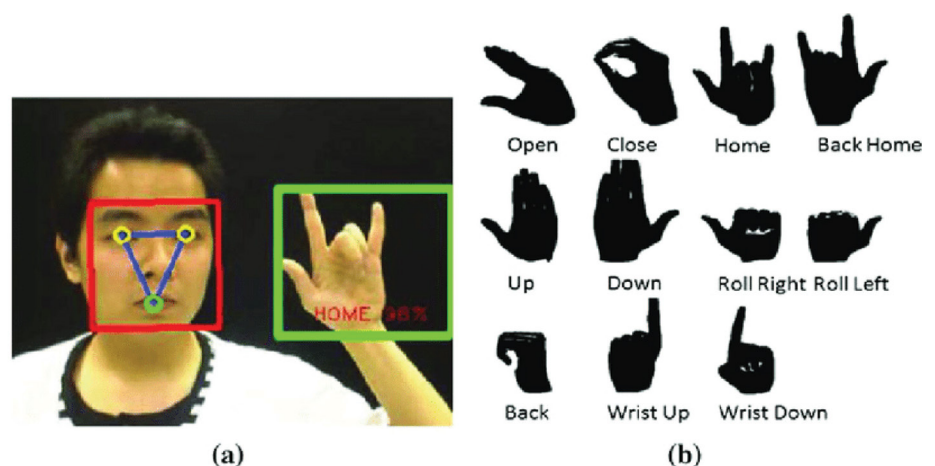
## 4.2. Gestos de mano

La mano es una de las partes del cuerpo que más se suele utilizar como método de entrada [4], siendo estas las partes del cuerpo con las que interactuamos normalmente. También tienen una gran variabilidad en cuanto a posiciones: palma abierta, puño cerrado, pulgar hacia arriba o hacia abajo, señalar, etc; lo cual permite poder utilizar en una interfaz una amplia variedad de entradas realizadas con la misma extremidad.

Para la detección de este tipo de gesto no es necesaria una cámara con demasiada calidad de imagen, ya que la mayoría de los programas requieren solo la forma general de la mano para detectar qué gesto se está realizando.

Sin embargo, es necesario que si se están utilizando múltiples gestos, la confianza del programa en la detección sea alta, ya que confundir un gesto con otro significaría una interacción errónea, y también es necesario que el usuario separe la mano del cuerpo al momento de realizar el gesto, de forma que no confunda la mano con el resto del cuerpo.

## 4.3. Seguimiento de mano



La otra forma de utilizar la mano como entrada es utilizarla como una especie de puntero, es decir, hacer un seguimiento de la posición en la



Figura 10

*"Melodía Escondida" de Estudio Biopus*

que se encuentra la mano en la escena, sin importar la forma que esta tenga, para corresponder esa posición con una ubicación en la pantalla. Este tipo de interacción es más intuitiva, ya que funciona de forma similar a un mouse; no requiere de la detección de un gesto específico, por lo que el programa puede permitirse una confianza un poco menor en la detección; y es también más fácil de aprender para el usuario, ya que solo requiere movimiento. La forma de selección de este gesto no será entonces mediante un gesto específico, sino por el mantenimiento de la mano en un mismo lugar por un espacio determinado de tiempo. Cualquier dispositivo es apto para detectar este tipo de gesto.

Es importante cuando se usa este tipo de interacción que el usuario tenga un feedback constante de la ubicación de la mano en relación a la pantalla y de cuándo la interfaz está tomando su falta de movimiento como confirmación de una acción.

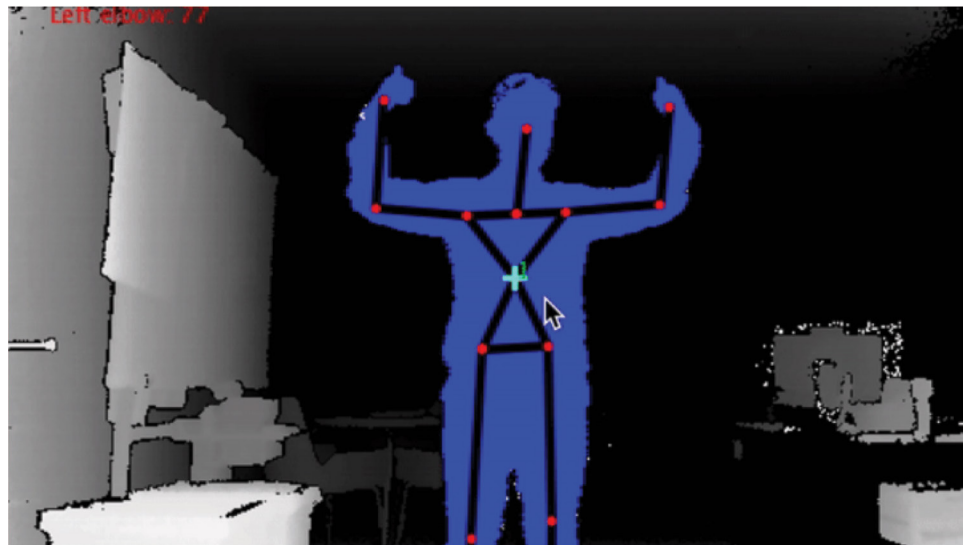
#### 4.4. Cuerpo entero

También es posible utilizar al cuerpo entero como método de interacción con las interfaces. Esto nos permite aprovechar diversos parámetros que no aparecen en los demás gestos, como pueden ser la distancia del cuerpo al sensor, la altura (midiendo si el usuario está en una posición agachada o parada), la distancia entre extremidades, etc. Su principal desventaja se presenta en la distancia que debe haber entre el usuario y sensor para captar el cuerpo entero, lo cual obliga a un campo de visión muy amplio y a un espacio grande para situar a la interfaz.

Hay dispositivos como Kinect, que tienen funcionalidades específicas para la detección de esqueletos, pero también esto puede hacerse mediante programas específicos. De lo contrario, también podría usarse una simple detección de cuerpo, sin esqueleto, lo cual permitiría solamente detectar la posición y la distancia del usuario.

Figura 11

Detección de cuerpo entero a través de SimpleOpenNI



## 5. Software

El software es la herramienta que analiza la información que entra a través del dispositivo de detección, reconoce en ella los gestos definidos y ejecuta las respuestas de la interfaz correspondientes. Al igual que los dispositivos de captura, cada herramienta tiene situaciones en las cuales se desenvuelve mejor y peor. La elección no dependerá solo de esto, sino también del tipo de sistema operativo en el que se vaya a ejecutar la interfaz, el programa o programas con los que vaya a conectarse y, como mencionamos anteriormente, del dispositivo de detección y el gesto a detectar.

A grandes rasgos, el funcionamiento de cada programa o software es similar. Explicado de forma sencilla, existen dos eventos que suceden de forma simultánea: primero, el software detecta la parte del cuerpo que ejecuta el gesto. La manera para llevar a cabo la detección puede variar de programa a programa. Seguidamente, una vez identificada la parte del cuerpo que ejecuta el gesto, se realiza un seguimiento de la misma para entender los cambios que sufre en el tiempo.

Durante los siguientes párrafos exploraremos diversos softwares, un poco de su historia y diversos casos de aplicación en los cuales pueden ser más o menos útiles.

### 5.1. OpenCV

OpenCV (Open Source Computer Vision Library) [5] es una librería de visión computacional<sup>4</sup> y machine learning<sup>5</sup> orientada especialmente a aplicaciones de visión en tiempo real. Cuenta con más de 2500 algoritmos optimizados que pueden utilizarse para la detección de caras, reconocimiento de gestos, acciones o movimientos, extracción de modelos 3D a partir de imágenes, entre otras cosas y es una de las librerías más amplias actualmente. Está escrita nativamente en C++ pero tiene contenedores para Python, Java, MatLab, Octave y Javascript. Las principales ventajas de esta librería son que tiene soporte para Android, Linux, MacOS y Windows; y el tener una documentación extensa y

organizada.

### 5.1.1. OpenCV for Processing

OpenCV for Processing [6] es la librería de OpenCV desarrollada específicamente para ser utilizada con el entorno de programación Processing. Está basada en la versión de OpenCV para Java y tiene soporte para Linux, MacOS y Windows, pero no Android. Las funcionalidades de esta librería son mucho más reducidas que la versión original en C++: puede reconocer diferencias entre dos imágenes para eliminar fondos o detectar nuevos objetos, encontrar líneas, contornos o bordes de una imagen, trabajar con los canales de color de una imagen o detectar algún objeto o parte del cuerpo específica mediante las cascadas de Haar<sup>6</sup> que vienen con la librería o cascadas importadas.

Puede utilizarse tanto con cámaras RGB, como estereoscópicas e infrarrojas.

## 5.2. OpenNI

OpenNI (Open Natural Interaction) [7] es un software desarrollado por una organización del mismo nombre que consiste en detección de movimiento, principalmente detección de profundidad y esqueleto del cuerpo humano. A partir de la detección del esqueleto se puede obtener la posición de una parte del cuerpo específico, como de las manos, la cabeza, etc. Actualmente el software está siendo desarrollado en una variedad de proyectos de código abierto dentro del mundo académico y la comunidad de aficionados. Los sensores de movimiento compatibles con este software son: Microsoft Kinect v1 (XBOX 360), Microsoft Kinect v2 (XBOX ONE) y Asus Wavi Xtion (PC).

### 5.2.1. SimpleOpenNI

SimpleOpenNI [8] es la librería de OpenNI para ser utilizada con el entorno de programación Processing. A diferencia de OpenNI, esta librería funciona únicamente con dispositivos de captura de movimiento Microsoft Kinect, centrándose en detección de esqueleto, lo cual lo hace óptimo para detección de cuerpos o seguimiento de mano. Aunque tiene documentación disponible, este programa ya no está siendo actualizado.

### 5.2.2. FingerTracker

Dos años después del lanzamiento de OpenNI, Greg Borenstein desarrolló un software llamado FingerTracker [9] que consiste en tomar las propiedades de OpenNI y agregar el reconocimiento de dedos de las manos, cosa que OpenNI no es capaz de detectar.

## 5.3. Tensor Flow

TensorFlow [10] es una plataforma creada por Google para el desarrollo de proyectos con machine learning. Tiene un ecosistema completo y

flexible de herramientas, librerías y recursos de la comunidad que permite a los desarrolladores construir y desplegar fácilmente aplicaciones potenciadas por esta tecnología.

### 5.3.1. PoseNet

PoseNet [11] es un modelo de visión computacional que usa una red neuronal convolucional para determinar la pose de una persona en una imagen o video, estimando dónde están las articulaciones o puntos claves del cuerpo. A diferencia de otros sistemas de detección, que requieren hardware y/o cámaras especializadas, PoseNet, ejecutándose a través de TensorFlow.js o Runway, permite conectar cualquier tipo de cámara con el modelo.

Puede utilizarse para estimar una sola pose o múltiples poses, es decir, hay una versión del algoritmo que puede detectar sólo una persona en una imagen/vídeo y otra que puede detectar múltiples personas. Las articulaciones clave que detecta son: hombro, codo, muñeca, cadera, rodilla y tobillo, además de nariz, ojo y oreja. Para cada articulación u característica guarda la posición derecha e izquierda como dos objetos distintos (a excepción de la nariz). La forma en la que funciona este modelo es primero reconociendo un sector de la imagen en el que crea que hay una persona y luego intentar definir donde están cada uno de los puntos mencionados anteriormente, guardando un número entre 0 y 1 relativo a la confianza que tiene en cada detección, siendo 1 el más alto. Al siempre intentar definir todas las articulaciones, funciona mejor cuando la cámara está ubicada a suficiente distancia del usuario para tener en el campo de visión el cuerpo entero.

Puede identificar características de la cara, pero no gestos particulares y en lugar de detectar la posición de la mano puede detectar la de la muñeca, así que no es posible utilizarlo para reconocimiento de gestos o seguimiento.

Otra de las particularidades de esta herramienta es que para ser conectada con Processing se necesita una conexión a Internet y obligatoriamente deben comunicarse los programas mediante algún protocolo de comunicación, como OSC o WebSockets.

### 5.3.2 PoseOSC

Una forma de utilizar PoseNet sin necesidad de una conexión a Internet es mediante la aplicación PoseOSC [12]. Esta cuenta del modelo y permite desde una interfaz gráfica controlar algunos de los parámetros del mismo, tanto como el formato y el puerto al que se quiere enviar la data de captura por OSC. Para modificar más detalladamente los parámetros, también se puede modificar el archivo json de configuración [13].

## 5.4. TSPS

TSPS [14] (Toolkit for Sensing People in Spaces) es un software desarrollado en OpenFrameworks para crear aplicaciones interactivas basadas en la interacción natural del usuario; envuelve los algoritmos de

visión por computadora en una interfaz simple y se enfoca en la creación rápida de prototipos y talleres educativos.

El método de captura funciona mediante reconocimientos de contornos y reconocimiento facial, proporcionando también configuraciones para calibrar la cámara y hacer más precisa la captura. Para vincularse con otros lenguajes de programación o softwares, se necesita usar algún sistema como OSC, TUIO, Web Sockets, Spacebrew o TCP. Es compatible con cualquier tipo de cámara.

#### 5.4.1. TSPS para Processing

TSPS cuenta con su propia librería para el entorno de programación Processing, pero para poder realizar tracking se requiere tener abierta la interfaz y tener importada alguna de las librerías de comunicación mencionadas anteriormente. La ventaja que tiene esta librería es que puede obtener datos específicos de la interfaz, como el tiempo que la persona está siendo capturada por el sistema, las posiciones del rostro, o la posición del centro del contorno de la persona detectada.

## 6. Conclusión

A lo largo de este trabajo desarrollamos tres diferentes elementos a tener en cuenta al momento de crear una interfaz natural gestual: dispositivos de captura, gestos de entrada y programas de detección, mostrando como distintas iteraciones de estos elementos presentan diferentes características, ventajas y desventajas. A través de este desarrollo buscamos no solo que el lector pueda conocer y comprender las diferentes opciones disponibles a la hora de crear su propia interfaz, sino que pueda hacerlo teniendo en cuenta las especificidades propias a su proyecto como son el tamaño y luz en el espacio de desarrollo, los destinatarios, la complejidad de la interfaz, la cantidad de acciones o entradas necesarias, entre otras cosas; y que pueda a partir de estas consideraciones tomar una decisión educada con respecto a la combinación de elementos que más se adecua a su proyecto, a sus necesidades y objetivos específicos.

## 7. Referencias

1. Echeverri, O. J. G. (2014). *Consideraciones en el desarrollo de in-*



*terfaces naturales gestuales*. Revista CINTEX (Vol. 19, pp. 183-193).  
<https://revistas.pascualbravo.edu.co/index.php/cintex/article/view/46/48>

2. Suarez, J., & Murphy, R. R. (2012). *Hand gesture recognition with depth images: A review*. In 2012 IEEE RO-MAN: the 21st IEEE international symposium on robot and human interactive communication (pp. 411-417). <https://ieeexplore.ieee.org/abstract/document/6343787>
3. Kinect: desarrollo de aplicaciones de Windows. (s. f.). Microsoft. Com.  
<https://developer.microsoft.com/es-es/windows/kinect/>
4. Vuletic, T. (2019). *Systematic literature review of hand gestures used in human computer interaction interfaces*. International Journal of Human-Computer Studies. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2019.03.011>
5. OpenCV. (2021) (Versión 2.4.2) [Librería] <https://opencv.org/>
6. atduskgreg. (2017). OpenCV for Processing (Versión 0.5.4) [Librería de Processing]. Descargado de: <https://github.com/atduskgreg/opencv-processing/releases>
7. OpenNI (2013) (Version 1.5.4.0) [Librería]  
Descargado de: <https://github.com/OpenNI/OpenNI>
8. Totovr.(2019)SimpleOpenNI [Librería de Processing]. (Versión 3.5.3)
9. Descargado de: [https://github.com/totovr/SimpleOpenni/tree/Processing\\_3.5.3](https://github.com/totovr/SimpleOpenni/tree/Processing_3.5.3)
10. Borenstein,G.(2012).FingerTracker. GitHub. [Librería de Processing]. (Versión 3.5.2)  
Descargado de: <https://github.com/atduskgreg/FingerTracker>
11. Google. (2015). *Tensor Flow*. Disponible en: <https://www.tensorflow.org/?hl=es-419>
12. Oved, D. (2018) *Real-time human pose estimation in the browser with tensorflow.js*. TensorFlow Medium. Disponible en: <https://medium.com/tensorflow/real-time-human-pose-estimation-in-the-browser-with-tensorflow-js-7dd0bc881cd5>
13. LingDong. (2020). PoseOSC (Versión 0.0.3) [Aplicación]. Descargado de: <https://github.com/LingDong-/PoseOSC/releases/tag/0.0.3>
14. Saenz, J. Schön A. , Espinosa L. N. (2021) *Desarrollo de interfaces naturales gestuales con Kinect*. Invasión Generativa IV
15. LAB at Rockwell, IDEO Labs. (2017). TSPS (Versión 1.3.6) [Aplicación].  
Descargado de: <https://www.tsps.cc/>

## Notas

1. Campo de visión (FOV): El campo de visión, más comúnmente llamado por sus siglas en inglés, el FOV (Field of View) se refiere al área total que puede detectar el sensor. Depende del tamaño del sensor, la distancia focal y la distancia a la que se esté enfocando. Puede medirse el FOV horizontal, vertical y diagonal calculando la longitud de la imagen a una distancia dada del lente.
2. Cámaras de profundidad: Una cámara de profundidad (o depth camera) se refiere a cualquier cámara que pueda obtener información sobre la distancia de los objetos presentes en la escena que esté viendo.
3. RGB-D: Una cámara que además de detectar profundidad puede detectar información de color.
4. Visión Computacional: Área de la ciencia que busca desarrollar técnicas y algoritmos para el análisis y la interpretación de imágenes por computadora.
5. Machine Learning: Un subcampo de las ciencias de la computación y una rama de la inteligencia artificial, cuyo objetivo es desarrollar técnicas que permitan que las computadoras aprendan con la experiencia.
6. Cascadas de Haar: Método de detección de objetos basado en imágenes. Recibe imágenes que tienen aquello que se quiere detectar (imágenes positivas) e imágenes que no lo tengan (imágenes negativas) y a partir ellas se extraen y agrupan las características que hacen al objeto que se quiere reconocer. Para realizar la detección el algoritmo recorre la imagen y evalúa si cumple con todas las características encontradas, yendo de la más general a la más particular.



# TECNOLOGÍAS FACIALES EN LA CONTEMPORANEIDAD

**Ana Longobucco**

[annaflongobucco@gmail.com](mailto:annaflongobucco@gmail.com)

Laboratorio emmeLab  
Facultad de Artes  
Universidad Nacional de La Plata  
Argentina

## A modo de introducción

El propósito de esta investigación se centra en comprender a través del análisis de casos de diferentes dispositivos faciales en auge, el impacto corporal y comunicacional que produjo la reinserción del barbijo en nuestra cultura contemporánea producto de la pandemia del COVID-19; y cómo se han diseñado interfaces faciales adaptables a las necesidades de nuestros tiempos logrando trascender la barrera de la prevención.

*cuerpo*

*comunicación*

*estética*

*interfaces faciales*

## Tecnologías faciales en la contemporaneidad

Las enfermedades y pandemias se han desarrollado en el planeta durante siglos. Desde que el ser humano comenzó a comunicarse, trasladarse y relacionarse entre pares, los virus y bacterias fueron tomando protagonismo, logrando expandirse y causando transformaciones en las sociedades históricamente.

En consecuencia, el avance en tecnología e investigación para comprender y resolver esta problemática fue desarrollando métodos, prácticas y dispositivos de prevención, aptos para mejorar la calidad de vida humana. Es así como surgió lo que hoy conocemos como barbijo.

Según la BBC, las máscaras protectoras ya existían en el siglo VI a.C. Gracias a ciertos hallazgos científicos, se pudo establecer que la sociedad persa utilizaba telas sobre la boca en espacios fúnebres. El advenimiento de la máscara como uso médico apareció al llegar la Edad Media. La peste bubónica o Peste Negra azotó a la gran mayoría de la población de Europa debido a su fuerte nivel de contagio y las malas condiciones sanitarias del momento. Se decía que la plaga se hallaba en el aire, por lo que los médicos tuvieron que realizarse sofisticados trajes con mascarillas protectoras en forma de pico de pájaro para poder atender a los enfermos. En efecto, se diseñó un dispositivo personalizado, complejo y a demanda de las necesidades del momento. Los materiales eran de cuero y vidrio para proteger el cuerpo, la cabeza y los ojos. El médico se cubría con un sombrero, una túnica larga, guantes, botas y un pico ex-

Figura 1

Máscaras faciales a lo largo de la historia.

Fuente: Google Image.



tenso con hierbas aromáticas dentro que cumplía dos funciones; por un evitar el contacto con la persona infectada y por el otro poder evadir el “miasma”<sup>1</sup>. En este sentido si realizamos una analogía con la actualidad, podríamos pensar que este dispositivo fue el primer acercamiento en avance tecnológico a lo que hoy podríamos llamar un producto facial.

Retomando la historia, desde la Revolución Industrial, la aparición del *esmog*<sup>2</sup> generó nuevas enfermedades y fallecimientos, en especial por asfixia, lo que llevó nuevamente al uso de telas y máscaras faciales para poder cubrirse la nariz y la boca. Otro dispositivo de uso protector apareció previo a la Segunda Guerra Mundial. Las famosas máscaras de gas fueron utilizadas no solamente por militares sino también por toda la población europea. Su uso se ideó para que las personas pudieran protegerse de los gases venenosos. Más adelante, la Gripe Española produjo el reingreso del tapaboca como medio de uso para reducir los contagios. Pero no fue hasta nuestros tiempos, el siglo XXI, que las máscaras faciales tomaron otro rumbo con el fin de extender las posibilidades de uso.

De acuerdo con la definición de la Real Academia Española, se denomina barbijo a una máscara que cubre la boca y la nariz para proteger de patógenos. En base a este significado podemos pensar este dispositivo como un objeto físico realizado con determinados materiales tangibles como telas, plásticos, e intangibles como las nanopartículas<sup>3</sup>; que funcionan a modo de protección y sostén, y que permiten realizar determinadas acciones corporales, como por ejemplo taparse permanentemente la boca y nariz para no contagiarse o ser contagiado, y obstruir otras, como por ejemplo respirar bien y hablar fluido, para que las personas puedan cuidarse.

Sin embargo, actualmente, el diseño de las interfaces vestibles o Wearables<sup>4</sup>; es decir; interfaces aplicadas al cuerpo o que implican alguna relación con él para su funcionamiento, intentan ir un poco más allá de la tecnología biotextil<sup>5</sup> trabajando en formas de mejorar la comunicación verbal y no verbal, la proxémica<sup>6</sup> y la apariencia incorporando recursos tecnológicos capaces de potenciar los mensajes interpersonales y la estética.

Según Lev Manovich (2020), la sociedad contemporánea es una “sociedad estética”, es decir; una sociedad de bienes y servicios estéticamente sofisticada, donde la producción de interfaces, experiencias, objetos e imágenes son centrales para el funcionamiento económico y social. A su vez, la idea de “uso” se combina con la producción, promoción y comunicación del contenido para lograr un objetivo deseado.

Es así como estas máscaras faciales brindan experiencias únicas pensadas para esta “sociedad estética” dedicada a la transformación del cuerpo, la comunicación multisensorial, la *customización*<sup>7</sup> de la realidad y la circulación inmediata “online” de estas prácticas.

En consecuencia, este análisis se centrará en tres casos particulares que nos ayudarán a comprender mejor los nuevos usos de las máscaras faciales y el impacto en el cuerpo y la comunicación: “Proyecto Hazel” de la empresa Razer, la máscara facial que utilizó Lady Gaga para los VMAs diseñada por Smooth Technology y el proyecto “C Face Smart Mask” de la compañía Donut Robotics.



Figura 2

Proyecto Hazel. Razer.



### Del videojuego al *LifeStyle*: “Proyecto Hazel” Razer

Inmerso en el contexto de la pandemia del Covid 19, la empresa Razer, dedicada al software y hardware para videojuegos, apuntó a pensar dispositivos de uso para la “nueva normalidad”. Es así cómo se creó un proyecto denominado “Proyecto Hazel”, un prototipo de máscara inteligente pensado para la interacción social comunicacional.

Este dispositivo de carácter comercial, lanzado actualmente en formato Beta para ser testeado con usuarios<sup>8</sup>, presenta un diseño de interfaz que mejora la comprensión del habla y de los gestos faciales. La máscara intensifica la comprensión de la lectura de los labios y los gestos mientras una persona habla, y también mejora la proyección de la voz en su emisión. Para alcanzar este propósito, el equipo de diseño y desarrollo de Razer trabajó con distintos procedimientos y tecnologías de aplicación. Por un lado se encuentra el modo de poca luz, que se halla en el interior

Figura 3

Máscara facial. Proyecto Hazel. Razer.





Figura 4

*Máscara facial, modo poca luz. Proyecto Hazel. Razer.*

de la máscara. Es una forma automática de cambio lumínico que logra mejorar la visibilidad del habla sin la necesidad de una conexión externa. Este cambio de luminosidad se efectúa cuando hay más oscuridad en un espacio logrando concentrar la luz en la zona central de la máscara; es decir, donde se encuentran los labios. En cuanto a la voz, la compañía utilizó la tecnología VoiceAmp, la cual es una combinación de micrófono y amplificador incorporados en los filtros de la máscara. La utilización de dicha tecnología mejora notablemente la pronunciación, entonación y proyección de la voz.

El diseño de este proyecto presenta un desafío en el desarrollo de los vínculos comunicacionales y el cuerpo. Esa conexión requiere de un trabajo que involucra aspectos verbales como no verbales que expresen, perciban e identifiquen un mensaje, una emoción. En este sentido, John Fiske (1982) presenta los “códigos de significación”, un sistema de significaciones, donde todos los códigos (sistemas organizados de signos gobernados por reglas que son aceptadas y utilizadas por los miembros de una sociedad dando mayor énfasis a la dimensión social de la comunicación) cumplen con una función social comunicativa identificable, una interrelación cultural, y una transmisión de los mismos a través de medios y/o canales específicos.

Los códigos involucran lo que él denomina “códigos presenciales” una manera de llevar adelante estas funciones comunicativas y sociales a través de la interacción entre personas de forma presencial: “El cuerpo humano es el principal transmisor de códigos presenciales”. Fiske (1982). Es así como a través de estos códigos podemos captar la información, responder a ella y administrar nuestras interacciones. Ahora bien, en las circunstancias presentes, estos canales comunicacionales desarrollados por las interfaces faciales vienen a suplir las dificultades que presenta el cuerpo al momento de comunicarse, sea tanto por el distanciamiento social como por el uso de tapabocas convencionales.

En el caso de Proyecto Hazel podemos ver cómo la importancia de las relaciones comunicacionales es un factor importante para el diseño de la máscara facial, gracias a que es el medio necesario para poder mejorarla. Es por ello que tanto en el proceso investigativo como creativo se han tenido presente no solo los materiales de construcción sino también aspectos como la comodidad, la automatización y la *customización*, recursos esenciales que buscan los usuarios hoy en día en un gran conjunto de productos y servicios.

Además, para lograr intensificar la transmisión de dichos códigos, en especial dentro del radio de *fandoms*<sup>9</sup>, la empresa incursionó en la inclusión de funciones “extras” que buscan generar experiencias personales y colectivas como también vínculos emocionales entre las personas y con el dispositivo. Es por ello que se anexó el uso de Razer Chroma RGB, utilizado ya en otros productos de la empresa, para mejorar la experiencia inmersiva del juego en red.

Retomando la cita de Lev Manovich sobre la idea de “sociedad estética”, en este caso podemos observar como juega ese rol este concepto. En una sociedad de producción donde la idea de pertenencia y las identidades se transportan al campo estético, el cuerpo no deja de ser parte de esa representatividad. Es así como las interfaces de los productos y servicios se diseñan pensando en funcionalidades que demandan las personas (usuarios) para mejorar su calidad de vida, satisfacer sus necesidades y compartir momentos que reflejen autenticidad, unidad y que produzcan lazos. De esta manera, “lo que unx lleve puesto”, debe necesitar potenciar códigos de pertenencia y a la vez brindar sensaciones satisfactorias que logren ser transferidas pero que también puedan ser autopercibidas.

En este sentido, una de las particularidades más interesantes del “Proyecto Hazel” radica, como se mencionó previamente, en la inclusión de una funcionalidad extra: Razer Chroma RGB, un sistema RGB personalizado que emite 16,8 millones de colores y presenta un compendio de efectos lumínicos tales como el modo reactivo que permanece encendido en diferentes

Figura 5

Sistema de Chroma RGB.  
Máscara facial. Proyecto  
Hazel. Razer.





Figura 6

*Sistema Chroma RGB utilizado en otros productos de la empresa Razer*

periodos de tiempo hasta que los colores se desvanecen. También Razer buscó ampliar el campo interactivo y mediático incluyendo otra forma más de *customización*. A través del uso de los filtros en Realidad Aumentada para Instagram las personas pueden probarse los diferentes modelos y ver reflejados en sus rostros las opciones disponibles a su elección.



