



UNIVERSIDAD NACIONAL AUTÓNOMA DE MÉXICO

Programa de Maestría y Doctorado en Música

Facultad de Música

Instituto de Ciencias Aplicadas y Tecnología

Instituto de Investigaciones Antropológicas

Desde lo Intangible: Sistemas Computacionales para la Creación Híbrida
Audiovisual y Transmedia

TESIS

QUE, PARA OPTAR POR EL GRADO DE
DOCTOR EN MÚSICA (Tecnología Musical)

PRESENTA

José Roberto Cabezas Hernández

TUTOR

Roberto Morales Manzanares (Universidad de Guanajuato)

MIEMBROS DEL COMITÉ TUTOR

Manuel Rocha Iturbide (Universidad Autónoma Metropolitana)

Pablo Padilla Longoria (Instituto de Investigaciones en Matemáticas Aplicadas
y en Sistemas)

CD. MX. FEBRERO 2019



Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

Agradecimientos

Quiero agradecer al Dr. Roberto Morales Manzanares por su asesoría, tiempo y la oportunidad de crear sin fronteras convencionales, al comité tutor Dr. Manuel Rocha Iturbide y Dr. Pablo Padilla Longoria por su guía y consejo oportuno.

A mis familiares y amigos, en especial a aquellos que me impulsan a afrontar la creación desde nuevas miradas y a poner corazón y alma en los pensamientos.

A mi esposa Ana Karen, mi compañera de viaje y apoyo sin igual en esta aventura infinita.

A mis padres Sandra y José y mi hermano Andrés, que siempre son la luz en el camino.

Resumen

La presente tesis describe los antecedentes, la implementación, la creación de obra y el desarrollo de *software*, de los denominados sistemas computacionales híbridos enfocados a la creación individual y colectiva. El trabajo de tesis contempla dos grandes partes: 1) la creación de obra mediante el desarrollo de un marco teórico-práctico computacional inspirado en las propuestas de la computación afectiva, KANSEI, la computación natural y la computación subjetiva y 2) el desarrollo de *software* libre enfocado a la producción audiovisual y transmedia, para el cual también se establece un modelo de diseño particular de acuerdo a las necesidades de los creadores contemporáneos y basado en el modelo híbrido de computación.

La primera parte explica el diseño e implementación de un modelo de sistema de creación que comprende la cooperación humano-máquina y las herramientas de inteligencia artificial (aprendizaje profundo y redes neuronales) como paradigmas para expandir los alcances cognitivos en los procesos creativos, donde, a partir de la revisión crítica del binomio arte-tecnología, se determina que el rol de la máquina se ha concentrado en dos grandes extremos: a) la operatividad y b) la autonomía; por ello, en la mayoría de las investigaciones se busca diseñar una máquina capaz de alcanzar por sí misma el nivel de complejidad que contiene el pensamiento del ser humano. Para alejarnos del lugar común, el presente trabajo propone un modelo de creación híbrido (humano - máquina, individual y colectivo) donde los mecanismos y metodologías para la creación propicien el uso de la máquina como potenciador de la cognición e imaginación.

La segunda parte contempla la creación de *software* bajo un modelo de diseño que permite abordar tres paradigmas de producción: 1) la transferencia de conocimiento, 2) la colaboración transmedia y 3) la interconexión multiplataforma. De este modo el *software* se vuelve un sistema abierto que permite abordar la creación mediante información como un organismo sólido y lleno de nuevas de posibilidades narrativas; este trabajo es, entonces, una mirada a la exploración y especulación del uso de la máquina y el *software* bajo nuevos roles dentro del proceso creativo.

"El arte es un paso de lo obvio y conocido hacia lo arcano y lo oculto."
— **Khalil Gibran**

ÍNDICE

RESUMEN.....	1
ÍNDICE DE TABLAS	6
ÍNDICE DE FIGURAS	7
1. INTRODUCCIÓN.....	11
2. ARTE Y TECNOLOGÍA: SEPARADOS AL CRECER	18
2.1. INTRODUCCIÓN	18
2.2. EL COMIENZO	18
2.3. EXPERIMENTOS EN ARTE Y TECNOLOGÍA.....	20
2.4. SISTEMAS COMPUTACIONALES COMO HERRAMIENTAS PARA LA CREACIÓN	24
2.4.1. <i>Operatividad contra autonomía</i>	28
2.4.2. <i>Pensamiento híbrido</i>	32
2.4.3. <i>Computación colaborativa</i>	35
3. FRONTERAS FLOTANTES: NUEVOS MODELOS DE COMPUTACIÓN	40
3.1. INTRODUCCIÓN	40
3.2. TURING Y LAS MÁQUINAS INTERACTIVAS	41
3.2.1. <i>Hipercomputadores o Máquinas de SuperTuring</i>	45
3.3. COMPUTACIÓN NATURAL	48
3.4. COMPUTACIÓN AFECTIVA: EL PARADIGMA OCCIDENTAL PARA LA DIGITALIZACIÓN DE LAS EMOCIONES .	50
3.5. ORIENTE Y EL PROCESAMIENTO DE INFORMACIÓN KANSEI	56
3.6. IMAGINACIÓN Y EXPRESIÓN EN SISTEMAS COMPUTACIONALES	59
3.6.1. <i>Computación subjetiva</i>	60
3.6.2. <i>Computación cultural</i>	61
3.6.3. <i>Computación crítica</i>	62
3.7. DE LA INTERACCIÓN A LA COOPERACIÓN	62
4. SISTEMAS COMPUTACIONALES HÍBRIDOS PARA LA CREACIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA..	68
4.1. INTRODUCCIÓN	68

4.2.	MODELO DE CREACIÓN DIGITAL HÍBRIDO.....	69
4.2.1.	<i>El dominio epistémico y los fantasmas.....</i>	74
4.2.2.	<i>Estética de sistemas</i>	77
4.3.	ARQUITECTURA DE LOS SISTEMAS COMPUTACIONALES HÍBRIDOS	79
4.4.	INTELIGENCIA COLECTIVA EN SISTEMAS COMPUTACIONALES HÍBRIDOS	84
4.4.1.	<i>Computación y cognición distribuida</i>	84
4.4.2.	<i>Espacio conceptual colaborativo</i>	85
5.	CLUSTER. EL PARAÍSO ESFUMADO.....	88
5.1.	INTRODUCCIÓN	89
5.2.	NOTA CURATORIAL	90
5.3.	DESCRIPCIÓN DE LAS HERRAMIENTAS COMPUTACIONALES EN CLUSTER	91
5.3.1.	<i>Aprendizaje profundo</i>	91
5.3.2.	<i>Redes Adversarias Generativas</i>	96
5.3.3.	<i>Aprendizaje semi-supervisado y no-supervisado (Pre-Procesamiento)</i>	102
5.3.4.	<i>Lógica difusa.....</i>	104
5.4.	IMPLEMENTACIÓN DE SISTEMA COMPUTACIONAL HÍBRIDO PARA CREACIÓN COLECTIVA	105
5.4.1.	<i>Herramientas computacionales para creación de contenido.....</i>	107
5.4.2.	<i>Creación y procesamiento de datos híbridos.....</i>	111
5.4.3.	<i>Redes Adversarias Generativas para la creación colectiva</i>	113
5.4.4.	<i>Clústering difuso para la creación de narrativas</i>	118
5.4.5.	<i>Gestualidad mediante procesamiento de señal</i>	121
6.	DISEÑO Y DESARROLLO DE SOFTWARE PARA LA CREACIÓN AUDIOVISUAL Y TRANSMEDIA	
	124	
6.1.	INTRODUCCIÓN	124
6.2.	MODELO DE DISEÑO DE SOFTWARE PARA CREACIÓN AUDIOVISUAL Y TRANSMEDIA	125
6.3.	BAFFECTS.JS: EL LENGUAJE DE PROCESSING EN ADOBE AFTER EFFECTS.....	129
6.3.1.	<i>Descripción</i>	130
6.3.2.	<i>Scripts y expresiones.....</i>	132
6.3.3.	<i>Gestualidad procedural</i>	135

6.4.	WATCHER: OSC GUI PARA <i>ABLETON LIVE</i>	137
6.4.1.	<i>Descripción</i>	138
6.4.2.	<i>Plugins</i>	140
6.5.	LIGHTSCOLLIDER: DISEÑO DE ILUMINACIÓN MEDIANTE CONTROL DE SEÑAL DE AUDIO	143
6.5.1.	<i>Descripción</i>	143
6.5.2.	<i>Usos generales</i>	145
6.5.3.	<i>Gestualidad mediante control de señal</i>	145
7.	CONCLUSIONES	150
7.1.	INTRODUCCIÓN	150
7.2.	SEPARADOS AL CRECER	150
7.3.	LOS NUEVOS MODELOS DE COMPUTACIÓN	151
7.4.	SOBRE LAS MÁQUINAS HÍBRIDAS.....	151
7.5.	SOBRE LA COLABORACIÓN CREATIVA, REDES NEURONALES ARTIFICIALES Y LA COOPERACIÓN HUMANO-MÁQUINA	152
7.6.	SOBRE EL DESARROLLO DE <i>SOFTWARE</i> PARA LA CREACIÓN AUDIOVISUAL Y TRANSMEDIA	153
7.7.	PERSPECTIVAS DE DESARROLLO ULTERIOR	154
	BIBLIOGRAFÍA	156
A.	SELECCIÓN FOTOGRÁFICA Y MATERIAL COMPLEMENTARIO PARA CLUSTER. EL PARAÍSO ESFUMADO	166
B.	SELECCIÓN DE FUNCIONES PRINCIPALES PARA USO DE BAFFECTS.JS	187
C.	LIBRERÍAS Y FRAMEWORKS PARA IMPLEMENTACIÓN DE APRENDIZAJE PROFUNDO	193
D.	TIP. COREOGRAFÍA ASISTIDA POR COMPUTADORA	196
	GLOSARIO	218

ÍNDICE DE TABLAS

3.	FRONTERAS FLOTANTES: NUEVOS MODELOS DE COMPUTACIÓN	40
	TABLA 1 COMPARACIÓN ENTRE LAS PROPIEDADES DE MÁQUINAS DE TURING Y SUPERTURING	48
4.	SISTEMAS COMPUTACIONALES HÍBRIDOS PARA LA CREACIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA	68
	TABLA 2 CLASIFICACIÓN DE LAS TRIBUS SOBRE EL APRENDIZAJE AUTOMÁTICO, DE ACUERDO A PEDRO DOMINGOS	82
6.	DISEÑO Y DESARROLLO DE <i>SOFTWARE</i> PARA LA CREACIÓN AUDIOVISUAL Y TRANSMEDIA	124
	TABLA 3 LISTA DE FUNCIONES LIGHOSCOLLIDER.....	147

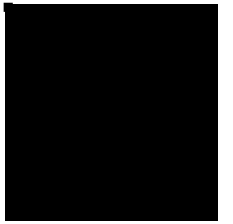
ÍNDICE DE FIGURAS

1.	INTRODUCCIÓN	11
	FIGURA 1 GUÍA DE CONTENIDOS.	16
2.	ARTE Y TECNOLOGÍA: SEPARADOS AL CRECER	18
	FIGURA 2 CREACIÓN DE PINTURA ASISTIDA POR CÁMARA OSCURA.	19
	FIGURA 3 BILLY KLÜVER Y ROBERT RAUSCHENBERG TRABAJANDO EN “ORACLE” EN EL ESTUDIO DE ROBERT RAUSCHENBERG, FINALES DE 1964-PRINCIPIOS DE 1965. FOTÓGRAFO DESCONOCIDO. TOMADA DE (E.A.T DATASCAPE).	21
	FIGURA 4 EN PRIMER PLANO, DE IZQUIERDA A DERECHA: JOHN CAGE, DAVID TUDOR, GORDON MUMMA. ATRÁS, DE IZQUIERDA A DERECHA: CAROLYN BROWN, MERCE CUNNINGHAM, BARBARA DILLEY. COREOGRAFÍA: MERCE CUNNINGHAM; MÚSICA: JOHN CAGE; PROYECCIONES: STAN VAN DER BEEK.	23
	FIGURA 5 IVAN SUTHERLAND Y SKETCHPAD	24
	FIGURA 6 IZQUIERDA: PROTOTIPO FINAL DE LA COMPUTADORA PIXAR. CENTRO: DESARROLLO DE SOFTWARE PARA REPRESENTACIÓN DE IMAGEN EN 3D Y CREACIÓN AUDIOVISUAL. DERECHA: ED CATMULL.....	26
	FIGURA 7 SINTETIZADOR DE MUESTREO DIGITAL FAIRLIGHT CMI.	26
	FIGURA 8 IZQUIERDA: NAM JUNE PAIK, TV BUDDHA, 1974, VIDEO INSTALLATION. DERECHA: ULRIKE ROSENBAACH, TO HAVE NO POWER IS TO HAVE POWER, 1978, VIDEO PERFORMANCE.....	27
	FIGURA 9 EJEMPLO DE PINTURA HECHA POR AARON.....	30
	FIGURA 10 AMYGDALA MK1 – PRÓTESIS ARTIFICIAL INTELIGENTE.	31
	FIGURA 11 GEORGE E. LEWIS - VOYAGER DUO 4.	33
	FIGURA 12 PROCESOS DE PRODUCCIÓN HÍBRIDOS EN CARPINTERÍA. TOMADA DE (ZORAN, 2017).	34
	FIGURA 13 PRESENTACIÓN ATHERA BETA	37
3.	FRONTERAS FLOTANTES: NUEVOS MODELOS DE COMPUTACIÓN	40
	FIGURA 14 VERSIÓN SIMPLIFICADA DE LA RED NEURONAL MULTI-TAREA UTILIZADA EN LA INVESTIGACIÓN DE LOPEZ-MARTINEZ. FIGURA TOMADA DE (LOPEZ-MARTINEZ & PICARD, 2017).	55
4.	SISTEMAS COMPUTACIONALES HÍBRIDOS PARA LA CREACIÓN INDIVIDUAL Y COLECTIVA	68
	FIGURA 15 MODELO DE CREACIÓN DIGITAL HÍBRIDO.	70
	FIGURA 16 LOS FANTASMAS COMPARTEN LA ESTRUCTURA GENERAL REPRESENTADA. TOMADO DE (HARREL, 2013).....	76
	FIGURA 17 ARQUITECTURA DEL SISTEMA COMPUTACIONAL HÍBRIDO PARA LA CREACIÓN.	80
	FIGURA 18 ARQUITECTURA RESUMIDA DE SISTEMAS COMPUTACIONALES HÍBRIDOS PARA LA CREACIÓN.	83
	FIGURA 19 DESCRIPCIÓN DEL ESPACIO CONCEPTUAL COLABORATIVO.	86

5. CLUSTER. EL PARAÍSO ESFUMADO	88
FIGURA 20 CLUSTER. EL PARAÍSO ESFUMADO (PROMOCIONAL)	88
FIGURA 21 ESCENARIO “CLUSTER. EL PARAÍSO ESFUMADO” EN SU VERSIÓN PARA CREACIÓN DE DATOS DE MANERA VIRTUAL. .	90
FIGURA 22 ARQUITECTURA CONVENCIONAL DEL APRENDIZAJE PROFUNDO.	92
FIGURA 23 LABORATORIO ARTISTS AND MACHINE INTELLIGENCE (AMI) DE LA EMPRESA GOOGLE	94
FIGURA 24 RESULTADO DEL PROGRAMA “DEEP DREAM”	95
FIGURA 25 IZQUIERDA: IMÁGENES REALES DEL CONJUNTO DE DATOS (IMAGENET). DERECHA: IMÁGENES GENERADAS A PARTIR DE UNA GAN. TOMADO DE (OPENAI, 2016).	97
FIGURA 26 ARQUITECTURA GENERAL DE UNA GAN	98
FIGURA 27 EJEMPLOS DE IMÁGENES GENERADAS POR CAN'S. TOMADO DE (ELGAMMAL, LIU, ELHOSEINY, & MAZZONE, 2017)	100
FIGURA 28 IMÁGENES GENERADAS MEDIANTE “GENERATIVE VISUAL MANIPULATION OF THE NATURAL IMAGE MANIFOLD”. TOMADO DE (ZHU, KRÄHENBÜHL, SHECHTMAN, & EFROS, 2016).	102
FIGURA 29 ARQUITECTURA DE IMPLEMENTACIÓN PARA SISTEMA COMPUTACIONAL HÍBRIDO. CREACIÓN Y PROCESAMIENTO DE DATOS HÍBRIDOS EN CLUSTER.	106
FIGURA 30 SIMULADOR DE ESPACIO LUMÍNICO-SONORO REALIZADO EN TOUCHDESIGNER.	108
FIGURA 31 GUI PARA GESTOR DE CREACIÓN MANUAL DE DATOS.	109
FIGURA 32 GUI PARA GESTOR DE AUMENTACIÓN DE DATOS	110
FIGURA 33 CONFIGURACIÓN OSC BROADCAST	111
FIGURA 34 CONJUNTO DE DATOS HÍBRIDOS COLABORATIVOS EN PROCESO DE CREACIÓN. REDUCCIÓN DE DIMENSIONALIDAD REALIZADA CON T-SNE.	113
FIGURA 35 ARQUITECTURA DEL MODELO DE RED NEURONAL (LSGAN) UTILIZADO EN CLUSTER: A) ARQUITECTURA DEL GENERADOR B) ARQUITECTURA DEL DISCRIMINADOR	114
FIGURA 36 FORMATO DE DATOS DE ENTRADA Y SALIDA DE LA RED NEURONAL	115
FIGURA 37 A) ESPACIO CONCEPTUAL GENERADO MEDIANTE GAN'S. REDUCCIÓN DE DIMENSIONALIDAD REALIZADA CON T-SNE. B) TRANSFORMACIÓN TOPOGRÁFICA DEL ESPACIO CONCEPTUAL	117
FIGURA 38 ESPACIO CONCEPTUAL COLECTIVO GENERADO MEDIANTE GAN'S. Y ANALIZADO POR MEDIO DE CLÚSTERING DIFUSO: FUZZY C-MEANS. A) 3 CLÚSTERS Y B) 5 CLÚSTERS.	119
FIGURA 39 ESPACIO CONCEPTUAL COLECTIVO EN EL QUE SE MUESTRA EL CLÚSTER CON MAYOR GRADO DE MEMBRESÍA, LOS DATOS UTILIZADOS SON LOS MISMOS QUE EN LA FIGURA 37.	120
FIGURA 40 LAS LÍNEAS AZUL Y ROJA MUESTRAN POSIBLES CAMINOS TRANSITORIOS PARA LA GENERACIÓN DE NARRATIVAS LUMÍNICO-SONORAS.	121