Figura 7

*Filtro de Realidad Aumentada para Instagram. Razer.*

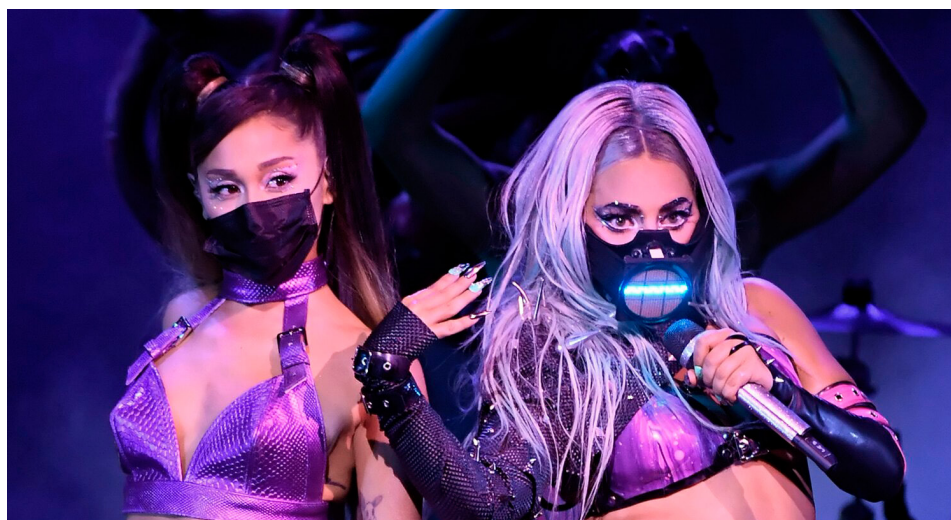
## “Lady Gaga VMAs” por Smooth Technology

En este caso podemos observar como la máscara funciona como un recurso que integra la producción de la puesta en escena. El diseño de interfaz cumple con funcionalidades específicas que permiten acoplar los movimientos corporales con las intervenciones visuales y escenográficas de la puesta, desarrollando en su conjunto una totalidad. En este sentido el cuerpo, al igual que las formas comunicativas; sean estas expresiones, fonética, tono, etc., se convierten en parte de un lenguaje integrado, interactivo y sensorial. De esta manera, la articulación entre la interfaz y el



Figura 8

*Lady Gaga utilizando la máscara facial de Smooth Technology en los VMA 2020.*



cuerpo producen un sistema complejo ejecutado al servicio de la producción artística mediática.

Esta máscara facial fue creada por la empresa tecnológica Smooth Technology en conjunto con el diseñador textil Diego Montoya especialmente para el recital de Lady Gaga en los premios VMAs 2020. Es un tipo de dispositivo tecnológico que protege su rostro pero además, logra mantener la emisión de la voz sin perder calidad y a la vez crea una buena recepción sonora para el público. Esta máscara presenta un diseño reactivo e interactivo. La reacción sonora es emitida por un micrófono que se encuentra dentro del barbijo el cual percibe los niveles de intensidad y de altura de la voz controlados por la cantante; así como los proyecta gráficamente a través de animaciones producidas con luces led. Al mismo tiempo, los colores de las luces son manipulados por el diseñador de iluminación mediante un control inalámbrico que permite modificarlos dependiendo de las necesidades escénicas del momento y de los cambios de vestuario.

En relación con este análisis, Alejandra Ceriani (2017) expone en su tesis doctoral dos tipos de dimensiones corporales: cuerpo presencial y cuerpo modelizado. El primero atiende a un cuerpo disciplinar que interactúa en su globalidad o particulariza en gestos o micromovimientos ante el sistema informático: hardware y dispositivos de captación o interfaces periféricas. El segundo, es un cuerpo capturado, modelizado y proyectado en la imagen o en el sonido que intercambia información codificada con la lógica de la programación del software. De esta manera el uso de la máscara inteligente en el show, enseña una propuesta diferente, donde la interfaz logra solucionar una problemática concreta, la emisión de la voz, pero al mismo tiempo desarrolla un espectro más amplio de las posibilidades que un dispositivo de esta características puede generar. En este sentido, el cuerpo y la comunicación se involucran naturalmente a merced de los nuevos dispositivos con el objetivo de presentar experiencias estético-semánticas y de uso diferentes, de carácter trascendental, emotivas y también críticas.

Hasta el momento se presentaron máscaras faciales que no necesitaban el uso de otros dispositivos para poder funcionar. El caso siguiente propone



Figura 9

*Reproducción visual y animada de la voz cantada*

otra forma de comunicación verbal y corporal, como también otra manera de uso de la máscara facial incorporando las tecnologías de la información y comunicación (TIC)<sup>10</sup> y los sistemas mixtos<sup>11</sup> como medio de uso.

## “C-Face Smart Mask” Donut Robotics

**longobucco\_fig\_011.jpg**

Figura 11: Presentación del dispositivo C-Face Smart Mask



Figura 10

C-Face Mask.



Figura 11

C-Face Mask.



Con el objetivo de facilitar la comunicación y contribuir al distanciamiento social, la empresa Donut Robotics diseñó una máscara inteligente que se conecta con los Smartphones vía bluetooth a través del uso de una aplicación móvil. Esta primera versión fue realizada para los consultorios médicos para que el personal pudiera comunicarse de una manera más sencilla y entendible manteniendo la distancia en el trabajo.

La necesidad principal que resuelve el dispositivo es la clara emisión de la voz y la transmisión del habla. Para lograrlo la máscara contiene dentro un reproductor interno que al prenderlo emite la voz; por otro lado el teléfono detecta las palabras que dice la persona y las escribe en la pantalla. Otras de las funcionalidades que éste presenta es el envío de mensajes de textos dictados por voz, la traducción de las frases que dice el usuario en ocho idiomas (japonés al chino, coreano, vietnamita, indonesio, inglés, español y francés.), niveles sonoros de la voz y la realización de llamadas. Otra característica es la posibilidad de que las personas puedan comunicarse manteniendo la distancia social en un rango de 10 metros en línea recta.



Figura 12

La app puede traducir el habla en 8 idiomas diferentes

A pesar de encontrarse en un estado de prototipo, se pretende anexar a la máscara sistemas de realidad aumentada y realidad virtual para incorporar a los sonidos representaciones gráficas, con el objetivo de potenciar las funcionalidades del producto enmarcado en un desarrollo tecnológico que busca empatizar con la cultura digital y las “nuevas normalidades”.

Natalia Matewecki (2019) habla de varios aspectos para definir las realidades mixtas. En principio expresa la trascendencia de la tecnología hacia la hibridación, convergencia, mezcla o simultaneidad, haciendo que estos parámetros transformen la producción cultural de nuestro tiempo. En ese entramado se encuentran hoy los dispositivos tecnológicos y los medios de comunicación.

El caso de la máscara inteligente es un ejemplo más de este pensamiento que se materializa cada vez más, siendo parte de nuestro contexto y también de nuestro cuerpo.

Como dice Rosi Braidotti la conexión entre los sujetos humanos y los artefactos tecnológicos se encuentra en el centro de los cambios que promueve el posthumanismo, pues los cuerpos y las máquinas se están conectando de un modo más íntimo a través de aplicaciones y de entornos virtuales que generan modificaciones recíprocas (Braidotti, 2015).

En consecuencia el diseño se enfoca en crear dispositivos que interpeleen a los usuarios en su vida diaria de diferentes maneras, sean estas, ayudando, generando emociones de satisfacción, logrando charlar con un otro u simplemente proponiendo formas de verse mejor y distintos a quienes son en la realidad. De algún modo buscan entregar valor.

En conclusión las nuevas necesidades, los avances tecnológicos, las formas de comunicarnos en la actualidad y las transformaciones sociales ocasionadas por la pandemia del COVID-19 en el año 2020, produjeron un avance en el funcionamiento y uso de las máscaras faciales permitiendo no solo servir como elementos de carácter sanitario, sino que también lograron trascender y reinventarse para cumplir con diferentes requisitos basados en objetivos particulares.

## Referencias bibliográficas

- Ceriani, Alejandra (2017). *Génesis y actualidad de la escena tecnológica de Buenos Aires (1996-2016) Estudio de lo analógico a lo digital en la Danza Performance*. La Plata: Facultad de Artes, Universidad Nacional de la Plata. Disponible en: <https://www.alejandraceriani.com.ar/>
- Fiske John (1982). *Introducción al estudio de la comunicación*. Asociación Latinoamericana de Investigadores de la Comunicación, ALAIC. Disponible en [http://fba.unlp.edu.ar/lenguajemm/?wpfb\\_s=john+fiske&page\\_id=65](http://fba.unlp.edu.ar/lenguajemm/?wpfb_s=john+fiske&page_id=65)
- Smooth Technology (2020). “Lady Gaga VMAs 2020 Mask”. Brooklyn, New York. United States. Disponible en <https://smooth.technology/lady-gaga-vm-as-2020>
- Razer (2020-2021). “Project Hazel”. United States. Disponible en <https://www.razer.com/concepts/razer-project-hazel>
- Donut Robotis (2020) “C-Face Smart mask”. Japón. Disponible en <https://www.donutrobotics.com/c-mask>
- Bell, Bethan. BBC Mundo (2021) “Mascarillas: desde la peste negra hasta la pandemia, su evolución en 500 años de historia”. Disponible en <https://www.bbc.com/mundo/noticias-56501626>
- Manovich, Lev (2020). “The Aesthetic Society”. Disponible en <http://manovich.net/>
- Matewecki, Natalia (2019). “Realidades Mixtas: paradigma de nuestro tiempo”. Invasión Generativa III. Editorial Invasores de la Generatividad. La Plata.
- Braidotti, Rosi (2015). *Lo Posthumano*. Barcelona: Gedisa.

## Notas

1. Efluvio dañino que desprenden cuerpos enfermos, materias en descomposición o aguas estancadas.
2. Adaptación de la palabra *smog*, concepto acuñado a la mezcla de niebla y partículas en suspensión.
3. Partícula que es más pequeña que 100 nanómetros (milmillonésima parte de un metro). En el campo de la medicina, se pueden usar nanopartículas para transportar anticuerpos, medicamentos. [www.cancer.gov](http://www.cancer.gov)
4. Dispositivos tecnológicos con microprocesadores que, por su tamaño y diseño, se pueden llevar puestos.
5. Cultivo de organismos vivos para fabricar telas.
6. Parte de la semiótica que estudia la organización espacial en la co-

municación lingüística.

7. Adaptación del concepto “customize” que refiere al hecho de modificar algo de forma personal.
8. Las pruebas se realizan a través de una suscripción en el sitio web de Razer [www.razer.com](http://www.razer.com) donde los usuarios se anotan para probar el prototipo. Los testeos son filmados, fotografiados y guardados como material de reserva para la empresa. A su vez la misma le otorga una devolución de las pruebas de usabilidad a cada usuario que testeó el producto.
9. Grupo de aficionados a determinado producto cultural.
10. Es un tipo de tecnología que utiliza diferentes la telecomunicación y la informática para desarrollar nuevas formas comunicacionales.
11. Relación intrínseca entre dispositivos físicos y digitales.



HACER





# “GENETISMO ABSTRACTO”, UN EJEMPLO DE ARTE GENÉTICO DEL COLECTIVO BIOPUS

**Emiliano Causa**

[emiliano.causa@gmail.com](mailto:emiliano.causa@gmail.com)

Laboratorio emmeLab  
Facultad de Artes  
Universidad Nacional de La Plata  
Argentina

## Introducción

Genetismo Abstracto es un proyecto artístico del colectivo Biopus (en el que participaron Emiliano Causa, David Bedoian y Matías Romero Costas) que realizamos en el Museo de Ciencias Naturales de la Universidad de La Plata. El mismo surgió a partir de un pedido de la Antropóloga y Doctora María Marta Reca, en el que solicitaba una obra de arte interactivo que se vincule con el concepto de evolución. Dicha obra debía ilustrar conceptos vinculados a este proceso natural, ya que estaba destinada a la sala “La Evolución” de dicho museo.

Figura 1

*Obra Genetismo Abstracto instalada en el Museo de Ciencias Naturales de la UNLP*



## 1. La Propuesta

A partir del pedido del Museo, nuestra propuesta fue realizar una instalación interactiva que permita al público desarrollar un proceso evolutivo sobre una colección de pinturas virtuales. Se plantearon los siguientes requisitos:

- La instalación debe permitir recorrer una colección de pinturas para seleccionar una par y combinarlas genéticamente, para así obtener una tercera que herede las características de sus progenitoras.
- En el momento de la combinación se debe poder probar diferentes variantes para luego seleccionar la deseada y sumarla a la colección.
- En el momento de la combinación debe poder incorporar “gestos”, elementos visuales, seleccionados por el público.
- Para completar el proceso evolutivo se debe aplicar un método de “selección natural” que haga que las pinturas virtuales tiendan a mejorar según los gustos estéticos del público.

## 2. El Alcance y el Análisis de Recursos Visuales

Con el objetivo de lograr que las pinturas virtuales imiten al arte pictórico abstracto existente, se seleccionó un conjunto de pinturas de artistas referentes del género, con el fin de analizar diferentes recursos visuales característicos de las mismas. En función del análisis realizado se discriminaron los siguientes recursos visuales/pictóricos:

- Trazos, pinceladas, manchas

Muchas de las pinturas seleccionadas presentaban elementos tales como pinceladas, manchas, goteos o trazos. Elementos que responden a una lógica acumulativa, ya que la pintura se presenta como una acumulación



Figura 2

Jackson Pollok - "Convergencia"

de estos elementos. La pintura de Jackson Pollok que se puede ver arriba, por ejemplo, muestra una acumulación de manchas por "dripping", la técnica de goteo que el artista utilizaba para distribuir la materia sobre el lienzo. Cada nueva mancha se superpone sobre las anteriores y así la pintura se configura como una acumulación. Esta lógica acumulativa se puede ver en las siguientes pinturas debajo, en los casos de Hans Hartung y Sam Francis con pinceladas.



Figura 3

Hans Hartung - T 1955-23a



Figura 4

Sam Francis - sin título



- Repetición de módulos

Otro de los elementos visuales/pictóricos que apareció en muchas de las pinturas seleccionadas fue la repetición de algún tipo de módulo o figura. Por ejemplo en la pintura de abajo, de Josef Albers, se puede ver la repetición de cuadrados, en donde estos se van disminuyendo en una proporción fija respecto del cuadrado que los antecede. Los cuadrados son concéntricos horizontalmente y están levemente desplazados del centro en el sentido vertical.

Figura 5

Josef Albers - Serie "homenaje al cuadrado"

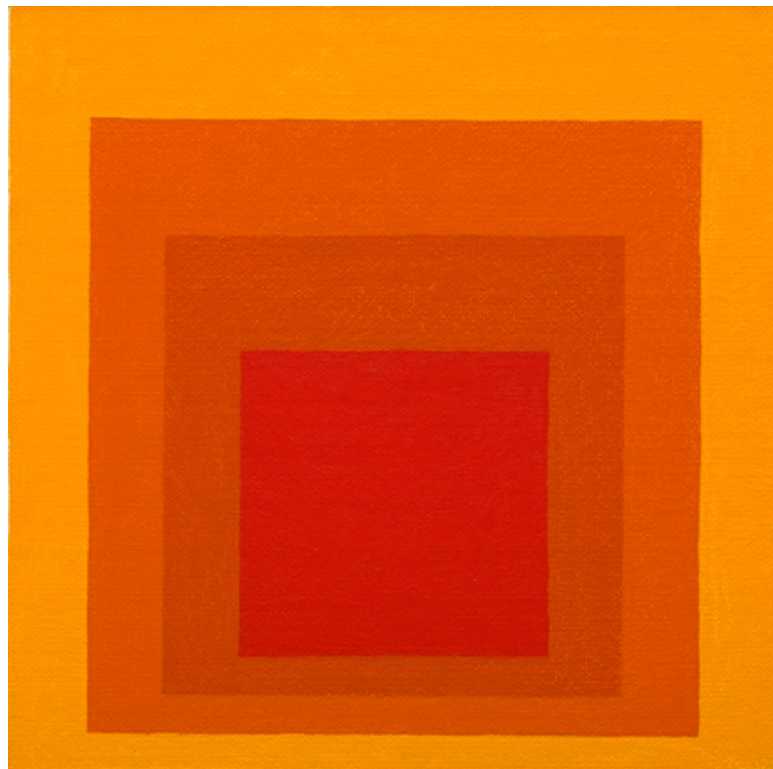




Figura 6

*Noland Kenneth - eso*

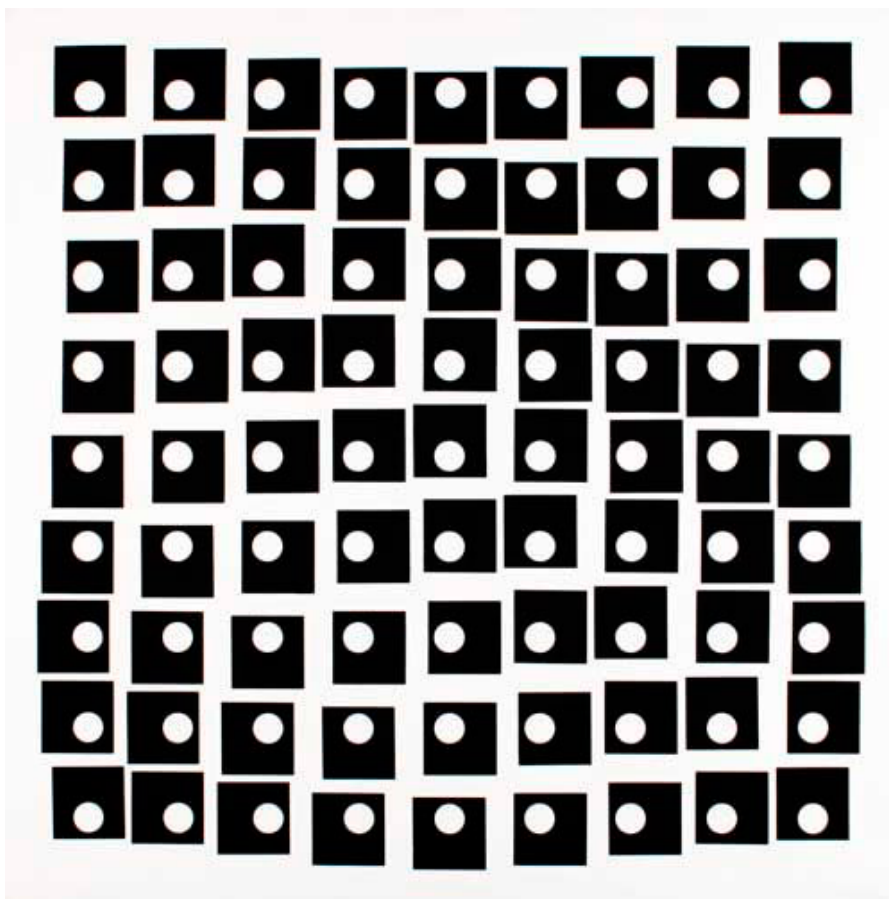


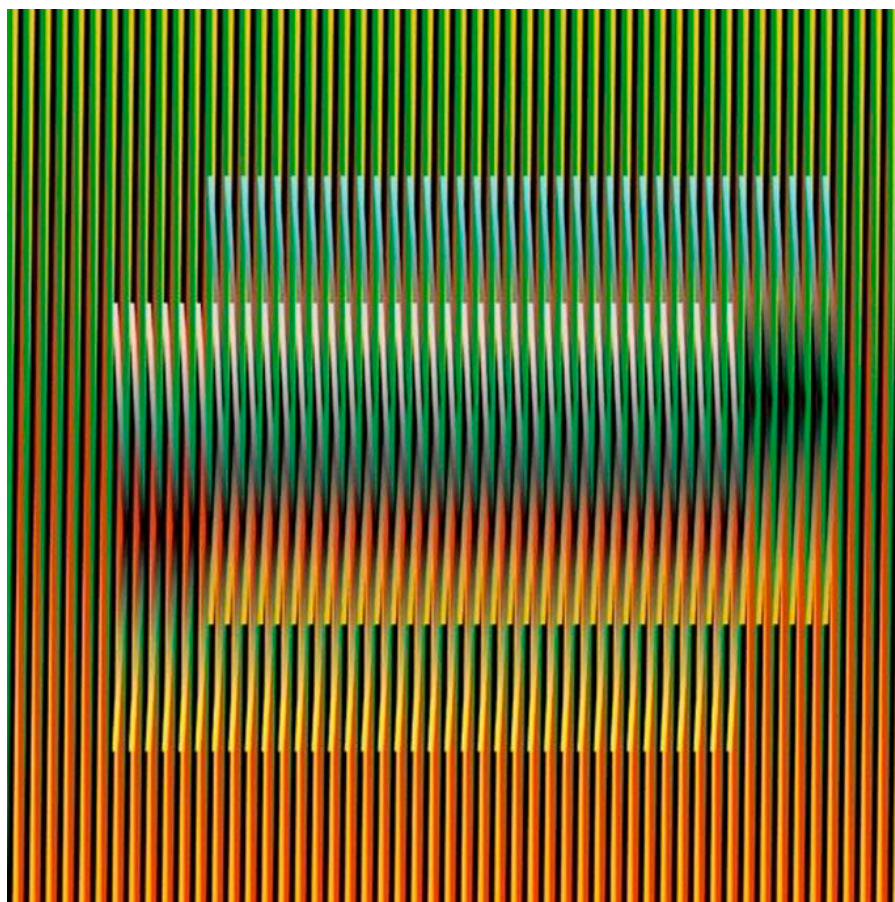
Figura 7

*Julio Le Parc - Rotación de Cuadrados*



Figura 8

Carlos Cruz-Diez - “Color aditivo, serie 32 Uno 4 ABD”



En la pintura de Noland Kenneth (eso) puede observarse una repetición similar de círculos concéntricos. Si bien el círculo exterior es bastante irregular, comparado con lo geométrico de los otros, sigue respetando el módulo de repetición.

En la pintura de Julio Le Parc de arriba, puede observarse la repetición en forma de matriz (una organización bidimensional de filas y columnas) de un módulo conformado por dos figuras, un cuadrado y un círculo en su interior.

En la pintura de Cruz Diez de arriba puede observarse tres repeticiones de módulos conformados por líneas, en donde la superposición de los mismos producen interferencias e ilusiones ópticas.

- División del espacio

Otra forma de organización que aparece en algunas de las pinturas seleccionadas es la división del espacio. A diferencia de los recursos visuales/pictóricos anteriores que responden a una lógica acumulativa, es decir que se basan en agregar elementos, este recurso produce a partir de la división más que la adición. Se trata de tomar el espacio del lienzo como un todo y empezar a dividirlo, seccionarlo.

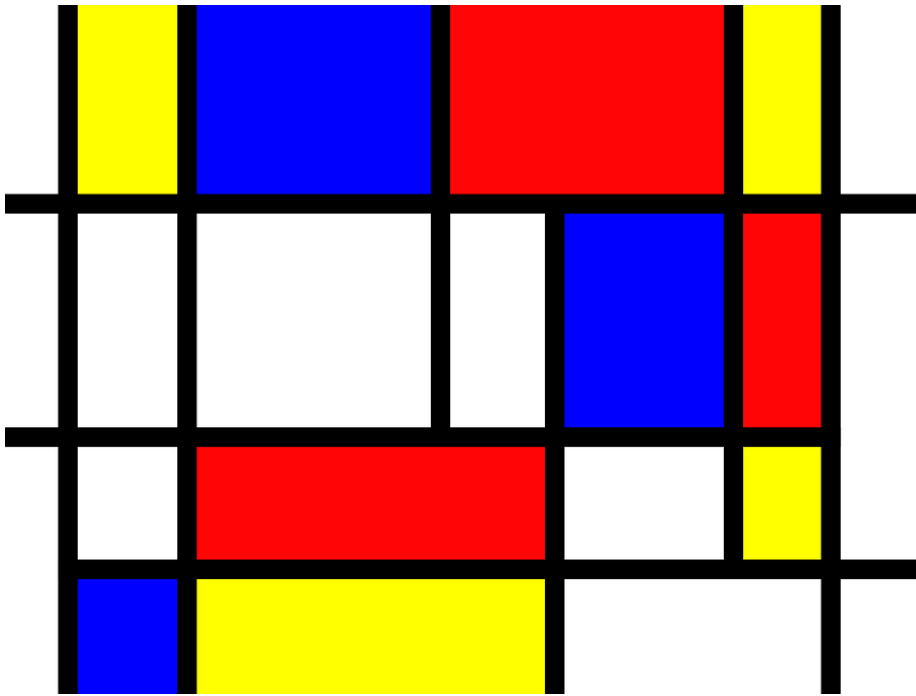


Figura 9

*Piet Mondrian - Red Blue Yellow*

En la pintura de arriba Piet Mondrian divide el espacio a partir de líneas perfectamente horizontales o verticales que llegan de extremo a extremo o que se cortan en otra línea, dejando secciones rectangulares. En cambio en la pintura de abajo de Sarah Morris, las líneas que dividen el espacio son oblicuas y lo cortan en diagonal, yendo de un vértice a otro.

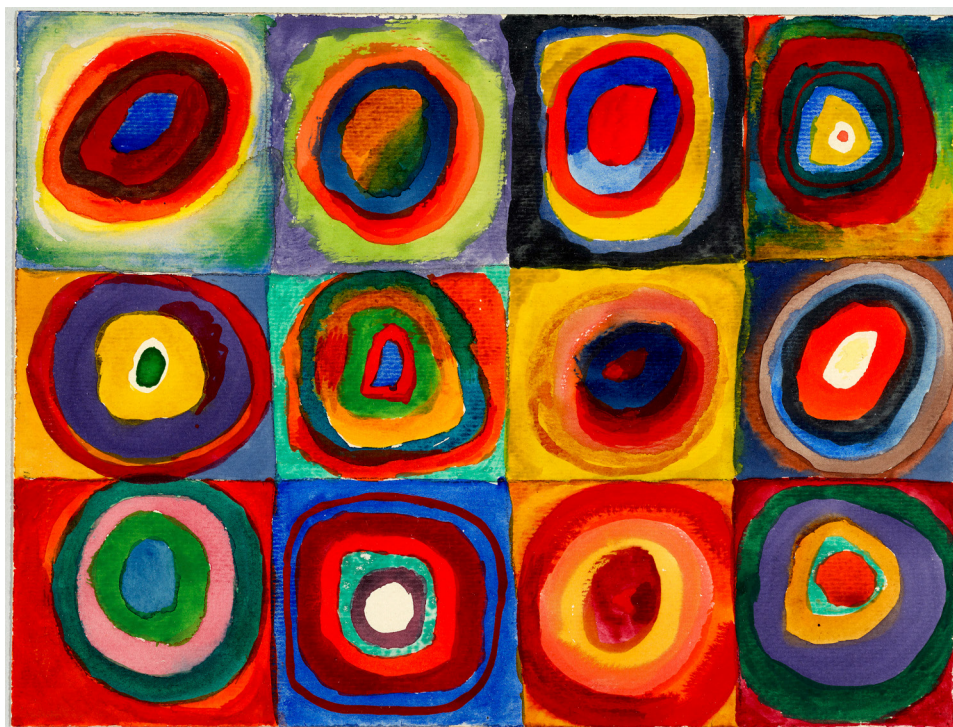


Figura 10

*Julio Le Parc - Rotación de Cuadrados*

Figura 11

Wassily Kandinsky - "Estudio de color: cuadrados con círculos concéntricos"



- Combinaciones

En la pintura de Wassily Kandinsky que está arriba puede observarse una repetición de módulos cuadrados que poseen cada uno varios círculos concéntricos irregulares. Obviamente llama la atención el contraste entre la irregularidad de los círculos en comparación con la regularidad de los cuadrados contenedores. Y es que esta pintura se podría entender también como la combinación de dos recursos, una división del espacio en cuadrados, y una posterior repetición de módulos circulares en su interior. Claramente cuando los módulos de una repetición (como los cuadrados en este caso) ocupan plenamente el espacio, es lícito hablar también de una división del espacio. Es el punto en el que estos dos recursos se unen.

- Deformación del espacio

La deformación del espacio requiere de otros recursos para constituirse, ya que requiere de una regularidad anterior que permita percibir la deformación, es decir el salirse de la forma. En la pintura de Victor Vasarely la regularidad está dada por una repetición de módulos conformada por cuadrados que en su interior tienen un círculo concéntrico. Los cuadrados de la base de la grilla también podrían ser interpretados como una división del espacio, tal como vimos en el ejemplo anterior. Pero el elemento protagónico aquí es la deformación de esta regularidad a través de procedimientos que rompen la linealidad mediante otro tipo de curvas evolutivas, como si la grilla de la matriz cambiara abruptamente su progresión para producir otro tipo de pliegue. En este caso la deformación se encuentra en las cuatro esquinas de la pintura, que mediante una progresiva modificación de las posiciones y los tamaños de los módulos da a entender otro tipo de organización, que produce la ilusión de tridimensionalidad. En este ejemplo la deformación es claramente geométrica.



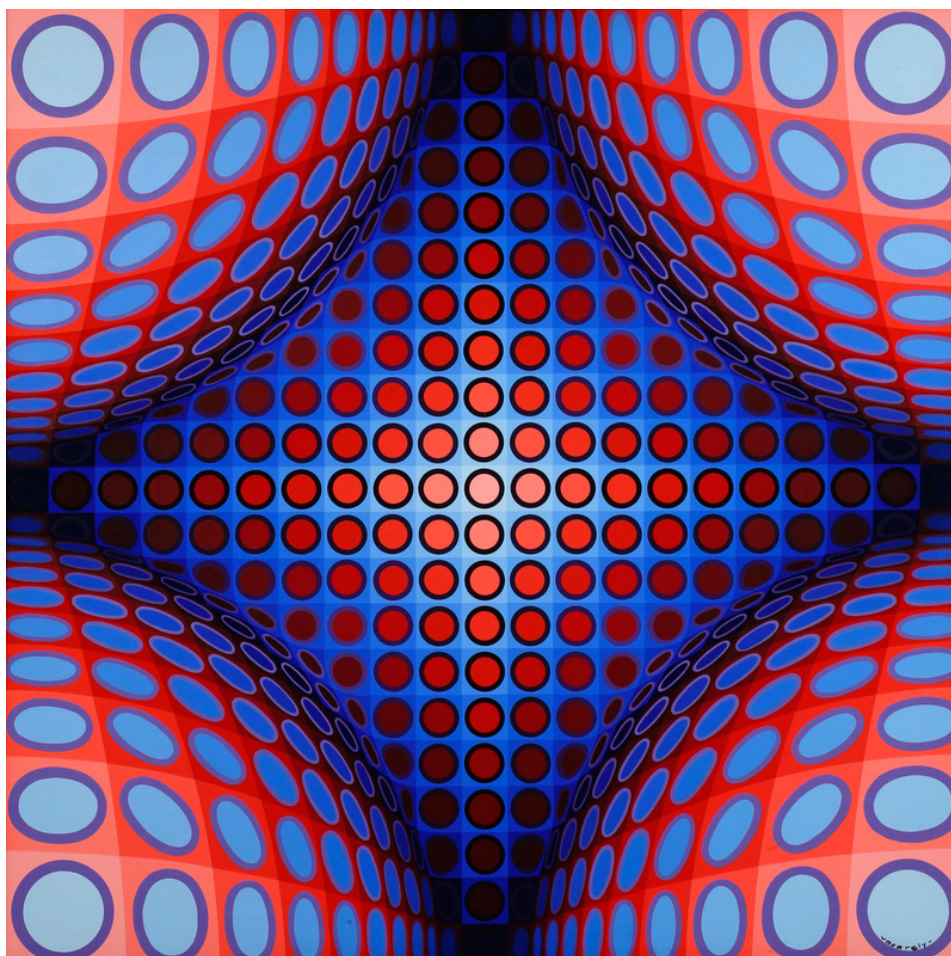


Figura 12

Victor Vasarely - Vega-Striond-BR

ca ya que su precisión muestra que está gobernada por una curva determinada matemáticamente.

En la pintura de abajo de Paul Klee, una división del espacio en cuadrados es deformado esta vez por una organización irregular, ya que la misma parece responder a lo gestual y orgánico más que a lo geométrico y matemático.

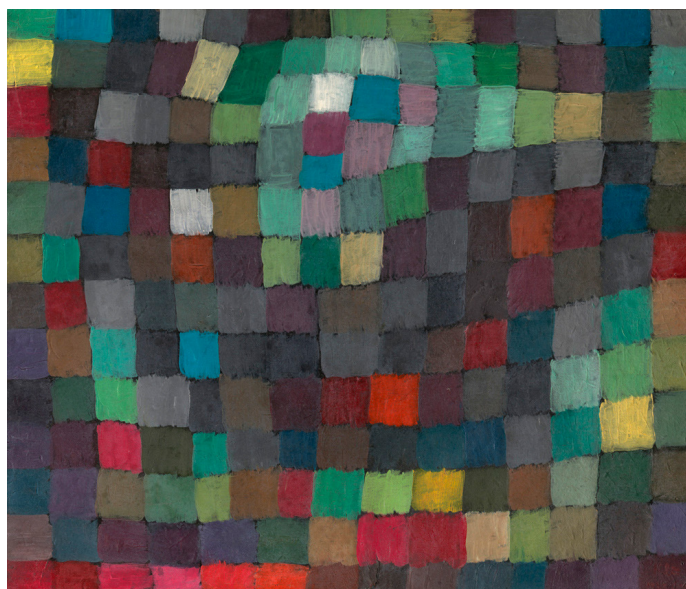


Figura 13

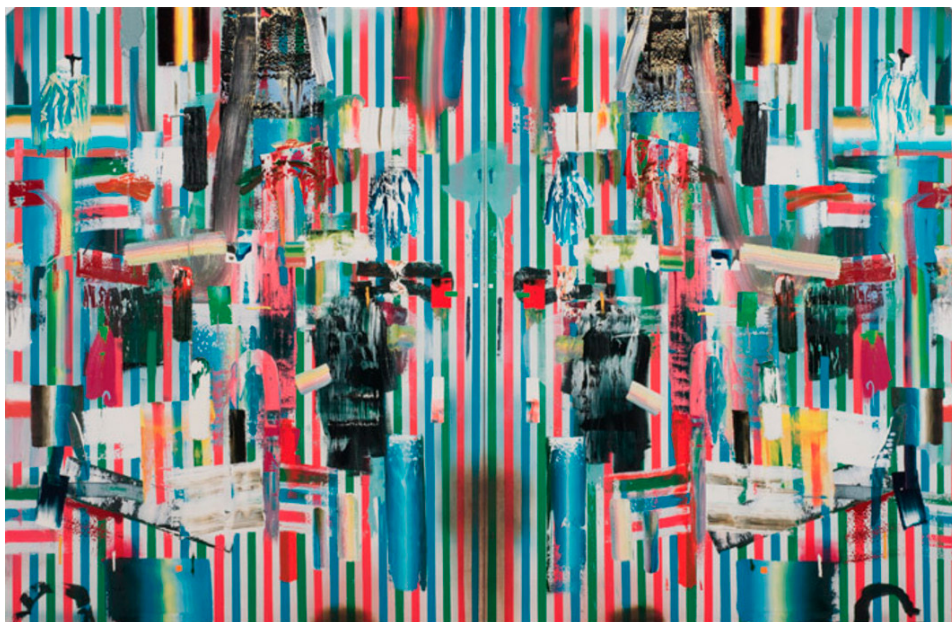
Paul Klee - Maibild

- Espejado y simetría

Un recurso muy utilizado en ciertas pinturas es la simetría, tanto radial como bilateral. En la pintura debajo de Tomory Dodge puede verse la simetría bilateral como recurso estético, independientemente de que la misma no es exacta claramente la composición depende de esta.

Figura 14

Tomory Dodge, Sleepless



### 3. Diseño de la aplicación

En función de los equipos disponibles en el Museo se diseñó una aplicación para ser ejecutada en dos televisores de 50 pulgadas conectados a una computadora. La aplicación se controla mediante una captura de movimiento con una cámara de captura tridimensional Intel Realsense. La aplicación que se muestra en ambos televisores fue desarrollada en Processing en una pantalla extendida de 2560x720 píxeles (dos pantallas de 1280x720, resolución HD).

Debajo se puede observar la secuencia de pantallas por las que transita la aplicación durante la interacción del público.

La aplicación inicia con la pantalla “selección de la primera pintura” que





podemos ver en la imagen de arriba. En la imagen se muestran ambos televisores a la vez. En esta pantalla del lado izquierdo se puede observar un “carrusel” de pinturas en el que se puede avanzar o retroceder para recorrer la colección disponible. La pintura que se encuentra en el centro del carrusel es mostrada en primer plano del lado derecho de la pantalla, la idea es que con el carrusel se recorre la colección y del lado derecho se puede ver en detalle la pintura en posición de ser seleccionada. En esta pantalla el usuario elige a una de las pinturas que servirán para combi-

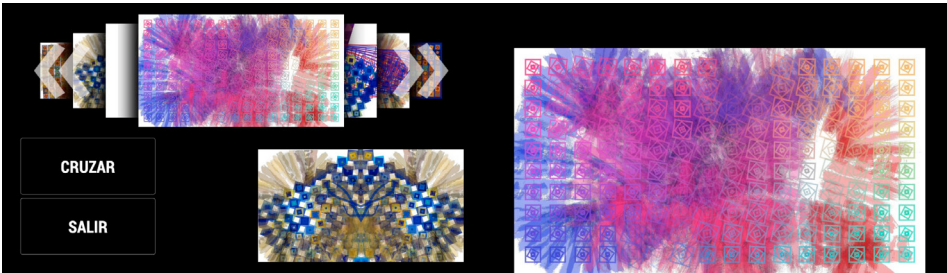


Figura 16

*Pantalla de selección de la segunda pintura*

nar genéticamente con otra. Una vez que selecciona la primera pintura, presionando el botón “cruzar” (que se encuentra del lado izquierdo) y se pasa a la siguiente pantalla: “selección de la segunda pintura”.

En esta nueva pantalla que se puede ver en la figura 16, nuevamente contamos con el carrusel (en el lado izquierdo) y la muestra en detalle de la pintura en foco (el lado derecho), pero también puede observarse a la

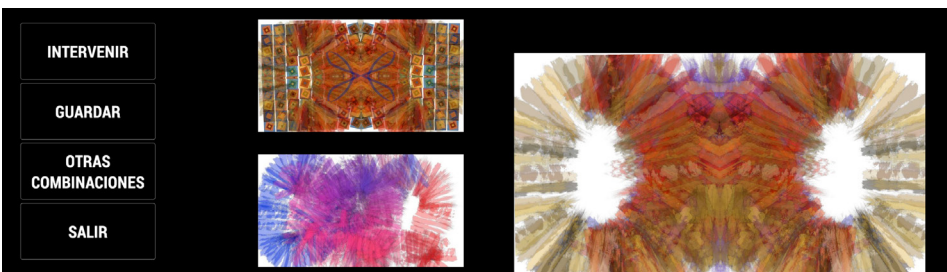


Figura 17

*Pantalla de combinación de las dos pinturas*

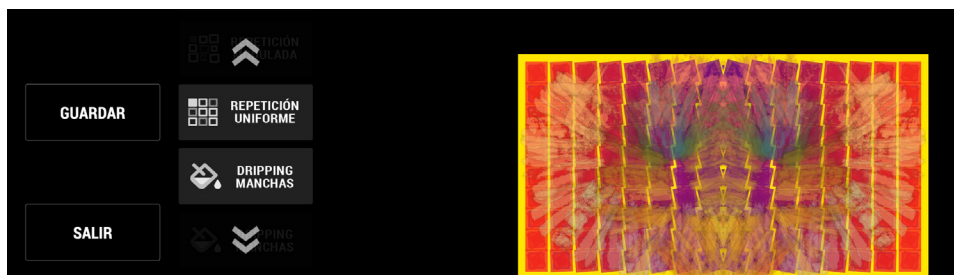
primera pintura seleccionada (mostrada en miniatura del lado izquierdo, debajo de carrusel). Nuevamente el botón “cruzar” permite seleccionar la segunda pintura y pasar a la siguiente pantalla: “combinación de las dos pinturas”.

En esta nueva pantalla (que se puede ver arriba) se observan del lado izquierdo las dos pinturas elegidas en las anteriores pantallas y del lado derecho una combinación genética de las anteriores, que hereda características de ambas. El botón “otras combinaciones” permite obtener variaciones sobre la combinación genética de las pinturas seleccionadas. Cada combinación genética se realiza mediante un proceso de “crossover” en el que se combinan genes de las pinturas progenitoras para definir cada gen de la pintura “hija”. A partir de esta pantalla puedo hacer tres acciones más: la primera es salir y deshacer todo. Todas las pantallas anteriores permiten volver al principio y deshacer todo. La segunda posibilidad es guardar la combinación actual para que forme parte de



Figura 18

Pantalla de intervención de la nueva pintura

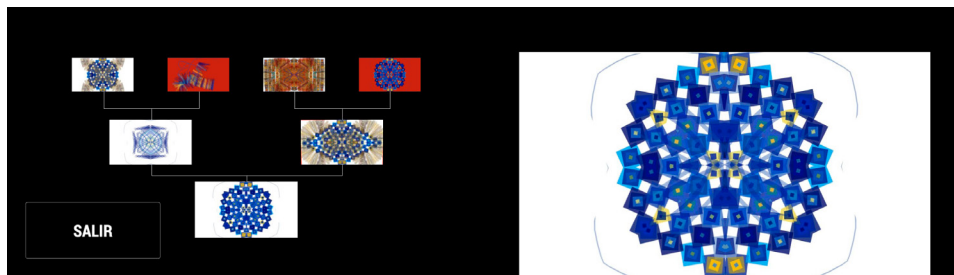


la colección existente. Esto retorna a la primera pantalla y todo el ciclo empieza nuevamente. La tercera opción es la de intervenir sobre la nueva pintura pasando a la siguiente pantalla.

La pantalla de “intervención de la nueva pintura” que se muestra arriba, deja ver del lado izquierdo una lista de los elementos con los que está conformada cada pintura. La pantalla permite seleccionar la capa en la

Figura 19

Pantalla del árbol genealógico

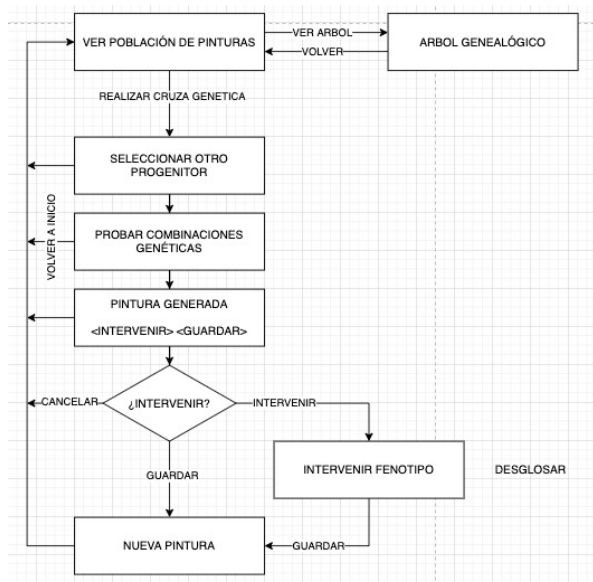


que se desea intervenir. El público puede intervenir en las diferentes capas y una vez terminado, guardar o salir.

En la primera pantalla se puede tomar un camino alternativo al de elegir

Figura 20

Mapa de navegación de la aplicación



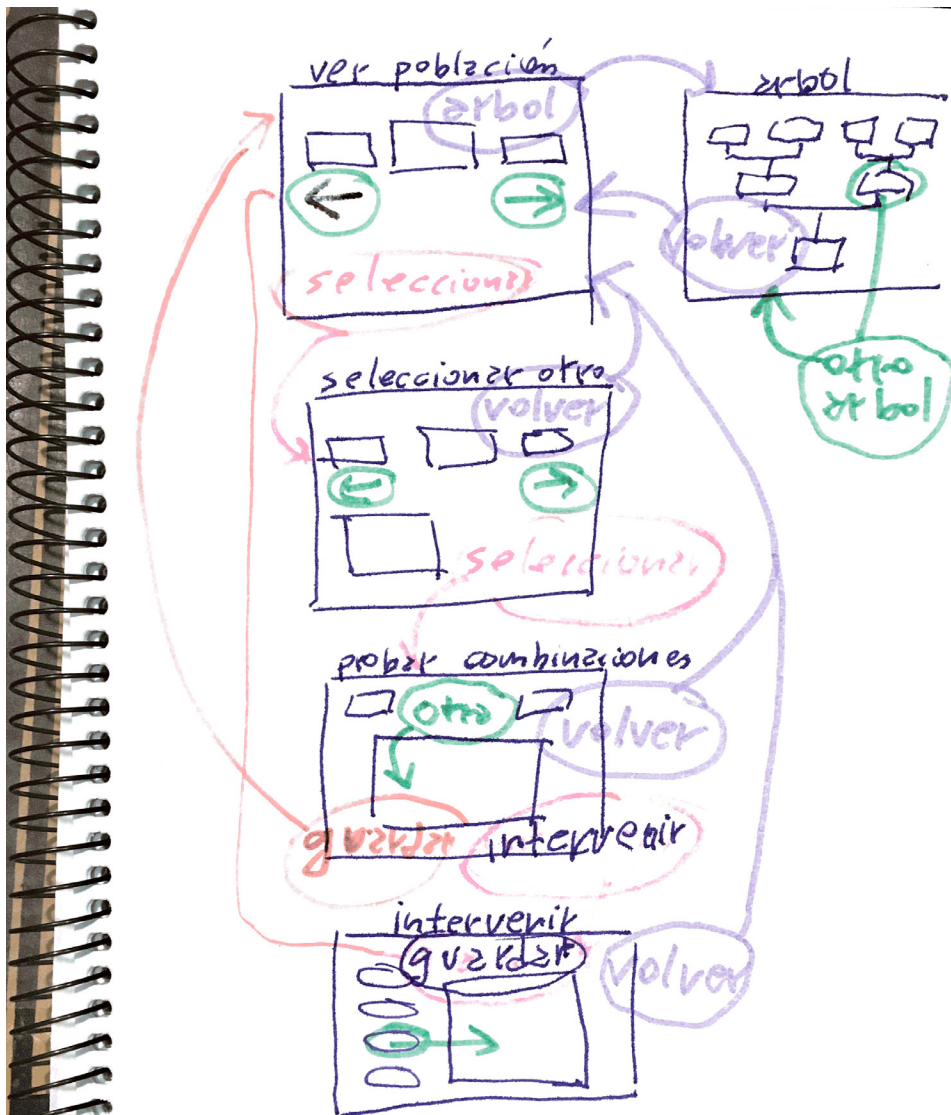


Figura 21

Notas originales del mapa de navegación y las pantallas de aplicación

una pintura, este camino es el de ver el árbol genealógico de una pintura determinada, lo que lleva a la pantalla que muestra la figura 19. Del lado izquierdo muestra la pintura actual y un árbol que se va bifurcando hacia arriba, mostrando de cada pintura sus dos progenitoras.

En la figura 20 se puede ver un esquema del mapa de navegación de la aplicación.

#### 4. Estructura de las pinturas

Las pinturas virtuales están conformadas por un conjunto de capas. El número de capas es variable de una pintura a otra. También pueden repetirse. La primera capa de una pintura es el fondo, las siguientes pueden ser de cualquiera de los otros tipos de elementos/recursos visuales. Las capas son dibujadas en orden empezando por el fondo y luego cada capa nueva se superpone a las anteriores. Cada capa tiene elementos que vienen definidos por los genes y otros que pueden ser editados/va-

riados por el público. Esta diferencia entre elementos heredados y otros en los que el público puede participar es una analogía con los conceptos de genotipo y fenotipo, que explicaremos más adelante. Por lo tanto, todas las capas tienen características que pueden ser determinadas por el público.

## 5. Genotipo y Fenotipo

*“...Cabe destacar que la totalidad de los genes que tiene una especie se conoce como genoma, que puede tener múltiples variaciones. El proceso que determina las variaciones particulares que se registran en un individuo es el genotipado. El genotipo, en definitiva, es la información genética de un individuo en particular.*

*La manifestación del genotipo en un ambiente específico, con factores ambientales incidiendo sobre el ADN, se denomina fenotipo. Por lo tanto, mientras que el genotipo es el conjunto de los genes de un organismo, el fenotipo alude a los rasgos de ese mismo organismo.*

*Dicho de otra manera: mientras que toda la información que se halla en los cromosomas, sea manifestada o no, forma el genotipo, el fenotipo es la expresión del genotipo a partir de la influencia que ejerce el ambiente.*

*El genotipo es el contenido genético: los genes que se heredan de acuerdo al genoma. El fenotipo, la manifestación del genotipo según la incidencia ambiental, que puede observarse en la fisiología y la morfología (calidades físicas que se pueden ver) del individuo. ...” (Autores: Julián Pérez Porto y María Merino. Publicado: 2018. Actualizado: 2019. Definicion.de: Definición de genotipo (<https://definicion.de/genotipo/>))*

Tal como explica la anterior definición, el genotipo constituye la información genética de un espécimen, mientras que el fenotipo es la expresión del genotipo bajo la influencia de un ambiente determinado. Por lo tanto, un mismo genotipo puede producir diferentes fenotipos. Esta relación fue presentada por la artista Natalie Jeremijenko en su obra OneTrees en



la que clonó un árbol 1000 veces para demostrar que lejos del prejuicio que pretende que todos los árboles deberían ser idénticos, terminaron siendo diferentes por la interacción de cada árbol con el ambiente. El objetivo de la artista era discutir el determinismo genético de ese momento, en el que ciertos relatos pensaban al genoma como un determinante cerrado de cada ser, sin tener en cuenta que el genotipo se expresa de diferentes formas en función de su relación con el medio.

En nuestra obra esta diferencia conceptual entre genotipo y fenotipo se implementa de la siguiente forma: las pinturas virtuales están conformadas por capas, las que en cierta medida se vinculan con los genes de la pintura, cada una de estas capas tienen propiedades y elementos que son heredados de las pinturas progenitoras; pero por otra parte otros elementos son determinados por la interacción con el público. Esa interacción del público sería la que determina la diferencia fenotípica, por lo que dos pinturas que tuvieran el mismo genotipo podrían diferenciarse entre sí a partir de la “huella” que el público deja con su interacción. Así que en cada tipo de capa tendremos elementos y propiedades que van a ser parte del genotipo y otros que en interrelación con los primeros, pero también con el público generan rasgos en el fenotipo. Por ejemplo: una capa que tiene pinceladas, tendrá definido en su genotipo el tipo de pincelada, la paleta de la que se extrae el color, el grosor de las mismas; pero el público será el que determine el dibujo (motivo) realizado con las pinceladas.

## 6. Tipos de capas

Tal como dijimos, las pinturas virtuales se conforman de capas que se superponen unas a otras siguiendo un orden estricto. Las pinturas pueden tener distinto número de capas. Cada capa responde a un tipo y diferentes capas puede repetir su tipología, por ejemplo: una pintura puede estar conformada por varias capas de trazos.

Entre los tipos de capas existen algunos que generan contenido visual por sí mismas (repetición de módulo, dripping manchas, trazo modulado, repetición uniforme), mientras que las otras aplican un “efecto” sobre las

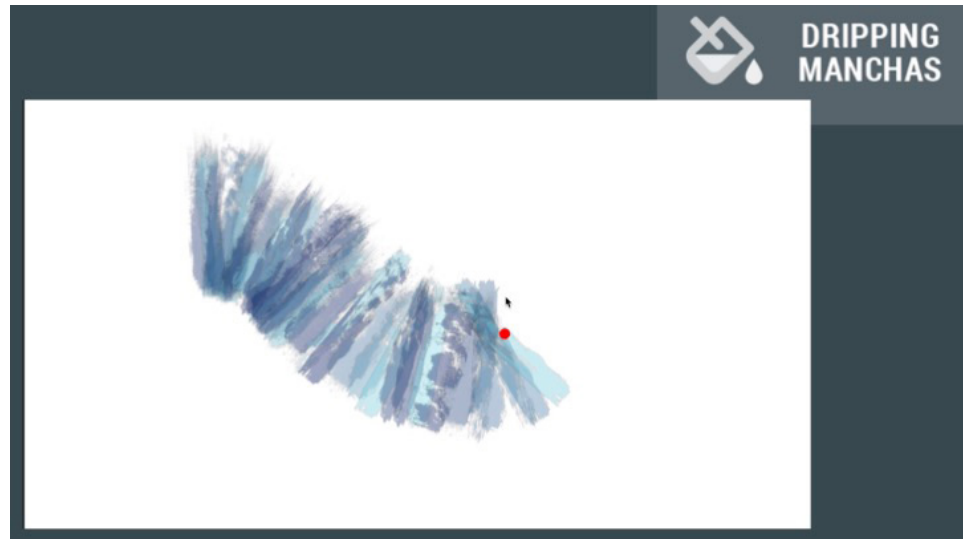


Figura 23

tipos de elementos/recursos

Figura 24

Edición de dripping/manchas



capas anteriores (ondulador, deformador modulado, teselados, espejador). La capa de fondo, si bien se puede aplicar al primer tipo, no sirve para que las capas que modifican contenido muestre su efecto.

- Dripping / Manchas

La capa de tipo “dripping/manchas” es una que permite agregar manchas conforme avanza el cursor. Esta capa permite que el público dibuje caminos de manchas. Si bien el dibujo lo establece el público controlando un puntero (mediante la captura del movimiento de su mano), la paleta de colores así como el conjunto de manchas que son usadas están definidas por los genes. Otras características definidas por los genes son el tamaño de las manchas, la rotación de las mismas, así como la distancia entre ellas.

- Trazo modulado

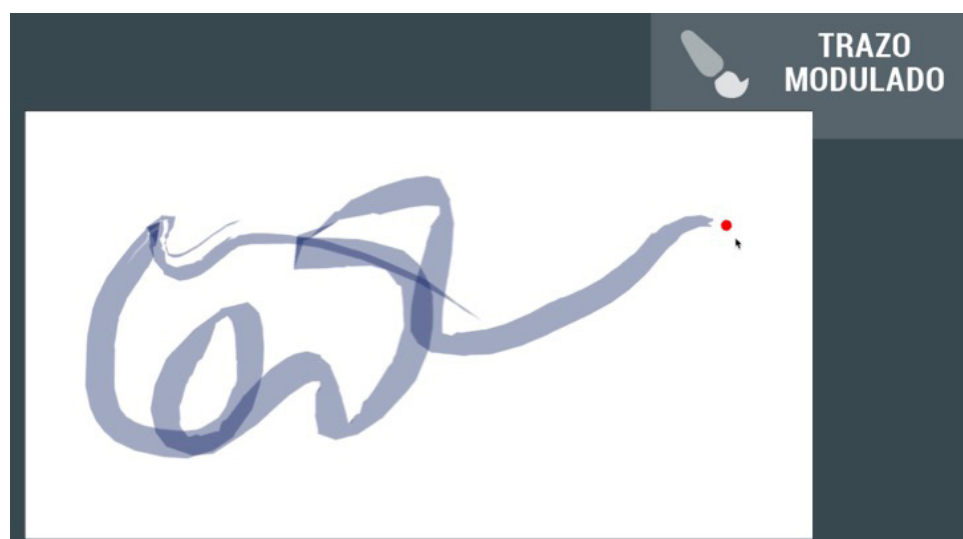






Figura 26

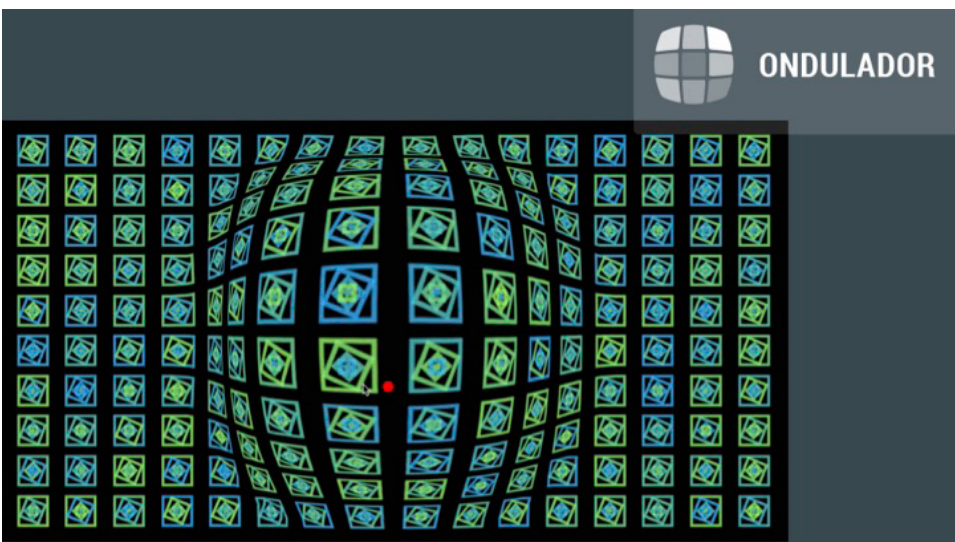
Edición de repetición uniforme

El “trazo modulado” permite también hacer dibujos, pero a diferencia del elemento anterior, el dibujo se realiza con una única mancha larga que sigue el camino del trazo. Al igual que en el caso anterior, el color, la mancha, el ancho son definidos por los genes, mientras que el dibujo lo define el público.

- Repetición uniforme

La “repetición uniforme” permite iterar una figura, tal como muestra la imagen de abajo donde se repiten cuadrados en tres ejes: horizontal, vertical y en el mismo lugar.

Las repeticiones pueden realizarse en uno, dos o tres ejes. Los ejes pueden ser horizontal (llamado “x”), vertical (llamado “y”) y en el mismo lugar (llamado “z”). Se puede hacer cualquier tipo de combinación de los ejes, por ejemplo iterar en X y Z al mismo tiempo. A lo largo de estas repeticiones los módulos pueden variar de tamaño, rotación, desplazamiento respecto de su lugar en la grilla y transparencia. También hay criterios respecto de la aplicación del color. Las figuras pueden ser cuadrados, círculos, triángulos o líneas, con o sin relleno. Los



cambios de cada uno de estos parámetros responden a progresiones lineales en donde se especifican los valores en cada uno de los extremos y los valores intermedios se calculan proporcionalmente. Por ejemplo, si en el lado izquierdo de la iteración los cuadrados miden 50 píxeles de tamaño y en el lado derecho miden 150, entonces la figura va creciendo progresivamente de izquierda a derecha y en el centro medirán 100 píxeles. Los genes especifican todos estos parámetros, mientras que el público determina el grado en que evolucionan las progresiones.

- Repetición modulada

En la “repetición modulada” los elementos funcionan de la misma manera que en la repetición uniforme y existen progresiones lineales que determinan las propiedades de las figuras según su ubicación en el lienzo. Pero, en ese caso, la “repetición modulada” permite incorporar un trazo que determina el grado con el que se aplican ciertos cambios de parámetro. En la figura de arriba se puede ver como el trazo incide sobre el tamaño, la rotación y el nivel de transparencia de los cuadrados.

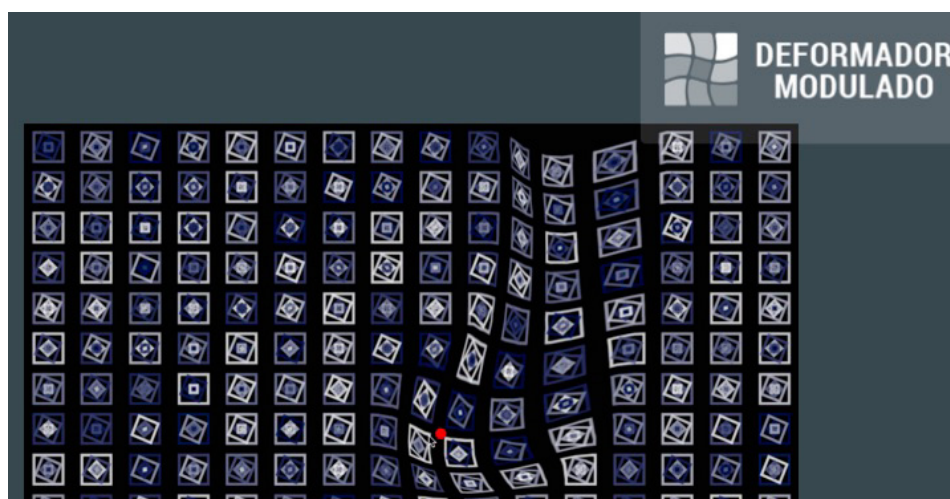
Todos los tipos de capas descritos hasta aquí pertenecen al conjunto de los que generan contenidos. De aquí en más describiremos tipos de capas del segundo tipo, los que modifican contenidos de capas anteriores.

- Ondulador

El tipo de capa “ondulador” realiza una modificación del espacio al estilo de las que producen las lentes sobre las imágenes. Por ejemplo, en la figura de abajo puede observarse como un “ondulador” distorsiona la imagen de una repetición uniforme. Existen distintos tipos de distorsiones que producen diferentes “pliegues” de la imagen. El tipo de distorsión viene determinada por los genes, mientras que el grado en el que se aplica dicha distorsión es determinada por el público.