6.	DISEÑO Y DESARROLLO DE <i>SOFTWARE</i> PARA LA CREACIÓN AUDIOVISUAL Y TRANSMEDIA	124
	FIGURA 41 MODELO DEL DISEÑO PARA IMPLEMENTACIÓN DE <i>SOFTWARE</i> EN LA CREACIÓN AUDIOVISUAL Y TRANSMEDIA, CON LA PROPUESTA DE RUSSELL PARA ADQUIRIR CONOCIMIENTO.	128
	FIGURA 42 COMPARACIÓN DE CÓDIGO ENTRE PROCESING Y BAFFECTS.JS	132
	FIGURA 43 BAFFECTS.JS VERSIÓN 0.1BETA.	135
	FIGURA 44 GESTUALIDAD PROCEDURAL MEDIANTE BAFFECTS.JS.	137
	FIGURA 45 CRITERIOS DE DISEÑO DE <i>SOFTWARE</i> PARA WATCHER.	140
	FIGURA 46 CLIP WATCHER.	141
	FIGURA 47 PARAMETER WATCHER.	141
	FIGURA 48 PARAMETER WATCHER INPUT.	141
	FIGURA 49 SEND AMPLITUDE.	142
	FIGURA 50 SISTEMA DE IMPROVISACIÓN AUDIOVISUAL INTERACTIVO ABLETON LIVE + WATCHER.	143
	FIGURA 51 CONTROL DE ILUMINACIÓN MEDIANTE LIGHTOSCILLIDER.	144
	FIGURA 52 EQUIVALENCIA ENTRE GENERADORES Y ESTÉTICAS PARA ILUMINACIÓN INTERACTIVA.	146
	FIGURA 53 A) NARRATIVA SECUENCIAL B) NARRATIVA INTERACTIVA C) NARRATIVA INTERACTIVA EN CAPAS.	148
7.	CONCLUSIONES	150
	FIGURA 54 EXPLORACIÓN EN TORNO A LA GESTUALIDAD DE LOS DATOS PARA EL DISEÑO DE ESCULTURA DIGITAL PROCEDURAL. .	155
	BIBLIOGRAFÍA	156
	FIGURA 55 MODELO DE OBJETOS DE ADOBE AFTER EFFECTS.	187
	FIGURA 56 ESTADO DEL ARTE EN LIBRERÍAS DE APRENDIZAJE PROFUNDO EN EL AÑO 2018.	193
	FIGURA 57 DIAGRAMA EN DE FILOSOFÍA GENERAL DEL DISEÑO DE EXPERIENCIA.	200
	FIGURA 58 FLUJO DE TRABAJO PARA CREACIÓN DE EXPERIENCIA.	202
	FIGURA 59 EXPERIENCIA BETA.	204

Capítulo 1



Introducción

1. Introducción

“...No interrogaré a los pilotos. Son buenos pilotos. Pero se les ha ordenado claramente que se dirijan a los aeropuertos inmediatamente después del impacto. No han dejado tiempo para el análisis y la toma de decisiones. Y con estas simulaciones, han sacado toda la humanidad de la cabina del piloto. ¿Cuánto tiempo pasaron estos pilotos haciendo sus planes para este evento? ¿Horas, días? ¿Estás buscando un error humano...? Entonces hazlo humano”.

—Chesley “Sully” Sullenberger, (De la película Sully)

El intangible con mayor valor en nuestro mundo es el software.

Recientes investigaciones atribuyen a John W. Tukey el primer uso publicado del término *software*. En un artículo de 1958 para *American Mathematical Monthly*, describió cómo las instrucciones matemáticas y lógicas para las calculadoras electrónicas se habían vuelto cada vez más importantes (Fuller, 2008):

Hoy en día, el software que comprende las rutinas interpretativas cuidadosamente planificadas, los compiladores y otros aspectos de la programación automática son al menos tan importantes para la calculadora electrónica moderna como su hardware de tubos, transistores, cables, cintas y similares (Tukey, 1958).

La idea de comprender ciertos procesos cognitivos o creativos a partir de la computación, ha llevado al desarrollo de nuevos enfoques teóricos de las ciencias de la computación; sin embargo, en la mayoría de las investigaciones se busca diseñar una máquina capaz de alcanzar por sí misma el nivel de complejidad que contiene el pensamiento del ser humano. El presente trabajo busca alejarse de esta práctica y proponer un modelo de creación híbrido (humano-máquina,

individual o colectivo) donde los mecanismos o metodologías para la creación propicien el uso de la máquina como potenciador de la cognición e imaginación. Este trabajo es, entonces, una mirada a la exploración y especulación del uso de la máquina y el software bajo nuevos roles dentro del proceso creativo.

Los sistemas computacionales para el diseño híbrido definidos ampliamente, abarcan dos enfoques complementarios: teoría y datos. Los enfoques basados en datos aplican métodos de inteligencia de máquina y aprendizaje automático para analizar o generar datos de alta dimensión y buscar estructuras que puedan servir para la creación de nuevas posibilidades estéticas o narrativas. Los enfoques teóricos, en contraste, utilizan modelos que instan el conocimiento previo y la investigación empírica, así como la curaduría de las propuestas computacionales cuyo producto deriva de las técnicas antes mencionadas (por ejemplo, diseño algorítmico, generativo o procedural).

Hoy, el software es comprendido y estudiado como un producto cultural, social y creativo (Fuller, 2008), y se ha convertido en una necesidad para el desarrollo de muchas actividades humanas, lo que exige –de cierto modo- un incremento en la madurez conceptual para su diseño, implementación y uso en general.

La presente investigación se sitúa en los entretrejos de la exploración que aborda en conjunto: la computación como herramienta para la creación, la inteligencia colectiva y el desarrollo de tecnología.

Con base en lo anterior, son objetivos de la presente tesis:

- Establecer un marco histórico que permita conocer el desarrollo del uso de la computadora para fines creativos audiovisuales y transmedia.

- Desarrollar un modelo teórico-práctico para el diseño e implementación de sistemas computacionales híbridos, enfocados a la creación en el binomio arte-diseño.
- Desarrollar un modelo teórico-práctico para el diseño y desarrollo de software enfocado a la creación audiovisual y transmedia.
- Desarrollar al menos dos proyectos de código libre que faciliten la creación colectiva transdisciplinaria y se mantengan activos por un periodo de al menos cinco años.
- Describir la implementación de un sistema computacional híbrido basado en el uso de redes neuronales de aprendizaje profundo y clústering difuso, para la creación colectiva de obra transdisciplinaria.

El trabajo de tesis contempla dos grandes partes: la creación de obra y el desarrollo de software libre. La primera parte la comprenden los capítulos del 2 al 5, los cuales definen un marco teórico-práctico para la creación de obra mediante el uso de nuevas tecnologías y sistemas computacionales contemporáneos. La segunda parte se encuentra en el capítulo 6, el cuál muestra los distintos desarrollos de tecnología realizados para el presente trabajo.

A continuación se detalla el contenido de cada unos de los capítulos:

El capítulo 2 presenta una revisión histórica sobre el uso de la tecnología en el arte, poniendo especial atención en el desarrollo de la computadora como herramienta para la creación audiovisual, sus paradigmas de investigación y el enfoque híbrido dentro, de un contexto multidisciplinario desarrollado a partir de la improvisación musical. Se muestra cómo desde el renacimiento se pensaba en el arte, ciencia y tecnología como una sola manera de hacer investigación y

explorar el mundo, y además, como el desarrollo de la computadora propició la creación de nuevas formas de arte y expresión humana.

El capítulo 3 describe una selección de los actuales modelos de computación enfocados a estudiar la afección, imaginación y otras experiencias humanas (con especial atención a la subjetividad), junto al papel que desempeñan en la construcción de nuevas aproximaciones y usos de los sistemas computacionales en contextos sociales, culturales y creativos.

El capítulo 4 propone un modelo teórico-práctico para el diseño de sistemas computacionales híbridos enfocados a la creación, basado en la vinculación de los modelos de computación mostrados previamente, en su forma individual y colectiva y estudiados a partir de la cognición distribuida.

El capítulo 5 presenta los resultados a partir de la implementación de un sistema de computación híbrido para la creación de la obra *CLUSTER. El paraíso esfumado*. Describe y muestra las técnicas de creación: redes generativas adversarias, clústering difuso y manipulación de señal de audio para la creación de espacios lumínico-sonoros adaptativos.

El capítulo 6 describe los desarrollos computacionales de código libre realizados para el trabajo de tesis y propone un modelo de diseño para aplicaciones enfocadas a la creación audiovisual y transmedia a partir de tres puntos principales: 1) Interconexión multiplataforma, 2) transferencia de conocimiento y 3) colaboración.

El capítulo 7 presenta las conclusiones y enumera los logros y las posibilidades de desarrollo ulterior.

La tesis incluye, además, cuatro apéndices. El apéndice A contiene una selección fotográfica de la obra *CLUSTER. El paraíso esfumado* y de los materiales publicitarios utilizados en algunas de las presentaciones. El apéndice B es una recopilación de las funciones más relevantes de la librería *Baffects.js*, ordenadas por categoría para promover el fácil acceso a los usuarios. El apéndice C contiene una recomendación de librerías y proyectos que facilitan el acercamiento a la implementación del aprendizaje profundo en creaciones propias, con especial enfoque a los artistas o diseñadores. El apéndice D muestra la experimentación paralela en materia de diseño algorítmico, procedural y manejo de señal subsónica para la creación de experiencias subjetivas sensoriales interactivas.

Con respecto a la terminología utilizada en la tesis, se incluye también un glosario de términos generales, el cual puede servir de guía a los lectores; además, existen dos términos sobre los cuales me gustaría aclarar la intención de uso:

- a) Se utiliza el término “diseño” para abarcar de manera general los procesos cognitivos, relaciones con la creación (composición musical, diseño sonoro, diseño audiovisual, diseño gráfico, diseño sistémico, diseño de software, diseño de procesos, etc.).
- b) Se utiliza el término “Objeto” (O mayúscula) para referirnos a la materialización de los procesos digitales o análogos producto de la actividad creativa.

La Figura 1 muestra una guía de los contenidos y estructura general de la tesis:

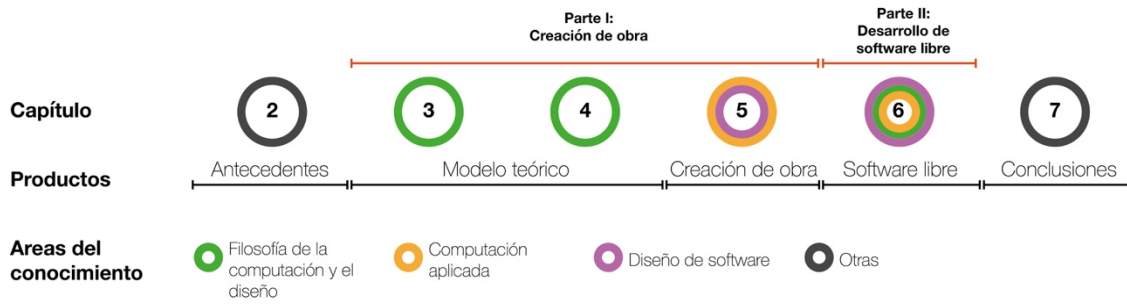
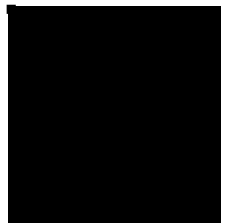


Figura 1 Guía de contenidos.

Capítulo 2



Arte y tecnología:
separados al crecer

2. Arte y tecnología: separados al crecer

"Los ingenieros no son artistas, y los artistas no pueden hacer su propia ingeniería. Los artistas y los ingenieros son individuos separados, y si trabajan juntos, algo saldrá de ello que ninguno de los dos puede esperar. Esa es la cita con la que quiero morir".

— **Billy Klüver**

2.1. Introducción

A continuación, se presenta una selección de antecedentes que detallan el desarrollo de la tecnología como herramienta para la creación asistida; lo anterior, en un contexto transdisciplinario que posiciona el *software* como el área con mayor concentración dentro de la investigación para el uso de sistemas computacionales con fines creativos.

2.2. El comienzo

El interés por desarrollar tecnología para potenciar la actividad creadora en los seres humanos, data aproximadamente del siglo XVII. La pintura renacentista Holandesa, nos proporciona un ejemplo de como era culturalmente aceptada la experimentación e investigación para el diseño, desarrollo y construcción de herramientas mecánicas como asistentes para la visión y su uso en la creación artística (Lovejoy, 2004). Ejemplos como la cámara obscura, nos muestran que detrás del desarrollo de las tecnologías, era la intención del uso para la creación y el rol que jugaban en el proceso creativo lo que determinaba nuevas estéticas y flujos de trabajo. Para artistas como Belloto, Guardi, Crespi, Zucarelli y Canaletto la cámara obscura cumplía el rol de asistente en la preparación de bocetos para

la pintura, pero en el caso de Vermeer le permitía construir los detalles realistas y efectos finales en su trabajo, aquellos, que el “ojo limpio” era incapaz de percibir (Hockney, 2006).¹

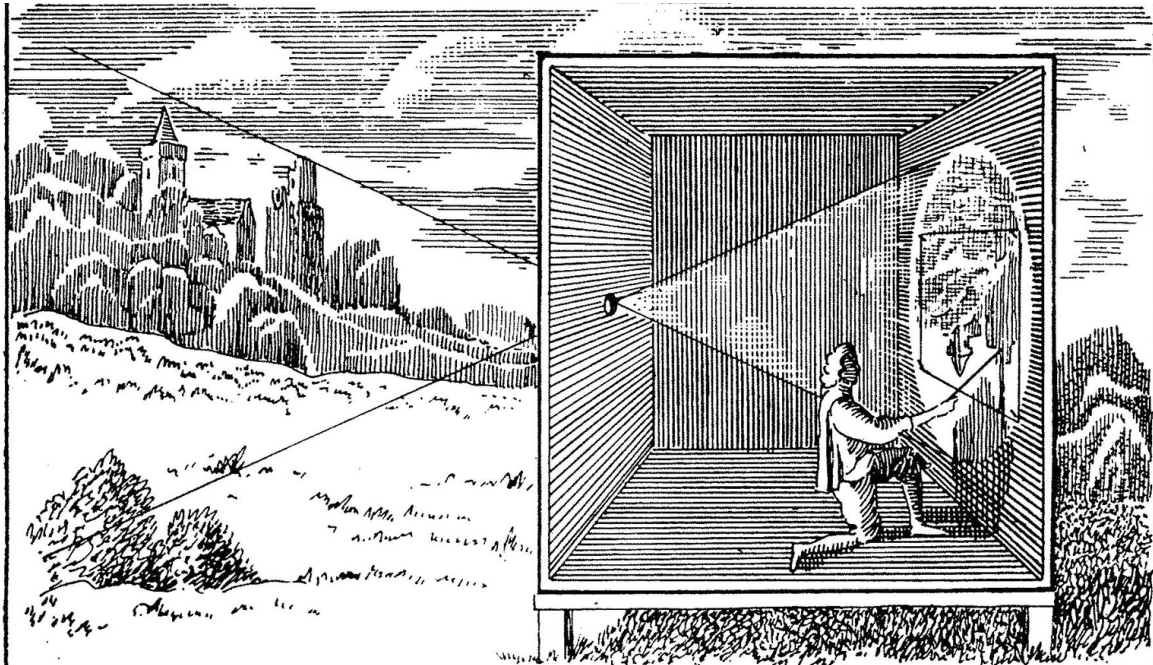


Figura 2 Creación de pintura asistida por cámara oscura.

La vinculación entre arte, ciencia y tecnología no es nada vanguardista ni novedosa, ¡es necesaria! Esta convergencia aparece en diferentes maneras desde el renacimiento; la investigación en temas como anatomía, perspectiva, matemáticas y física, acústica o cromatología era parte del conjunto de herramientas que los artistas utilizaban para desarrollar su obra, pero en algún punto de la historia nos ganó la necesidad de “separar para vencer”. Una buena reflexión para transitar de nuevo por el camino transdisciplinario es lo que

¹ Como dato curioso, la portabilidad siempre ha sido del interés de los usuarios de tecnología, en 1685 Johann Zahn, diseñó la cámara oscura portátil.

propone Morín “Debemos repensar nuestra forma de organizar el conocimiento. Esto significa derribar las barreras tradicionales entre disciplinas y concebir nuevas formas de reconectar lo que ha sido desgarrado” (Morín, 2001). La reconciliación del binomio arte-ciencia, ofrece un camino al desarrollo de nuevas herramientas y, los tipos de herramientas influyen en la naturaleza y estructura de la producción artística y su conceptualización formal y experimental (Lovejoy, 2004); el avance más lógico y trascendental, entonces, fue la búsqueda del quehacer artístico mediante la conjugación de arte, ciencia y tecnología.

Con el crecimiento del arte como disciplina propia de investigación y creación, y el desarrollo de nuevas tecnologías, se fue dando una separación tanto a nivel conceptual como técnico del binomio arte-tecnología y solo se mantuvo el interés de la creación y exploración de tecnologías para el arte por unos pocos inventores. Sí, fueron separados por un momento pero surgió una especie de reconciliación bastante fuerte en el siglo XX, que devolvió la reflexión y creación bajo este antiguo y ya conocido paradigma.

2.3. Experimentos en arte y tecnología

Saltaremos un poco sobre la historia de la fotografía, Bauhaus, y el establecimiento de la máquina como herramienta para la producción de arte, para situarnos en la década de los años 60.

Convencidos por la necesidad de generar conocimiento e información teórico-práctica para la creación de arte con tecnología, en 1965 el artista Robert Rauschenberg y el científico Billy Klüver de los laboratorios Bell (Figura 3), formaron una nueva organización a la cual llamarían “*Experiments in Art and*

Technology (E.A.T)”, cuyo interés principal era la vinculación entre artistas e ingenieros para realizar proyectos de creación artística. Se realizaban reuniones de experimentación donde la convergencia de las disciplinas rondaba por la poesía, pintura, música experimental, danza contemporánea, arte sonoro, video, entre otras. “Klüver vio muchos paralelismos entre el arte contemporáneo y la ciencia, ambos relacionados básicamente con la investigación de la vida... [él tenía] una visión del genio tecnológico americano humanizado y hecho más sabio mediante la percepción imaginativa de los artistas...]. Klüver parecía hablar dos idiomas, arte y ciencia contemporáneos" (Tomkins, 1993).

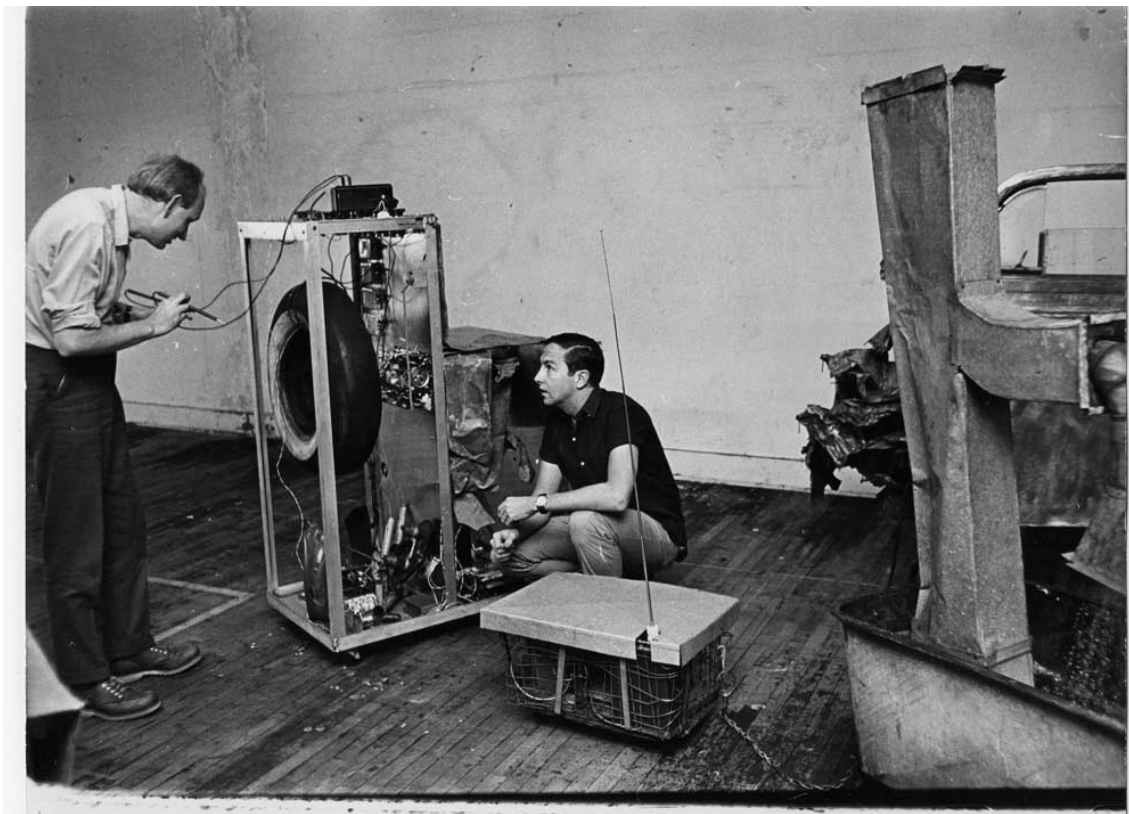


Figura 3 Billy Klüver y Robert Rauschenberg trabajando en “Oracle” en el estudio de Robert Rauschenberg, finales de 1964-principios de 1965. fotografía desconocido. Tomada de (E.A.T Datascape).

La nueva organización E.A.T, se dedicó a la vinculación entre artistas e ingenieros por mucho años, mediante la gestión de eventos como: “*Nine Evenings: Theater and Engineering*”,² donde surgía la colaboración entre al menos treinta ingenieros de los Laboratorios Bell y diez artistas; donde además, se lograron reunir alrededor de 14,000 espectadores atrayendo el interés internacional y reinaugurando la fusión entre arte y tecnología que daría paso a nuevas formas de arte.³

Klüver trabajó con artistas de varias disciplinas: escultores, músicos, coreógrafos, pintores, etc. colaborando en obras que hasta el día de hoy son referencia para la creación con tecnología, entre ellas podemos mencionar: *Self Destroying Machine* con Jean Tinguely, la escultura sonora *Oracle* con Robert Rauschenberg, los *happenings Variations V* y *Variations VII* con John Cage, David Tudor, Gordon Mumma y Merce Cunningham y *Silver Clouds* con Andy Warhol (Figura 4).

² Nueve noches: Teatro e Ingeniería.

³ Se le invita al lector a navegar en este sitio web: http://jimony.medialab.sciences-po.fr/eat_datascape/graph_dev/ para ver el alcance que E.A.T ha tenido en el desarrollo de productos que vinculan arte y tecnología.



Figura 4 En primer plano, de izquierda a derecha: John Cage, David Tudor, Gordon Mumma. Atrás, de izquierda a derecha: Carolyn Brown, Merce Cunningham, Barbara Dilley. Coreografía: Merce Cunningham; música: John Cage; Proyecciones: Stan Van Der Beek.

Entre otros proyectos, realizados con un enfoque más fuerte hacia la tecnología, tenemos: El Proyecto Anand (1969), que desarrolló métodos para producir programas educativos para la televisión de la India a través de la Cooperativa Lechería Anand en Baroda (India); Telex: Q&A (1971), en el cual se vinculaban los espacios públicos de Nueva York (EE.UU.), Ahmadabad (India), Tokio (Japón) y Estocolmo (Suecia) por télex, permitiendo que personas de diferentes países se interrogaran sobre el futuro; Los niños y la comunicación (1972), un proyecto piloto que permitía a los niños de diferentes partes de la ciudad de Nueva York conversar utilizando equipos de teléfono, télex y fax; además, otro programa piloto (1973) para idear métodos de grabación de la cultura indígena en El

Salvador; y, por último, un sistema de pantalla grande de televisión al aire libre (1976-1977) para el Centre Georges Pompidou de París.

Desde 1980 se conserva un archivo que detalla las actividades y proyectos que E.A.T realizó, este incluye: informes, catálogos, fotografías, boletines informativos, propuestas, conferencias, anuncios y reimpresiones de artículos importantes, el material ha sido distribuido en diferentes bibliotecas alrededor del mundo; sin embargo, podemos encontrar una excelente herramienta de investigación en: E.A.T Datascape,⁴ una herramienta *web* que contiene la exploración de la organización desde 1962 hasta el día de hoy.

2.4. Sistemas computacionales como herramientas para la creación

Paralelo a las actividades de E.A.T, en 1963, mediante la ingeniosa aplicación “*Sketchpad*” desarrollada por Ivan Sutherland, se comenzó a pensar en la computadora como un mecanismo de asistencia para la creación (Figura 5).

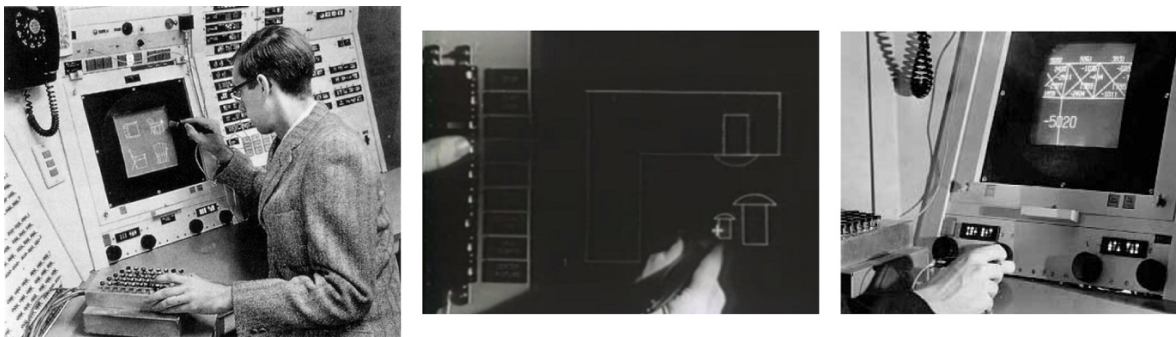


Figura 5 Ivan Sutherland y Sketchpad

⁴ http://jimmy.medialab.sciences-po.fr/eat_datascape/

Sketchpad era un sistema para creación que involucró grandes avances en materia de *software* e interfaz de usuario, ya que permitía dibujar directamente en el monitor de la computadora, las líneas con bandas elásticas podían ser restringidas para que siempre se intersectaran en un ángulo preciso, se desarrolló una arquitectura de memoria avanzada que permitía la creación de objetos maestros e "instancias" y si el dibujo maestro era cambiado, los cambios se propagarían automáticamente a través de las instancias en cualquier duplicado (similar al lenguaje orientado a objetos que ahora conocemos y a la manera de operar para la mayoría de motores de videojuegos en su control de recursos).

El impacto de Ivan Sutherland en la creatividad computacional no se puede medir sólo por el diseño de *software* y *hardware*, ya que entre 1968 y 1974 mientras impartía clases en la Universidad de Utah, entre sus alumnos estuvieron: Alan Kay, inventor del lenguaje *Smalltalk*, Henri Gouraud, creador de la técnica de sombreado Gouraud, Frank Crow, que desarrolló métodos de *antialiasing* para imagen y sonido, de modo que su visión e ideología computacional fue llevada a nuevas fronteras mediante el trabajo con sus estudiantes.

En 1979, Ed Catmull (también alumno de Ivan Sutherland, en la Universidad de Utah) fue reclutado por George Lucas para liderar la división de cómputo de alto rendimiento en su estudio (LucasFilm's Computer Division). Este grupo de investigación estaba enfocado en la creación de tecnología informática avanzada, para la edición no-lineal de imagen y sonido. La computación se transformó en el recurso técnico para almacenar, manipular y representar de manera digital los audios y fotogramas de una película; no obstante, lo más importante ocurría a nivel conceptual: Catmull, más allá del avance tecnológico que ocurría en sus investigaciones y proyectos, pensaba en la computadora como una herramienta

para contar historias; derivado de ese pensamiento ahora tenemos empresas dedicadas por completo a la producción audiovisual como *Pixar* (Fundada por el mismo Catmull y Steve Jobs) o *Dreamworks*.

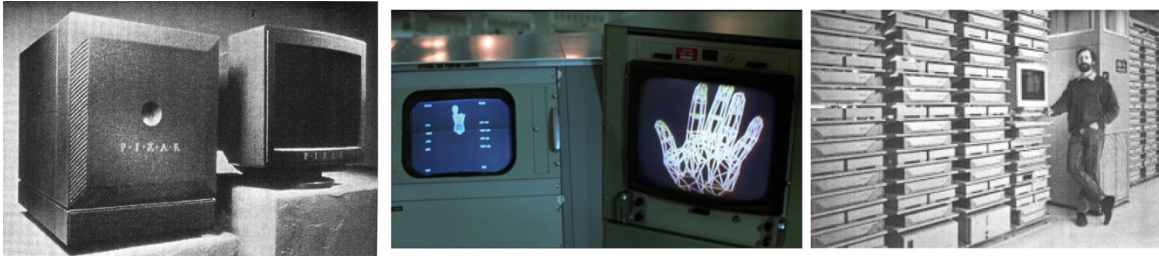


Figura 6 Izquierda: Prototipo final de la computadora Pixar. Centro: Desarrollo de software para representación de imagen en 3D y creación audiovisual. Derecha: Ed Catmull.

En 1980 la influencia de *Sketchpad* en el sentido de interfaz de usuario y mecanismos de creación digital, llegó hasta el diseño de la *Fairlight CMI* (Figura 7), un sintetizador de muestreo digital utilizado por grandes músicos, como Herbie Hancock, y cuyo ecosistema de interfaz de usuario y representación musical digital es todavía el utilizado en programas como Cubase, Renoiser o ProTools.



Figura 7 Sintetizador de muestreo digital Fairlight CMI.

Aunque *Sketchpad* nunca se lanzó como un producto comercial, fue la base para construir sistemas de creación como *AutoCAD* y *VisiON* (1982), *Apple Lisa* y *Macintosh* (1983), *X Window System* (1984) y *Windows* (1985) para continuar con todo el desarrollo que conocemos hasta este día en los principales sistemas operativos: *Windows*, *Linux*, *OSX*, con aplicaciones dedicadas a la creatividad.

La facilidad para la manipulación de imagen y sonido que proporcionó la computadora, propició la experimentación en nuevos tipos de arte que comprendían la producción audiovisual como un nuevo medio para componer el tiempo, espacio y movimiento, tal es el caso de artistas como Nam June Paik o Ulrike Rosenbach.



Figura 8 Izquierda: Nam June Paik, TV Buddha, 1974, video installation. Derecha: Ulrike Rosenbach, To Have No Power Is to Have Power, 1978, video performance.

Lo anterior nos muestra un parteaguas en el desarrollo de la computadora (junto a la filosofía de la computación) como herramienta para la creación, de este punto en adelante la investigación y desarrollo ocurre en dos niveles: hardware y *software*. Nos concentraremos con especial interés en el parte de *software* ya que es la más relevante para el presente trabajo.

2.4.1. Operatividad y autonomía

Existen dos paradigmas principales, los cuales al día de hoy gobiernan la investigación para el desarrollo de la computadora como herramienta para la creación: operatividad y autonomía. Los proyectos mostrados anteriormente pueden considerarse como investigación bajo el paradigma de operatividad, donde el usuario ejecuta acciones para realizar una tarea en específico y el sistema computacional funciona como herramienta mediática de representación digital, adquiriendo, si bien, las propiedades de los medios digitales (Manovich, 2001) que facilitan la manipulación y reinterpretación de los mismos.

La autonomía se refiere al grado en el que un proceso avanza independientemente de cualquier entrada por parte de un usuario. El cálculo más autónomo tiene un estado inicial especificado y procede indistintamente de la entrada externa. Una situación más común, que es sólo menos autónoma, acepta la entrada una vez, al comienzo del cómputo, y luego procede autónomamente hasta la finalización para mostrar el estado en el soporte propio del Objeto (McIver Lopes, 2010). Vale la pena observar que este es el caso paradigmático de la teoría tradicional de la computación, que define la potencia computacional en términos de clases de funciones.

Harold Cohen (pintor de profesión, que incursionó en el mundo de la programación) es una de las clásicas referencias sobre la investigación en la autonomía de la máquina, desarrolló su programa AARON (Kurzweil CyberArt Technologies, 2001) a inicios de 1990. AARON se considera como el primer artista cibernético: un sistema de inteligencia artificial que compone sus propias pinturas. La investigación alrededor de AARON gira con la intención de producir máquinas autónomas generadoras de arte. Cohen enseñó a AARON a pintar

abstracciones en blanco y negro, luego agregó color y luego figuración. Él le enseñó que los cuerpos humanos caen dentro de un espectro, cómo crecen ciertos tipos de plantas y más. Edward Feigenbaum, uno de los pioneros de la inteligencia artificial, considera a AARON un ejemplo notable de IA que muestra una creatividad genuina: "Lo que usted llama un acto creativo, en realidad es un comportamiento que usted observa", dice. "Provoca una especie de emoción de, ¿Cómo pensó él o ella en eso?"; sin embargo, es interesante conocer la postura del mismo Cohen respecto a la creatividad de AARON, Cohen nos dice: "Considero que AARON no es creativo. Creo que la creatividad tiene que involucrar la auto-modificación. El acto creativo tiene que dejar al creador con un modelo mundial diferente al que tenía antes", argumenta. AARON es muy inteligente, pero "tener un cerebro y tener una vida son dos cosas diferentes" (Studio 360, 2015). Lo interesante de la postura de Cohen (y por ello su mención en este capítulo), es que él se refiere a la creatividad como la capacidad de "auto-modificación", más adelante veremos cómo se retoma esta idea en los sistemas computacionales híbridos enfocados a la creación (Figura 9).



Figura 9 Ejemplo de pintura hecha por AARON.

Existen también otros laboratorios como el de Michael Mateas, *Center for Games and Playable Media*, donde tienen proyectos dedicados en su totalidad a la expresividad, inteligencia y los aspectos sociales y culturales de las máquinas.

Entre los proyectos actuales que exploran la autonomía de la máquina en contextos culturales y sociales podemos encontrar *Amygdala MK1 – Prótesis artificial inteligente* del artista sonoro y performático Marco Donnarumma en colaboración con el *Neurobotics Research Laboratory* y el *Ana Rajcevic Studio* (Figura 10).



Figura 10 Amygdala MK1 – Prótesis artificial inteligente.

El proyecto se describe por sus autores de la siguiente manera:

Los rituales de purificación y la tecnología de IA comparten un papel clave en la política que rodea al cuerpo humano. Los rituales de purificación están entre los medios más antiguos de categorización social. Tanto en las tribus animistas como en las sociedades religiosas, el acceso a las posiciones sociales sólo se concede a quienes realizan determinados rituales. De manera similar y peligrosa, los algoritmos de inteligencia artificial se utilizan hoy en día para categorizar los cuerpos humanos y regular su acceso a la asistencia médica, el bienestar social y los sistemas penales. La amígdala utiliza redes neuronales adaptativas para aprender un ritual de corte de piel entrenándose a sí misma. Al explorar su propio

cuerpo y su entorno, el robot aprende a moverse y a cortar su piel. (Donnarumma, 2017).