- Deformador modulado

El “deformador modulado” es similar al ondulador, es decir que produce una distorsión en el espacio que hace deformarse a las capas de anteriores. La diferencia entre este tipo de capa y el ondulador es que en este



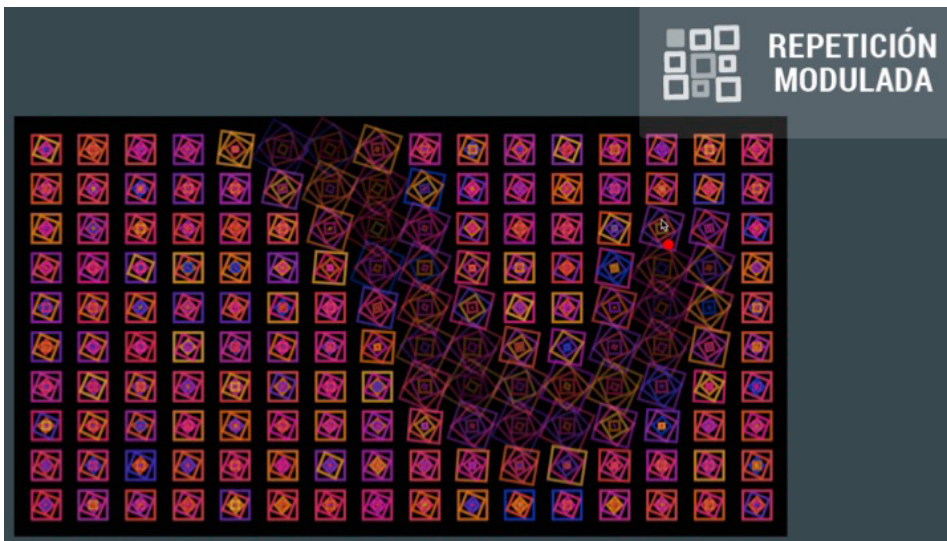


Figura 29

Edición de deformador

caso la distorsión sigue un trazo, haciendo que el trazo en se transforme en sí mismo en un pliegue de distorsión. En el ejemplo de la figura de abajo se puede ver una capa de deformación modulada aplicada a una repetición uniforme. En este caso, el tipo de pliegue viene definido en los genes, pero el dibujo del trazo lo determina el público.



Figura 30

Edición de teselador

- Teselador

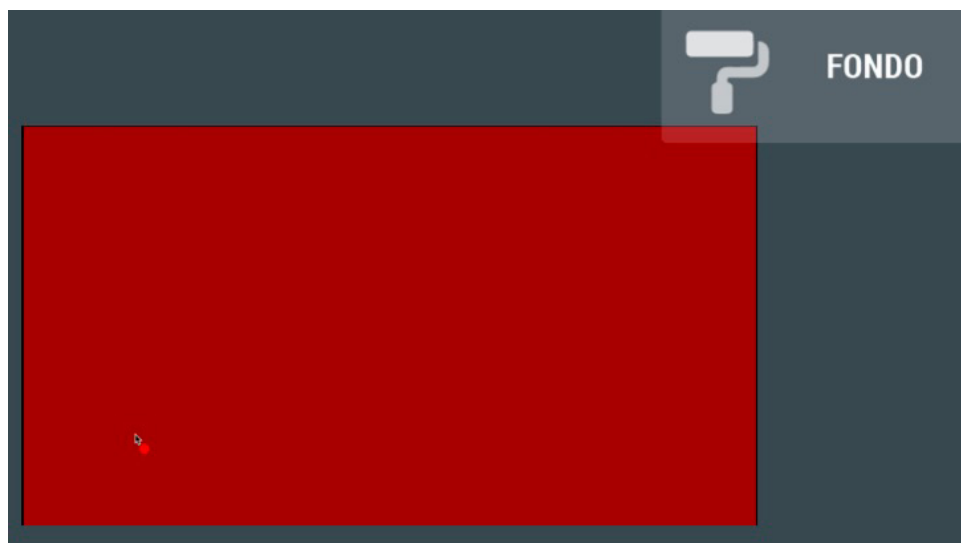
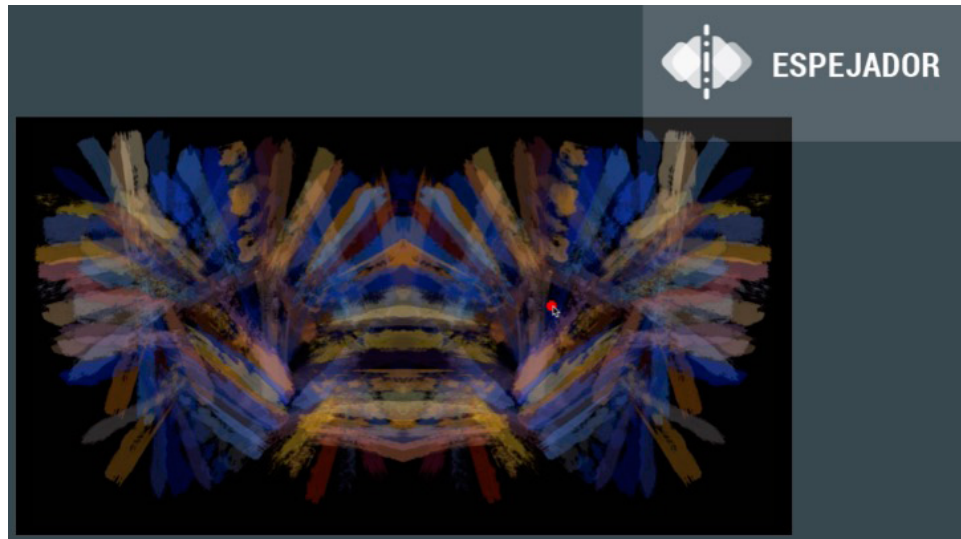
Las capas de tipo “teselador” dividen el lienzo en un conjunto de teselas, como si fuera un mosaico, en donde cada una de estas porciones deja ver algo de la capa de abajo pero en forma rotada y con aplicación de colores seleccionados de una paleta. En el ejemplo de arriba se ve cómo se aplicaron teselas a una capa de trazos/manchas.

- Espejador

Las capas de tipo “espejador” aplican un eje de simetría bilateral. Este eje puede estar orientado con diferentes rotaciones. Dicha rotación está determinada por el público.

Figura 31

Edición de espejador



- Fondo

Por último, la capa de tipo “fondo” es un plano de color que puede tomar colores de una paleta pre-establecida. La paleta del fondo viene determinada por los genes, mientras que el color seleccionado de la paleta, es una decisión que puede tomar el público.

## 6.La Estructura Genética

La estructura genética de las pinturas virtuales se encuentra volcada en un archivo de formato XML que está organizado de la siguiente forma.



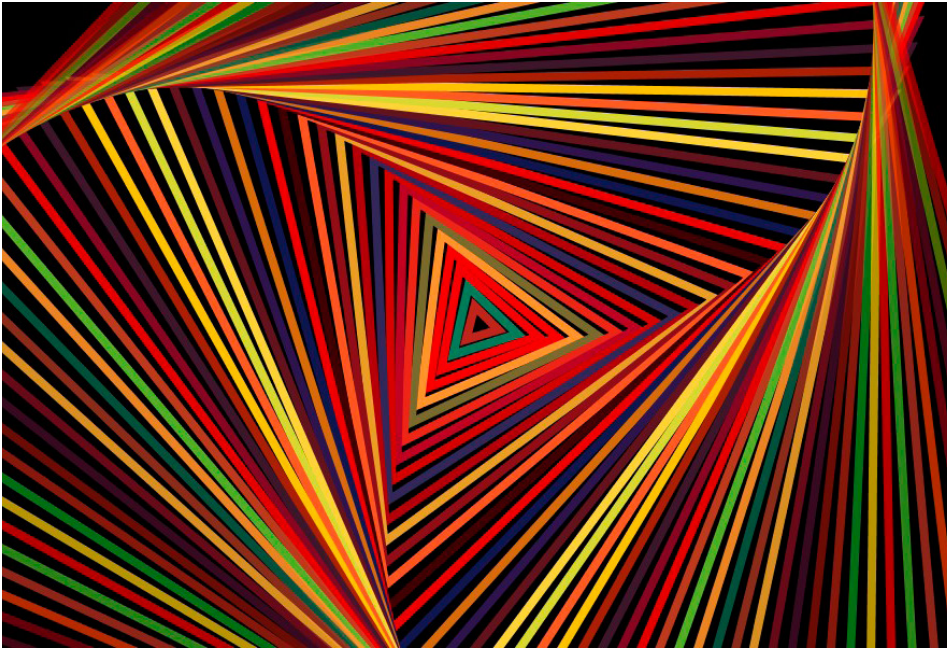


Figura 33

Ejemplo de pintura virtual

Inicialmente abre con una etiqueta <pintura> que posee información sobre el nombre de la misma (los nombres son creados por un algoritmo generador), la fecha de nacimiento, las dimensiones, el color de fondo y

```
<?xml version="1.0"?>
<pintura version="1.0" nombre="P-0000001Hofolafaza" nacimiento="2021-11-02" hora="02:28" padre="ningunx"
madre="ningunx" ancho="900" alto="600" colorFondo="FF010101">
```

Extracto código 1

Definición de la pintura

el nombre de las pinturas progenitoras.

Por ejemplo, de la pintura que se muestra en la figura de arriba, el siguiente código es el inicio del XML, en el que se puede ver que el nombre es “Hofolafaza”, nació el 2 de noviembre de 2021 a las 2:28 horas, no posee padres (es una pintura original de la primera generación) y mide 900 x 600 píxeles.

Luego, existen etiquetas por cada tipo de capa, en el orden en el que las mismas son dibujadas. Por ejemplo, la pintura de arriba tiene una capa de tipo “fondo” y otra de tipo “repetición”. Cada capa está a su vez dividida en dos etiquetas, <genotipo> y <fenotipo>, en las que se distribuyen los elementos/datos que están determinados por la herencia o por el público respectivamente.

Por ejemplo, en la pintura que estamos ejemplificando, la primer capa, que es de tipo “fondo”, como puede verse en la porción de XML de abajo, se divide en un genotipo que especifica el tipo de capa, el nombre de la capa (que incluye el nombre de la pintura) y elementos vinculados a la forma en que se eligen los colores del fondo, así como el nivel de trans-

```
<fondo>
<genotipo tipo='FONDO' nombreID='000_P-0000001Hofolafaza_FONDO' criterio='0'>
<coloracion criterio='0' transparencia='100.0'>
<paleta paleta_nombre='degrade0.png' paleta_ubicacion='../data/' ></paleta>
</coloracion>
</genotipo>
<fenotipo elColor='FF010101'></fenotipo>
</fondo>
```

Extracto código 2

definición de la capa de fondo



parencia. Por ejemplo, en este caso, los colores se toman de la paleta de color extraída de un archivo de imagen (PNG en ese caso), llamado “degrade0.png”. Estos datos se encuentran dentro de las etiquetas <coloración> y <paleta>.

Por otra parte, en la etiqueta <fenotipo> está el color en sí que el usuario eligió al momento de interactuar con esta capa, en este caso un color negro.

La siguiente capa de la pintura es de tipo “repetición” y es la encargada de dibujar la secuencia de triángulos que son el motivo principal de la misma. Esta secuencia posee triángulos concéntricos que van creciendo

**Extracto código 3**

Definición de la capa de repetición (etiqueta de <genotipo>)

```
<repeticion>
<genotipo tipo='REPETICION' nombreID='001_P-0000001Hofolafaza_REPETICION' variosColores='true' elColor='
FFE20001' rotacion='0.0' activoEnX='false' activoEnY='false' activoEnZ='true' centroX='0.500' centroY='
0.500' minX='-0.500' maxX='0.500' minY='-0.417' maxY='0.417' repeticionesX='1' repeticionesY='10'
repeticionesZ='50' minRotaX='90.0' maxRotaX='90.0' minRotaY='0.0' maxRotaY='0.0' minRotaZ='0.0' maxRotaZ='
180.0' minTamX='1600.0' maxTamX='1600.0' minTamY='0.0' maxTamY='0.0' minTamZ='0.0' maxTamZ='900.0' minAlfaX=
'255.0' maxAlfaX='255.0' minAlfaY='255.0' maxAlfaY='255.0' minAlfaZ='255.0' maxAlfaZ='255.0' minDXconX='
0.0' minDXconY='0.0' minDYconX='0.0' minDYconY='0.0' conModulador='false' minModTam='0.0' maxModTam='0.0'
minModAlfa='0.0' maxModAlfa='0.0' minModRota='0.0' maxModRota='0.0' minModX='0.0' maxModX='0.0' minModY='
0.0' maxModY='0.0' minModDX='0.0' maxModDX='0.0' minModDY='0.0' maxModDY='0.0' factorRotaIConX='90.0'
factorRotaIConY='0.0' factorRotaJConX='0.0' factorRotaJConY='0.0' factorRotaKConX='120.0' factorRotaKConY='
0.0' factorTamiConX='0.0' factorTamiConY='0.0' factorTamJConX='0.0' factorTamJConY='0.0' factorTamKConX='
0.0' factorTamKConY='0.0' factorAlfaIConX='0.0' factorAlfaIConY='0.0' factorAlfaJConX='0.0' factorAlfaJConY=
'0.0' factorAlfaKConX='100.0' factorAlfaKConY='0.0' factorRotacionConX='0.0' factorRotacionConY='0.0'
factorDXconX='0.0' factorDXconY='100.0' factorDYconX='0.0' factorDYconY='0.0'>
<figura tipo='7' grosor='8.0' ></figura><coloracion criterio='0' transparencia='255.0'>
<paleta paleta_nombre='imagen13.png' paleta_ubicacion='../data/' ></paleta>
</coloracion>
</genotipo>
```

desde dentro hacia afuera, y conforme aumentan su tamaño van rotando y cambiando de color. Todos estos parámetros están definidos por esta capa. En la porción de XML que está debajo, podemos ver que en la etiqueta <genotipo> está almacenados una serie de parámetros tales como los ejes en los que está activada la repetición. En este caso “activoEnZ” está activado y por ende la repetición es en profundidad y no en los ejes X e Y, ya que “activoEnX” y “activoEnY” están desactivados.

Luego, hay un conjunto de datos que determinan las variables de cambio, definidos como transformaciones lineales desde un mínimo a un máximo de cada parámetro, por esto podemos encontrarlos con “minY” y “maxX” para definir desde y hasta cuál valor se mueve la variable Y. Estos mínimos y máximos están definidos para las variables de tamaño, rotación, transparencia (alfa), desplazamiento en X y en Y. Por otra parte, también se definen variables que determinan cómo evolucionan estas transformaciones a partir de la interacción con el público. El resultado de la interacción con el público se guarda en el <fenotipo> pero la forma en que esa interacción incide está determinada en el <genotipo>.

**Extracto código 4**

Definición de la capa de repetición (etiqueta de <fenotipo>)

```
<fenotipo offsetRotaI=-102.3' offsetRotaJ=0.0' offsetRotaK=-136.4' offsetTamI=0.0' offsetTamJ=0.0'
offsetTamK=0.0' offsetAlfaI=0.0' offsetAlfaJ=0.0' offsetAlfaK=-113.66664' offsetRotacion=0.0'
offsetDXconI=-0.0' offsetDXconJ=16.333328' offsetDYconI=-0.0' offsetDYconJ=0.0' ><colores><c i=0' j=0'
k=0' col='FFEB5428'></c><c i=0' j=0' k=1' col='FFA62A22'></c><c i=0' j=0' k=2' col='FF367C5C'></c><
c i=0' j=0' k=3' col='FFD6050A'></c><c i=0' j=0' k=4' col='FFDA0000'></c><c i=0' j=0' k=5' col='
FFFF9338'></c><c i=0' j=0' k=6' col='FF766B34'></c><c i=0' j=0' k=7' col='FFCE2A1D'></c><c i=0' j=0'
k=8' col='FFA50826'></c><c i=0' j=0' k=9' col='FFB90500'></c><c i=0' j=0' k=10' col='FF332B58'></c>
<c i=0' j=0' k=11' col='FF9C010F'></c><c i=0' j=0' k=12' col='FFD99D36'></c><c i=0' j=0' k=13'
col='FF7E151D'></c><c i=0' j=0' k=14' col='FFEC5629'></c><c i=0' j=0' k=15' col='FF390509'></c><c i=
0' j=0' k=16' col='FFCE0106'></c><c i=0' j=0' k=17' col='FF181C4E'></c><c i=0' j=0' k=18' col='
FFC16B1D'></c><c i=0' j=0' k=19' col='FF2D1B4D'></c><c i=0' j=0' k=20' col='FF581A22'></c><c i=0' j=
0' k=21' col='FFF8D349'></c><c i=0' j=0' k=22' col='FFD8D746'></c><c i=0' j=0' k=23' col='FFEC5C2A'
></c><c i=0' j=0' k=24' col='FFF6C111'></c><c i=0' j=0' k=25' col='FF97240C'></c><c i=0' j=0' k=26'
col='FF3C1D30'></c><c i=0' j=0' k=27' col='FF7A0E27'></c><c i=0' j=0' k=28' col='FFD40200'></c><c i=
0' j=0' k=29' col='FFB44228'></c><c i=0' j=0' k=30' col='FF81BF3E'></c><c i=0' j=0' k=31' col='
FFF19637'></c><c i=0' j=0' k=32' col='FF285F48'></c><c i=0' j=0' k=33' col='FF913927'></c><c i=0' j=
0' k=34' col='FFF3AE3D'></c><c i=0' j=0' k=35' col='FF6E1625'></c><c i=0' j=0' k=36' col='FF42162F'
></c><c i=0' j=0' k=37' col='FF781A10'></c><c i=0' j=0' k=38' col='FF9C2719'></c><c i=0' j=0' k=39'
col='FF44972F'></c><c i=0' j=0' k=40' col='FFF3CE25'></c><c i=0' j=0' k=41' col='FFE30001'></c><c i=
0' j=0' k=42' col='FF78C03B'></c><c i=0' j=0' k=43' col='FFB9402F'></c><c i=0' j=0' k=44' col='
FFF24702'></c><c i=0' j=0' k=45' col='FF8B051D'></c><c i=0' j=0' k=46' col='FF62142C'></c><c i=0' j=
0' k=47' col='FF8CAE23'></c><c i=0' j=0' k=48' col='FFA92411'></c><c i=0' j=0' k=49' col='FFE20001'
></c></colores></fenotipo>
</repeticion>
```

En el extracto de XML de abajo (que muestra el contenido de la etiqueta <fenotipo> de la repetición) puede verse un conjunto de variables cuyos nombre empiezan con la palabra “offset”, estas variables definen el grado de cambio del tamaño, rotación, transparencia, etc.

Dentro de esta etiqueta se guarda también los colores que le corresponde a cada uno de los triángulos, independientemente de que los mismo hayan sido extraídos de una paleta de colores que está definida en la etiqueta <paleta> en el interior del <genotipo>.

Así, tal como dijimos al principio, cada capa está dividida en elementos del genotipo y otros del fenotipo, en donde el genotipo está conformado por la información que se hereda de las pinturas progenitoras al momento de la reproducción (el intercambio genético) y el fenotipo define aquello que es modificado durante la interacción con el público.

## 7. La Selección Natural

El sistema posee una rutina de simulación de un proceso “selección natural” que cumple la función de eliminar aquellas pinturas que fueron menos elegidas por los interactores. Para este objetivo, el sistema va construyendo una base de datos del número de veces que cada pintura fue elegida. En dicha tabla se guardan datos como el nombre, la fecha y hora de nacimiento, la cantidad de veces que fue elegida. El valor de ranking, se obtiene dividiendo la cantidad de elecciones (cantidad de veces que fue elegida) por la cantidad de días de antigüedad.

La “selección natural” se ejecuta cuando la población alcanza una cantidad determinada, llamada “límite máximo población”. Al momento de alcanzar este límite, se ejecuta el proceso que ordena las pinturas en función del ranking, y aquellas pinturas que fueron menos elegidas son eliminadas. El otro parámetro importante es el llamado “cantidad sobrevivientes” ya que es el que determina cuántas pinturas quedarán. La forma en que esto se resuelve es seleccionan-

id	nacimiento	hora	nombre	cantidadElecciones	ranking
549	2021-10-25	18:42	P-0000001Yohoyqibo	23	52.272728
5	2021-10-20	01:05	P00000005Laberoditu	35	71.42857
22	2021-10-20	02:05	P00000022Zacorekoqy	27	55.10204
500	2021-10-20	02:07	P00000500Qyxacyqamo	26	53.061226
544	2021-10-23	21:49	P00000544Hezomemale	6	13.043478
552	2021-10-28	14:01	P00000552Mibometovo	12	29.268293
553	2021-10-28	14:04	P00000553Zyzylizawa	2	4.878049
557	2021-10-28	15:23	P00000557Ryjesykasa	3	7.3170733
555	2021-10-28	15:19	P00000555Yosetuhaxi	2	4.878049
532	2021-10-23	16:57	P00000532Rekovacole	4	8.695652

do las pinturas que tienen mejor ranking, hasta completar la cantidad de sobrevivientes establecidas.

## 8. La Captura de Movimiento y la Interfaz

Debido a la pandemia del COVID-19 el Museo de Ciencias Naturales estaba interesado en utilizar una interfaz que no requiera el contacto del público con la pantalla. En función de esto se ideó una interfaz con captura de movimiento que trabaja a partir de un umbral de distancia. La idea consiste en que a cierta distancia (en este caso 2 metros) hay una baranda que impide que el público se acerque a las pantallas, pero el público puede pasar el brazo por encima de esta baranda. Una cámara de profundidad, en este caso una cámara RealSense de Intel, puede medir la profundidad a la que se encuentran las distintas partes del cuerpo y utilizar un valor de umbral para prestar atención sólo a lo que está por debajo de ese valor de umbral. Es decir, el público no puede acercarse más cerca que a 2 metros, debido a la baranda, pero el brazo de un interactor que apunta con su mano hacia la pantalla lograría que dicha mano esté más cerca que 1.5 metros. Ubicando un valor de umbral cerca del 1.8 metros se puede detectar lo que se encuentra por debajo de ese valor y usarlo como cursor para interactuar con las pantallas.

En la figura de abajo se puede observar como la aplicación que resuelve la interfaz de la instalación es capaz de captar la mano que se encuentra por delante del umbral y ser indiferente al resto del cuerpo del usuario.

Una restricción de la interfaz es que las personas pueden interactuar de a una por vez y con un sólo brazo, esto no es por el sistema de captura de movimiento en sí, sino que se estableció como convención para organizar el funcionamiento de la interfaz ya que si la personas puede apretar varios botones al mismo tiempo, el sistema no podría decidir a cuál obedecer.

Los datos de esta aplicación son transmitidos por el protocolo de comunicación OSC a la aplicación principal, la cual responde a esta información como si fuera un cursor controlado por un mouse.

Respecto del funcionamiento de la interfaz no táctil hemos notado que resulta mucho menos intuitiva que una pantalla táctil. En líneas generales al público le resulta más sencillo interactuar usando sus manos para tocar cosas u operar sobre cosas que puede tocar. Esto hace que las interfaces táctiles tengan una inmensa ventaja respecto de las no táctiles. Al público le resulta difícil integrar la experiencia de operar con entidades virtuales mediante el movimiento de la mano en el aire (sin tocar nada), se produce una suerte de "desdoblamiento" entre la acción y la consecuencia, donde las acciones suceden en el mundo físico (en el aire) y las consecuencias (del mundo virtual) se representan en la pantalla a distancia. De todo esto surge que la instalación habría funcionado mejor con una pantalla táctil ya que esta facilita la interacción. La propuesta de la instalación en general es

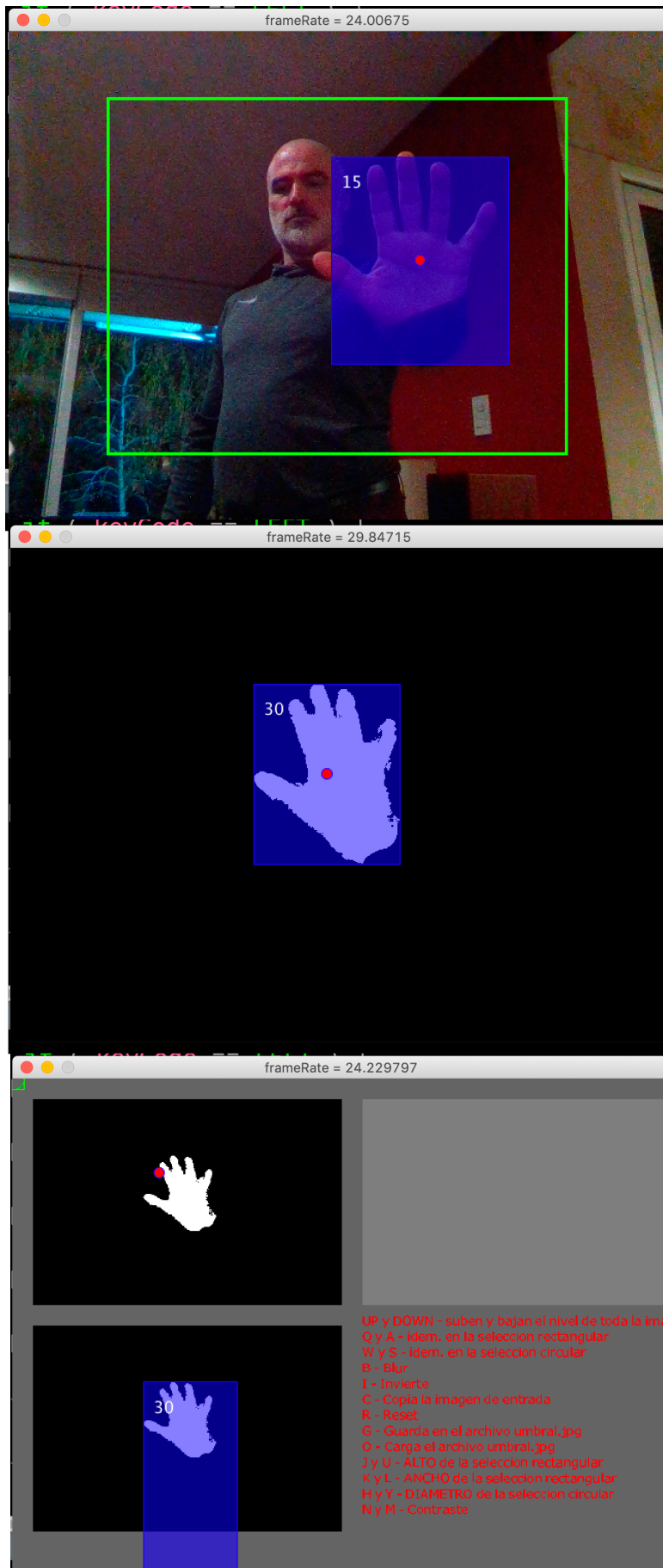


Figura 34

Interfaz de captura

muy compleja y la interfaz suma un grado de complejidad más que atenta contra la comprensión de la propuesta de la obra.

## 9. Conclusiones

La instalación "Genetismo Abstracto" significó una excelente oportunidad de articular una propuesta artística en pos de la necesidad educativa/comunicacional del Museo de Ciencias Naturales. Esta increíble oportunidad nos permitió investigar las características de recursos visuales presentes en ciertas pinturas abstractas, con el desafío de formalizar algorítmicamente dichos recursos, lo cual constituyó la guía principal de nuestro derrotero. También tuvimos que resolver cuestiones como la composición, la articulación entre características heredadas y la contribución del público. Toda la problemática definida por el proceso nos instó a encontrar buenos hallazgos, de gran potencia expresiva y que seguramente vuelvan a ser usados en futuras producciones.

Quedan algunas deudas. En la experiencia con el público y con el personal de la sala pudo observarse cierta dificultad en la interacción con la instalación. Luego de observar el fenómeno detenidamente dedujimos que la complejidad de la propuesta atenta contra la legibilidad de la experiencia y el proceso interactivo. Dicho de otra forma: los tiempos de permanencia del público, el tipo de experiencia en la sala (una sala inmensa, repleta de información en uno de los museos más grandes e importantes de América) hace que las personas no puedan detenerse el tiempo suficiente para comprender acabadamente la propuesta. Para el personal de guías, también implicaba una dificultad prestarle la suficiente atención a la instalación, ya que la misma es sólo una pequeña parte de su recorrido y con una gran caudal de gente, en una propuesta interactiva que es de a una persona por vez. Se podría decir que la propuesta quizás resultó demasiado ambiciosa en su intención de dar al público la mayor potencia expresiva y participación posible en el proceso creativo, en un espacio y un tipo de sala que no está preparada para ese tipo de experiencia. Hacemos un "mea culpa" y reconocemos que una propuesta menos potente y mucho más acotada podría haber cumplido suficientemente la función educativa, pero en este punto "el artista" le ganó "al comunicador" y la ambición de querer llevar al límite la aplicación de algoritmos genéticos en el arte, se adueñó del proceso. Un segundo aspecto que complicó más aún esta situación fue que el presupuesto destinado al proyecto fue insuficiente, y si bien ha sabiendas de su insuficiencia aceptamos el trabajo (debido a que nos interesaba mucho realizar un trabajo para dicho museo, así como el desafío de investigar la aplicación de algoritmos genéticos al arte), esa insuficiencia se hizo notar en la falta de tiempo para desarrollar una interfaz adecuada: se podría decir que el presupuesto no logró cubrir las horas dedicadas a la propuesta algorítmica en sí, que era nuestro principal interés y a la hora de desarrollar la interfaz estábamos usando horas de trabajo que hacía rato no teníamos. Eso implicó un límite claro: no pudimos desarrollar una mejor interfaz, sólo corregirla en función del análisis que hicimos, pero un desarrollo más equilibrado hubiera requerido muchas más horas, de las cuales no disponíamos.