En la pieza anterior podemos ver como conceptos sociales y culturales son resignificados en máquinas y *software* mediante herramientas que ya son parte de nuestro entorno tecno-cultural, de modo que el incremento en el poder computacional y el alcance al que se tiene acceso por medio de instituciones e investigadores dedicados a la exploración artística, ha empujado el dominio de la computación autónoma a nuevos horizontes: narrativas interactivas, expresividad de la máquina, afectividad y emoción, autoría, entre otros.

2.4.2. Pensamiento híbrido

El pensamiento híbrido -enfocado al contexto del presente trabajo- tiene sus raíces en la informática musical. Un ejemplo de ello es George W. Lewis quién describe su sistema *Voyager* (1986 – 1988) como:

Voyager es un entorno musical interactivo y no jerárquico que privilegia la improvisación. En Voyager, los improvisadores [humanos] dialogan con una "orquesta virtual de improvisación" interactiva y guiada por computadora. El programa de computadora analiza aspectos de la interpretación de un improvisador humano en tiempo real, y utiliza ese análisis para guiar un programa de composición automática (o, si se quiere, de improvisación) que genera respuestas complejas a la interpretación del músico y un comportamiento independiente que surge de sus propios procesos internos... Personalmente concibo un *performance* de la Voyager como múltiples corrientes paralelas de generación de música, que emanan tanto de las computadoras como de los humanos, un modelo de discurso no

jerárquico, improvisado y sujeto-sujeto, en lugar de una configuración de estímulos/respuestas (Lewis, 2000) (Figura 11).



Figura 11 George E. Lewis - Voyager Duo 4.

Lo más importante en el pensamiento híbrido es la colaboración, por ello los aspectos interactivos de la composición musical, especialmente en la improvisación, han llevado al desarrollo de flujos de trabajo para sistemas computacionales, donde es necesario entablar cierta empatía entre el humano y la máquina para que el *performance* pueda surgir de dicha interacción, como sucede en las sesiones de improvisación humano-humano; en el caso de la máquina, el músico debe entablar una relación que le permita interiorizar las reglas con las que el sistema computacional ha sido concebido. La investigación en informática musical ha permitido generar nuevas aproximaciones a la teoría de

interfaz humano-máquina que han sido fundamentales para el avance de dicha disciplina.

Las ideas de colaboración e hibridación en el diseño de sistemas computacionales, han sido extendidas también a otras disciplinas. Amit Zoran de “*The Rachel and Selim Benin School of Computer Science and Engineering*”, en la Universidad Hebrea de Jerusalén (Zoran, 2017), dirige un laboratorio con la intención de integrar los procesos de producción clásicos en sistemas computacionales, con perspectivas a la investigación en mecanismos de producción humano-máquina, otorgándole a los procesos artesanales un lugar primordial dentro de la creación digital. El proyecto “*Ebanistería digital para carpintería híbrida*” muestra como es posible lograr la coexistencia de técnicas de fabricación para alcanzar nuevas estéticas (Figura 12).

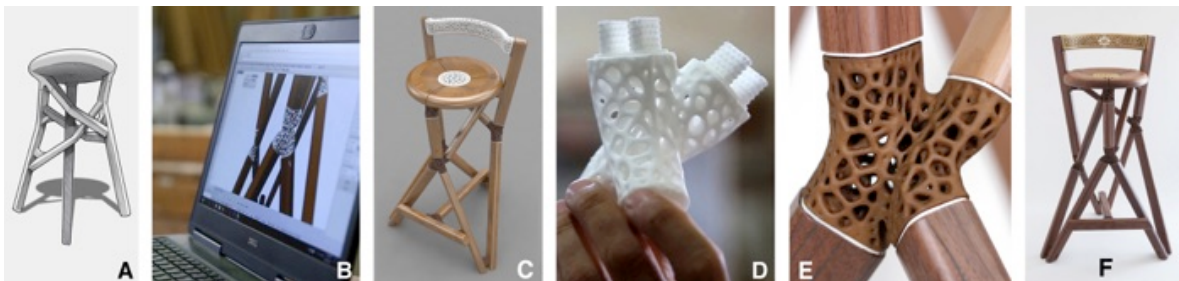


Figura 12 Procesos de producción híbridos en carpintería. Tomada de (Zoran, 2017).

Un último ejemplo del pensamiento híbrido es para la creación de drogas y tratamientos médicos en pacientes con enfermedades desconocidas (porque no hay suficientes casos en el mundo para diagnosticar y tratar o porque su enfermedad es producto de una mutación que no conocíamos).

The Institute for Precision Medicine (IPM), es un laboratorio enfocado en el descubrimiento y producción de investigación clínica personalizada. El objetivo general es ayudar a los investigadores y los médicos a descubrir y explotar las características individuales clínicamente accionables sobre el riesgo de enfermedad, el tratamiento óptimo, el curso de la enfermedad y la respuesta al tratamiento (UPMC, 2018). Su sistema de trabajo es una mezcla del conocimiento humano potencializado mediante sistemas computacionales que muestran nuevas maneras de comprender un problema. Aunque no es un proyecto enfocado al arte, sus sistemas computacionales cumplen —de cierta manera- con los mismos parámetros a considerar en una obra generativa: personalización, humanización, iteración y variación.

La autonomía involucra entonces (a un nivel muy superficial) procesos algorítmicos o inteligencia artificial para desarrollar sus objetivos, podríamos mencionar entonces las referencias (obligatorias) para concluir este apartado, las cuales incluyen: *DeepBlue*, la máquina que juega ajedrez; *Watson*, para jugar al *Jeopardy*, ambas de IBM y recientemente los logros de *DeepMind* con *AlphaGO*, que ha alcanzado los titulares de muchas fuentes de noticias por ser la primera máquina en derrotar a un humano en el juego *Go*.

2.4.3. Computación colaborativa

Uno de los primeros diseños de computación colaborativa (desde la perspectiva del *software*) surgió alrededor de 1980 y es la arquitectura conocida como P2P (*peer to peer*). P2P, es una arquitectura de aplicación distribuida que divide las tareas o cargas de trabajo entre nodos (*peers*). En su forma más simple, una red P2P se crea cuando dos o más computadoras están conectadas y comparten

recursos sin pasar por un servidor separado. Mientras que los modelos informáticos centralizados como son el cliente/servidor se consideran como entornos controlados en los que las computadoras solamente se utilizan de formas determinadas previamente por un administrador, una red P2P consiste en compartir abiertamente archivos y dispositivos; con el auge del internet surgieron plataformas como Napster, Audiogalaxy, BitTorrent, Kazaa, entre otras, que en su momento fueron utilizadas para compartir todo tipo de archivos, sin restricción o control alguno.

Al día de hoy se han desarrollado grandes esfuerzos para que nuestros sistemas de computo involucren de alguna manera la colaboración, los sistemas de computo en la nube como Google Zync, Amazon Web Services o Microsoft Azure mantienen una jerarquía de versionado de archivos de tal modo que permiten a varios usuarios trabajar en el mismo archivo sin que esto represente pérdida alguna de información. Los mecanismos de control de versiones son ahora parte vital de la infraestructura tecnológica de producción.

Uno de los proyectos más significativos en estos esfuerzos y que representa el avance de tecnología más notorio para propiciar la creación colectiva es *Athera* (antes *Elara*) (Foundry, 2018) de la compañía inglesa *The Foundry* (Figura 2Figura 13).

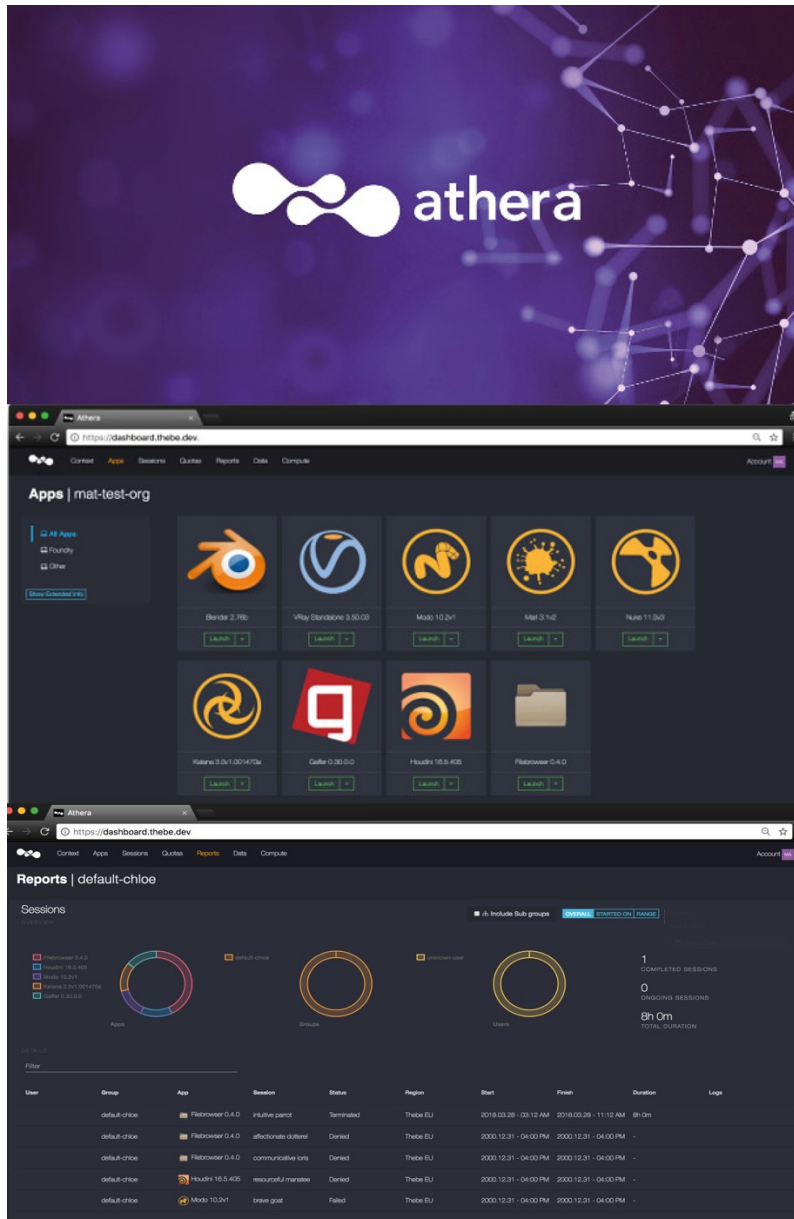


Figura 13 Presentación Athera Beta

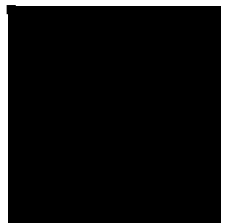
Athera es la primer plataforma en la nube que permite el acceso a aplicaciones profesionales operando en equipos de alta gama desde cualquier navegador web; además, representa la integración de productos comerciales y de código libre, los cuales no dependen de la misma compañía; esto con el objetivo de poder ofrecer

un servicio completo de flujos de pre-producción y post-producción audiovisual. La flexibilidad de la plataforma en relación con la infraestructura computacional permite que estudios creativos pequeños, medianos y grandes puedan competir (casi) en las mismas condiciones.

Adobe, en su esfuerzo por ofrecer un mayor grado de compatibilidad entre sus aplicaciones, mantiene el proyecto *Adobe Dynamic Link* el cual permite que las aplicaciones enfocadas a post-producción audiovisual puedan operar en sincronía y conservando las propiedades intrínsecas de cada una.

Existen otros proyectos en contextos académicos donde la idea de la computación colaborativa también está presente, tal es el caso de *The Allen Institute* y el proyecto *Allen Brain Observatory: Visualizing the brain in action*, el proyecto consta de una página web para la visualización de datos relacionados con la actividad cerebral de manera libre; el acceso a la plataforma permite pensar en colaboraciones y aproximaciones transdisciplinarias para entender un problema. El aspecto colaborativo es cada día más relevante puesto que el beneficio de pensar soluciones desde distintas miradas, nos mueve a zonas que por mucho son inexploradas.

Capítulo 3



Fronteras flotantes: nuevos
modelos de computación

3. Fronteras flotantes: nuevos modelos de computación

*“La informática ya no se trata de computadoras. Se trata de la vida”.
— Nicolas Negroponte*

3.1. Introducción

Comencemos este capítulo con una anécdota tomada del libro *The Most Human Human*, de Brian Christian:

Claude Shannon, pionero de la inteligencia artificial y fundador de la teoría de la información, conoció a su esposa, Mary Elizabeth, en el trabajo. Este era en los Laboratorios Bell en Murray Hill, Nueva Jersey, a principios de la década de 1940. Él era un ingeniero que trabajaba en criptografía y transmisión de señales. Ella, era una computadora.

Es posible que de los lectores menores de 40 años, el 80% (o quizá más), al llegar a la frase “Ella, era una computadora”, la primera representación que formaron en su imaginario fue la de una máquina con partes de silicón, o algo similar. Sin embargo, en aquel momento una computadora era la persona encargada de realizar los cálculos matemáticos que necesitaban los ingenieros. El lenguaje moldea los conceptos en nuestra mente y nuestra mente moldea la percepción (Boroditsky, 2011); aprender a imaginar nuevas maneras de hacer computación nos llevará al desarrollo de diferentes formas de trabajo — más adecuadas a nuestro tiempo— para la inclusión de sistemas computacionales tanto en la vida cotidiana como en los procesos de creación.

Nuestro concepto de computación ha ido cambiando a pasos agigantados, adecuándose a los avances y desarrollos tecnológicos, así como a la integración de la tecnología en materia social, cultural, política y creativa. Hemos pasado de modelos que consideraban solamente operaciones numéricas a nuevos modelos que integran —en el proceso computacional— dinámica social, necesidad creativa, emociones e imaginación. Hoy, las fronteras para definir el uso de la computación en nuestra sociedad se encuentran solamente en nuestra imaginación.

Entonces, ¿cómo se define hoy en día la computación? ¿Bajo qué parámetros podemos describir nuevas aproximaciones para avanzar en el uso de las máquinas con fines creativos? ¿Por qué es relevante pensar hoy en la computación como una herramienta social, cultural, crítica y creativa?

A continuación se presenta la revisión de cinco distintos paradigmas para repensar nuestra postura en torno a la computación, la interacción y los roles que las máquinas (en general) desempeñan; luego cada una de estas definiciones se utilizará como parte del marco-teórico, para proponer un modelo de creación computacional híbrido, junto a nuevos roles para la máquina en los procesos creativos.

3.2. Turing y las máquinas interactivas

Alan Turing desarrolló las *Máquinas de Turing*⁵ (MT) como un esfuerzo para formalizar la noción de algoritmo. Un algoritmo se define como un proceso

⁵ “Una Máquina Turing es un dispositivo informático idealizado que consiste en un cabezal de lectura/escritura y una cinta de papel (potencialmente infinita) que pasa a través del cabezal. La cinta está dividida en cuadrados, cada uno de los cuales lleva un solo símbolo - "0" o "1", por

sistemático que produce —en un número finito de pasos— la respuesta a una pregunta o la solución a un problema. Esta noción de algoritmo precede por mucho a las ciencias de la computación, ya que ha sido un tema de reflexión constante entre matemáticos y filósofos de todos los tiempos (Teuscher, 2004); la intención de construir una definición de algoritmo —ya desde los egipcios, griegos y babilónicos— fue la de dar cuenta de la “mecanización” de los problemas computables.

El modelo de MT tiene un rango de aplicabilidad claramente establecido, en especial por el contexto histórico en el que surge; las MT se desarrollaron para contestar preguntas derivadas de la lógica matemática, intentando reducir las matemáticas a un cálculo (sistema formal discreto), por lo tanto, las representaciones de información apropiadas eran idealizaciones de fórmulas matemáticas o lógicas, y los procesos que operaban en estas representaciones eran idealizaciones de pruebas y cálculos matemáticos formales. Una de las características más importantes de las MT, es que siempre pueden ser expresadas en términos de un número finito de reglas discretas y finitas (MacLennan B. J., Natural computation and non-Turing models of computation, 2004), de modo que, la cuestión fundamental en la teoría de la computabilidad de

ejemplo. Esta cinta es el medio de almacenamiento de uso general de la máquina: la máquina se pone en marcha con su entrada inscrita en la cinta, la salida se escribe en la cinta por el cabezal y la cinta sirve como memoria de trabajo a corto plazo para los resultados de los pasos intermedios del cálculo. El programa que gobierna la computación particular que la máquina debe realizar también se almacena en la cinta. Un pequeño programa fijo que está "cableado" en el cabezal permite que el cabezal lea y ejecute las instrucciones de cualquier programa que se encuentre en la cinta. Las operaciones atómicas de la máquina son muy simples - por ejemplo, "mover a la izquierda una casilla", "mover a la derecha una casilla", "identificar el símbolo que está actualmente debajo de la cabeza", "escribir 1 en la casilla que está debajo de la cabeza" y "escribir 0 en la casilla que está debajo de la cabeza". La complejidad de la operación se logra encadenando grandes cantidades de estos átomos simples. Cualquier máquina Turing universal puede ser programada para realizar cualquier cálculo que pueda ser realizado por un matemático humano trabajando con papel y lápiz de acuerdo con algún método algorítmico. Esto es lo que significa llamar a estas máquinas "universales". (Copeland, 1998)

Turing, es si un cálculo termina eventualmente: algo es computable sólo si es computable en un número finito de pasos (esto se aplica a los números reales, en el sentido de que los dígitos o bits sucesivos del número, o las aproximaciones racionales sucesivas al mismo, deben ser computables en un número finito de pasos) (MacLennan B. J., *Transcending Turing Computability*, 2003).

Por lo anterior, la computación algorítmica se describe como la computación que se ejecuta en una caja cerrada, transformando un número finito de entradas, determinadas al inicio del proceso computacional, en un número finito de salidas, disponibles al final de la computación, en una cantidad de tiempo finito; por sus propiedades, las MT son un modelo para describir los límites de la computación algorítmica (Wegner & Eberbach, *New models of computation*, 2003); sin embargo, la idea de finitud en las MT puede resultar limitada en aplicaciones prácticas donde el procesamiento de la información debe devolver resultados útiles en tiempo-real o cálculos influenciados por el entorno durante el proceso de computación.

Una clase especial de MT se conoce como *Máquinas Automáticas (a-máquinas)*,⁶ las cuales se considera que pueden realizar cualquier computación algorítmica; no obstante, existen problemas que no pueden ser solucionados con dichos modelos, entre ellos: los problemas indecidibles⁷ y los problemas intratables,⁸

⁶ La sintaxis proviene de los nombres en inglés: Automatic Machines (a-machines), Choice Machines (c-machines) y Oracle Machines (o-machines).

⁷ En teoría de la computación y la complejidad computacional, un problema indecidible es un problema de decisión para el cual es imposible construir un algoritmo que siempre conduzca a una respuesta de verdadero o falso que sea correcta.

⁸ Desde el punto de vista de la complejidad computacional, los problemas intratables son problemas para los cuales no existen algoritmos eficientes para resolverlos. La mayoría de los problemas insolubles tienen un algoritmo - el mismo algoritmo - que proporciona una solución, y ese algoritmo es la búsqueda de fuerza bruta.

estos últimos, aunque si pueden tener una solución requieren de demasiados pasos para su ejecución.

Además de las *a-máquinas*, pocos saben que Turing propuso otros modelos no-algorítmicos de computación: *Máquinas Selectoras (c-máquinas)* (Turing, On computable numbers, with an application to the entscheidungsproblem, 1936)) y *Máquinas Oráculo (o-máquinas)* (Turing, Systems of logic based on ordinals , 1939). Si cada etapa del movimiento de una máquina está completamente determinada por su configuración inicial, se le llamará *Máquina Automática* (esta descripción, en su defecto, define las tradicionales MT). Si, por el contrario, el movimiento de la máquina está parcialmente determinado, se le llamará *Máquina Selectoras*; una *Máquina Oráculo* es aquella Máquina de Turing conectada a una entidad capaz de resolver problemas (por ejemplo, problemas de decisión o problemas de función).⁹ Las *Máquinas Oráculo*, podemos decir que son una aproximación al pensamiento híbrido desde la perspectiva de Turing.

Estos dos últimos modelos son más adecuados para representar los sistemas computacionales modernos, los cuales cuentan con arquitecturas evolutivas y entradas dinámicas, de los cuales esperamos que continúen computando indefinidamente sin detenerse (*The Halting Problem*);¹⁰ por ello, los modelos

⁹ Turing llegó a proponer que existe un oráculo para cada problema. Al describir las máquinas oráculo en su tesis de doctorado, también nos dice “No vamos a ir más allá en la naturaleza de este oráculo aparte de decir que no puede ser una máquina” (Turing, Systems of logic based on ordinals , 1939).

¹⁰ El Problema de La Detención (The Halting Problem) es un problema de decisión en la teoría de la computación. Pregunta, dado un programa de computadora y una entrada, ¿se terminará el programa o se ejecutará para siempre? Por ejemplo, considere el siguiente programa Python:

```
x = input()
while x:
    pass;
```

Lee la entrada, y si no está vacía, el programa se reproducirá en bucle para siempre. Así, si la entrada está vacía, el programa terminará y la respuesta a esta pregunta específica es "sí, este

tradicionales de MT se han extendido en tres direcciones principales: interacción, infinitud y evolución, redefiniendo así el espacio de problemas computables. Aunque la física y las ciencias de la computación han tratado de comprender y simular el cerebro humano desde el punto de vista algorítmico, dentro de estos esfuerzos, existen también otras posturas como la de Roger Penrose, donde sugiere que el cerebro humano trasciende la lógica y el pensamiento algorítmico (Penrose, 1989) De este modo, las artes —en cierta medida— se colocan como el balance idóneo para explorar nuevos caminos en torno al uso de las máquinas en la sociedad, cultura y creación.

3.2.1. Hipercomputadores o Máquinas de SuperTuring

El desarrollo de nuevas aplicaciones, sobre todo en entornos dinámicos (por ejemplo, la interacción cliente-servidor, el computo evolutivo, robots que trabajan y actúan en ambientes complejos, sistemas reactivos, bases de datos distribuidas o sistemas interactivos multi-agente) son problemas que no pueden ser descritos por las tradicionales MT, sino que requieren nuevos modelos capaces de realizar computación no-algorítmica. La idea de computabilidad es considerada usualmente como absoluta, de modo que un objeto (función, número o proceso que ocurre usualmente en una computadora) es computable si y solo si es Turing-

programa en la entrada vacía terminará", y si la entrada no está vacía, el programa hará un bucle para siempre y la respuesta es "no, este programa en esta entrada no terminará".

El problema de la detención es quizás el problema más conocido que se ha demostrado que es indecidible; es decir, no hay ningún programa que pueda resolver el problema de la detención de los programas informáticos en general. Es importante especificar de qué tipo de programas informáticos estamos hablando. En el caso anterior, se trata de un programa Python, pero en la teoría de la computación, la gente suele utilizar máquinas Turing que han demostrado ser tan potentes como los "ordenadores habituales". En 1936, Alan Turing probó que el problema de parada de las máquinas Turing es indecidible usando una máquina Turing; es decir, ninguna máquina Turing puede decidir correctamente (terminar y producir la respuesta correcta) para todos los pares de programa/entrada posibles (Moore, Chattopadhyay, & Koswara, 2018).

computable (se puede calcular con recursos finitos pero ilimitados). Si por el contrario, se considera la idea de computabilidad como relativa es posible hablar de objetos que sean no Turing-computables, estos modelos reciben hoy el nombre de *hipercomputadores* o *Máquinas de SuperTuring* (Wegner & Eberbach, *New models of computation*, 2003) y (MacLennan, 2017). Por ejemplo en términos estrictamente teóricos, las *Máquinas Oráculo* en su formato de las MT requieren un cambio de instrucciones (Davis, 1982), para que el oráculo pueda ser pensado como un conjunto con un procedimiento de decisión sobre sus elementos, de forma tal que la máquina pueda preguntar al oráculo si un determinado elemento pertenece o no al conjunto tratado y con base en la respuesta realizar una acción, de modo que si el conjunto es recursivo la *Máquina Oráculo* es una MT, pero si el conjunto es no recursivo la *Máquina Oráculo* es un modelo de *hipercomputación* (Sicard & Vélez, 2001). La idea simplificada de computabilidad bajo el modelo de MT, especialmente relevante para la *hipercomputación*, es la suposición de que el cálculo es equivalente a evaluar una función bien definida sobre un argumento. Esta visión puede contrastarse con otras más recientes en las que, por ejemplo, un cálculo implica una interacción continua, no terminante, con su entorno, como la que se puede encontrar en los sistemas de control y en la robótica autónoma, de modo que algunos nuevos modelos de computación se han alejado de la idea de computabilidad como la evaluación de una función fija.

Las tres principales propuestas que dan forma a las máquinas de *SuperTuring* se describen a continuación:

- 1. Máquinas interactivas:** fueron una propuesta de Wegner en 1997 (Wegner, *Why interaction is more powerful than algorithms*, 1997), y describen la interacción de sistemas orientados a objetos y sistemas distribuidos. El cambio de paradigma de Algoritmos a Interacción captura

el cambio tecnológico de servidores a estaciones de trabajo y redes, de sistemas de numeración a sistemas embebidos e interfaces de usuario, y de programación orientada a procedimientos a programación distribuida y orientada a objetos (Cobb & Shaw, 2001). Las MT son demasiado débiles para expresar la interacción de sistemas orientados a objetos y distribuidos, por ello las Máquinas de Interacción se proponen como un modelo más fuerte que captura mejor el comportamiento computacional para agentes de computación interactiva finita.

2. **Máquinas π -calculus:** introducidas por Milner (Milner, 1993) como un modelo matemático de procesos cuyas interconexiones cambian a medida que interactúan. Similar a las Máquinas Interactivas, el π -calculus está construido alrededor de la noción central de interacción. Es un modelo de conectividad cambiante de los sistemas interactivos y el modelo que mejor representa redes computacionales móviles, ya que por medio de un lenguaje sincrónico permiten el cambio dinámico de topología por medio de mensajes entre los mismos nodos que comprenden todo el sistema.
3. **Máquinas $\$$ -calculus:** modelo matemático de procesos que captura tanto el resultado final de la resolución de problemas como la forma interactiva incremental de cómo se resuelven los problemas, fueron introducidas en (Eberbach, Brooks, & Phoa, Flexible Optimization and Evolution of Underwater Autonomous Agents, 2001) y (Eberbach, $\$$ -Calculus bounded rationality = process algebra + anytime algorithms, 2001). Las *Máquinas $\$$ -calculus* están basadas en la noción de costo y utilidad, de este modo proporcionan un soporte para la resolución de problemas mediante la búsqueda incremental de soluciones y el uso del coste para dirigir su búsqueda (Horvitz & Zilberstein, 2001), siendo así una manera natural de describir la evolución en un sistema computacional, especialmente en

términos de hardware, bajo la premisa de que los algoritmos en cualquier momento garantizan mejores resultados si se dispone de más recursos (por ejemplo, tiempo y memoria).

A continuación se presenta una tabla comparativa entre las propiedades de las MT y Máquinas de SuperTuring o hipercomputación.

Máquinas de Turing	Máquinas de SuperTuring
Procesos computacionales cerrados	Interacción con el mundo
Utilizan un número finito de recursos (tiempo y memoria)	Recursos ilimitados
Todas las computaciones parten de la misma configuración	Evolución del sistema

Tabla 1 Comparación entre las propiedades de Máquinas de Turing y SuperTuring

3.3. Computación Natural

La computación natural es la computación que ocurre en la naturaleza o que se inspira en procesos que ocurren en la naturaleza; dos ejemplos familiares son las redes neuronales artificiales y los algoritmos genéticos (Ballard, 1997). Existen dos razones principales por las que se vuelve muy relevante comprender el paradigma de la computación natural: 1) comprender la mecánica de la inteligencia natural en humanos y otros organismos, con especial interés en la representación y procesamiento de la información (por ejemplo, funcionamiento del cerebro, principios de evolución y mutación, funcionamiento del sistema inmune como sistema de información) y 2) utilizar los principios de la computación natural para crear nuevos paradigmas de computación. La

computación natural cambia el enfoque de los procesos deductivos abstractos de la teoría tradicional de la computación a los procesos computacionales de la inteligencia incorporada¹¹ (Lakoff & Johnson, 1999).

Dentro de las principales áreas de enfoque en la computación natural se encuentran las respuestas en tiempo-real, ya que esto permite la adaptación del entorno computacional a su ambiente; además se utilizan algoritmos no-generales, los cuales manipulan entradas de tamaño fijo y específico, esto tiene una relación directa con la naturaleza y los órganos o las distintas piezas de *hardware* que pueden actuar como sensores de entrada de información en los “organismos computacionales”. Así también, la computación natural contiene tolerancia al ruido y al error, a la incertidumbre y a situaciones para las cuales no haya sido específicamente programada, incluyendo la novedad.

Debido a que se espera novedad en ambientes naturales, los sistemas autónomos deben responder a ella de manera flexible, doblándose en lugar de romperse. Por lo tanto, la mayoría de los cálculos naturales se adaptan continuamente; dado que el entorno cambia continuamente, también debe hacerlo la respuesta de un agente autónomo. La adaptación puede ser gradual o rápida, pero las representaciones de los procesos computacionales ("programas") deben adaptarse a ella (MacLennan B. J., *Transcending Turing Computability*, 2003).

Usualmente, el interés de estos sistemas computacionales está en el “suficientemente bueno” en lugar de la completa optimización para obtener resultados. En la terminología de Herb Simon, decimos que la computación natural es satisfactoria en vez de optimizada (Simon, 1969). El procesamiento de

¹¹ Embodied intelligence.

información se comprende como un continuo (desde el punto de vista matemático, ya que, en la implementación se procura una solución discreta que aproxime al continuo), por ello la mayoría de procesos son no-terminables, aunque pasan por momentos de equilibrio, lo que provoca comprender la salida de los procesos como no-deterministas, sino como una salida continua de estados probabilísticos, por ello la respuesta correcta está en función de los grados de pertenencia, debemos tener en cuenta que los cálculos naturales no necesitan ser interpretables.

La pragmática es primaria; el cálculo está cumpliendo algún propósito para el agente. La semántica (interpretación) y la sintaxis (buena formación) son secundarias. La trayectoria del procesamiento de la información natural puede pasar por fases en las que es más o menos interpretable, sin dejar de cumplir su finalidad pragmática (MacLennan B. J., *Transcending Turing Computability*, 2003).

El poder computacional en este paradigma no se mide mediante las funciones que pueda computar o su capacidad numérica. Más bien, el poder computacional se define en términos como: respuesta en tiempo-real, flexibilidad, adaptabilidad y robustez. El hecho de que estos indicadores sean difíciles de controlar cuantitativamente, nos impulsa también a la exploración de nuevas teorías para la medición del poder y eficiencia de los modelos computacionales, además extiende el pensamiento computacional a territorios aún no explorados.

3.4. Computación afectiva: el paradigma occidental para la digitalización de las emociones

Rosalind Picard define la computación afectiva en su libro homónimo como “computación que se relaciona con, surge de, o deliberadamente influye en las

emociones” (Picard, *Affective computing*, 2000). Al escuchar juntas las palabras “emociones” y “máquinas”, lo primero que llega a nuestro imaginario es la representación de un humanoide; sin embargo, para la práctica de la computación afectiva el otorgarle emociones a la máquina se hace con el fin de diseñar un proceso interactivo con mayor sensibilidad hacia los seres humanos, nada tiene que ver con la idea típica de la ciencia ficción.

En concreto, la computación afectiva es un área de investigación que se ocupa del diseño e implementación de máquinas que son capaces de:

1. Reconocer emociones
2. Expresar emociones
3. Tener emociones

Las máquinas que son capaces de reconocer emociones son concebidas como sistemas que recolectan distintos tipos de señal de entrada las cuales van desde expresiones del rostro, voz, características del movimiento corporal, medidas fisiológicas (respiración, electrocardiograma, temperatura, electroencefalograma). Realizan la extracción y clasificación de estas entradas para intentar clasificar la emoción que el usuario está comunicando a través de un proceso de razonamiento considerando el contexto, objetivos y otros datos relacionados con las emociones, además, se pueden utilizar técnicas de aprendizaje automático para personalizar el reconocimiento a un usuario en específico.

Las máquinas capaces de expresar emociones (dependiendo de las instrucciones dadas por los humanos o como resultado de un mecanismo interno para generar emociones) son sistemas que modulan señales de audio (voz sintética, sonido, música) y señales visuales (color, forma, movimiento) de una manera adecuada

para estimular la emoción que tiene que ser comunicada. La emoción expresada puede ser intencional (es decir, deliberada como resultado de un proceso de “razonamiento”) o espontánea (es decir, provocada por procesos emergentes en el sistema).

El tercer punto —de los anteriormente mostrados- ha sido el más controversial desde la propuesta de la computación afectiva como área de investigación en 1997: “Las emociones tienen un estigma en la ciencia; se cree que son inherentemente no científicas” (Picard, *Affective computing*, 1997), por ello, Picard propone en su libro cinco componentes para poder decir que una computadora tiene emociones:

1. **Emociones emergentes y comportamiento emocional:** la máquina es capaz de expresar una emoción a través de su comportamiento aunque no tenga ninguna emoción. Al observar el comportamiento de la máquina, los seres humanos tienden naturalmente a atribuirle un estado emocional.
2. **Emociones primarias instantáneas:** mecanismos para generar un tipo de respuesta intuitiva o reactiva. Las emociones primarias instantáneas son lo que Damasio llama: emociones primarias (Damasio, 1994). Los estudios sobre los mecanismos que desencadenan tales emociones se pueden encontrar en las neurociencias: ver por ejemplo (LeDoux, 1996) para una descripción detallada del mecanismo del miedo y otros desordenes emocionales.
3. **Emociones generadas cognitivamente:** emociones que se generan como resultado del razonamiento explícito. Las emociones generadas cognitivamente son más lentas que las emociones primarias instantáneas y generalmente son consecuencia de pensamientos

deliberados. En un ser humano sano, las emociones generadas cognitivamente suelen provocar una experiencia emocional con sentimientos subjetivos, especialmente si la emoción es intensa. Damasio habla de "emociones secundarias" como las que se generan cognitivamente pero que activan posteriormente las respuestas límbicas y los sentimientos corporales. Sin embargo, en una computadora, un estado afectivo no necesita estar acompañado de los sentimientos o los componentes fisiológicos de la emoción.

4. **Experiencia emocional:** El sistema es cognitivamente consciente de su estado emocional. La experiencia emocional consiste en la conciencia cognitiva, la conciencia fisiológica y los sentimientos subjetivos. Sigue siendo un tema abierto, y bastante delicado, pensar si es posible tener una experiencia tan emocional en una máquina y, en caso afirmativo, cómo se puede implementar. Esto se relaciona con la conciencia y requiere que la máquina tenga sensores capaces de medir su propio "estado emocional". Es el aspecto más familiar de las emociones, este es el sentimiento interno subjetivo o "instinto" que lleva a saber que algo es bueno o malo, si gusta o no. La experiencia emocional entonces consiste en: conciencia cognitiva, conocimiento fisiológico y sentimientos subjetivos.
5. **Interacción cuerpo-mente:** el estado emocional puede influir en otros procesos que simulan funciones físicas y cognitivas humanas similares, como la memoria, la percepción, la toma de decisiones, el aprendizaje, los objetivos, las motivaciones, la creatividad, etc. No sólo la emoción influye en las funciones cognitivas y corporales, sino que la emoción es, en sí misma, influenciada por ellas.

Para los intereses del presente trabajo y basados en lo anteriormente expuesto, podemos atender la siguiente pregunta: ¿cómo medir o utilizar la experiencia subjetiva en un entorno computacional? Daniel Lopez-Martinez mediante el proyecto *Aprendizaje automático para la medición del dolor*, realiza una investigación para comprender el dolor alrededor de tres dimensiones: afectiva, sensorial y cognitiva. Es afectiva cuando denota una emoción negativa (por ejemplo, ansiedad, miedo, dolor, sensación desagradable), sensorial cuando se trata de la percepción del dolor (por ejemplo, intensidad, calidad, ubicación) y es cognitiva cuando se realiza una interpretación del dolor.