La segunda deuda es de carácter conceptual y no va a ser objeto de este texto, haría falta todo otro artículo para tratarla adecuadamente, así que aquí solamente la anunciaremos: la aplicación de algoritmos genéticos a un fenómeno estético, con su universo conceptual vinculado al neodarwinismo, inevitablemente trae los fantasmas del darwinismo social (que tanto daño ha hecha a la condición humana, por decirlo de una forma moderada), entonces cabe aquí la siguiente pregunta: ¿en qué medida la realización de arte genético implica tener una postura apologista hacia el darwinismo social, su forma de pensamiento y acción?. En nuestro caso responderé taxativamente que NO, no estamos a favor del darwinismo social, al cual consideramos una forma de pensamiento aberrante, y consideramos que se puede hacer arte genético sin implicar nada de esto. Pero entendemos que se genera aquí una serie de interrogantes muy interesantes para discutir respecto del lugar de la estética en la interacción con el público y que seguramente hay que poner en crisis el concepto de “evolución” cuando hablamos de estética, arte e interacción con el público. En nuestro recorrido por este proceso y al encontrarnos con esta inquietud descubrimos que esta relación que se establece entre el público y un arte que se ajusta a “su gusto” está presente en un sinfín de fenómenos culturales que pasan desapercibidos pero que deberían ser revisados desde esta perspectiva. Es decir, si bien nos parece injustificado la aparición de este fantasma en relación al arte genético, las dudas que dicho fantasma trae generan un campo muy fértil para explorar la relación entre el público, el gusto y una economía de las imágenes que parece estar cada vez más “a la carta” (a la medida). Este fenómeno está particularmente presente en las redes sociales que gestionan gran parte de esta economía de las imágenes, y siendo que las imágenes parecen tener cada vez más peso en la subjetividad de la contemporaneidad, sería interesante extender las dudas que este fantasma trae a este universo. Entiendo que este es un hallazgo muy rico que amerita todo otro trabajo de análisis del tema, el cuál abordaremos en cuanto tengamos la oportunidad.

Por todo lo expuesto, nos consideramos afortunados de haber podido realizar este trabajo. Los conocimientos adquiridos durante el desarrollo, sumado a los hallazgos hechos en las “deudas” recién expuestas, han enriquecido significativamente nuestra experiencia, trayendo muchas respuestas y aún muchas más dudas; que es lo que todo buen camino debe regalarnos.

## 10. Bibliografía

1. Jeremijeko Natalie, “A bioinformatic instrument”  
[http://anthropology.mit.edu/sites/default/files/documents/helmreich\\_onetreescloning.pdf](http://anthropology.mit.edu/sites/default/files/documents/helmreich_onetreescloning.pdf)
2. Julián Pérez Porto y María Merino. Publicado: 2018. Actualizado: 2019. Definicion.de: Definición de genotipo (<https://definicion.de/genotipo/>)



# DESARROLLO DE INTERFACES NATURALES GESTUALES CON KINECT

**Julia Saenz** [julisaenz99@gmail.com](mailto:julisaenz99@gmail.com)

**Alejo Schön** [aleeschon@gmail.com](mailto:aleeschon@gmail.com)

**Luciano Nahuel Espinosa** [nachuespinosa@gmail.com](mailto:nachuespinosa@gmail.com)

Laboratorio emmeLab  
Facultad de Artes  
Universidad Nacional de La Plata  
Argentina

## Introducción

Los gestos con las manos son parte inherente a la comunicación entre personas, ya sea como sustitución o acompañamiento de la comunicación verbal y su utilización como método de interacción humano-máquina (HCI) se viene explorando hace tiempo [1]. Existe un enorme repertorio de gestos posibles, que pueden categorizarse según diferentes parámetros: las partes del cuerpo que requiere (una o dos manos, solo dedos, mano y brazo, etc); si son estáticos o dinámicos; si se usan para comunicarse con la interfaz o para manipularla; y si son predefinidos anteriormente o si son de forma libre [2]. De la misma forma, se han desarrollado a lo largo de los años un gran número de tecnologías de captura y procesamiento óptico específicas para este tipo de interacción, con diversos niveles de complejidad, detalle de calibración y condiciones óptimas [3]. Para poder tomar una decisión apropiada a la hora de diseñar una interfaz controlada por gestos, es necesario hacer un

HCI

interfaces gestuales

detección del cuerpo

análisis previo de las posibilidades de diferentes tecnologías según la forma en la que detecta los gestos, las configuraciones que permiten, los datos que proporcionan y su rendimiento en diferentes situaciones.

Este trabajo busca analizar tres programas de detección de manos, cada uno utilizando un distinto método de captación: cascadas de Haar, método de detección de objetos que recorre la imagen en sectores cada vez más pequeños y busca en cada uno si aparecen ciertas características visuales relacionadas con el objeto que se haya entrenado para detectar [4]; blobs por diferencia, lo que implica identificar y delimitar las porciones más brillantes u oscuras de la imagen en regiones de interés llamadas blobs [5]; y modelos de red neuronal, una serie de capas de nodos o neuronas interconectadas que procesan una información y devuelven otra. La definición de un modelo se realiza mediante el entrenamiento de la red, proceso en el que se le muestran ejemplos de lo que se quiere que el modelo realice (por ejemplo, imágenes en las que haya o no manos) para que este identifique la serie de relaciones correctas [6].

Con este fin se desarrolló una interfaz gestual para la solicitud de turnos, como las que se pueden encontrar en hospitales, que puede ser controlada mediante cualquiera de los tres programas analizados. De cada uno se describe detalladamente el proceso de implementación teniendo en cuenta la facilidad de configuración en cada caso y se realizaron pruebas del desempeño en diversas condiciones espaciales. A partir de esto, se busca que este trabajo sirva como material pedagógico introductorio de las posibilidades y limitaciones en cuanto las diferentes formas de desarrollar una interfaz gestual, de tal forma que todo el código mencionado en este trabajo está disponible en un repositorio de GitHub<sup>1</sup>.

## Metodología

El sistema desarrollado para este trabajo cuenta con una interfaz gráfica que puede conectarse a tres diferentes programas de detección mediante Open Sound Control (OSC) [7]. Cada uno de estos programas detecta la palma de la mano de un usuario y envía la posición normalizada a la interfaz gráfica, que usa este dato para guiar el cursor a través de la pantalla de la misma forma que lo haría un mouse.

Se buscó rediseñar una interfaz ya existente y de uso habitual en espacios públicos, ya que estas necesitan poder funcionar correctamente diversos espacios y ser rápidamente comprensible por una gran variedad de usuarios. Se eligió desarrollar un gestor de turnos, comúnmente utilizado en hospitales, centros médicos y bancos, teniendo en consideración que este tipo de interfaces suelen tener una estructura y navegación simples e intuitivas. Por esta misma razón y tomando en cuenta que la experiencia del usuario tiene que ser lo más breve posible, se decidió interactuar únicamente a través del desplazamiento de la mano.



Figura 1

*Interfaz táctil de gestión de turnos localizada en un hospital*

La interfaz para la gestión de turnos fue desarrollada en Processing [8] y comprende de cuatro botones que son seleccionados cuando el usuario sostiene la mano sobre alguno de ellos por 4 segundos. Al terminar el proceso, muestra un mensaje de confirmación de turno y regresa al estado inicial.

En esta pantalla el usuario puede elegir cualquiera de las cuatro opciones depende que tramite quiera hacer



Figura 2

Interfaz de gestión de turnos realizada para el prototipo. En esta pantalla el usuario recibe feedback de la opción que seleccione y puede obtener su comprobante

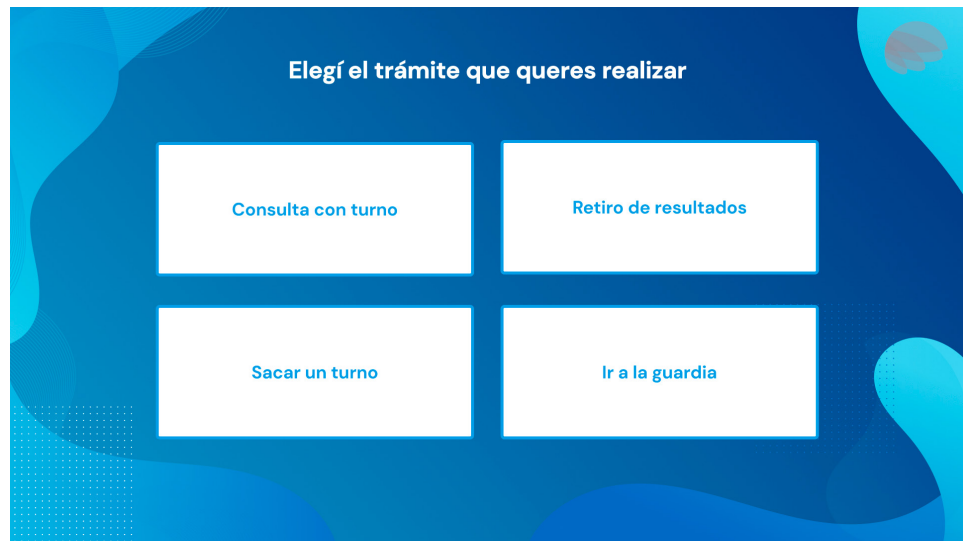


Figura 3

Interfaz de gestión de turnos realizada para el prototipo. En esta pantalla el usuario recibe feedback de la opción que seleccione y puede obtener su comprobante



## Diseño de programas de detección

Para la selección de los programas y algoritmos de detección se tuvieron en cuenta dos condiciones: que fuesen de código abierto y sean compatibles con Processing, ya sea una librería propia o mediante algún sistema de comunicación como OSC. Por otro lado, también se buscó que los softwares elegidos tuviesen diferentes métodos de detección: por cascadas de Haar [4], por blobs [5] y por esqueleto con modelos de redes neuronales [6].

Los softwares a evaluar son OpenCV for Processing para la detección por cascadas de Haar [9], TSPS para la detección por blobs [10] y PoseNet para la detección de esqueleto con modelo de redes neuronales [11]. OpenCV for Processing es una librería de Processing que puede descargarse desde el propio entorno de programación mientras que TSPS y PoseNet se pueden conectar a través de sistemas de comunicación.

## Cámara

Si bien todos los programas son compatibles con cámara web, en los casos que fuese posible la captura se realizó utilizando una Kinect v1, dispositivo de captura de cuerpo, movimiento y voz desarrollado por PrimeSense en 2010 para la consola de juegos Xbox 360 [12]. Se eligió este dispositivo ya que tiene su propio sistema de iluminación infrarroja, puede funcionar en situaciones de luz baja o variable y no es afectado por el color de los elementos en escena.

En el sistema operativo Windows el driver que se necesita para conectar la Kinect depende de la librería o versión del dispositivo que se utiliza. Para poder instalar o cambiar de driver fácilmente se usó Zadig [13], una aplicación para Windows que permite instalar drivers USB genéricos. Cuando se explique con detalle cada versión de la interfaz se especificará también el nombre del driver que sea necesario.

El único programa que usa una cámara web y no Kinect es PoseNet, ya que fue desarrollada específicamente para la detección de esqueletos con cámara web y aunque es posible conectarlo Kinect, mediante Runway [14] por ejemplo, es una solución contraintuitiva que solo empeora detección y el rendimiento de la interfaz.

## Resultados

La interfaz se conecta con los programas de detección mediante OSC, recibiendo la posición de la mano del usuario y adaptándolo a la dimensión de la interfaz. Para realizar la conexión se necesita tener instalada la librería oscP5 en Processing [15], con la cual se instancia un objeto de tipo OscP5, que es el que maneja la comunicación, y un objeto de tipo NetAddress, que guarda la IP y el puerto que se escucha. Como en este caso los dos programas se corren en la misma computadora, la IP es "127.0.0.1". Por último, se llama al método plug(), que recibe 3 paráme-

```
import oscP5.*;
import netP5.*;
OscP5 oscP5;
NetAddress myRemoteLocation;
void setup(){
  oscP5 = new OscP5(this, 2000);
  myRemoteLocation = new NetAddress("127.0.0.1", 1000);
  oscP5.plug(this, "posicionMano", "/posicionMano");
}
public void posicionMano(float x_, float y_) {
  //Acomoda los valores al tamaño de la pantalla
  x = x_*width;
  y = y_*height;
}
```

tros: una referencia a la instancia de Papplet de Processing en la cual se ejecuta, el nombre del método que va a ejecutar cada vez que llegue un mensaje por osc y el tag del mensaje que espera recibir. Este último tiene que coincidir con el tag del mensaje que esté siendo enviado el programa de detección.

Conectar los programas de esta forma permite probar la interfaz con diferentes programas de detección cambiando solo el puerto del que recibe esos los dos valores y se asegura de que cualquier problema en el control de la interfaz provenga de la detección y no de una diferencia entre interfaces.

Cada programa detector tiene también la librería oscP5 inicializada de la misma manera, solo que los puertos están invertidos: el puerto que escucha el programa principal debe tener el mismo valor que el inicializado en new OscP5() en el programa detector y viceversa.

## DetECCIÓN con OpenCV

Esta versión utiliza las librerías OpenKinect for Processing para leer la imagen de la cámara y OpenCV for Processing para el procesamiento de la imagen; el driver para Kinect necesario es lisusbK. Con OpenCV se crea una instancia de un objeto de tipo OpenCV que se inicializa con dimensión de la imagen a detectar.

```
opencv = new OpenCV(this, 640, 480);
```

Una vez inicializado se le carga una Cascada de Haar; OpenCV cuenta con una serie de cascadas integradas a las que se puede llamar directamente por nombre, pero como ninguna de ellas sirve para detectar manos, debe agregarse una nueva pasando la ubicación o ruta absoluta del archivo, lo cual genera el problema de tener que modificar la ruta cada vez que se cambia de máquina o el archivo se mueve de lugar.

Luego de agregar la cascada, se carga al objeto OpenCV la imagen sobre la que va a realizar la detección, en este caso el video que recibe de la Kinect, usando el método kinect.getVideoImage() de la librería OpenKinect.

```
opencv.loadCascade('C:/Usuario/Carpeta/Subcarpeta/archivo.xml', true);  
opencv.loadImage(kinect.getVideoImage());
```

Teniendo ya la cascada y la imagen, se llama a la función detect(), la cual devuelve un arreglo de Rectangles. El método puede llamarse sin pasar ningún valor por parámetro o pasando cuatro valores que permiten controlar con mayor detalle cómo se está realizando la detección. Los valores son, en orden:

ScaleFactor: refiere a cuánto más chico es el sector en el que detecta la cascada cada pasada; el número está por defecto en 1.1, por lo que en cada pasada el sector será 10% más chico que el anterior. Un número más cercano a 1 implica una detección más lenta pero más meticulosa y un número más alejado corresponde con una detección más rápida pero menos precisa.

MinNeighbours: corresponde con la cantidad mínima de detecciones positivas que tiene que tener una detección para guardarse finalmente en el arreglo, por lo general un número entre 1 y 5 asegura una detección más precisa y evita falsos positivos.

flags: solía usarse para especificar distintos modos de detección pero que ahora no se utiliza, por lo que el valor se deja en 0.

minSize y maxSize: estos dos últimos parámetros indican el menor y mayor tamaño en píxeles que puede tener el objeto detectado, pudiendo así eliminar positivos que aparezcan más cerca o más lejos de lo que se espera.

```
Rectangle [] manos = opencv.detect(1.05, 50, 0, 30, 200);
```

El arreglo de rectángulos contiene todas las instancias de manos que la cascada haya detectado según los parámetros indicados. Como solo necesitamos la posición de una mano guardamos la posición del centro de la mano que corresponda al rectángulo más grande y suavizamos los valores a través de una interpolación lineal de la posición anterior y la actual para reducir el ruido de la captura. En este caso se guarda la mano más grande ya que es menos probable que haya una mano más cercana que la del usuario que esté interactuando. Finalmente la posición es normalizada y enviada al programa de la interfaz mediante OSC.

## Detección con TSPS

Esta versión requiere de la aplicación TSPS y el driver para Kinect libusb0. Si bien TSPS usa su propio protocolo de comunicación (TUIO), y existe una librería para leer dicho protocolo en Processing, en nuestro desarrollo no se usa dicha librería ya que entra en conflicto con la librería de oscP5 que se necesita para la comunicación con la interfaz.

Se debe instalar TSPS de la página oficial y al abrirlo empieza a detectar automáticamente la cámara web con la configuración por defecto, la cual

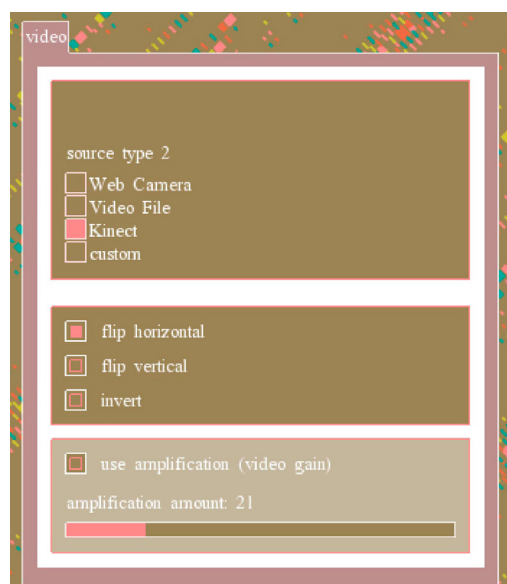


Figura 4

Configuración de la pestaña source

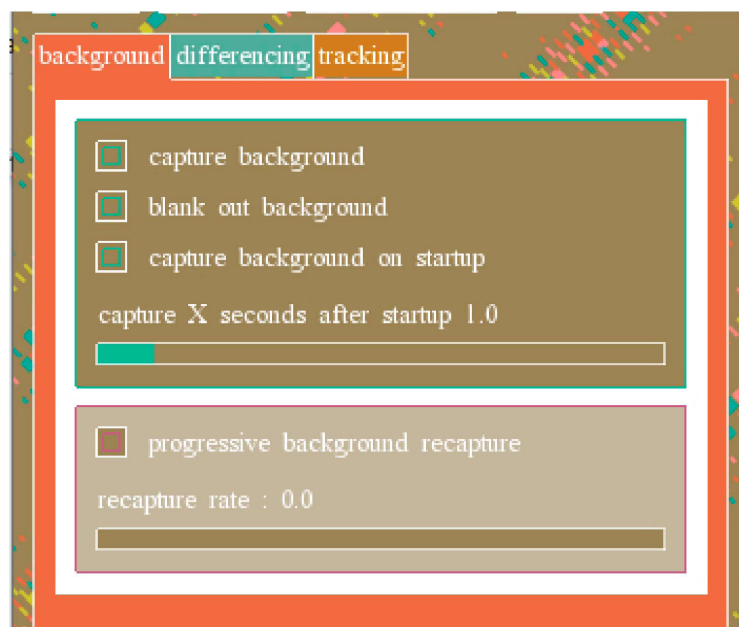
puede ser modificada de varias formas: se puede ir modificando cada slider e ir viendo su efecto en la detección en tiempo real o se puede cargar una configuración definida anteriormente mediante el botón load. En este caso iremos configurando y explicando cada parámetro, pero una vez hecha la primera configuración, puede guardarse como la predeterminada con el botón save, o guardarse como un archivo para poder acceder luego con el botón save as. Es recomendable para un sensado óptimo recalibrar el programa la primera vez que se utiliza en un espacio nuevo.

Los parámetros de TSPS están divididos en 4 categorías principales: *source*, *sensing*, *communication* y *data*. La pestaña *source* permite elegir la entrada de video ya sea cámara web, Kinect, videos ya grabados o customizado; cada una de estas entradas puede espejarse horizontal o verticalmente y es posible agregarle grano. Para este caso solo seleccionamos Kinect y espejamos horizontalmente la imagen.

La categoría de *sensing* es donde se va a realizar la calibración de la detección y la imagen. Está dividida en tres categorías: *background*, *differencing* y *tracking*. La pestaña de *background* permite sacar una captura del fondo, que sirve para evitar que el programa capture cosas permanentes en la escena. Se puede capturar una vez, o programar para que se vaya actualizando progresivamente según un tiempo determinado. En esta configuración solo sacamos una captura al principio de la ejecución.

Figura 5

Configuración *background*



La sección de *differencing* permite modificar el *threshold* (umbral de luz) de la escena, lo cual sirve para pintar cada pixel de blanco o negro dependiendo de su luminocidad; mientras más alto el umbral, más luz necesita un objeto para ser detectado. Con la Kinect, como la imagen que devuelve varía los niveles de grises según la cercanía, dependiendo el valor del *threshold* se modifica la distancia máxima posible de detectar. La pesta-



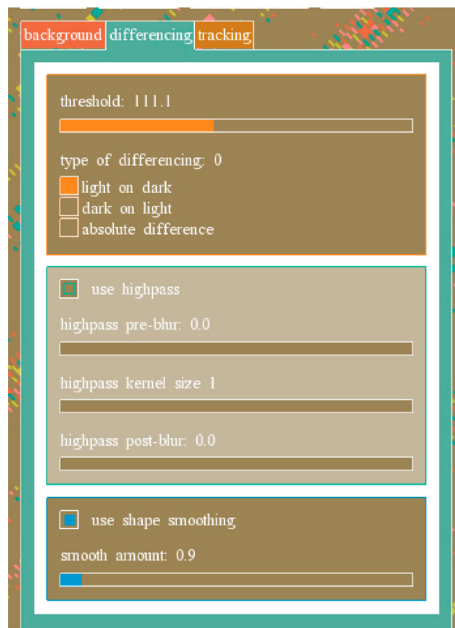


Figura 6

Configuración differencing

ña también permite usar highpass, un filtro que determina si un píxel es blanco o no en base a el píxel correspondiente en la imagen original así como los píxeles vecinos a este, resaltando en blanco solo los píxeles que superen un umbral. Finalmente se puede agregar un suavizado de forma. A continuación se muestra la configuración de este programa pensado para detectar manos a distancia de 1,5 metros como máximo.

La última sección de sensing es la configuración del tracking; se puede configurar por un lado el tamaño mínimo y máximo de un blob según el porcentaje que ocupa en pantalla y utilizar cascadas de haar para complementar la detección. Como solo estamos usando la información de profundidad de la Kinect, la detección por cascadas no nos es útil y solo configuramos el rango de tamaño de blobs deseado.

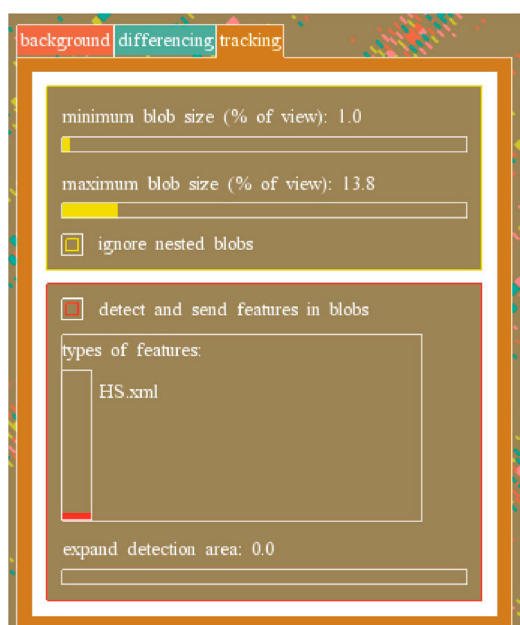


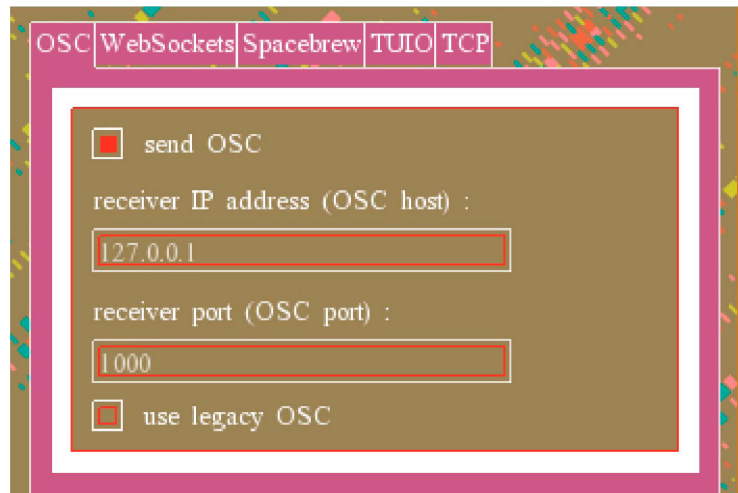
Figura 7

Configuración tracking

La pestaña de comunicación es la que permite enviar los datos a otros programas, puede comunicarse mediante OSC, WebSockets, SpaceBrew, TUIO o TCP. En este caso nos enviamos los datos por OSC asegurándonos de tener la dirección de IP y el puerto de nuestro programa de Processing.

Figura 8

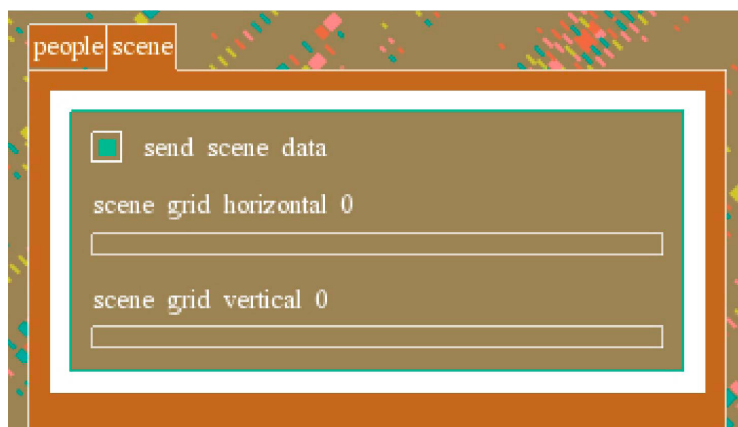
Configuración de la pestaña communication



Por último, la pestaña de data permite configurar la información que se va a enviar. Dentro de data, la pestaña people permite seleccionar si se manda información de los contornos o del flujo óptico y la pestaña scene permite mandar información de la escena y, si se quisiese, dividirla en una grilla. Para este caso necesitamos únicamente saber la posición de la mano, por lo que enviamos solo los datos de la escena.

Figura 9

Configuración de la pestaña data



Teniendo ya la configuración de TSPS optimizada para detectar la mano, se envía el mensaje por osc a Processing para ser interpretado. El formato del mensaje de osc tiene dos configuraciones posibles, dependiendo del tipo de evento que se está enviando: una escena o un evento de persona. Para este caso usamos los datos en las posiciones 0, 2, 3, 4 y 7. Respectivamente, el id único del blob detectado, la edad o tiempo que

lleva el blob en escena, la posición en x e y normalizada del centro de masa del blob (centroide) y la profundidad normalizada del blob.

Cada Blob se guarda en un arreglo de la misma longitud que la cantidad de personas en escena que se actualiza cada vez que hay un evento de tipo /personUpdated.

```
if (theOscMessage.checkAddrPattern("/TSPS/personUpdated/")) {
    for (int i = 0; i < nBlobs; i++) {
        blobs[i] = new Blob();
        blobs[i].id = theOscMessage.get(0).intValue();
        blobs[i].age = theOscMessage.get(2).intValue();
        blobs[i].x = theOscMessage.get(3).floatValue();
        blobs[i].y = theOscMessage.get(4).floatValue();
        blobs[i].depth = theOscMessage.get(7).floatValue();
    }
}
```

En un caso ideal, la única persona que detectaría es la de la mano, pero en caso contrario el programa necesita una forma de decidir cuál de las personas seguir. Para esto selecciona la persona con más antigüedad y menos profundidad, suponiendo que la mano es la detección más estable y más cercana a la cámara.

```
for (int i = 0; i < nBlobs; i++) {
    if (blobs[i].age >= max.age && blobs[i].depth > max.depth) {
        max = blobs[i];
    }
}
```

Como el valor que pasa TSPS del centroide ya está normalizado, para enviarlo al programa de la interfaz solo se debe realizar el mismo suavizado que en los otros programas y enviamos la posición a la interfaz.

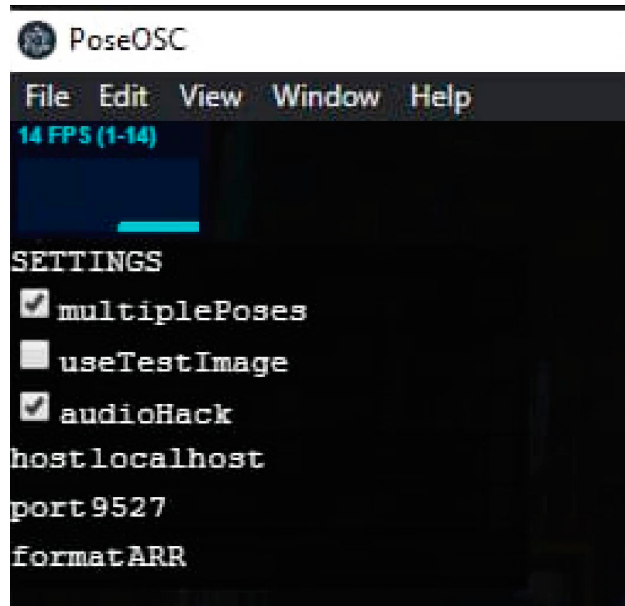
## Detección con PoseNet

PoseNet puede conectarse a Processing mediante distintos programas, algunos necesitan una conexión a Internet, lo que no es deseable. Para este trabajo se usó la aplicación PoseOSC, que permite pasar la información detectada directamente a Processing por OSC y tiene la ventaja de ser una configuración simple y no necesita conexión a Internet.

Para usar PoseOSC se debe descargar el archivo de la página de Github [16] bajo la categoría Releases, descomprimirlo y abrir el archivo de nombre "pose-osc". Al abrirlo empieza a detectar y enviar la información a un puerto automáticamente, mostrando a la izquierda de la pantalla la configuración actual del modelo. En este caso, al decir modelo nos referimos a una red neuronal entrenada para detectar esqueletos.