Los métodos más comunes para la medición del dolor¹² en clínicas y centros de investigación, requieren de pacientes lúcidos y con todas sus facultades mentales para que puedan comunicar verbalmente el grado de dolor percibido; por ello, el interés de diseñar un método automático a partir del análisis fisiológico del paciente (Lopez-Martinez & Picard, 2017). La propuesta algorítmica se centra en la premisa de que el dolor interactúa con el sistema nervioso central, lo que genera cambios específicos en la conductancia de la piel y el ritmo cardíaco, el beneficio de trabajar con dichos parámetros es que sus respectivas mediciones pueden hacerse con sensores colocados en la muñeca del paciente. Con los parámetros antes mencionados, se emplea un aprendizaje automático multi-tarea¹³ el cual permite diseñar una red neuronal con información de distintos

¹² Numerical Rating Scale y Visual Analogue Scale

¹³ *“En Machine Learning (Aprendizaje Automático), normalmente nos preocupamos por la optimización para una métrica en particular, ya sea una puntuación en una referencia determinada o un KPI empresarial. Para ello, generalmente entrenamos a un sólo modelo o a un conjunto de modelos para realizar la tarea deseada. A continuación, afinamos y ajustamos estos modelos hasta que su rendimiento ya no aumenta. Aunque en general podemos lograr un rendimiento aceptable de esta manera, al estar enfocados en nuestra única tarea, ignoramos la información que podría ayudarnos a mejorar aún más la métrica que nos interesa. Específicamente, esta información proviene de las señales de entrenamiento de las tareas relacionadas. Compartiendo*

pacientes y con capas ocultas que comparten información, pero que al mismo tiempo mantienen las particularidades de la información de cada paciente (Figura 14), podemos decir entonces que en este caso la red neuronal aprende de la subjetividad del dolor en cada paciente para generalizar una clasificación.

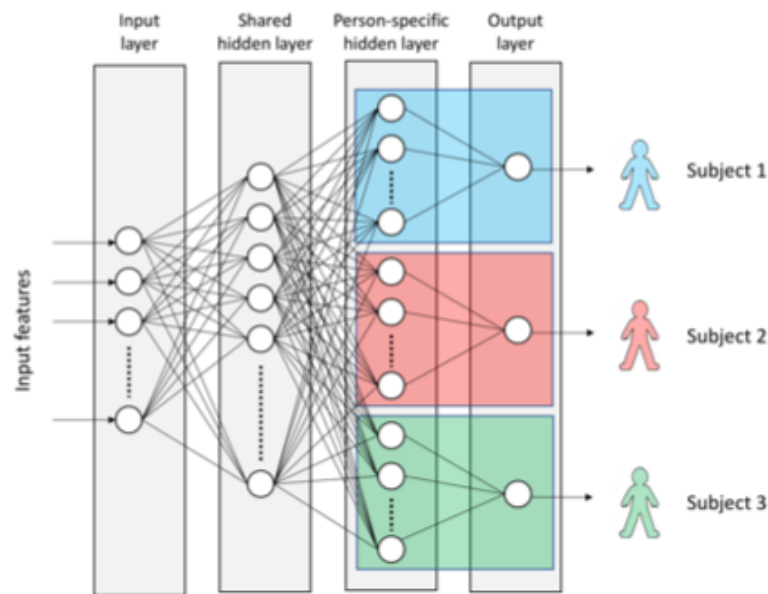


Figura 14 Versión simplificada de la red neuronal multi-tarea utilizada en la investigación de Lopez-Martinez. Figura tomada de (Lopez-Martinez & Picard, 2017).

La computación afectiva ha probado ser de utilidad para distintas disciplinas como lo son: aprendizaje asistido por computadora, recuperación de información perceptual, artes, entretenimiento, salud y diseño de interacción. Para fines del presente trabajo y con respecto a los tres puntos mencionados anteriormente de máquinas que reconocen, expresan y tienen emociones, nos concierne con mayor énfasis el punto segundo. Me interesa principalmente el diseño de máquinas que puedan expresar emoción y, la subjetividad del proceso creativo presenta retos

representaciones entre tareas relacionadas, podemos permitir que nuestro modelo se generalice mejor en nuestra tarea original. Este enfoque se denomina aprendizaje multi-tarea” (Ruder, 2017).

similares al proyecto para la medición del dolor. Por el momento nos detendremos en este punto para poder continuar con la presentación de todas las herramientas conceptuales que se utilizan para la elaboración del marco teórico-práctico utilizado en este trabajo.

3.5. Oriente y el procesamiento de información KANSEI

KANSEI es una palabra de origen japonés cuya traducción al español es algo controversial, usualmente se piensa como un sinónimo de emoción pero no lo es, aunque puede estar relacionada con la emoción se refiere a la habilidad humana de procesar información en maneras distintas que no son solamente lógicas. KANSEI esta relacionado tanto con las tareas de resolución de problemas como con el análisis y síntesis de información (Camurri, Hashimoto, Ricchetti, Suzuki, Trocca, & Volpe, 1999). El procesamiento de información KANSEI fue propuesto por Shuji Hashimoto alrededor de 1997, en el mismo período que surgió la propuesta de computación afectiva.

Para Hashimoto existen tres categorías de clasificación para las tecnologías de la información:

- 1. Procesamiento físico de señal:** tecnologías que permiten capturar y analizar datos del mundo real (por ejemplo, sonido, luz, color).
- 2. Procesamiento semántico y simbólico:** reglas y lógica (por ejemplo, inteligencia artificial tradicional).
- 3. Procesamiento emocional (KANSEI):** sentimientos, intuición, percepción.

Se considera que la creación artística corresponde al tercero:

Básicamente es posible resumir uno de los aspectos del Procesamiento de la Información KANSEI como un proceso que permite personalizar la forma en que se envía un mensaje, se realiza una acción, eligiendo soluciones adecuadas a la personalidad y sensibilidad del intérprete (Camurri, Hashimoto, Ricchetti, Suzuki, Trocca, & Volpe, 1999).

Hashimoto hace la clasificación de estas categorías también alrededor de sus diferencias en evaluación: para el procesamiento físico de señal es la **medición**, el procesamiento semántico y simbólico es el **reconocimiento** y para el procesamiento emocional es la **apreciación**.

Es importante aclarar que KANSEI se refiere a procesos dinámicos más que a la clasificación y etiquetado de emociones. Como nos lo comparte Volpe (colaborador e investigador cercano a Hashimoto):

...el Procesamiento de la Información KANSEI supone un modelo subyacente en el que el contenido expresivo se concibe como una especie de información de alto nivel que, en el marco de un proceso de comunicación humano-humano, "modula" las señales físicas que llevan algún mensaje habitualmente simbólico. Es decir, cuando un emisor (humano) envía un mensaje a un receptor (humano) codifica en el mensaje alguna información emocional expresiva. Dicha información, junto con el contenido simbólico, está incrustada en la señal física que transporta el mensaje. Cuando el receptor recibe la señal, la decodifica y extrae tanto el mensaje simbólico como la información expresiva adicional que el emisor codificó en ella. Nótese que no se requiere que el remitente agregue deliberadamente la información expresiva al mensaje: dicha información expresiva

adicional puede ser incluida inconscientemente y puede referirse a aspectos tales como rasgos de personalidad o disposiciones personales hacia objetos, acciones y otras personas (Volpe, 2003).

Con lo anterior, vemos que KANSEI de alguna manera contiene las intenciones de la computación afectiva: reconocer, expresar y tener emociones; sin embargo, nos coloca en un espectro más grande de posibilidades para la expresión de la emoción en un sistema tecnológico, porque piensa en la “expresividad codificada” (voluntaria o involuntariamente en la comunicación humano-humano) como un factor determinante para la comunicación de la emoción, de este modo la comunicación de la emoción (mediante un sistema tecnológico) se vuelve un proceso multidireccional y emergente, donde el humano puede percibir e interpretar la comunicación expresiva de la máquina de acuerdo a su contexto cultural.

El procesamiento de información KANSEI insta al trabajo con datos heterogéneos (Bouchard & Kim, 2014), lo cual favorece en gran manera la naturaleza híbrida (cualitativa y cuantitativa) de los datos a los que hoy podemos tener acceso para resolver un problema. KANSEI es entonces una aproximación holística a los procesos cognitivos y afectivos que ocurren durante la experiencia y percepción del usuario, e insiste a tomar el rol de creador y usuario paralelamente en su modelo de trabajo. Actualmente la investigación en Japón sobre KANSEI abarca: modelado computacional KANSEI, KANSEI en la información y los medios, KANSEI en el comportamiento humano y KANSEI en la comunicación.

Aunque el modelo de investigación KANSEI ha sido utilizado en varias ramas de la ingeniería, ha sido también de alta relevancia para analizar la función del cuerpo

en el arte (en especial de la danza y la música). Una manera de medir la expresividad en entornos subjetivos es midiendo la cantidad de movimiento.

En el presente trabajo esta visión holística, heterogénea y dinámica de comprender el procesamiento de información, permite pensar en características para expandir el diseño de sistemas computacionales enfocados a la creatividad, tanto en ambientes colaborativos como individuales.

Queda aún pendiente el tratamiento de la subjetividad en los sistemas computacionales, para lo cual, a continuación se introduce un paradigma y postura de los mismos.

3.6. Imaginación y expresión en sistemas computacionales

En su libro *Phantasmal Media* D. Fox Harrell introduce tres nuevas aproximaciones a la tecnología computacional: computación subjetiva, computación cultural y computación crítica, en las que la formalización del significado se convierte en un recurso para la expresión de nuevas formas de creatividad computacional (por ejemplo, narrativa transmedia, poética asistida, realidades mixtas), estas formas de computación permiten adoptar una posición subjetiva del mundo para encontrar una manera de expresar y evocar estas ideas en un entorno computacional digital.

Además de los principios de nuevos medios propuestos por Manovich: representación numérica, modularidad, automatización, variabilidad y transcodificación (Manovich, 2001), los medios computacionales digitales tienen el poder de combinar de manera improvisada y dinámica la manipulación formal

de elementos significativos, al mismo tiempo que responden a la interacción del usuario. Siempre hay una mezcla entre la interpretación humana del significado y las limitadas formas simbólicas en que las máquinas codifican el significado (Harrel, 2013).

Harrel define *phantasmal media* como “sistemas computacionales para expresar conceptos imaginarios” (Harrell, 2009), donde los nuevos significados emergen del contraste entre múltiples lecturas o tratamientos digitales, y los significados pueden ser compuestos en torno a la respuesta de la interacción del usuario. “Este enfoque faculta al autor para determinar una estructura narrativa, poética u otra estructura discursiva, pero también faculta al usuario para explorar y co-crear esas estructuras. La interacción en estos ámbitos debería permitir a los usuarios influir en los significados de la historia o del mundo poético [digital] que encuentren, en lugar de limitarse a manipular objetos virtuales, navegar por espacios virtuales u otros modos de interacción puramente mecánicos.” (Harrell, 2009). Esta nueva aproximación a la creación computacional propicia entonces la interacción cognitiva, además de la mecánica tradicional; esto, mediante la construcción formal de semántica y semiótica en ciencias de la computación y visiones teóricas culturales del discurso imaginario-expresivo en la creación con medios digitales.

3.6.1. Computación subjetiva

La computación subjetiva se refiere al uso de las máquinas con fines expresivos. Los fines expresivos son totalmente distintos a aquellos relacionados con la usabilidad o productividad y usualmente están guiados por la intuición,

ambigüedad, improvisación u otros conceptos abstractos que pueden o no ser relevantes para la audiencia del Objeto:

Abordar los sistemas computacionales como artefactos potencialmente orientados a la subjetividad proporciona una lente más clara para el análisis, ya que no requiere una subdivisión artificial del trabajo de acuerdo con los límites disciplinarios. Los elementos matemáticos, computacionales, cognitivos y expresivos de los sistemas pueden integrarse completamente con contenidos subjetivos específicos. La computación subjetiva explora qué aspectos del significado pueden ser representados formalmente por los sistemas de computación e implica centrarse en la experiencia directa de los sistemas de computación, que incluye un enfoque en cómo estos afectan a los usuarios al estimular la imaginación (Harrel, 2013).

La estructuración en el diseño de los sistemas computacionales subjetivos es entonces enfocada a la generación de contenido evocativo, metafórico y con alto contenido emocional.

3.6.2. Computación cultural

Las prácticas y valores culturales están incorporados implícitamente en todos los sistemas computacionales, voluntaria o involuntariamente el diseño de la tecnología que se utiliza en nuestro cotidiano contiene un sesgo cultural que modifica y altera la experiencia del usuario. La computación cultural explora la manera de construir sistemas computacionales culturalmente explícitos que puedan provocar nuevos imaginarios y escenarios de vida.

3.6.3. Computación crítica

“La computación crítica se refiere a la capacidad de la computación para decir algo sobre el mundo real e impactar, especialmente para comprometerse a desempoderar las normas hegemónicas y las condiciones socio-técnicas” (Harrel, 2013); bajo esta óptica, el diseño y desarrollo de sistemas computacionales debe ampliar las aproximaciones tradicionales para integrar en la usabilidad e interacción aspectos de identidad social, relaciones de poder o ambientes cooperativos y considerarlos como características intrínsecas al desarrollo computacional y no como aspectos aislados o emergentes.

De las tres áreas antes mencionadas la que tiene mayor resonancia en este trabajo es la computación subjetiva, la idea de expandir los procesos cognitivos e imaginativos mediante un sistema computacional, coloca el uso de la máquina enfocado a la creación bajo un nuevo panorama.

3.7. De la interacción a la cooperación

El cambio de paradigma en torno al diseño de sistemas computacionales que va de lo algorítmico a lo interactivo, surge por la necesidad de utilizar las máquinas en situaciones dinámicas a las cuales deben reaccionar (por ejemplo, seguridad industrial, tráfico aéreo, cuidado de enfermos); sin embargo, al día de hoy han surgido nuevas relaciones humano – máquina que empujan a extender la idea de interacción hacia la cooperación (sin olvidar en ningún momento toda la implicación conceptual en torno a la interacción que se ha expuesto y considerado anteriormente).

Las principales áreas en las que se ha concretado la investigación para buscar el mejor camino en este cambio de paradigma y que nos permiten comprender los beneficios y las desventajas de la cooperación son los siguientes:¹⁴

- 1. Asignación de funciones entre humanos y máquinas:** se centraba en descomponer la actividad general en funciones elementales para asignar dichas funciones entre humano y máquina, según la eficiencia de resolución correspondiente. Esta separación no ha traído buenos resultados, como encontramos en Hoc: Primero, “las funciones rara vez se asignan como tales para evitar la necesidad de una cooperación frecuente durante la ejecución de tareas cuando éstas se desglosan en varias funciones, de modo que se asignan tareas (incluidas varias funciones) en lugar de funciones”. Segundo, “los operadores humanos son finalmente responsables (legalmente) del rendimiento de todo el sistema humano - máquina. ¿Cómo pueden controlar una máquina que funciona de forma muy diferente? La asignación de funciones debe integrar varios niveles de abstracción y no uno solo” y, por último, “la definición de las funciones está muy determinada por las teorías cognitivas, que son diversas y concurrentes. La mayoría de las veces la descomposición se basa en una ciencia cognitiva ineficiente de "sentido común". Por lo tanto, cualquier descomposición debe ser considerada como temporal y actualizada regularmente, aprovechando los avances de la psicología y la tecnología cognitiva” (Hoc, 2000).

¹⁴ Estas áreas están planteadas desde una perspectiva “operador – ejecutante” en la relación “humano – máquina”, donde el humano siempre toma el papel de operador y la máquina ejecuta las acciones con cierto grado de autonomía. Sin embargo, poseen una reflexión totalmente válida a considerar en la implementación de sistemas computacionales híbridos.

2. Fallos en las relaciones humano – máquina: aquí se aborda la problemática relacionada con la automatización en torno a cuatro tipos principales:

- a. Pérdida de experiencia:** la pérdida de experiencia humana es una consecuencia del diseño de máquinas autónomas ya sea en funciones de bajo nivel (implementación de decisiones) o de alto nivel (diagnóstico, toma de decisiones) (Bainbridge, 1987). La pérdida surge en mayor medida cuando el humano toma el rol pasivo de operador, esto implica que aunque se busca la cooperación en el diseño de estos sistemas, la filosofía del ser humano como el operador de la maquinaria o el sistema, sigue siendo preponderante. “Si se toma en serio el papel de este operador en el sistema hombre-máquina, la pérdida de experiencia lleva a la pérdida de un tipo de agente particularmente importante en el sistema que no puede cooperar con la automatización cuando ésta está fuera de su profundidad” (Hoc, 2000).
- b. Complacencia:** la dependencia excesiva del sistema computacional. “Incluso cuando los operadores son expertos y pueden ser razonablemente conscientes de las limitaciones de las máquinas, sabiendo que estas no pueden encontrar soluciones óptimas en determinadas circunstancias en las que no pueden considerar algunos factores importantes, los operadores dan por sentadas las soluciones sin cuestionarlas” (Hoc, 2000).
- c. Confianza y autoconfianza:** la confianza en lo referente al uso de la automatización (cuando se puede seleccionar entre modo manual y automático), se comprende como un fenómeno dinámico en relación a la experiencia del operador con el sistema. Mientras más tiempo

se pasa con el sistema los operadores pueden alcanzar sensaciones de fiabilidad y luego de previsibilidad hasta alcanzar lo que Castelfranchi llama 'lectura de mente' entre situaciones de cooperación (Castelfranchi, 1998).

- d. **Pérdida de adaptabilidad:** "La cognición es la forma en que los sistemas pueden adaptarse a la variedad de sus entornos, apoyándose en el conocimiento representado en sus memorias. Las máquinas "inteligentes" están diseñadas para aumentar la potencia adaptativa de las máquinas. Sin embargo, no pueden igualar a los operadores en habilidades de adaptación. Más allá de la pérdida de experiencia, también se ha considerado que la automatización reduce la adaptabilidad del sistema hombre-máquina" (Ephrath & Young, 1981). Esto podría estar más relacionado con nuestra manera de diseñar interfaces gráficas que con la concepción de cooperación humano – máquina.

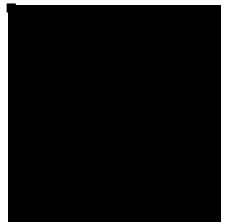
Las máquinas ya no son solamente herramientas, sino que de alguna manera se han convertido en agentes autónomos (Hoc, 2000), esto nos debe guiar a establecer una coherencia hacia los roles que cada uno desempeña, especialmente en procesos creativos, sociales y culturales. La función del ser humano como operador ya no es suficiente para determinar una estrategia de uso alrededor de las máquinas, ahora las acciones de cada uno (humanos y máquinas) deben ser consideradas para generar una salida conjunta tal como lo plantean Hollnagel y Woods:

La comunicación y la cooperación requieren la introducción de más aspectos de la interacción humano - humano en las relaciones humano - máquina. La noción de "sistemas cognitivos conjuntos" aplicada a los sistemas humano – máquina

fue un paso decisivo hacia esta concepción. Esta noción reveló el hecho de que la tarea del sistema hombre-máquina no tiene sentido si se considera al hombre o a la máquina como unidades aisladas. Por el contrario, existe una tarea global, descompuesta dinámicamente en sub-tareas, que debe integrarse y distribuirse entre los agentes humanos y artificiales (Hollnagel & Woods, 1983).

Como la plantea la cita de Negroponte al inicio del capítulo, cada día se vuelve más relevante para nuestra sociedad comprender y adoptar modelos computacionales que incluyan al ser humano y su entorno en el conjunto de posibles soluciones para aprender afrontar nuevos problemas hoy y en el futuro próximo; por ello, se plantea en el presente trabajo alejarse de la mecanización y acercarnos a la percepción (como un sistema híbrido), para extender el dominio de los problemas computables y el diseño de entornos tecnológicos para la solución de problemas.

Capítulo 4



Sistemas computacionales
híbridos para la creación
individual y colectiva

4. Sistemas computacionales híbridos para la creación individual y colectiva

“Para ir más allá de esta oposición tendenciosamente planteada, una distinción significativa entre estas diferentes formas de saber -la improvisación y la composición- debe inevitablemente girar sobre el eje de la interacción. La improvisación debe ser abierta -es decir, abierta a los aportes, abierta a las contingencias- un modo de producción en tiempo real y (a menudo suficiente) un modo de producción del mundo real. ... Si no necesitamos definir formas improvisadas de producir conocimiento como un subconjunto de la composición, entonces podemos hablar simplemente de una máquina de improvisación como una que incorpora una imaginación dialógica”.
 — **George E. Lewis**

"En el diseño de nuestros futuros medios y sistemas, no debemos rehuir este aspecto emocional como una parte legítima de nuestro diseño ficticio. El sustrato de los tecnicismos y los efectos alucinantes que producen son dos caras de la misma moneda; y entender una no es necesariamente estar alienado de la otra".
 — **Ted Nelson, Computer Lib / Dream Machines**

4.1. Introducción

A partir del capítulo anterior podemos hacer la siguiente reflexión: para construir nuevos modelos y sistemas computacionales, ya no es suficiente pensar solamente en la máquina, sino en el rol que esta desempeña en nuestras dinámicas sociales, culturales y creativas tanto a nivel personal como colectivo.

Los modelos son herramientas de abstracción para estudiar un fenómeno dentro de un dominio en específico, y lo logran haciendo suposiciones simplificadas pero relevantes de los dominios donde ocurre dicho fenómeno (típicamente suposiciones idealizadoras, que omiten los detalles físicos que se consideran de importancia secundaria) (MacLennan B. J., 2009).

El diseño de un modelo para la creación digital y un sistema computacional híbrido, no es para presentar una contraposición del modelo de *Máquinas de Turing*, sino para propiciar la exploración de modelos alternativos para cognición expandida o aumentada. Tradicionalmente (como vimos en el capítulo anterior) el alcance de un modelo computacional se mide por el tipo de funciones que puede calcular; sin embargo, podemos encontrar criterios alternativos que determinen los alcances de los modelos computacionales inspirados en procesos humanos o naturales como la creación, emoción o imaginación. Si recordamos el procesamiento de información KANSEI uno de esos criterios es la percepción, el cual consideramos de gran relevancia para el presente trabajo.

4.2. Modelo de creación digital híbrido

Para establecer más adelante la arquitectura del sistema computacional híbrido, comenzaremos por describir el “modelo de creación digital híbrido”. Como hemos visto anteriormente el uso de la computadora en los procesos creativos tiene dos vertientes principales: operatividad y autonomía. El modelo híbrido propone el entendimiento de la máquina como una alternativa para expandir los procesos cognitivos (e intuitivos en algunos casos) que guían la creación del Objeto; para este caso en concreto, decimos que es digital puesto que nos enfocamos en la computadora digital como la máquina. Es posible que este modelo pueda ser adaptado a otros tipos de máquinas; sin embargo, para el presente trabajo nos concentraremos en el uso particular de la computadora digital.

Los espacios son los terrenos mentales que pueden ser navegados para construir nuevo conocimiento o para conducir a la creatividad en cualquier dominio, estos

espacios son estilos de pensamiento, o conjuntos de restricciones generativas. Son limitaciones positivas, no negativas: expresan lo que se puede pensar, no lo que no se debe pensar; a través de los espacios, la creatividad puede presentarse en tres maneras: combinatoria, exploratoria y transformacional (Boden, *The creative mind: myths and mechanisms*, 1990). A partir de estas tres maneras se establece la evaluación del modelo, así como las posibilidades creativas que se desprenden del mismo.

La Figura 15 presenta el modelo de creación digital híbrido y luego se describe a detalle cada uno de sus componentes.

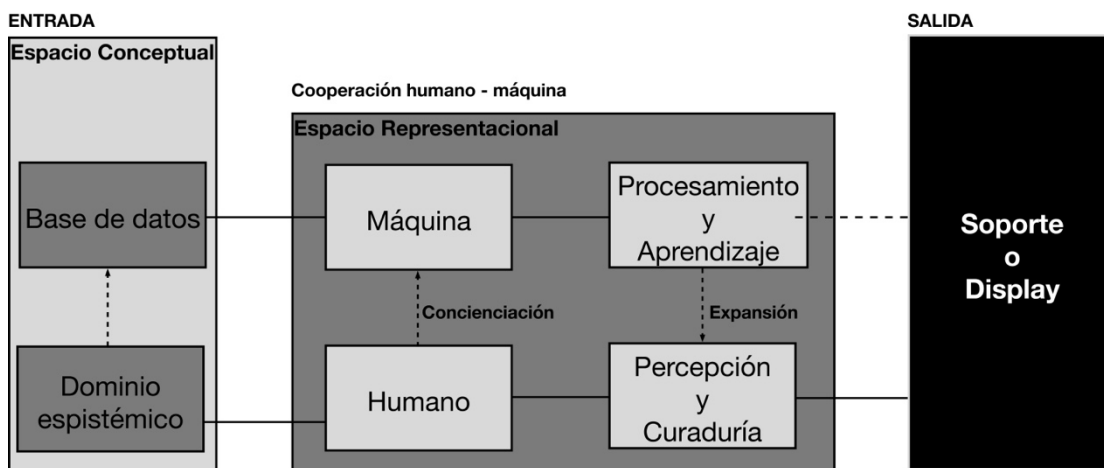


Figura 15 Modelo de creación digital híbrido.

El modelo híbrido se basa en el uso de un espacio representacional para la manipulación de la información, y un espacio conceptual para la generación de información. Los espacios se manipulan mediante la exploración (creatividad no-combinatoria, donde el juego con una premisa inicial innovadora puede llevar a construir novedad) y transformación. La transformación es un poco más compleja

de describir ya que presenta dos problemáticas (Boden, Andersson, & Sahlin, The complexity of creativity, 1997):

1. **Transformación novedosa:** el espacio conceptual recién transformado no es fácilmente navegable, porque es demasiado diferente del anterior, de modo que la idea puede no ser fácilmente inteligible.
2. **Transformación topográfica:** una transformación puede implicar tantos cambios en la topografía local del espacio conceptual, que no cumple con ciertos criterios empíricos o estilísticos que habíamos dado por necesarios.

Es por lo anterior que la cooperación humano-máquina presenta una forma más robusta de creación del Objeto digital, ya que por medio del procesamiento y aprendizaje se puede abordar el cambio de topografía del espacio conceptual (cabe mencionar que las problemáticas no implican que no puedan ser superadas para alcanzar nuevos estados creativos); además, la única manera de evaluar los procesos de transformación es el conocimiento previo (aunque sea mínimo) del dominio de dicho espacio, en otras palabras la percepción de la información para la creación del Objeto.

El espacio conceptual se define como la colección de ejemplos para transformar y generar nuevas aproximaciones a la solución de un problema, su dominio está limitado —de cierta manera— por las condiciones iniciales conceptuales con las que el humano aborda el proceso creativo. Dentro del modelo híbrido se establecen dos maneras para explorar el espacio conceptual: 1) Consideramos entonces la base de datos como forma simbólica de correlación de narrativa para

la entrada de la máquina¹⁵ y 2) el dominio epistémico (el cual se describe a detalle en el siguiente apartado) para la entrada del humano.

Una limitante del espacio conceptual —en su forma tradicional— es que está condicionado por el origen cultural del individuo, de modo que la apreciación del Objeto está —del mismo modo— condicionada por dichos aspectos; por ello, se propone en el presente modelo el uso de la máquina como mecanismo de expansión del espacio conceptual.

El modelo busca maximizar las habilidades de cada una de las unidades que se encuentran en el espacio de representación, de modo que las máquinas ofrecen una multiplicidad de miradas jerárquicas en torno al espacio conceptual (sabiendo que las condiciones iniciales del espacio conceptual se construyen a partir de la

¹⁵ “En informática la base de datos se define como una colección estructurada de datos. Los datos almacenados en una base de datos están organizados para una rápida búsqueda y recuperación por un ordenador y por lo tanto es cualquier cosa menos una simple colección de elementos. Diferentes tipos de bases de datos - jerárquicas, de red, relacionales y orientadas a objetos - utilizan diferentes modelos para organizar los datos. Por ejemplo, los registros en bases de datos jerárquicas están organizados en una estructura en forma de árbol. Las bases de datos orientadas a objetos almacenan estructuras de datos complejas, llamadas "objetos", que se organizan en clases jerárquicas que pueden heredar propiedades de clases superiores de la cadena. Los objetos de nuevos medios pueden o no emplear estos modelos de base de datos altamente estructurados; sin embargo, desde el punto de vista de la experiencia del usuario, una gran proporción de ellos son bases de datos en un sentido más básico. Aparecen como un conjunto de elementos sobre los que el usuario puede realizar diversas operaciones: ver, navegar, buscar. En resumen, la base de datos y la narrativa no tienen el mismo estatus en la cultura informática. En la base de datos/pareja narrativa, base de datos es el término sin marcar. Independientemente de si los objetos de los nuevos medios se presentan a sí mismos como narrativas lineales, narrativas interactivas, bases de datos u otra cosa, en el fondo, a nivel de organización material, todos ellos son bases de datos. En los nuevos medios, la base de datos soporta una serie de formas culturales que van desde la traducción directa (es decir, una base de datos permanece como una base de datos) a una forma cuya lógica es opuesta a la lógica de la forma material en sí misma - una narrativa. Más precisamente, una base de datos puede apoyar la narrativa, pero no hay nada en la lógica del propio medio que fomente su generación. No es de extrañar, pues, que las bases de datos ocupen un territorio significativo, si no el mayor, del panorama de los nuevos medios de comunicación. Lo que es más sorprendente es por qué el otro extremo del espectro -la narrativa- todavía existe en los nuevos medios de comunicación” (Manovich, Database as symbolic form, 1999).

experiencia sobre el dominio del mismo por el ser humano); por otro lado, el humano ofrece la percepción y la cuidadosa selección de lo que mejor representa —según sea el caso— el acto de creación del Objeto. A partir de las nuevas soluciones propuestas por la máquina se da la expansión o el aumento de la percepción (la capacidad de ver nuevas soluciones a partir del aprendizaje de la máquina). Del mismo modo, decimos que la interacción entre humano-máquina procura la concienciación¹⁶ (del inglés *awareness*) hacia la máquina (la comprensión del entorno por medio del humano), lo que a su vez lleva a la transformación (expansión o aumento) del espacio conceptual. La mayoría de los científicos y filósofos ven la conciencia como una propiedad emergente de la computación compleja entre neuronas cerebrales integradas y activas que se interconectan y conmutan en sinapsis químicamente mediadas. William James (James, 1890), describió el "especioso presente", como la corta duración experiencial en la que somos inmediata e incesantemente sensibles, aunque James era vago en cuanto a la duración de este fenómeno, lo describió como una continua "corriente de conciencia" (Koch & VanRullen, 2003). Otra postura en torno a la conciencia, es comprenderla como una sucesión de eventos discretos. La teoría del "momento perceptivo" de Stroud describió la concienciación como una serie de eventos discretos, similar a los cuadros secuenciales de una película (Stroud, 1956). La concienciación implica: experiencia subjetiva y fenomenológica de los mundos internos y externos, su importancia en el modelo híbrido radica en la "comprensión" del contexto del problema, de modo que aunque la máquina no sea capaz de mostrar —explícitamente— el proceso de concienciación, hace que el ser humano pueda identificar mas fácilmente por medio de la percepción y curaduría, aspectos propios del espacio conceptual que la máquina ha logrado

¹⁶ Para una explicación más detallada del concepto "concienciación", se recomienda al lector (Hameroff & Penrose, 2013).

abstraer en su aprendizaje (de cierto modo, decimos que nos permite ver más allá del común).

La salida se vuelve la materialidad del Objeto, el cual está sujeto a las posibilidades de los cuerpos en los medios digitales.

4.2.1. El dominio epistémico y los fantasmas

Si queremos propiciar la cooperación humano-máquina como un modelo híbrido para la creación, debemos buscar una analogía para replantear de manera más “computacional” la respuesta a la siguiente interrogante: ¿cuál podría ser en el humano la “base de datos” que genera la interpretación o representación de los estímulos provenientes de un sistema computacional híbrido? Harrell le llama “fantasma” a las evocaciones que son producto del estímulo del Objeto y “dominio epistémico”, al conjunto de posibilidades de las cuales puede derivar el fantasma. En su libro *Phantasmal Media*, nos introduce al concepto de fantasma (en un contexto de creación con tecnología y medios digitales), definiéndolo al inicio del texto como:

Los fantasmas son una combinación de imágenes (mentales o sensoriales) e ideas. Un fantasma no es simplemente el resultado de un proceso neurobiológico específico; más bien, el término "fantasma" describe un amplio tipo de fenómenos cognitivos subjetivos. La amplitud del término es útil porque la idea del fantasma plantea un desafío a la forma en que muchas personas ven la experiencia humana. Es un desafío a la idea de que el pensamiento humano, especialmente el pensamiento sobre la sociedad y la cultura, refleja un mundo "real" y objetivo. La importancia del concepto de fantasma para desafiar la comprensión convencional de la experiencia humana puede expresarse mediante una simple observación:

gran parte de lo que los seres humanos experimentan como real se basa en la imaginación (Harrel, 2013).

En otras palabras, si pensamos en el fantasma como la evocación de la respuesta al estímulo del sistema computacional, la cual es determinada por los aspectos sociales y culturales del individuo, entonces la parte humana del espacio conceptual es lo que comprendemos como dominio epistémico (Figura 16).

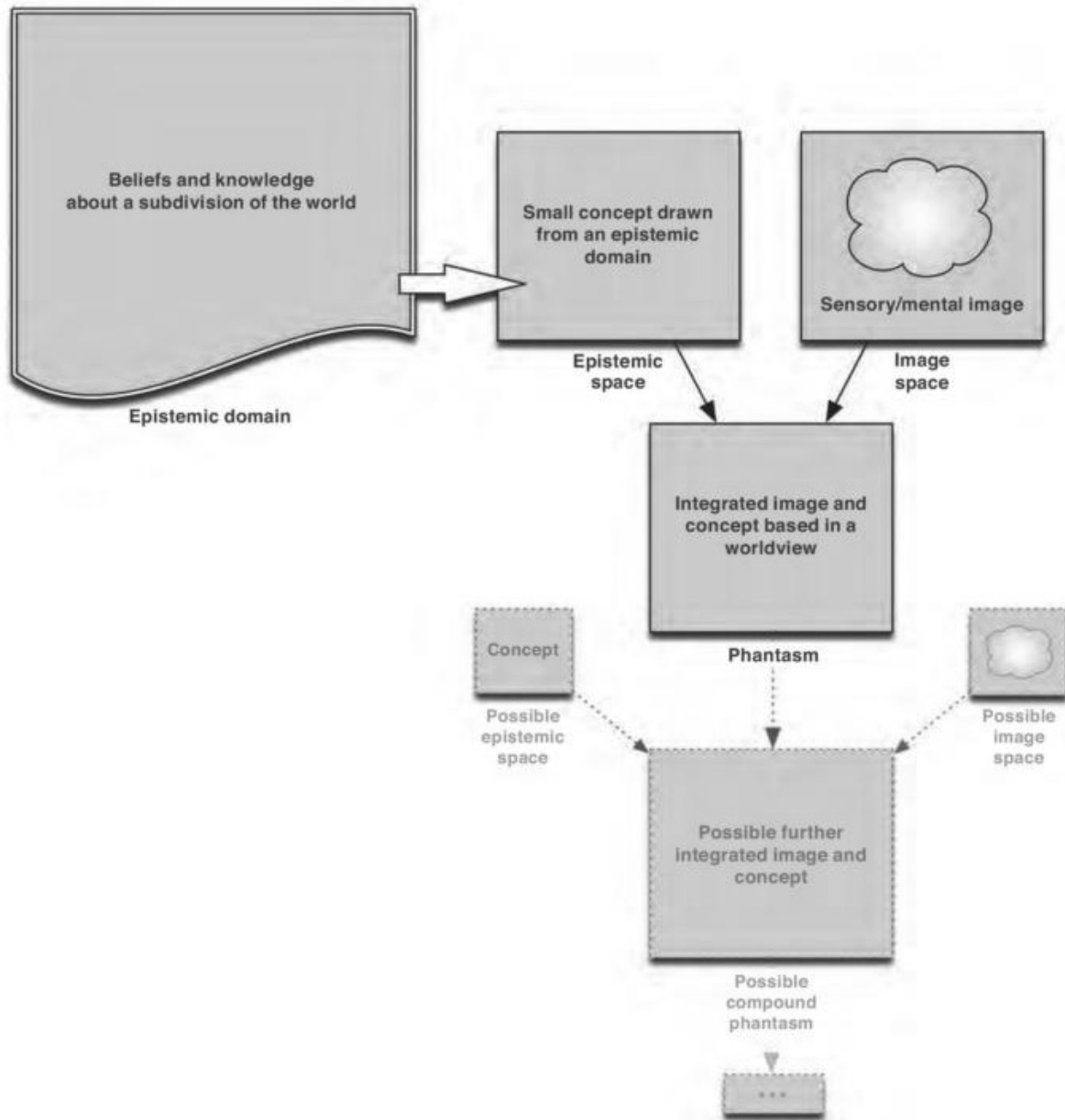


Figura 16 Los fantasmas comparten la estructura general representada. Tomado de (Harrel, 2013).