Figura 10

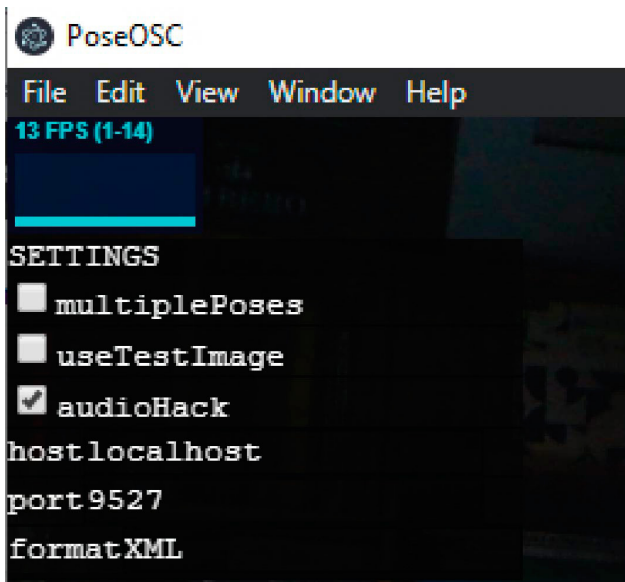
Interfaz de PoseOSC con sus ajustes por defecto



La interfaz muestra de arriba hacia abajo: los fps a los que está corriendo el modelo, el tipo de modelo que está usando, si se está usando la imagen de prueba, si se está usando el audioHack, el host (por defecto el local), el puerto al que envía los datos y el formato en el que se envían. Para este prototipo la configuración a utilizar es la siguiente: cómo solo se necesita detectar una persona a la vez, desactivamos multiplePoses; useTestImage se mantiene desactivado ya que es justamente una imagen para probar el funcionamiento del algoritmo; audioHack reproduce un sonido a bajo volumen para asegurarse que el modelo siga corriendo cuando la ventana no está activa, por lo que se mantiene activado; el host y port se mantienen iguales aunque dependiendo de las condiciones de implementación podría ser necesario cambiar el puerto o la dirección ip; y por último el format se cambia de ARR a XML (en mayúsculas). Debería quedar de esta forma:

Figura 11

Interfaz de PoseOSC con los ajustes elegidos para este prototipo



Sin embargo, estos no son los únicos parámetros que pueden configurarse; abriendo la carpeta de PoseOSC/resources/app hay un archivo llamado “settings.json”, el cual puede abrirse con el bloc de notas o cualquier editor de texto. Este archivo tiene el resto de los parámetros del modelo y si lo modificamos las opciones por defecto del programa también se modifican. De esta forma podemos asegurarnos de solo tener que configurar el programa solo una vez. Los primeros seis parámetros son los ya mencionados, que pueden ser modificados desde el archivo para marcarlos como la configuración predeterminada del programa. El resto de los parámetros se dividen en dos categorías: configuración de poseNet y configuración de cámara.

Los primeros sirven principalmente para balancear entre velocidad y precisión en la detección. Por defecto se prioriza siempre la velocidad de la detección, pero también pueden modificarse de la siguiente forma:

**architecture:** refiere a la arquitectura del modelo para usar, por defecto “MobileNetV1” ya que es más rápida, pero también puede cambiarse a “ResNet50” para un algoritmo más lento pero más preciso.

**outputStride:** refiere a la calidad de los datos de salida, por defecto 16 pero puede también setearse 8 para máxima calidad (solo si se está usando el modelo “MobileNetV1”) o 32 para mínima calidad (solo si el valor de multiplier es 1.0)

**inputResolution:** el tamaño de la imagen que se alimenta al modelo, por defecto 257. Mientras más grande el número, mayor calidad al costo de velocidad

**multiplier:** este valor se usa sólo con “MobileNetV1”. Por defecto 0.75, puede ser 0.5 para más velocidad o 1.0 para mayor calidad.

El resto de los parámetros refieren al id de la cámara (deviceId) y la dimensión (width y height). Por defecto están en null y se actualizan con la cámara que detecte al iniciar la aplicación.

Ya teniendo configurado el modelo y enviando los datos al puerto especificado, en el archivo de Processing se usan las librerías OSCp5 y OpenKinect for Processing de manera muy similar a la versión con OpenCV, con la diferencia de que además del puerto al que va a mandar la posición de la mano, se debe configurar el puerto del que va a recibir los datos de PoseOSC. Esto se hace declarando un objeto de tipo OscProperties y configurando el tamaño máximo en bytes que puede recibir por OSC (por defecto 1536), el puerto al que escucha y al que envía datos.



```
OscProperties myProperties = new OscProperties();
myProperties.setDatagramSize(10000); // tamaño datos
myProperties.setListeningPort(9527); // puerto del que recibe
myProperties.setRemoteAddress("127.0.0.1", 1000); // puerto al que manda
myRemoteLocation = new NetAddress("127.0.0.1", 5000);
oscP5 = new OscP5(this, myProperties);
oscP5.plug(this, "parseData", "/poses/xml");
```

De la misma forma que en el programa de la interfaz se usa el método `plug()` para recibir los datos de OSC, el método se usa en este caso para recibir el archivo y enviarlo directamente al método `parseData()`, que se encarga de traducir el archivo en variables que se puedan utilizar en el programa. El archivo entra al método como un `String` del cual extraemos la cantidad de poses detectadas (en este caso siempre 1 o 0), las dimensiones del video y, para cada esqueleto detectado, un arreglo llamado `pose` que guardamos en una clase del mismo nombre. Cada objeto `Pose` guarda el `score`, que representa cuánta confianza tiene el programa de la pose detectada entre 0 y 1 siendo 1 la máxima, y un `HashMap` de `KeyPoints`. El `HashMap` crea esencialmente una lista en la que cada elemento se compone de una clave (forma de referenciar el dato) y un valor; en este caso la clave es un `String` que refiere a la parte del esqueleto correspondiente al valor, por ejemplo "rightWrist", y el valor es un objeto de tipo `Keypoint`, el cual guarda un vector con las posiciones en x e y de la parte del cuerpo detectada y el `score` de esa parte del cuerpo. Cada objeto `Pose`, entonces, guarda la posición de cada parte del cuerpo detectada junto a la confianza de detección en cada caso.

```
public class Pose{
    HashMap<String,Keypoint> keypoints;
    float score;
    public Pose(){
        this.keypoints = new HashMap<String,Keypoint>();
        this.score = 0;
    }
}

public class Keypoint{
    PVector position;
    float score;
    public Keypoint(){
        this.position = new PVector(0,0);
        this.score = 0;
    }
}
```

Ya teniendo los datos correctamente organizados, la detección funciona recibiendo estos datos y preguntando primero si hay una persona en la escena (si `nPoses > 0`), si la hay intenta guardar el esqueleto correspondiente (en este caso siempre el primer elemento del arreglo `Poses`), busca la posición de la mano que necesitamos (mano derecha) según su clave y si tiene suficiente confianza en la detección actualiza su posición. El dato suavizado y normalizado se envía por OSC al programa de la interfaz.

```
void detectar(Pose[] poses, int nPoses) {
    if (nPoses > 0) {
        HashMap<String, Keypoint> keypoints;
        try {
            keypoints = poses[0].keypoints; // guarda puntos
        }
        catch(Exception e) {
            return; // evita error si no hay esqueleto guardado
        }
        if (!keypoints.containsKey(parte)) {
            return; // evita error si la parte buscada no se guardó
        }
        PVector p1 = keypoints.get(parte).position;
        float score = keypoints.get(parte).score;
        if (score >= confianza) {
            float ax = p1.x - x;
            float ay = p1.y - y;
            x += ax * easing;
            y += ay * easing;
        }
    }
}
```

## Desempeño en diversos espacios

Los métodos de captación y reconocimiento de gestos suelen necesitar unas condiciones espaciales (lumínicas, fondo, distancia con el usuario) controladas para funcionar de forma óptima, lo que hace difícil su implementación en espacios públicos con condiciones variables [3]. En esta sección analizaremos la calidad de captación de cada método de sensor según si se puede realizar una detección continua (DC) de la mano, si la detección es entrecortada (DE), es decir que perdía la mano intermitentemente, o si directamente no detecta la mano (ND).

Para evaluar la calidad de detección se tomaron en cuenta las tres condiciones espaciales que suelen causar problemas a la hora de detectar gestos: distancia, luz y fondo. La distancia puede ser corta (30 cm), media (1 m) o alta (1,5 m); la luz puede ser poca (oscuridad), media (luz solar difusa) o mucha (luz solar directa) y el fondo puede ser simple (pared lisa, por ejemplo) o complejo (otras personas, cuadros, muebles, etc).

## OpenCV

OpenCV se destaca en distancias reducidas o medias y en condiciones de media o poca luz. Al poder configurarse una distancia máxima detección y un tamaño máximo y mínimo posible de la mano, la complejidad del fondo no afecta la calidad de la detección. A partir de un metro de distancia tiene mucha dificultad para detectar la mano y en las situaciones de mucha luz la imagen de la Kinect se quema y no puede detectar la mano independientemente de fondo o distancia.

Figura 12

Cuadro comparativo OpenCV

		OpenCV		
		30 cm	1 m	1,5 m
Fondo Simple	Mucha Luz	ND	ND	ND
	Media Luz	DC	DC	DE
	Poca Luz	DC	DC	DE
Fondo Complejo	Mucha Luz	ND	ND	ND
	Media Luz	DC	DC	DE
	Poca Luz	DC	DC	DE

### TSPS

Como TSPS funciona mediante detección de blobs, para una detección fiable no puede realmente configurarse una vez y probar cada caso, ya que la configuración apta para detectar una mano a 1,5 metros de distancia, a 1 metro captura todo el cuerpo como un único blob. Por lo tanto, además de la prueba con configuración fija, se realizó una con la configuración del threshold ajustado para la distancia.

El mayor problema de TSPS es que debe ser recalibrado cada vez que la cámara se mueve de lugar. Dicho esto, una vez calibrado para que detecte solo la mano, no tiene problemas según el fondo ni problemas de poca luz. Se desempeña peor en distancias cortas porque es el límite de visión de Kinect y en situaciones de mucha luz se quema la imagen, impidiendo cualquier tipo de detección

Figura 13 a

Cuadro comparativo TSPS

		TSPS Fijo		
		30 cm	1 m	1,5 m
Fondo Simple	Mucha Luz	ND	ND	ND
	Media Luz	ND	ND	DC
	Poca Luz	ND	ND	DC
Fondo Complejo	Mucha Luz	ND	ND	ND
	Media Luz	ND	ND	DC
	Poca Luz	ND	ND	DC

TSPS Ajustado				
		30 cm	1 m	1,5 m
Fondo Simple	Mucha Luz	ND	ND	ND
	Media Luz	DE	DC	DC
	Poca Luz	DE	DC	DC
Fondo Complejo	Mucha Luz	ND	ND	ND
	Media Luz	DE	DC	DC
	Poca Luz	DE	DC	DC

Figura 13 b

Cuadro comparativo TSPS

### PoseNet

PoseNet se ve afectada en gran medida por los tres factores espaciales. La situación ideal es 1 metro aproximadamente de distancia, media luz y un fondo simple. Cuando el fondo es complejo, especialmente si en este hay elementos en tonalidades similares a las de la piel, el programa confunde las posiciones de las partes del esqueleto, desestabilizando también la posición de la mano. Por otra parte, cuando la luz es directa corre el riesgo de quemarse la imagen y perder la detección y cuando la luz es escasa, como sucede con las cámaras web, pierde detalle la imagen. El último parámetro, la distancia, también afecta la calidad de la detección, siendo más probable que pierda la mano mientras más lejos se encuentra el usuario.

Otra condición relevante en la calidad de la detección es la posición de la mano del usuario con respecto al resto del cuerpo. Para asegurarse una

PoseNet				
		30 cm	1 m	1,5 m
Fondo Simple	Mucha Luz	DC	DE	DE
	Media Luz	DC	DC	DC
	Poca Luz	DE	DE	DE
Fondo Complejo	Mucha Luz	DE	DE	DE
	Media Luz	DC	DC	DE
	Poca Luz	DE	DE	DE

Figura 14

Cuadro comparativo PoseNet

detección óptima, la mano no debe superponerse o cruzar a otra parte del cuerpo (como el torso), ya que cuando esto sucede el programa tiene problemas para identificar cada parte del esqueleto.

## Conclusiones

Como denotan los resultados, cada método de sensado provee sus propias ventajas y desventajas. En cuanto a facilidad de implementación, OpenCV es la más sencilla, necesitando solo especificar la cámara y la cascada y siendo la calibración detallada totalmente opcional. El poder utilizar cascadas que no estén en la librería permite ampliar la variabilidad de elementos posibles a detectar, aunque se corre el riesgo de usar cascadas poco precisas. Por otra parte, tanto PoseNet como TSPS requieren cierto grado de calibración para funcionar correctamente, siendo TSPS el más detallado y más propenso a fallar con calibraciones poco precisas. También los datos de sensado de estos dos programas, al ser externos a Processing, necesitan ser adaptados a variables de Processing para poder ser utilizados por la interfaz.

Por otro lado, ninguno de los programas es deseable para situaciones en las que tanto la luminosidad como el fondo y la distancia del usuario sean variables, sino que es preferible intentar controlar estas variables lo más posible. De los tres programas analizados, el único que no tuvo problema con situaciones de mucha luz es el que utiliza cámara web, ya que en el caso de la Kinect la luz directa quema la imagen, eliminando todo detalle.

Revisando el desempeño de cada programa, PoseNet es la más susceptible a diferencias de fondo, ya que no pueden hacerse diferencias de profundidad y la menos afectada por diferencias de distancia; OpenCV tiene mayores problemas a mayores distancias, ya que los detalles para reconocer manos se hacen más difusos pero por otra parte es estable independientemente del fondo y la luz; y TSPS, si es calibrada para cada distancia, tiene una detección continua independientemente de luz y fondo y tiene mayor dificultad en la detección de distancias cortas.

Para finalizar, ninguna de estas tecnologías, si lo que buscamos es minimizar errores en la interacción, es realmente óptima para espacios en los que estas tres condiciones sean variables. No hay soluciones que permitan conectar la interfaz y asegurar una detección confiable sin importar las condiciones vistas a lo largo del trabajo, siempre es necesario un grado de recalibración del programa y mientras más se ajuste a las condiciones particulares de un caso, mayor es la calidad de la detección.

## Referencias

1. Cortés-Rico L., Piedrahita-Solórzano, G. (2019). *Interacciones basadas en gestos: revisión crítica*. TecnoLógicas (Vol. 22, pp. 119-132). <https://doi.org/10.22430/22565337.1512>
2. Vuletic, T. (2019). *Systematic literature review of hand gestures used in human computer interaction interfaces*. International Journal of Human-Computer Studies. <https://doi.org/10.1016/j.ijhcs.2019.03.011>



3. Yasen, M., Jusoh, S. (2019). *A systematic review on hand gesture recognition techniques, challenges and applications*. PeerJ Computer Science 5:e218 <https://doi.org/10.7717/peerj-cs.218>
4. Viola, P., & Jones, M. (2001). *Rapid object detection using a boosted cascade of simple features*. En Proceedings of the 2001 IEEE computer society conference on computer vision and pattern recognition. CVPR 2001 (Vol. 1, pp. 1-1). IEEE. <https://doi.org/10.1109/CVPR.2001.990517>
5. Wang L., Ju H. (2008). *A Robust Blob Detection and Delineation Method*. 2008 International Workshop on Education Technology and Training & 2008 International Workshop on Geoscience and Remote Sensing. (pp. 827-830). <https://doi.org/10.1109/ETTandGRS.2008.294>
6. Khan, S., Rahmani, H., Shah, S., Bennamoun, M. (2018). *A Guide to Convolutional Neural Networks for Computer Vision*. En Synthesis Lectures on Computer Vision. <https://doi.org/10.2200/S00822ED-1V01Y201712COV015>
7. Documentación de OSC (<http://opensoundcontrol.org/index.html>)
8. Processing Foundation. (2020). Processing (Versión 3.5.4) [Aplicación] Descargado de: <https://processing.org/download/>
9. atduskgreg. (2017). OpenCV for Processing (Versión 0.5.4) [Librería de Processing]. Descargado de: <https://github.com/atduskgreg/opencv-processing/releases>
10. LAB at Rockwell, IDEO Labs. (2017). TSPS (Versión 1.3.6) [Aplicación]. Descargado de: <https://www.tsps.cc/>
11. Oved, D. (2018) *Real-time human pose estimation in the browser with tensorflow.js*. TensorFlow Medium. Disponible en: <https://medium.com/tensorflow/real-time-human-pose-estimation-in-the-browser-with-tensorflow-js-7dd0bc881cd5>
12. Jana, A. (2012). *Kinect for windows SDK programming guide*. Packt Publishing Ltd.
13. Batard, P. (2020). Zadig (Versión 2.5) [Aplicación]. Descargado de: <https://zadig.akeo.ie/>
14. Runway AI. (2020). Runway (Versión 0.17.7) [Aplicación]. Descargado en: <https://runwayml.com/>
15. Schlegel, A. (2011). oscP5 (Versión 0.9.8) [Librería de Processing] Descargado en: <http://www.sojamo.de/libraries/oscP5/>
16. LingDong. (2020). PoseOSC (Versión 0.0.3) [Aplicación]. Descargado de: <https://github.com/LingDong-/PoseOSC/releases/tag/0.0.3>

## Notas

1. Proyecto disponible en: <https://github.com/emmelab/interfacesGestuales>



# INTERFACES VESTIBLES: DIÁLOGOS Y CONVERGENCIAS ENTRE CUERPOS Y MÁQUINAS

**Paula Castillo**

[info@paucast.com.ar](mailto:info@paucast.com.ar)

Facultad de Artes  
Universidad Nacional de La Plata  
Argentina

El presente artículo realiza un abordaje técnico y conceptual sobre las tecnologías vestibles, entendidas estas como uno de los puntos de convergencia más fuertes y transparentes entre cuerpos y máquinas. Se toma como ejemplo *Venus Dominatrix*, una pieza interactiva vestible que celebra esta fusión a través de la amplificación de las capacidades psíquicas del usuario mediante el uso expansivo de su cuerpo, para auto-transformarse y redescubrirse *tecnofetichísticamente* en un ser potenciado por la máquina.

HCI

*interfaces vestibles.*

*indumentaria*

*corporalidad*

## Cuerpos y máquinas, puntos de encuentro

El **cuerpo**, la estructura física y material de nuestro ser -producto del equilibrio de reacciones físicas y químicas-, es una suerte de máquina constituida por la interrelación de sistemas intercomunicados a través de redes por las que circula información vital para su funcionamiento. A lo largo de nuestra antropocéntrica historia, hemos intentado representarnos de formas más o menos realistas para explicar, de alguna manera, nuestra existencia y así definirnos a nosotros mismos. Buscando nuestro yo en el universo, descubrimos lo que mejor caracteriza a nuestro cuerpo: su indefinición y su plasticidad.

No somos mortales ni inmortales y podemos transformarnos infinitamente adoptando la función y la forma que deseemos, erigiéndonos como un organismo prodigioso, cuya naturaleza contiene todos los elementos necesarios para convertirnos en nuestro propio arquitecto. Plástico, modelable, inacabado y versátil, nuestro cuerpo se ha reconfigurado de los modos más diversos hasta llegar a una de sus cimas evolutivas más altas entretejiendo su tegumento con organismos artificiales.

La **máquina**, polímero que ya casi es parte de nuestro ADN, es hermosa y fascinante, una victoriosa creación humana reflejo de nuestra autosuperación como especie. Nos resuelve la vida automatizando, modularmente y a gran velocidad, todo aquello que no queremos o no podemos hacer. La necesitamos cerca, siempre, al alcance de nuestra mano, tocando nuestra piel o en vestimentas diseñadas para alojarla con comodidad al abrigo de las desavenencias ambientales, la humanizamos, la customizamos, le asignamos nuestra personalidad. Representa nuestros deseos, necesidades y funciones como seres únicos que somos; proyectamos sobre ella nuestros valores simbólicos y sentimentales para llenar, probablemente, nuestros vacíos existenciales.

Su **interfaz**, esa conexión física y funcional que media entre la máquina y nuestro cuerpo, permite la comunicación entre ambos y funciona como una capa que vuelve amigables sus hostiles ceros, unos y microcontroladores; es la encargada de convertir esa caja negra en extensión, prótesis y carne de nuestra carne, parte de nuestro cuerpo. Nos sumerge desmaterializados en realidades mixtas y potencia nuestras capacidades físicas, intelectuales y psicológicas naturales.

Esto parecería ser indicio de nuestra propia obsolescencia, pues daría la impresión de que nuestro cuerpo necesita ser *updateado* para adaptarse mejor a este mundo al que convertimos en inorgánico, para hacernos invencibles, duraderos, eternos y ubicuos; pero, en realidad, en este proceso nos estamos redescubriendo, reinventando, reconectando desde otra perspectiva, estamos buscando la versión más avanzada de nosotros mismos<sup>1</sup>.

Las lógicas y los procedimientos de la máquina **hibridada** con diversos medios, contextos y sustratos trazan nuevos paradigmas en la manera en que interactuamos entre nosotros. La creciente proximidad de los dispositivos móviles respecto de nuestro cuerpo y la popularización de las interfaces ubicuas y transparentes generan un caldo de cultivo para la proliferación de un amplio abanico de prácticas en las que máquinas y cuerpos se amalgaman.

Los artistas han representado su propia forma humana durante siglos, hasta que en las últimas décadas se ha producido un cambio de paradigmas: el cuerpo ya no es el tema, motivo y contenido de una obra, sino su materia, lienzo y pedestal. Los artistas contemporáneos son quienes comienzan a cuestionar las formas en que el cuerpo se describe y se concibe. Con el avance del psicoanálisis, la filosofía, la antropología, la medicina y la ciencia, empieza a erosionarse la idea del “yo” físico-psíquico como forma estable que muta hacia un “yo” invisible, informe, omnipresente, y expone al límite su estructura, función y sexualidad. Algunos ejemplos de lo mencionado son el tecnoarte, bioArt, bodyArt, bioHacking, BioPunk y CyborgArt, y, paralelamente, la arquitectura ubicua, los dispositivos móviles y de videojuego y las interfaces vestibles, entre otros.

## La indumentaria como interfaz

El progreso del pensamiento posthumanista, la popularización de las interfaces naturales y la progresiva contigüidad de la tecnología con nuestro cuerpo contribuyeron a que el concepto de *bio-update* se propague por los confines de la moda.

La **indumentaria**, nuestra primera interfaz, aquella capa que separa nuestra esfera íntima de lo público, que resguarda, protege, aísla e integra nuestro cuerpo al mundo, al combinarse con tecnología se transforma en **interfaz vestible** y cumple ahora la triple función de ser segunda piel, atuendo e interfaz. Tiene la potencialidad de *updatear* nuestras capacidades psíquicas y biológicas naturales, gracias a la incorporación de *circuitos blandos*, discretos, confortables y lavables capaces de ser activados intuitivamente para sensor datos (biométricos, de posición, movimiento, desplazamiento, aceleración, inclinación, proximidad, sonido, luz, etc.) de nuestro cuerpo o entorno y, con los resultados obtenidos, autotransformarse, cambiar de color, hacerse más porosa, transparente, liviana, rígida, iluminarse en la oscuridad, emitir sonidos o proyectar imágenes, amplificando, de esta manera, nuestras capacidades físicas, psíquicas y comunicativas naturales, gestando así nuevas formas de interactuar aplicadas a áreas como la comunicación, la salud, el deporte, el entretenimiento y el arte.

Este tipo de interfaces se confecciona con microcontroladores, sensores, hilos, telas, velcros, cintas conductivas y pigmentos especiales aptos para incorporarse a la tela con mayor facilidad y ser cosidos a ella. Estos circuitos blandos son flexibles, confortables y lavables.

Sus componentes necesitan ser alimentados eléctricamente por pilas y baterías o bien recolectando los residuos de la energía que genera el propio cuerpo. Estas fuentes alternativas de energía cinética, generadas por el movimiento de la respiración, el golpe del pie o el movimiento de brazos durante la marcha, por ejemplo, pueden ser transformadas en energía sustentable.

Las propiedades de los textiles con que se confeccionen deben permitir la flexión, el estiramiento y el drapeado, ser lavables, de larga duración y deben ser fáciles de colocar y de quitar. Al estar en contacto directo con la

piel, los materiales con que se desarrollan estas interfaces deben cumplir ciertas normas de seguridad y de precisión para que sean inofensivas para la salud y garanticen tanto su funcionamiento como su perdurabilidad.

### Proceso de diseño de una interfaz vestible orientada al arte performático. El caso *Venus Dominatrix*

Concebir una interfaz vestible para el ámbito artístico es diseñar una suerte de instalación interactiva habitada íntimamente por un solo usuario que involucra de manera expansiva a un *espect-actor* (Boal, 1989). Es un proceso que implica transformar una prenda de vestir inerte en una prótesis que genera una amplificación físico-psíquica a quien está en contacto directo con ella.

Para que se produzca esa ilusión de inmersión, la prenda debe adaptarse al cuerpo cómodamente, ser liviana, inalámbrica, de fácil acceso para ser puesta y retirada, y ser capaz de generar una experiencia estética. Este último punto refiere a que la experiencia en su totalidad debería tener la potencialidad de despertar emociones a partir de fragmentos (tales como el movimiento del cuerpo, la respuesta del dispositivo, su relación con el espacio circundante, la acción del público, los aspectos formales, la atmósfera que se genera en la performance) reconstruidos en una constelación conceptual única.

Mi ideal de diseño es lograr un ritual sinestésico en que espacio, máquina, cuerpo/mente del performer y cuerpo/mente del público se fusionen, se desmaterialicen y se potencien. El diseño de una interfaz vestible, como toda pieza interactiva, necesita de un exquisito equilibrio y retroalimentación de tres unidades inseparables e interdependientes: concepto, materialidad e interacción.

La primera unidad, focalizada en el discurso, la emoción por comunicar, es lo que a mi entender le da coherencia y fundamento a la experiencia<sup>2</sup>, funciona como su manual de normas y remite a las condiciones de producción que permiten entreverse a través de la unión de pequeñas partículas dispersadas en la superficie material de la pieza (Verón, 1993). Esta unidad afecta a la materialidad e interacción, a la totalidad de la puesta.

La segunda, la materialidad, engloba a su vez los aspectos estéticos, funcionales y discursivos de la pieza; porque los materiales para usar, la rigidez del tejido, la paleta de colores, la forma, lo que oculta del cuerpo, lo que deja entrever, su grado de transparencia u opacidad, si se ilumina con láser o led o se mapea con un proyector, están íntimamente relacionados con la acción que deba ejecutar el performer y estar al servicio de la idea por transmitir. Además, la materialidad debe adecuarse al tipo de sensado y responder a la manera en que los circuitos se integran a la prenda, por dónde pasan los cables, cómo se conectan los sensores, dónde se aloja la alimentación del sistema, cómo se esconden o dejan a la vista los circuitos que lo hacen funcionar.

El movimiento que va a realizar el performer define también los materiales que deben utilizarse; tejidos de punto o látex, por ejemplo, ofrecen



más libertad de movimiento que la cuerina, gabardina o las estructuras rígidas impresas en 3D. La misma regla se aplica a la soltura de la prenda, si están confeccionadas muy ceñidas al cuerpo o muy holgadas.

La tercera unidad tiene que ver con la dialéctica *input-output*, entre el dispositivo y los participantes de la experiencia; determina la manera en que se vinculan estas entidades, su kinésica, su proxémica, su contacto, sus retóricas, los modos en que ambas entidades se vuelven transparentes y se desmaterializan para fusionarse y convertirse en un cuerpo *post-orgánico* (Sibilia, 2005). Este punto está íntimamente relacionado con el discurso y con la materialidad; puesto que el primero determina la forma en que fluirá ese diálogo, y, el segundo, el tipo y el grado de libertad de movimiento de los usuarios.

En el *input* se efectúa la captura del estímulo proveniente del movimiento del usuario, de la recolección de sus datos biométricos, de la activación de una parte de la pieza por contacto o presión de áreas interactivas, apertura de cierres, broches metálicos, botones o bordados ocultos dentro del tejido o en su superficie. El estímulo del público puede darse por proximidad al dispositivo, por contacto, temperatura, humedad, timbre y amplitud de la voz. Por último, la captura del estímulo del ambiente, como luminosidad, sonido, grado de polución ambiental, etcétera.

El *output* –o la respuesta que ofrece la pieza vestible– puede ser infinito, cambiar de color, iluminarse, emitir sonidos, moverse, plegarse, desplegarse, alargarse, estirarse y generar un diálogo con el público invitándolo a interactuar.

La concepción de *Venus Dominatrix*, mi primera pieza interactiva vestible, fue un delicioso transitar por todos los conceptos tratados en este artículo.

*Venus Dominatrix* se trata de un vestido interactivo que amplifica las capacidades físico-psíquicas de la usuaria que lo lleve puesto transformándola en una dominatrix que, al irrumpir en un espacio público en una suerte de ritual tecnofetichista, circula entre los presentes e interactúa con ellos impartiendo disciplina con ademán de latigazo. Como respuesta a ello ilumina el interior del vestido, mientras protege con púas el cuerpo al descubierto, para no ser tocada, de modo masoquista, se autoinflige dolor al tocar esas mismas púas para seguir castigando al público con luces puntuales y láser desde su cuello. Sella, de esta manera, un pacto sadomasoquista, en el cual la dualidad dolor/placer hacia el otro y hacia sí mismo se dan simultáneamente. El pilar conceptual de *Venus Dominatrix* se cimienta en el estudio del fetichismo apreciado desde dos perspectivas: la relación íntima del cuerpo con la tecnología y la idea de poner de manifiesto que detrás de la satisfacción de una pulsión se esconde un autodestructivo instinto sadomasoquista de muerte; premisas que convergen en una triple hipótesis ambivalente tecnofetichista: orgánico-artificial, placer-dolor y sumisión-dominación. Cada término del par conceptual necesita de su opuesto para su existencia y determinación. (Castillo, 2017).

Figura 1

*Venus Dominatrix (Performer: Alejandra Ceriani) - FADU UBA - Centro Audiovisual Mediateca - 2017*



## Conclusiones

El carácter inacabado, plástico y modelable de nuestro cuerpo nos ha llevado a transitar los confines más extravagantes de nuestra existencia como especie en función de autorrepresentarnos, autosuperarnos, autodefinirnos, customizarnos y modelarnos según nuestras propias subjetividades, con el objetivo de subsistir al mundo que hemos creado e individualizar nuestra propia voz del amasijo virtual de datos que exponencialmente se multiplican cada fracción de segundo. Esa máquina que hemos puesto en marcha, que empaqueta deshumanizados artilugios de

consumo rápido a nivel masivo, hizo que suframos, encandilados por su atractivo, un alienante proceso de fascinación y de desmaterialización de nuestro ser hasta perdernos y tocar fondo.

La solución que creamos fue subir a la superficie humanizando sus interfaces, diseñando experiencias donde lo artificial se adapte a nuestras lógicas orgánicas y emocionales. Reemplazamos grandes controles llenos de botones por interfaces que se adaptan a nuestro cuerpo, que funcionan como prendas de vestir capaces de desencadenar procesos tecnológicos a través de nuestros gestos, de nuestra voz, de sentir nuestra frecuencia cardíaca o el nivel de adrenalina que tenemos en sangre. Entonces, la pregunta que se plantea ahora es: esta humanización, ¿no será otra estrategia de mercado para fascinarnos y hacernos sentir menos desmaterializados?

## Bibliografía

- Boal, Augusto (1989). *Teatro del Oprimido 1. Teoría y práctica*, México, Nueva Imagen.
- Castillo, Paula (2015). “Poéticas tecnofetichistas del posthumanismo. Las interfaces vestibles”. *Invasión Generativa 2*. La Plata: Editorial Invasores de la generatividad [en línea]. Disponible en: <<http://www.invasiongenerativa.com.ar/>> [Consultado el 29 de enero de 2019].
- Castillo, Paula (2017). “Proyecto *Venus Dominatrix*: diseño y desarrollo de una interfaz vestible”. *iCuerpo, máquina, acción! 1*. La Plata: Editorial e-performance [en línea]. Disponible en: <[http://www.fba.unlp.edu.ar/e-performance/?page\\_id=11](http://www.fba.unlp.edu.ar/e-performance/?page_id=11)> [Consultado el 29 de enero de 2019].
- Ruiz, Borja (2008). *El arte del actor en el siglo xx. Un recorrido teórico y práctico por las vanguardias*, Bilbao, Artezblai.
- Sibilia, Paula (2005). *El hombre postorgánico: cuerpo, subjetividad y tecnologías digitales*, Buenos Aires, Fondo de Cultura Económica.
- Verón, Eliseo (1993). *La semiosis social: fragmentos de una teoría de la discursividad*, Barcelona, Gedisa.

## Notas

1. Véase Irina Dzhus. Disponible en: <<http://www.itemmag.com/features/interview-conceptual-fashion-designer-irina-dzhus?fbclid=IwAR1eCG5xe3E6eiFwQyJy3yhs4pw1zFysJfeeTZ1hAJ853W508Sgi8nYB-8cw>> [Consultado el 10 de enero de 2019].
2. La experiencia de usuario entendida como el conjunto de percepciones físicas y emocionales que surgen de la interacción entre un usuario con un dispositivo concreto en un contexto determinado. Esta depende de factores como el dispositivo en sí, *hardware*, *software*, interactividad, espacio expansivo que implica el dispositivo y el contexto.



# EL MOVIMIENTO COMO INTERFAZ.

## DISEÑO DE INTERFACES CON SENSORES DE ACELERACIÓN Y ORIENTACIÓN

**Matias Jauregui Lorda**

<https://matiasjl.github.io/>

Facultad de Artes  
Universidad Nacional de La Plata  
Argentina

### Resumen

Los sensores de movimiento, específicamente acelerómetros y giroscopios (que miden la aceleración y la orientación de un cuerpo en el espacio, respectivamente) son una fuente de datos potentes para diseñar propuestas de interfaces para el arte interactivo. Se expone un recorrido por casos de uso concreto de estas tecnologías de captación en obras y aplicaciones, y se comparten una serie de herramientas de software libre para indagar en las capacidades expresivas de estos inputs del movimiento.

### Abstract

Motion sensors, specifically accelerometers and gyroscopes (which measure the acceleration and orientation of a body in space, respectively) are a source of exciting data for designing interfaces for interactive art. A tour of use cases of these capture technologies in works and applications is presented, and free software tools are shared to creatively explore these movement inputs.

*diseño interactivo*

*sensores de movimiento*

*interfaces sonoras*

*interactive design*

*motion sensors*

*sound interfaces*

## A modo de introducción

*«La palabra “sensor” está formada con raíces latinas y significa “que puede sentir algo externo”. Sus componentes léxicos son: sensus (acción de sentir, percibir), más el sufijo -or (agente)»*  
(Recuperado de: <http://etimologias.dechile.net/>)

Cuando estaba cursando la cátedra de Lenguaje Multimedial IV de la Facultad de Artes de la UNLP (2013), nos encontramos con el desafío de medir el movimiento de una hamaca, ese dispositivo lúdico para niños que se encuentra en plazas y parques. La hamaca va y viene. Si la miramos de perfil, dibuja un arco de iteración continua. Cuando se dirige desde el centro hacia ambos extremos la velocidad desciende; cuando [vel = 0] su dirección cambia en sentido opuesto. Un ida y vuelta constante. La extensión del arco varía con la fuerza del impulso, el peso, y otras propiedades de la física que no vienen al caso, mis lectores.

¿Cómo podríamos medir la velocidad y la dirección de este movimiento pendular? Sensando una variable concreta: su aceleración. Hay sensores electrónicos que, combinados con algoritmos sencillos, pueden medir la propiedad de la aceleración de un cuerpo en el espacio. Los acelerómetros pueden conseguirse como microcontroladores para armado de circuitos electrónicos, o puedes utilizar los que provee tu *smartphone*. Si, fijamos un teléfono celular debajo de la hamaca para enviar los datos de aceleración vía OSC (Open Sound Control), un protocolo de comunicación de datos que transmite sobre red (TCP/IP). Recibíamos los datos vía WiFi, evitando todo tipo de cables, y obteníamos su aceleración para el accionar del dispositivo que no tiene relevancia para el presente artículo.

En nuestros *smartphones* (teléfonos inteligentes), la orientación de la pantalla [portrait/landscape] es el resultado algorítmico de calcular la aceleración en sus tres ejes [x,y,z]. Combinado con un magnetómetro, podemos tener resultados del tipo brújula, tecnología que permite saber la dirección de tu aplicación de mapas con GPS, por ejemplo. Los producidos desde el 2010 y de gama media en adelante cuentan, además, con un giroscopio, sensor que nos devuelve los valores de rotación del celular respecto a su propio centro, en las tres dimensiones. El giroscopio permite acciones como poder recorrer fotos y videos en 360°, debido a que le otorga sentido de orientación al dispositivo, pudiendo indicarle qué reencadre realizar del contenido panorámico o esférico. Es el punto de vista (POV, por sus siglas en inglés, Point Of View). Dato clave en los sistemas de realidad virtual donde, mediante un casco con pantalla que funciona como ventana a un mundo sintético, permiten saber en qué dirección está mirando el usuario.

Los sensores expuestos se presentan como parte de la paleta del artista con nuevos medios en cuanto a las posibilidades técnicas de medir una de las propiedades claves de los cuerpos en el espacio: su movimiento en términos de aceleración y orientación.



## Casos de estudio

En Noviembre Electrónico 2017, evento expositivo del circuito del arte con nuevas tecnologías de la Argentina, con sede física en el Centro Cultural General San Martín (CCGSM) de la Ciudad de Buenos Aires, se expuso por primera vez *Uturunku* (Biopus, 2017), obra del Colectivo Biopus en la que tuve la oportunidad de participar. Mi desafío fue medir el impacto sobre una serie de esculturas inflables en forma de tótems que, cual bolsa de boxeo, eran golpeados por el público para el suceder de la instalación interactiva. ¿La solución? Colocar un acelerómetro en el lado interno de la pared del cilindro de lona gigante para medir el cambio de dirección producido por golpe del interactor, el *efecto látigo* producto de la vibración de la escultura como técnica de medición del gesto interactivo.



Figura 1

*EfectoLatigo* [webapp].

Sketch ejecutable en tu smartphone.

<https://editor.p5js.org/matiasjl/full/UeqqBiGOk>

Un caso atractivo del uso creativo del giroscopio es *Bouden* (Game Oven, 2014), un *videjuego?* para dispositivos móviles que te invita a *bailar* en pareja mediante una interfaz que guía los movimientos a realizar. Cada uno de los dos *jugadores* ponen su dedo pulgar en una de los extremos de la pantalla, con sus brazos extendidos, como si estuvieran tomados de la mano pero mediados por el teléfono celular. Su interfaz gráfica muestra una esfera que gira con la orientación del dispositivo, guiando a la pareja a realizar un movimiento determinado. Esta manera de jugar/bailar propone un rol activo del cuerpo humano en la propuesta interactiva, acompañado por música y distintos niveles de dificultad, con el desafío de enseñar a utilizar el *smartphone* de manera no convencional.

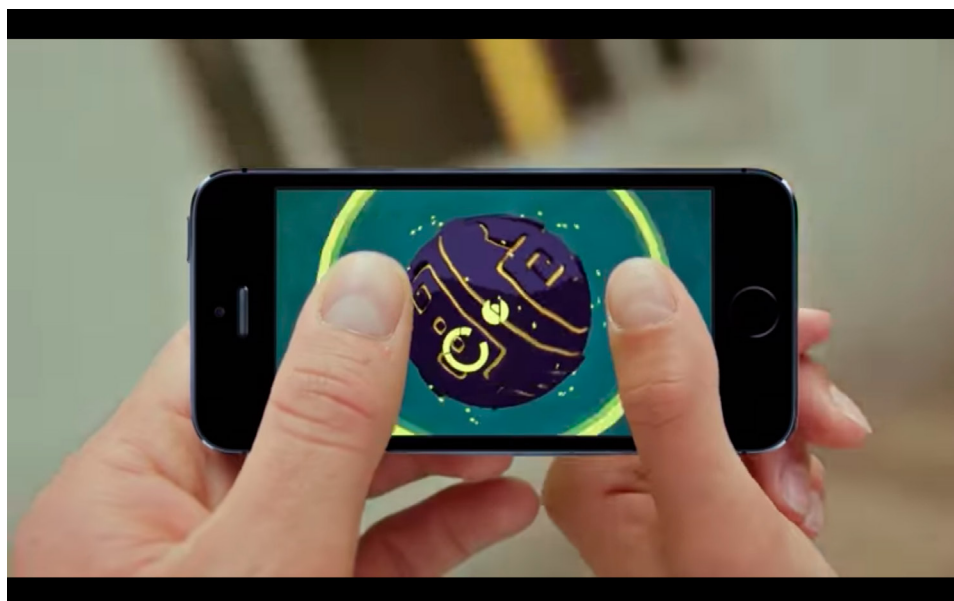
Vale mencionar que hay otras maneras de sensor el movimiento del cuerpo humano, como los dispositivos de captura óptica de movimiento mediante videocámaras (Schön, Saenz & Espinosa, 2021) o los sistemas que utilizan electrodos para medir datos biométricos (como el proyecto WIMUMO: El impulso neuromuscular como experiencia, 2020). Otras tecnologías, otras posibilidades, otros datos obtenidos.

Figura 2

Interfaz gráfica de Bouden.

Fotograma de video disponible en

<https://youtu.be/Gete6lIxx-Po>



En Szigia (Jauregui Lorda, 2019), instalación interactiva producto de la investigación de mi tesina de grado de la Licenciatura en Diseño Multimedia, exploré la capacidad expresiva de los sensores de aceleración y orientación para medir el movimiento corporal colectivo, ergo, el bailar/jugar del público en la sala. Invité a grupos de máximo ocho interactores a conectarse a una red WiFi cerrada, bajarse una aplicación y mover sus teléfonos celulares, entendidos como prótesis, para mantener encendida la instalación: el espacio se estimula mediante luces blancas estroboscópicas y el ritmo escondido tras un filtro pasabajos hace su aparición. El movimiento del colectivo interactor funciona como motor de la obra.

Un último ejemplo de transcodificación de la data de orientación y aceleración es GyroPen: «La idea clave es reconstruir una representación de la trayectoria de la esquina del teléfono, como si ese punto tocara una superficie táctil de escritura o dibujo, desde las medidas obtenidas por el giroscopio y acelerómetro del teléfono celular»<sup>1</sup> (Deselaers, Keysers, Hosang & Rowley, 2013, p.1). El estudio es descrito con minucioso detalle

Figura 3

Antorcha [webapp]. Sketch ejecutable en tu smartphone.

<https://editor.p5js.org/matiasjl/full/kkXZNQzcS>

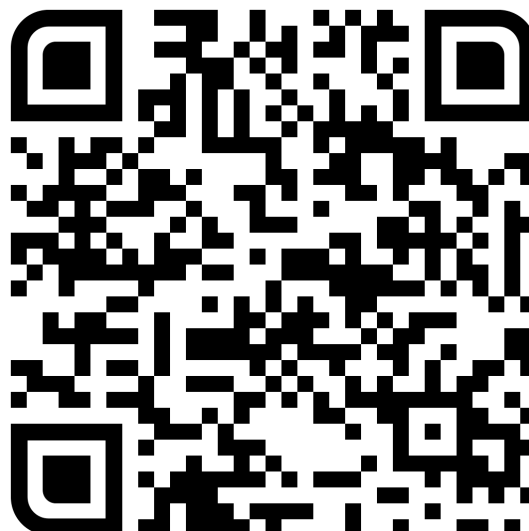




Figura 4

(a) Modo puntero láser y (b) ejemplos de letras mayúsculas escritas utilizando el modo puntero láser.

Imagen y descripción extraídas del texto de GyroPen (Deselaers & otros, 2013).

técnico en el *paper*, donde se expone cómo funcionan dispositivos dedicados que buscan detectar la escritura manual con un enfoque basado en el acelerómetro, y luego se aborda el funcionamiento del proyecto GyroPen, el cual se potencia con las propiedades medidas por el giroscopio. En esta última línea, resulta interesante destacar un caso derivado de la investigación que convierte el *smartphone* en un *puntero láser*, aprovechando la información de orientación para controlar un cursor en una pantalla: la distancia entre el dispositivo controlador y el dispositivo de visualización determinan la escala de la trayectoria. Una aplicación concreta de esta idea es *drawmote*, una aplicación web que permite a múltiples usuarios dibujar en una ventana del navegador con sus dispositivos móviles.

## Herramientas para el hacer

En los sketches interactivos asociados a los dos gestos interactivos diseñados y desarrollados, efecto látigo y antorcha, se presenta p5.js como un lenguaje para explorar las posibilidades de estos sensores. Es la versión JavaScript de Processing, un lenguaje libre originalmente basado en Java diseñado para artistas, de fácil sintaxis para el aprendizaje de la programación informática. Dado que esta versión funciona sobre navegador web, provee variables y métodos nativos para leer la data de los sensores del *smartphone* donde es ejecutado. Por ejemplo, la variable *rotationX* nos devuelve el valor de rotación en el eje X representado entre 0 y +/- 180 grados sexagesimales, y la función *deviceMoved()* es llamada cuando el dispositivo es movido en una cantidad mayor a un valor umbral determinado (escala normalizada [0,1]) en uno de sus tres ejes (puede verse la lista completa en la referencia online de esta biblioteca de JavaScript en <https://p5js.org/es/reference/>).

Otro recurso útil para prototipar interfaces con los sensores de nuestro *smarthphone* es Tramontana, una aplicación gratuita para Android y iOS que genera una conexión bidireccional y sincrónica con nuestro lenguaje de programación de preferencia (Processing, JavaScript u OpenFrameworks) mediante librerías específicas provistas en su sitio web (<https://tramontana.xyz/>). El proyecto de software libre está diseñado

como una plataforma para prototipar espacios u objetos interactivos, y provee una vasta documentación y tutoriales. Tiene métodos que procesan la data proveniente de los tres sensores expuestos para deducir gestos de movimiento -como *subscribeOrientation()*, que devuelve hacia dónde está mirando en una escala de números enteros del 0 a 5, como si de las caras de un dado se tratase-, entre otros inputs como el sensor táctil de la pantalla, pero también métodos para controlar el output del dispositivo, como el contenido visualizado o hacerlo vibrar. Tramontana resulta una alternativa extremadamente versátil para esbozar rápidamente aplicaciones interactivas con nuestros móviles.

## Reflexiones Finales

El breve recorrido de obras, aplicaciones y tecnologías expuesto es apenas un recorte personal del tema a partir de mi breve experiencia de producción artística, una foto de mi proceso de investigación en curso sobre las posibilidades técnicas y creativas de estos inputs del movimiento. La precisión de los datos obtenidos por estos sensores, así como su resolución y velocidad de respuesta, hacen que puedan desarrollarse interfaces de gran capacidad expresiva pero sobre todo con gran versatilidad, posibilitando una diversidad de aplicaciones que permite medir desde el pendular de una hamaca, o el golpear de un inflable, hasta el mover colectivo del público.

Cabe seguir indagando en las aplicaciones comerciales para el diseño de interfaces gestuales, como ciertas funciones privativas en teléfonos celulares actuales para atender una llamada o encender la linterna a partir de gestos de movimiento, y continuar explorando su utilización en la realización de proyectos artísticos interactivos.

## Referencias

- Biopus (2017). Uturunku [Instalación interactiva]. Recuperado de: <http://www.biopus.ar/estudio/uturunku.html>
- Deselaers, Thomas; Keysers, Daniel; Hosang, Jan; Rowley, Henry A. (2013). GyroPen: Gyroscopes for Pen-Input with Mobile Phones. Recuperado de: <https://static.googleusercontent.com/media/research.google.com/es//pubs/archive/43127.pdf>
- Drawmote [aplicación web]. Disponible en: <https://drawmote.app/>
- Game Oven (2014). Bounden [Aplicación móvil]. Disponible en: <https://playbounden.com/>
- Jauregui Lorda, Matias (2019). Sizigia [Instalación interactiva]. Recuperado de: <https://matiasjl.github.io/fiestesis.html>

- p5.js [librería de JavaScript]. Disponible en: <https://p5js.org/es/>
- Saenz, Julia; Schön, Alejo; Espinosa, Luciano Nahuel (2022). Introducción a las interfaces gestuales con dispositivos de captura óptica. Invasión Generativa IV. Recuperado de: <http://www.invasiongenerativa.ar/>
- Tramontana [aplicación móvil]. Disponible en: <https://tramontana.xyz/>

## Notas

1. «The key idea is to reconstruct a representation of the trajectory of the phone's corner that is touching a writing or drawing surface from the measurements obtained from the phone's gyroscopes and accelerometers» (Deselaers, Keyzers, Hosang & Rowley, 2013, p.1). Traducción del autor del artículo.





# LA COMUNICACIÓN NO VERBAL EN EL ENCUENTRO VIRTUAL

**Fernando Bava y Belén Lesna**

Laboratorio EmmeLab,  
Facultad de Artes  
Universidad Nacional de La Plata  
Argentina

## Resumen

En un encuentro social intervienen diferentes aspectos de la comunicación, en el que se involucra tanto el lenguaje verbal como el no verbal. Sin embargo, la mayoría de las plataformas virtuales de encuentro social priorizan el lenguaje verbal desestimando la comunicación no verbal, otorgando una función meramente práctica. En estos casos el cuerpo de quienes participan pierde relevancia, de la misma manera los aspectos cualitativos no-rationales de la comunicación. Con el propósito de indagar sobre otras formas de comunicación dentro del espacio virtual es que llevamos a cabo un análisis de las diversas interacciones en entornos virtuales, poniendo énfasis en el lenguaje no verbal.

*encuentro virtual*

*comunicación*

*lenguaje corporal*

*interfaz*

*comunicación no verbal*

*kinésica*

*proxémica*

## La comunicación a través de la interfaz

Las personas, como seres sociales, tenemos la necesidad de reunirnos ya sea para trabajar, estudiar o distendernos. La pandemia del 2020 favoreció el encuentro con otras personas en entornos virtuales, esto sucedió debido al distanciamiento social obligatorio que se decretó como medida de prevención sanitaria. Esta situación nos obligó a explorar y aprender a utilizar todas las formas de reunión virtual desarrolladas hasta el momento.

Las pantallas se consolidaron como lugar de encuentro, y ciertas rutinas en torno a esta práctica permanecen. El encuentro, que se realiza de manera sincrónica, posee particularidades específicas en cada plataforma y las decisiones de diseño corresponden a determinados patrones de uso deseados. Algunas nos dan la posibilidad de realizar tareas en conjunto y otras también permiten que nos transformemos dentro del ciberespacio.

La interfaz de una tecnología interactiva, según la descripción propuesta por Rokeby (1990), tiene la capacidad de reducir la presencia de quienes participan en función del input que utiliza para captar determinados aspectos que son ejecutados por ellxs. El autor plantea que funciona como un espejo, en tanto las acciones que el usuario realice se van a ver reflejadas en la respuesta de la máquina. Desde otro enfoque, nos devuelve una imagen procesada, reducida y reinterpretada de nosotrxs.

En la comunicación virtual nos encontramos con una imagen filtrada por la interfaz que nos permite visualizar, de otra persona, aquello que cada plataforma permite. Algunas eligen enviar solo la imagen y el sonido, mientras otras transmiten las decisiones que la persona efectúa a través de un avatar. Pero no hemos encontrado ninguna que se enfoque en transmitir el movimiento del cuerpo y su dimensión no-racional, aquello que no es meramente mensaje, y tampoco azar o irracionalidad.

Ésta noción de lo no-racional, es propuesta por Yuk Hui (2020) como una forma de hacer referencia a la vida espiritual, cómo así también a lo que Heidegger describe como la pregunta por el ser. Esta idea es importante porque lo no-racional es constituyente de lo afectivo. Podemos afirmar, que funciona como concepto análogo a lo que Flusser (1994) se refiere como la “dimensión espiritual” del gesto que en palabras del autor no es más que su carácter interpretativo.

Cada aplicación de encuentro virtual pone en juego una relación particular entre la comunicación verbal y la no verbal. Por ejemplo, aquellas que permiten el uso de un micrófono abren el juego al paralenguaje: volumen, ritmo, tono de voz, entre otros. Las que favorecen principalmente a la voz suelen estar pensadas para que haya otra plataforma complementaria, ocupándose de otros aspectos del encuentro.

Plataformas como Zoom, Google Meet, Discord, entre otras, priorizan el lenguaje verbal, dejando en un segundo lugar a la comunicación no verbal. Parecieran ignorar o evitar aspectos cualitativos de la comunicación que están directamente ligados a la corporalidad. Observamos que en ellas el cuerpo de quienes participan permanece estático, haciendo que ciertos aspectos cualitativos de la comunicación se pierdan en la interfaz.

Estas son decisiones que se justifican en sus intencionalidades prácticas. Sin embargo consideramos que es válido anteponer intencionalidades poéticas y explorar otras formas que el cuerpo puede adoptar en la virtualidad, en un contexto en el cual al encuentro se le exige ser mucho más que una función práctica.

Para analizar la problemática vamos a centrar el análisis en tres formatos diferentes de encuentro virtual, la videoconferencia, la videollamada y la simulación.

## El cuerpo en el encuentro virtual

De manera sintética, podemos definir al encuentro virtual como un acto comunicativo entre dos o más personas a través de una interfaz digital. Una plataforma de encuentros virtuales es aquella que dispone de una interfaz capaz de capturar de forma sincrónica diferentes aspectos simbólicos de quienes participan en base a señales auditivas, visuales y textuales, permitiendo la interacción entre ellos. Qué señales y a partir de qué mecanismos se ponen en juego durante el encuentro, son decisiones que cada plataforma realiza en función de diferentes factores.

A partir de la interacción que se da en cada plataforma analizamos la manera en que se modifica la relación entre quienes participan y su cuerpo. Para ello realizamos una clasificación en función de las mecánicas que utilizan algunas plataformas como también el objetivo que persigue. Tomamos como eje principal los conceptos sobre kinésica y proxémica

(ver tabla) desarrollados por Amparo Rocha (2001) en su texto *La comunicación no verbal: El cuerpo y el entorno*.

Resumen de los conceptos principales sobre kinesia y proxemia desarrollados por Amparo Rocha.	
Comportamientos no Verbales	Características
Emblemas	Pueden ser traducidos a una palabra, idea o frase de manera oral. Son culturales y existe un gran acuerdo en torno a su significado.
Ilustradores	Ilustran lo que se está diciendo, aportando más información o acentuando una idea. Son intencionales, pero no tanto como los emblemas, además de ser más abiertos en cuanto a su significado.
Muestras de afecto	Aquellas expresiones o movimientos corporales que dan cuenta de un estado afectivo o emocional. Pueden ser intencionales o no, y hasta contradecir lo que se dice verbalmente.
Reguladores	Son los gestos y movimientos corporales encargados de regular el intercambio comunicativo. Son involuntarios.
Adaptadores	Son aquellos movimientos que surgen de lo afectivo, como respuesta a ciertas emociones como miedo, nervios, etc. Pueden ser autodirigidos, dirigidos a objetos o heterodirigidos (dar y tomar de otros).

## 1. Videoconferencia

Las videoconferencias están vinculadas con ámbitos formales, como la educación o el trabajo. Esto se hace evidente al analizar algunas de las funciones que ofrecen, como por ejemplo pizarras interactivas, cuestionarios, herramientas de moderación, incluso la posibilidad de compartir pantalla se encuentra atravesada por esta funcionalidad. Por ejemplo, Zoom nos pregunta si vamos a compartir un video o una presentación y Google Meet cambió el nombre de la función por “presentar”.

Este patrón de uso en estas plataformas implica, en la gran mayoría de los casos, que el cuerpo debe permanecer estático. Sino es por una razón específica, la manera más frecuente de transitar estas reuniones es sentado frente a la computadora, ya sea para tomar apuntes, para poder compartir pantalla o simplemente por comodidad. Incluso cuando se usa la aplicación desde el celular, es frecuente que se lo apoye en algún lugar, en vez de moverse y caminar con este.

Esto es importante al momento de pensar en la comunicación no verbal porque, si bien la posibilidad de contar con cámara y micrófono permite que uno pueda comunicarse a través de cualquier movimiento corporal, los patrones de uso a los que está anclado este medio suelen restringir el cuerpo a lo que aparezca del pecho hacia arriba. Es lo que en el audiovisual se estudia como plano pecho, o incluso primer plano.

Este recorte del cuerpo, es un recorte de las operaciones kinésicas que se pueden dar. Todos los gestos van a estar recortados de acuerdo con el encuadre que proporciona la cámara que estemos utilizando. Los emblemas e ilustradores tal vez sean los que mejor se adapten al medio, como así también las muestras de afecto, aunque solo a través de lo que el rostro y el tono de voz pueda expresar. Los adaptadores, por otro lado, al ser inconscientes y no de vital importancia para la comunicación, suelen estar escondidos en el fuera de campo, en la zona que la cámara no toma. Los reguladores tal vez sean los que más a diario notamos que faltan. Si bien no somos conscientes cuando los realizamos o los vemos, si los podemos observar cuando faltan, ya que la consecuencia inmediata son interrupciones forzadas, varias personas hablando personas al mismo tiempo, etcétera.

Con relación a la proxémica se da una situación particular. La distancia del cuerpo con la cámara puede dar una sensación de lejanía o cercanía, a pesar de que la mayoría de las veces esto no varía. Sin embargo, se puede estar “lejos” (apareciendo más pequeño o siendo la imagen más pequeña), pero no se puede estar más cerca que la pantalla misma. Esto evita la interacción con el espacio personal o íntimo de la otra persona, lo cual en un ámbito laboral es deseado, pero no necesariamente en el ámbito afectivo.

Lo último que hay que notar es que existe una dinámica singular de presencia y ausencia. Cuando la cámara está encendida esto no es un problema ya que se puede ver a la otra persona. Por otra parte, cuando se decide participar en la reunión con la cámara apagada la presencia está

ligada directamente a la participación. Si se guarda silencio de forma prolongada, el resto de la reunión va a poder ver que esa persona está conectada, pero no si está recibiendo el mensaje. Cualquier acto de comunicación no verbal va a reducirse al tono de voz o a otras interacciones que la plataforma permita.

Por otro lado, algunas de las operaciones que la interfaz permite pueden ser analizadas como reemplazos de ciertos comportamientos no verbales. Por ejemplo, el uso de emojis o reacciones dentro una reunión de zoom pueden considerarse como emblemas.

## 1.1 La singularidad en Discord

La razón por la cual analizamos Discord como un caso relevante y distinto de este grupo de encuentros es porque retoma varios elementos de las videoconferencias pero agrega funcionalidades y comportamientos propios. A diferencia de la mayoría de las plataformas analizadas, Discord está desarrollado en primer lugar para el ocio, más específicamente para la comunicación entre jugadores durante una sesión de juego. Esto implica que también mantiene al interactuante en una postura relativamente estática y que su uso es principalmente desde una computadora, pero es frecuentemente usada sin cámara. En muchos casos la presencia del cuerpo va a estar dada a través de la simulación en un videojuego.

En sintonía con esto, Discord es principalmente verbalidad, es voz y audio, en conjunto con un chat asincrónico, es decir, el chat no desaparece luego de la sesión, sino que funciona de manera autónoma.

Otra característica relevante que presenta es que tiene una organización en base a salas o servidores. Se puede crear una sala en donde existen múltiples canales de voz y de texto en el cual cada participante puede intervenir. La sala es asincrónica permitiendo ingresar una vez y luego ese usuario ya pertenece a esa sala y puede enterarse de los últimos mensajes o conectarse en algún canal de voz cuando desee. Este sistema da lugar a un comportamiento muy típico de la presencialidad que difícilmente se encuentra en la virtualidad y es el hecho de encontrarse por accidente.

Cuando un interactuante se conecta a un canal de voz, los demás usuarios que estén en línea van a poder verlo. Esto permite unirse a una conversación entre otras personas que están interactuando dentro de un servidor. Solo con hacer un click se puede participar de la conversación sin necesidad de invitación.

Por último, Discord permite agregar funcionalidades a los servidores a partir de *bots*, pequeños módulos que intervienen en los servidores o en las conversaciones con diferentes propósitos, como moderar servidores, asignar niveles en base a la participación de los usuarios o simplemente contar chistes. Son similares a las funcionalidades extras de zoom o meet, con la diferencia de que estas son realizadas por usuarios en general pero no cumplen los mismos objetivos.

## 2. Videollamadas

Las videollamadas existen como una función adicional en las aplicaciones de chat. Entre las más utilizadas encontramos Whatsapp, Instagram, Facebook Messenger, Telegram, entre otras. Estas aplicaciones están diseñadas para ser utilizadas principalmente a través de smartphones, lo cual nos brinda la posibilidad de movernos en el espacio. De esta manera, nuestro cuerpo ya no permanece estático permitiendo una comunicación más dinámica que se desarrolla con cierta naturalidad. Las videollamadas pueden realizarse entre dos o más personas dentro de un contexto cotidiano y nos dan la posibilidad de realizar alguna otra actividad durante la comunicación. Esta opción se empezó a utilizar más a partir del distanciamiento social producido por la pandemia. Al no poder encontrarnos físicamente los dispositivos nos permitieron aminorar esa distancia obligatoria.

La videollamada se destaca por la posibilidad de vernos a través de la cámara de nuestro teléfono. Como ya se mencionó, este soporte permite una mayor plasticidad en la comunicación y movilidad tanto del cuerpo del usuario como de la cámara. De esta manera, en las videollamadas, entran en juego aspectos de la comunicación no verbal, ya que no se limita a la cámara de la computadora. Sin embargo la imagen está determinada por el plano que es capturado por la cámara y es en este momento cuando entra en movimiento la corporalidad. A través del movimiento se hace presente el contexto.

Algunas aplicaciones, como Instagram y Messenger, nos permiten utilizar filtros que transforman la imagen. Algunos filtros se aplican solamente al rostro, mientras que otros distorsionan la imagen en su totalidad. En Messenger podemos encontrar opciones de fondos 360, que nos sitúan en un contexto completamente diferente. Además esta aplicación está pensada para mantener una comunicación divertida y entretenida, ya que le da a los usuarios la posibilidad de llevar a cabo actividades lúdicas en donde intencionalmente se ve involucrado el movimiento corporal.

## 3. Simulación

Esta categoría es especialmente compleja por la diversidad de formas en las que se manifiesta. Sin embargo, hay ciertos mecanismos de comunicación que se han ido estandarizando o repitiendo y permiten realizar un análisis sobre sus alcances o limitaciones.

Entran en esta categoría los encuentros sincrónicos que se dan a través de avatares, sin la presencia de la imagen del cuerpo real. Es decir, sin cámara sino a través de un cuerpo virtual. Aunque los videojuegos son el medio principal de esta categoría, existen otras plataformas que generan encuentros virtuales en ambientes de ferias y eventos, que se divulgaron durante la pandemia. Otro ejemplo es VRChat, una aplicación para charlar y conocer gente a través de visores de realidad virtual.

Dentro de este grupo, algunos elementos de otras categorías se repiten. Por ejemplo, no es excluyente de este tipo de comunicación sincrónica la presencia de un chat de texto o de voz. Sin embargo, ambos suelen estar reducidos a un espacio específico, permitiendo la comunicación sólo con los usuarios que compartan ese espacio o que incluso estén a una distancia cercana, como su-



cedería en la presencialidad. Es el efecto de la proximidad uno de los elementos principales de esta categoría, ya que la existencia de un cuerpo virtual, ficticio pero controlable, hace posible que la proxémica tome un lugar relevante dentro del encuentro. Otras instancias de proximidad si se encuentran configuradas de manera similar a la vida cotidiana, como podría ser el espacio personal, social o público. En el caso de los videojuegos, esta distancia interpersonal puede estar atravesada por otros objetivos, que se tiñen de diferentes significados como podría ser amenaza, peligro o confianza. En este sentido, es en este tipo de encuentro que se produce cierto reconocimiento sobre el cuerpo virtual que nos interpreta, que puede ser más difícil de encontrar en otras instancias. Dicho reconocimiento se podría definir como una serie de sentimientos o sensaciones que devienen de los cambios que la persona genera sobre el entorno virtual y sobre otras entidades de ese entorno, como así también de lo que otros generan sobre nosotros. Que alguien nos golpee en la virtualidad, se acerque, nos acaricie o nos abrace, puede generar reacciones sobre ese usuario, más allá de que el cuerpo físico se vea afectado o no.

La posibilidad de controlar un cuerpo y que este genere acciones sobre su entorno también ha facilitado la aparición de códigos específicos que devienen del limitado (o no) control del avatar. En algunos juegos, saltar en el lugar puede significar un festejo, o agacharse puede ser una burla. En otros casos se ofrecen determinadas animaciones predefinidas para comunicar cosas específicas. Es este otro elemento de la comunicación no verbal que tiene importancia dentro de este tipo de encuentro: los emblemas. Aparecen diferentes tipos de saludos, de señas, o incluso insultos o burlas. Hay entornos en donde esto es meramente un accesorio, aunque hay algunos casos donde la comunicación pasa exclusivamente a través de estos.

Un ejemplo de esto es el juego *Absolver*, que permite recorrer diferentes ambientes y encontrarse con otros jugadores en el camino. El objetivo del juego es tener batallas ocasionales con los personajes del juego o con otros jugadores. Dichas batallas son siempre cuerpo a cuerpo. Los emblemas a los que se tiene acceso son reducidos, pero encontramos saludos, festejos, señas, afirmación, negación, entre otros (figura 1). Esto genera que la comunicación sea en sí misma entretenida, ya que averiguar si la otra persona quiere enfrentarse o ayudarte puede ser en sí mismo un desafío. Además aparecen otras dinámicas más asociadas a los códigos propios del juego. Por ejemplo, al comienzo de cada batalla, los jugadores suelen saludarse de una manera especial, lo cual puede hacer que uno se moleste cuando alguien no lo hace, o puede reforzar la intención deportiva o lúdica, por encima de la batalla o la competencia en sí (figura 2).

Uno de los problemas que se evidencia más en este tipo de comunicación, es el de la dicotomía entre el cuerpo virtual y el físico. Mientras se realizan acciones imposibles como volar, o perfectamente normales como abrazar, el cuerpo físico se encuentra en la mayoría de los casos disociado de este. Si bien la persona puede tener reacciones como asustarse o incomodarse, sus movimientos están restringidos a los inputs de la computadora, a lo que esta quiera leer de él. En el caso de los entornos de realidad virtual, el cuerpo puede tomar mayor protagonismo, pero en incontables otros casos son un mouse y cuatro teclas los que controlan la imagen que nos representa.

Figura 1



## Reflexiones finales

Las interfaces que más utilizamos para el encuentro virtual están diseñadas a partir de la noción de utilidad, las cuales se enfocan en la claridad del mensaje verbal, es decir un mensaje que llegue al receptor con el menor ruido posible.

Debido a esta situación y en relación al contexto social, nos resulta interesante evidenciar la forma en que mantenemos un encuentro virtual. Con el fin de desnaturalizar la función práctica y no abandonar los aspectos cualitativos en la comunicación virtual es que realizamos esta investigación. En el análisis de estas plataformas de encuentros virtuales observamos cómo afectan directamente a la kinésica y a la proxémica. Además reducen nuestra imagen y alteran nuestra percepción y la de los demás. Entonces cabe preguntarnos ¿de qué manera podemos recuperar las cualidades del lenguaje no verbal en el encuentro virtual?

En principio, observamos que no es un problema técnico, en el sentido de que una perfecta señal de internet garantiza que el acto comunicativo funcione sin problemas, pero no que sea cualitativo o que dé lugar a una comunicación afectiva. Simplemente la permite, sin necesariamente fomentarla.

El problema del encuentro virtual, no es su condición de no presencial sino que, recae en los elementos que en la presencialidad se ven involucrados y la manera en la que estos no se incorporan en el diseño de la interfaz. Nuestro trabajo propone pensar en una serie de preguntas que nos resultan importantes para el desarrollo de una interfaz de comunicación afectiva ¿Qué elementos de la kinésica se van a favorecer? ¿Se va a implementar alguna forma de proxémica? ¿Ofrece un espacio lúdico para cada participante? o incluso ¿Cómo pueden los usuarios transformar el entorno común que comparten?

Ya que lo que nos interesa es la dimensión afectiva, interpretativa o no-racional del gesto en la comunicación, entonces nos vemos ante el desafío de explorar las formas en las que una interfaz puede transportar o conceptualizar dicha dimensión, sin perderla en la reducción a datos



Figura 2

discretos que necesariamente tiene que hacer.

Hui (2020) plantea que el arte es una forma de acceso a lo no-racional, diferente en cada cultura y en cada pensamiento filosófico. Del arte podemos decir muchas cosas, pero de lo que podemos estar seguros es de que no es descriptiva o literal. El arte oculta, combina y juega con sus significados, para que los (re)descubramos por nuestros medios.

Esta característica del arte la podemos tomar como punto de partida para acceder a lo no-racional del gesto y preguntarnos ¿qué aspectos de la comunicación tenemos que oscurecer para que predomine lo afectivo?

## Bibliografía

- Flusser, Vilem (1994). Los gestos: Fenomenología y Comunicación. Barcelona: Herder.
- Forti, Liber (1999). Complementos NH de expresión corporal. Bolivia: Cochabamba.
- Hui, Yuk (2020). Fragmentar el futuro. Ensayos sobre tecnodiversidad. Buenos Aires.
- Knapp, Mark L. (1991). La comunicación no verbal: El cuerpo y el entorno. México: Paidós.
- Rocha Alonso, Amparo (2001). Algunas consideraciones acerca de la comunicación no verbal. Buenos Aires.
- Rokeby, David (1990). Los armónicos de la interacción. Musicworks 46: Sound and Movement.



# ENTORNOS VIRTUALES EN LÍNEA: CREACIÓN DE UNA HERRAMIENTA PARA LA PRODUCCIÓN DE AUDIOVISUALES TRIDIMENSIONALES INTERACTIVOS

**Daniel Alejandro Loaiza Carvajal**

Laboratorio EmmeLab  
Facultad de Artes  
Universidad Nacional de La Plata  
Argentina

## 1. Introducción y antecedentes

En la época actual existen miles de entornos virtuales en línea. De hecho, se ha normalizado tanto el uso del concepto de la virtualidad que ahora resulta complejo determinar qué página web cuenta como un entorno virtual y cuál no. Por ejemplo, el uso de conceptos como “tienda virtual” o “campus virtual”. La noción de lo virtual parecería describir cualquier entidad que cumple con ciertas características o funciones esenciales de un objeto de la realidad, sin ser ese objeto. Una tienda virtual es un espacio que permite el comercio, mientras que un campus virtual gestiona el intercambio de material académico y la comunicación entre docentes y estudiantes. En ambos casos se omite el hecho de que los términos

“tienda” y “campus” nacen de una referencia directa a la estructura edilicia que ocupan, como si al dotarlo del atributo de virtualidad se pudieran obviar características determinantes de un objeto mientras exista cierta esencia permanece.

Teniendo en cuenta esto, la realidad virtual por lo tanto puede obviar tantos recursos que sean necesarios mientras exista una esencia de los objetos reales que intenta representar. Sin embargo no existe una medida particular que nos permita determinar con objetividad cuando un objeto o entorno es realidad virtual. En ese sentido la realidad virtual es un contrato que hacemos en base a la sensación perceptiva que estos mundos producen en nosotros y con qué tanta facilidad estas diferentes plataformas encajan en nuestra vida para reemplazar en alguna medida los elementos reales a los que atribuyen su esencia.

Dicho de otra forma, una tienda o campus virtual pueden ser considerados como tales tan solo porque la sociedad mira hacia esas plataformas buscando comercio y educación. En ese sentido es trabajo del diseño crear una representación fiel a la cosa de la realidad que se busca virtualizar.

Muchas veces la virtualización de algo se puede conseguir atendiendo a las características más abstractas de la entidad, tal es el caso de los ejemplos vistos anteriormente, donde las características físicas y espaciales son justamente las que se buscan omitir o suprimir. Pero en otras circunstancias la estructura física del objeto o entorno real es justamente parte de esa esencia que queremos mantener. Tal fue la problemática detrás del desarrollo MODDO, una aplicación desarrollada por el laboratorio Emme-lab entre los años 2017-2019. La Cátedra C de Anatomía de la Facultad de Ciencias Médicas de la ciudad de La Plata trabajaba con modelos 3D de órganos reales. Nuestro desarrollo se centró en una interfaz que permitiera visualizar los modelos 3D a través de un proyector y al mismo tiempo controlar la visualización de forma fluida a través de un dispositivo móvil, como un smartphone o una tablet. En este caso las características esenciales necesarias eran por un lado la morfología y estructura de los órganos reales y por otra parte mantener una interacción fluida con los modelos como si se tratara de un objeto real, para que el flujo de la clase no se vea limitado por la tecnología que se usaba para controlar la visualización[1,2].

Tras este desarrollo continuamos trabajando con el Laboratorio de Imágenes Morfológicas Aplicadas e intentamos desarrollar algunas aplicaciones centradas en el uso de diferentes formas de presentar objetos virtuales con fines pedagógicos. Tuvimos un desarrollo basado en realidad aumentada para la presentación de objetos respetando sus escalas reales y añadimos elementos interactivos y de jugabilidad creando una funcionalidad de simulacro de parcial en la aplicación. Nuestro objetivo buscaba centrar el aprendizaje en la participación activa del estudiante. Sin embargo en este transcurso nos percatamos que cualquier herramienta pedagógica también tiene que estar centrada en el docente. Y en darle facilidades para producir nuevos materiales.

Atendiendo a esta situación se relevaron algunos mecanismos que actualmente se usan para compartir conocimiento, Con la perspectiva de basarnos en características de estas herramientas para crear algo que resulte cómodo para que los docentes puedan crear sus propios mate-



riales y los alumnos acceder a ellos. Los videotutoriales surgieron como la alternativa por defecto más usada entre docentes y estudiantes en la actualidad. Más aún tras la pandemia del 2020, ahora las clases se transmiten sea en tiempo real o en diferido por video. Y a pesar de que una nueva normalidad pueda llegar, lo más posible es que el formato de clase virtual por video sea algo que nos va a acompañar por muchos años cobrando cada vez más importancia.

Sin embargo, el video tradicional tiene en su esencia la problemática de la corporeidad, la bidimensionalidad es posiblemente una de las razones que contribuyen a que mantener la concentración de los alumnos resulte complicado cuando se trabaja en soportes virtual. Por esta razón nace la idea de trabajar un formato de audiovisual donde el alumno tenga la potencialidad de interactuar con el contenido navegando dentro de un entorno tridimensional.

Un trabajo que resultó muy útil para analizar las potencialidades de esta idea es “Visualizing Quaternions”, un audiovisual interactivo realizado por Grant Sanderson y Ben Eater. Usan el entorno interactivo para mostrar cómo funcionan los cuaterniones. El sistema se aprovecha de la interactividad para realizar pequeñas modificaciones que se complementan con pequeños cambios al escenario mostrando el funcionamiento de diversas funciones matemáticas. Eso se complementa con varios entornos bidimensionales y tridimensionales muy bien articulados para dar una explicación muy completa[3].

El factor de que esta herramienta pedagógica esté en línea no es menor, facilita muchísimo el acceso a cualquier tipo de información. Para solucionar las problemáticas expuestas, en este trabajo se aborda la creación de un sistema que permita generar un recorrido descriptivo alrededor de un objeto tridimensional. El recorrido debe estar predeterminado a partir de una suerte de guión que el programa sigue para sincronizar todo lo que ocurra en el audiovisual. El usuario tiene las herramientas para interactuar con el audiovisual, dentro de las cuales se puso mucho énfasis en la posibilidad de poder navegar por el espacio tridimensional con cierta independencia de la secuencia lineal determinada por el guión.

## 2. El sistema

Las herramientas necesarias para el desarrollo de este proyecto fueron la librería de javascript Three.js que permite la creación de entornos tridimensionales e interactivos en la web y el software de modelado 3D Blender.

### 2.1. Estructura del sistema

Todo el sistema está construido como una aplicación web, de esta forma el acceso a la experiencia se facilita, el usuario no necesita descargarse ninguna aplicación, simplemente puede acceder a la página, reproducir e interactuar con el audiovisual. De la misma forma existe la ventaja de que se puede acceder desde cualquier sistema operativo, Windows, linux, macOS, etc.

Cada video interactivo tridimensional está compuesto por tres componentes: la escena o modelo tridimensional, en formato GLTF o GLB; un guión que determina las posiciones de la cámara a lo largo del audiovisual, el cual está escrito en formato JSON y finalmente un archivo de audio que se sincroniza con el guión.

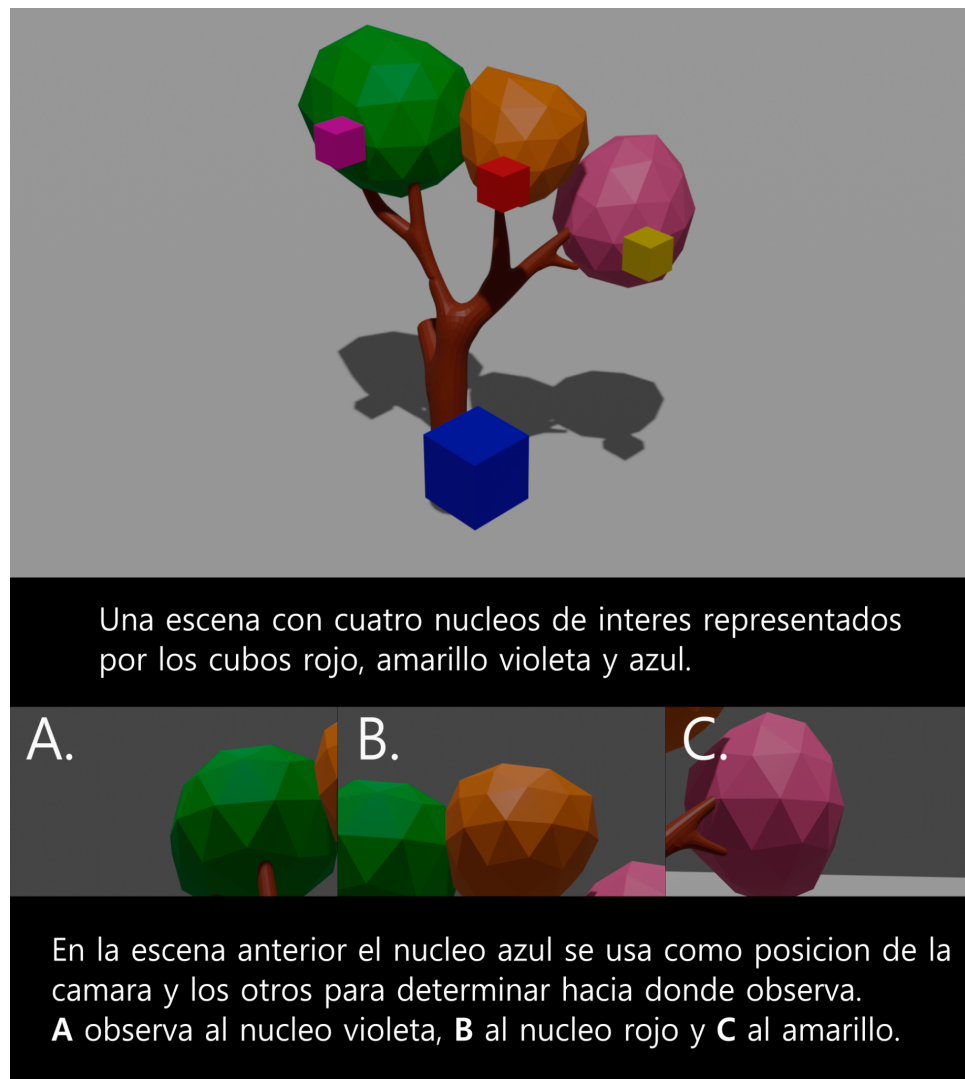
### 2.1.1. Escenas tridimensionales

Son los archivos que guardan los modelos tridimensionales. Aparte de los objetos que se quieren visualizar, el modelo debe contener objetos que se van a usar para representar posiciones en el espacio, a estos objetos los vamos a llamar núcleos de interés. Estas ubicaciones se utilizan para determinar la posición y orientación de la cámara en el transcurso del vídeo.

Al crear los modelos, lo más importante a tener en cuenta en la creación de los núcleos de interés, es la nomenclatura que se le da a cada núcleo. Desde el guión tendremos que usar los nombres de estos núcleos para que la cámara determine su ubicación y orientación. Tal como se puede ver en la fig.1, para la composición de una escena hay que tener en cuenta que los núcleos pueden tener dos funciones, la primera es representar la posición para ubicar la cámara y la segunda es representar la dirección hacia donde la cámara observa.

Figura 1

*Representación de una escena con cuatro núcleos de interés. Un punto (Azul) determina la posición de la cámara y los otros tres (violeta, rojo, amarillo) direcciones para orientar dicha cámara.*



En el modelo 3D estos puntos de interés pueden ser objetos vacíos, sin ningún vértice. Por lo tanto no muestran nada en pantalla, solamente se utilizan para representar posiciones. Naturalmente los objetos con mallas también pueden utilizarse como núcleos de interés. Es decir, en la fig.1 en lugar de determinar la orientación usando los cubos, podríamos separar las copas del árbol como elementos individuales con un centro propio y utilizar esos centros como posiciones para determinar la orientación de la cámara.

Finalmente, el programa funciona únicamente con archivos en el formato glB, que es un formato de archivo binario que representa escenas tridimensionales guardado en "GL Transmission Format"(glTF). Este archivo contiene dentro de sí toda la información del modelo, las mallas, objetos, materiales y texturas. Y se transmite directamente a la placa gráfica, por lo tanto su lectura es muy rápida.

### 2.1.2. Guiones

Tal como se puede observar en la fig.2, el guión consiste en un solo archivo JSON donde existe un objeto llamado "data" el cual debe ser igual a un arreglo de objetos. Cada objeto de la lista debe especificar obligatoriamente tres valores en formato de cadena de carácter. El primer

```

1  {  "audio":"audios/audio.mp3",
2     "modelo":"modelos/modelo.glb",
3     "fondo":"rgb(0,0,0)",
4     "data" :
5     [
6         {
7             "tiempo":"00:00",
8             "duracion":2000,
9             "camara":[0,0,-5],
10            "target":[0,0,0],
11            "nombre":"vista uno"
12        },
13        {
14            "tiempo":"00:03",
15            "duracion":2000,
16            "camara":[0,0,-10],
17            "target":[0,0,0],
18            "nombre":"vista dos"
19        },
20        {
21            "tiempo":"00:09",
22            "duracion":2000,
23            "camara":[0,0,-15],
24            "target":[0,0,0],
25            "nombre":"vista tres"
26        }
27    ]
28 }

```

Figura 2

Ejemplos de guión.

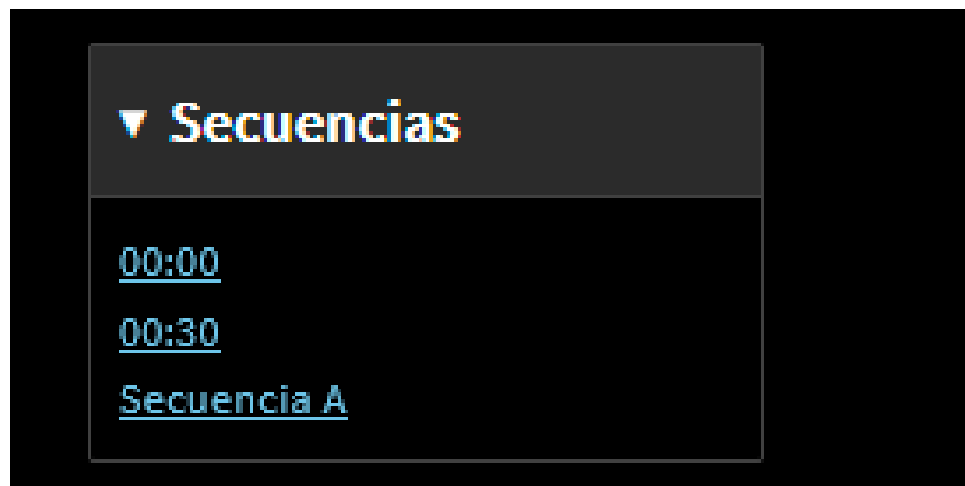
valor es el tiempo, es decir el momento del audio en el cual la cámara va a cambiar de ubicación y orientación. El tiempo se especifica en el formato mm:ss como una cadena de caracteres, por ejemplo "01:20" corresponde con el minuto y veinte segundos. Los valores de "cámara" y "target" son también obligatorios. Son iguales a los nombres de los objetos en la escena que se usan para ubicar la cámara y como objetivo para la orientación de la misma.

Existen dos valores opcionales. El primero es el valor de "duración", este determina cuánto tiempo va a tardar la cámara en llegar de un lugar a otro, y el "nombre" que es una cadena de caracteres que aparece en un menú de selección para facilitar ubicar los diferentes momentos del video, tal como se observa en la fig. 3.

En la visualización web aparece el nombre asignado en el guión, en el caso de no asignar uno aparece el tiempo de la secuencia. También existe una secuencia en el tiempo "00:00", a pesar de que en el guión no fue asignada. Esto es porque el sistema crea una secuencia por defecto en si no existe una.

Figura 3

Lista de secuencias.



### 2.1.2. Archivo de Audio

El archivo de audio determina la duración del video interactivo. La línea de tiempo se ajusta a la extensión del mismo. Se recomienda el códec mp3 dado que es un estándar de audio comprimido de bajo tamaño, ideal para la web.

## 3. Puesta en marcha del sistema

Este pequeño tutorial permite poner en marcha un ejemplo propio usando la herramienta. Se asume que el usuario tiene listos los tres archivos necesarios. Un modelo 3D con el objeto o escena que se quiere recorrer, un guión escrito en json y un archivo de audio que al reproducirse se sincronizará con el guión.

Descargar o clonar proyecto vacío desde github: <https://github.com/d7aniel/EVEN>.

Dentro del archivo script.js determinamos la ruta del guión en la variable nombre guión tal como lo vemos en la figura 4.

```
5
6 var nombre_guión = "guiones/guion.json";|
7 var mundo;
8 var cubo;
9 var objeto;
10 var meshCono;
11 var lista = {};
```

Figura 4

*Ruta al guión.*

1. Dentro del archivo del guión de tipo json determinamos las rutas de los archivos de audio y el modelo 3D. También podemos definir el color del fondo con la función `rgb(r,g,b)` y escribir las instrucciones para los movimientos de la cámara como se pudo ver en la figura 2.
2. Ejecutar un local live server \* para poder previsualizar el Video Interactivo 3D.

## 4. Experiencias de uso de la herramienta

En el año 2021 se puso en marcha por primera vez una experiencia para probar el sistema en un entorno académico. Alrededor de 50 alumnos conformaron grupos de cuatro personas, la consigna consistía en que cada grupo tuvo que elegir alguna historia ficcional, como por ejemplo, un cuento corto o una novela, y elegir de entre todo el texto una escena en particular para modelar en 3D y usar el texto de la narrativa para realizar un recorrido sobrevolando la escena. En esta experiencia se manifestaron algunas particularidades bastante interesantes, más aún si tomamos en consideración que los grupos tuvieron únicamente un poco más de un mes para aprender a usar la herramienta, crear sus propios modelos y poner toda su secuencia narrativa en funcionamiento. Algunos grupos se interesaron por la herramienta en sí y, al ser un desarrollo de software libre, decidieron trabajar con el código de la herramienta programando nuevos comportamientos como por ejemplo fade to black para cambiar de escenas o notaron que al colocar "null" en la variable del nombre de una instrucción del guión, ese movimiento de cámara no aparece dentro de la interfaz en la lista de secuencias con acceso rápido; lo cual permite mucha más libertad para mover la cámara sin crear una lista interminable de puntos de acceso rápidos. Por otra parte todos los grupos lograron tener un resultado final muy interesante donde cada grupo explotaba alguna de las posibilidades narrativas de la herramienta, algunos grupos jugaron con la iluminación y los movimientos de cámara para crear suspenso, otros aplicaron movimientos de cámara muy precisos para crear la noción de un plano en primera persona, en muchos de los trabajos es muy notable el uso del audio para fortalecer la narrativa. Por toda esta experiencia es factible decir que el resultado final que se obtuvo al diseñar y desarrollar esta herramienta es un sistema fácil de aprender y usar. Los resultados fueron subidos en los respectivos github de los alumnos, y se armó un repositorio web para tener como ejemplos de posibilidades de la herramienta[4].

## 5. Conclusión

En este trabajo se desarrolló un sistema para la visualización de objetos tridimensionales. La herramienta se puso a prueba con un grupo de cincuenta alumnos de la cátedra de Tecnología Multimedial 2 de la facultad de arte de la Universidad Nacional de la Plata. El resultado de esta experiencia fue una herramienta que logró cumplir con dos necesidades planteadas en la experiencia pedagógica en la que se usó. Los objetivos eran: por un lado que los alumnos logren familiarizarse con la creación de entornos tridimensionales, el trabajo de modelado, texturización e iluminación. Y por otro lado, fue la excusa perfecta para probar la facilidad para aprender la herramienta. En cuanto al segundo objetivo esta experiencia sirve para probar que la usabilidad y facilidad de aprendizaje es suficiente para abrir la posibilidad de crear una línea de capacitación y creación de tutoriales y guías para la enseñanza del uso de esta herramienta y así de esta forma poder llegar al objetivo final que es tener una herramienta que ayude a docentes, tallerista, instructores y otros a generar material didáctico online. Es justamente esta una línea de trabajo que piensa abordar el laboratorio Emmelab de la facultad de arte de la Universidad Nacional de la Plata.

## 6. Bibliografía

1. Ana Longobuco, Krista Yorbyck y Daniel A. Loaiza (2019). La Realidad Aumentada Aplicada en la Universidad como modelo educativo. En *invasión generativa 3*. Recuperado de: [http://www.invasiongenerativa.ar/invasion/descargas/INVASION\\_GENERATIVA\\_3.pdf](http://www.invasiongenerativa.ar/invasion/descargas/INVASION_GENERATIVA_3.pdf) (11-05-2022).
2. Carlos Altavista (2017). Con tecnología 3D, la anatomía digital gana espacio en las aulas de la UNLP. En *Investiga, Ciencia y Tecnología UNLP*. Recuperado de: <https://investiga.unlp.edu.ar/cienciaenaccion/anotomia-digital-18827> (11-05-2022).
3. Grant Sanderson y Ben Eater (2018). "Visualizing Quaternions". Recuperado de: <https://eater.net/quaternions> (11-05-2022).
4. Repositorio de trabajos realizados con EVEN: <http://danielalejandro.art/proyectos/EVEN/>