Los sistemas computacionales pueden (o deberían) desempeñar un papel como estimulantes de los procesos cognitivos que dan lugar a los fantasmas; siendo el caso, el fantasma es un resultado de la experiencia del estímulo computacional,

gestual o expresivo. Para la interacción con el sistema computacional, el dominio epistémico no está limitado por las maneras de representación particulares de una base de datos. Parte de la implementación y el diseño del sistema implica encontrar una metodología que permita la representación del dominio epistémico en el sentido digital.

La idea del fantasma es de vital importancia para el diseño de sistemas computacionales híbridos, ya que presenta de manera plausible un ordenamiento alrededor de los dominios y espacios que permiten percibir e interpretar una experiencia abstracta, mediante la influencia de la sociedad, la cultura y el conocimiento general del mundo que posee el individuo, en un contexto de creación o estimulación computacional a través del Objeto.

4.2.2. Estética de sistemas

Como vimos en el primer capítulo, la década de 1960 a 1970 fue un parteaguas en el “despertar” para el binomio arte-tecnología en el siglo XX; la estética de sistemas nace en paralelo al interés por el uso del pensamiento sistémico en contextos sociales y políticos. Un sistema es un conjunto interconectado de elementos que están organizados coherentemente para lograr algo, el sistema entonces comprende: elementos, interconexiones y función o propósito (Meadows, 2009). La razón central para implementar —en un sentido computacional— el modelo desde el pensamiento sistémico, radica en el esfuerzo por llevar a los terrenos del *software* creativo las ideas de la computación que se encuentran en los modelos de hipercomputación o Máquinas de SuperTuring (adaptación, evolución, dinámica, etc.).

Esta manera de aproximarnos al proceso creativo, Jack Burnham la denominó “estética de sistemas”, y se plantea como una transición entre una cultura orientada a objetos, a una cultura orientada a sistemas. En la cultura orientada a sistemas el cambio no proviene de las cosas, sino del modo en que las cosas se hacen (Burnham, 1968). Cabe mencionar que bajo esta postura el sistema se vuelve también el medio; aunque no compartimos del todo las ideas de Burnham respecto a su definición de arte, desempolvar la estética de sistemas le otorga al desarrollo de *software* (orientado a la creación) el enfoque del cual carece en la mayoría de implementaciones: la interconexión para promover la creatividad mediante flujos de información. La información se mantiene junto al sistema y el juego, un papel crucial en la manera en la que opera. En esta propuesta, el material más básico para la creación son los datos, la relevancia y el interés de lo que se puede mostrar viene del análisis, procesamiento y manipulación de esta materia prima onírica.

La relevancia del trabajo mediante la estética de sistemas implica el presupuesto de que los problemas no pueden ser resueltos por una única solución técnica, sino que deben ser estudiados y abordados de forma multinivel bajo una perspectiva transdisciplinaria. Bajo esta idea, la función de la máquina en el siguiente modelo es el ejercer varias miradas sobre una base de datos para presentar diferentes propuestas de identificación jerárquica, que puedan ser adaptadas a la estética final deseada. Materializar el análisis de un Objeto digital se puede considerar una de las tareas de los nuevos creadores y es el punto donde las fronteras de las disciplinas deben comenzar a ceder.

4.3. Arquitectura de los sistemas computacionales híbridos

La arquitectura propuesta en las siguientes líneas (como bien se ha mencionado anteriormente) no tiene el enfoque de la máquina como entidad creativa autónoma, sino más bien como herramienta de expansión cognitiva, en torno a las posibilidades del dominio epistémico y en función de las imágenes culturales o sociales que intervienen en los procesos creativos del ser humano.

A partir de la diferencia entre operación y autonomía, podríamos establecer cinco niveles para identificar donde se puede colocar un sistema computacional híbrido:¹⁷

- **Nivel 0:** Máquinas de re-mediación.
- **Nivel 1:** Asistentes (corregir curvas de Bézier, normalizar un audio, corregir afinación).
- **Nivel 2:** Diseño generativo (genera una salida a partir de condiciones iniciales de manera semi-autónoma).
- **Nivel 3:** Analiza su entorno y crea nuevas soluciones (autonomía adaptativa).
- **Nivel 4:** Analiza su entorno y establece jerarquías de cooperación.

Se propone entonces una aproximación a los sistemas computacionales híbridos, como una alternativa a la concepción tradicional de las funciones y roles de la computación en lo referente a los procesos de creación en el arte o diseño (Figura 17) y consideramos la arquitectura que se muestra a continuación como perteneciente al nivel 4.

¹⁷ Esta categorización está inspirada en los cinco niveles de conducción autónoma de la Society of Automotive Engineers’.

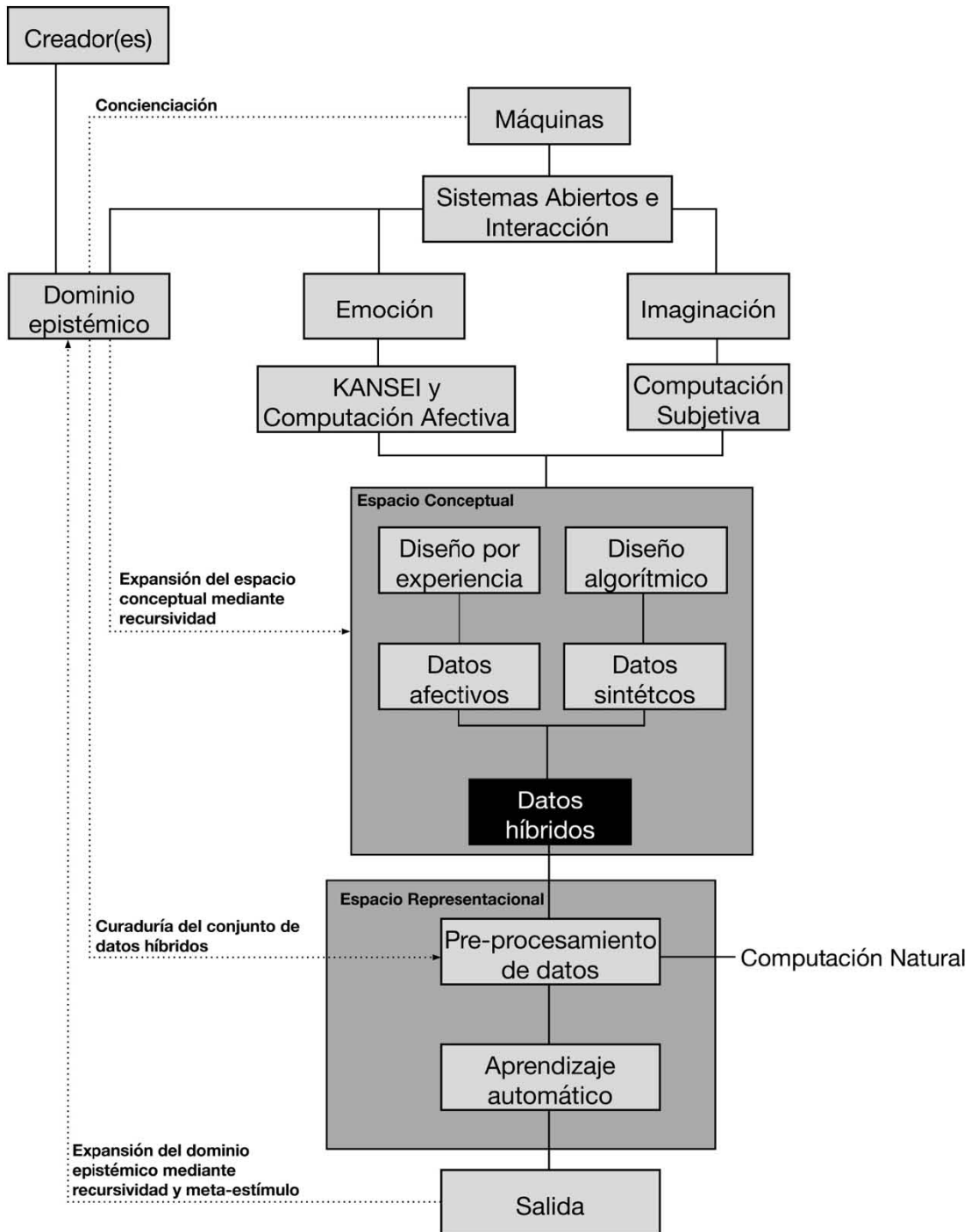


Figura 17 Arquitectura del sistema computacional híbrido para la creación.

Los sistemas computacionales híbridos buscan la reconciliación entre dos formas principales para la generación de datos: diseño por experiencia y diseño algorítmico, los cuales se describen a continuación:

- **El diseño por experiencia:** comprende la creación de datos afectivos, mediante una serie de experiencias que puede ser adaptadas dependiendo de la intención en la implementación final del sistema.
- **El diseño algorítmico:** comprende la creación de datos sintéticos mediante el uso de procesos estocásticos o una serie de reglas para la creación de los mismos.

La unión de ambos métodos de diseño genera el conjunto de datos híbridos. Dicho conjunto se considera como los ejemplos que dan forma al espacio conceptual que se utiliza para el proceso de aprendizaje automático.

El pre-procesamiento de datos involucra el proceso de percepción y curaduría, donde las propuestas de la máquina son evaluadas por un clasificador de computo natural: el humano.

El aprendizaje automático (*Machine Learning*, por su nombre en inglés) es la rama de la Inteligencia Artificial que tiene como objetivo desarrollar técnicas que permitan a las computadoras aprender por sí mismas. De forma más concreta, se trata de crear algoritmos capaces de generalizar comportamientos y reconocer patrones a partir de una información suministrada en forma de ejemplos: “Es, por lo tanto, un proceso de inducción del conocimiento, es decir, un método que permite obtener por generalización un enunciado general a partir de enunciados que describen casos particulares” (Sancho Caparrini, 2017).

Pedro Domingos clasifica “las tribus” del aprendizaje automático de la siguiente manera:

Tribu	Problema	Solución
Simbolistas	Composición del conocimiento	Deducción inversa
Conexionistas	Asignación de créditos	Propagación hacia atrás
Evolucionistas	Descubrimiento estructural	Programación genética
Bayesianos	Incertidumbre	Inferencia probabilística
Analogías	Similaridad	Máquinas de kernel

Tabla 2 Clasificación de las tribus sobre el aprendizaje automático, de acuerdo a Pedro Domingos.

En principio el modelo propuesto puede adaptarse a cualquiera de estas tribus para la exploración de la hibridación bajo cada uno de dichos paradigmas de pensamiento.

La intención del uso del aprendizaje automático en los sistemas computacionales híbridos es la creación de procesos recursivos para la producción de nuevos datos por parte de la máquina y el análisis mediante la percepción del humano, donde el dominio epistémico es expandido mediante la exploración de la propuesta de salida de la máquina con la intención de generar nuevos datos para el espacio conceptual. El uso del aprendizaje automático tiene una meta concreta, la cual es la expansión del dominio epistémico para la construcción de nuevos ejemplos en el conjunto de datos híbridos y la transformación del espacio conceptual.

El modelo anterior puede ser resumido de la siguiente manera (Figura 18):

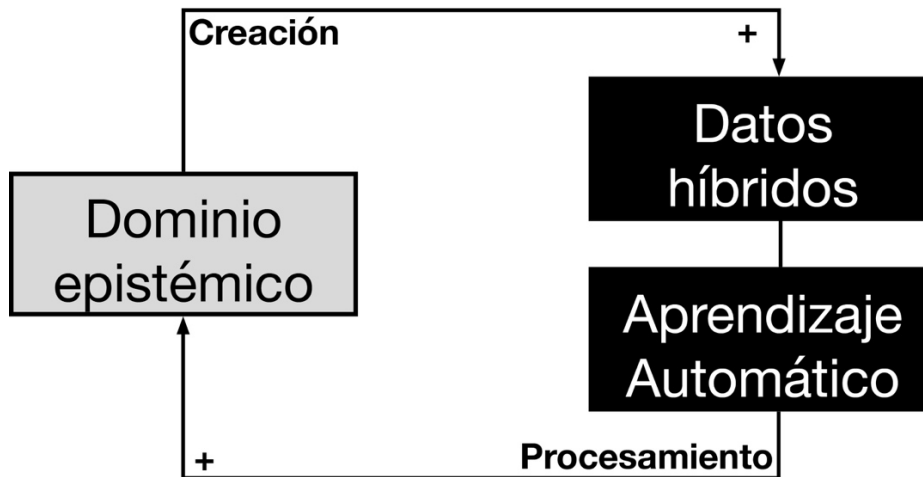


Figura 18 Arquitectura resumida de sistemas computacionales híbridos para la creación.

El proceso recursivo implica la constante expansión del dominio epistémico y el conjunto de datos híbridos, lo que expone de manera intrínseca la transformación del espacio conceptual.

Los sistemas computacionales híbridos son entonces una propuesta recursiva computacional, en la que la simbiosis ocurre cuando consideramos al ser humano un organismo capaz de realizar computación, en donde el tiempo de computación puede ser interrumpido para valorar mediante la percepción la inclusión de nuevos datos al espacio conceptual. Al final los humanos son los que encuentran la semántica en la salida de las máquinas.

4.4. Inteligencia colectiva en sistemas computacionales híbridos

El atributo “inteligencia” ha sido estudiado en distintas disciplinas, para el presente trabajo, exploramos la “inteligencia colectiva” desde el contexto del aprendizaje colaborativo asistido por computadora (mediante un sistema computacional híbrido).

Extender el sistema propuesto al terreno de la colectividad es el paso natural (sobre todo, de acuerdo a la época en la que vivimos), ya que comprender cómo los entornos asistidos por computadora pueden aumentar la cognición humana y el aprendizaje a nivel de grupo, es crucial para identificar las necesidades primarias en el diseño y desarrollo de nuevos procesos para la creación.

Los sistemas computacionales híbridos pueden ser adaptados para la creación individual o colectiva: expuesto de manera sencilla, es individual cuando la creación de los datos híbridos se da solamente por un creador; es colectiva cuando más de un creador se involucra en el proceso de creación de datos híbridos. El factor escala ha quedado fuera del presente trabajo, pero puede ser abordado de acuerdo a las posibilidades de generalización de los algoritmos seleccionados en la parte de aprendizaje automático.

4.4.1. Computación y cognición distribuida

Una manera de evaluar y mejorar el diseño del sistema computacional híbrido es comprenderlo mediante la teoría de cognición distribuida. La cognición distribuida son los procesos cognitivos que son repartidos entre los miembros de un grupo social (Mansour, 2009) (se sugiere la posibilidad de que en el caso individual, el grupo social pueda estar conformado por el humano y la máquina solamente). Al

plantear los sistemas computacionales híbridos bajo mecanismos recursivos, la propagación de la información forma estados representacionales, refiriéndose a la transformación del espacio conceptual durante la realización de una actividad de grupo (creación y procesamiento de datos híbridos), Hutchins y Klausen (Hutchins & Klausen, Distributed cognition in an airline cockpit, 1996) enfatizaron la importancia de las características distributivas de la información, ya que son esenciales para mantener entendimientos intersubjetivos y significados compartidos (los significados compartidos surgen a partir de la interacción humano-máquina en cada uno de los miembros del grupo):

La comprensión intersubjetiva surge cuando el conocimiento de los individuos se comparte durante una actividad de grupo para formar un recurso compartido para sus negociaciones distribuidas, interacciones y el desarrollo de significados compartidos. El enfoque de la cognición distribuida toma el sistema entero como una unidad de análisis en lugar de estudiar los componentes del sistema de manera aislada (Hutchins, Distributed cognition , 2000).

En el presente modelo, la comprensión intersubjetiva se da en dos momentos principales: en la salida, que es cuando el aprendizaje automático muestra un conjunto de datos nuevo propuesto a partir de los datos híbridos y en la representación de datos, después de que los creadores analizan la salida para extender el conjunto de datos híbridos.

4.4.2. Espacio conceptual colaborativo

La arquitectura del sistema computacional híbrido para la creación, se extiende al terreno de la colaboración mediante la definición del espacio conceptual colaborativo, el cual se construye mediante la cognición distribuida en cada uno

de los creadores involucrados con el proceso creativo (Figura 19), de esta manera se genera una colección de datos híbridos colaborativos al cuál se le aplica el procesamiento y aprendizaje de la máquina, con la misma finalidad: la extensión de cada dominio epistémico que provoque la expansión general del espacio conceptual colaborativo.

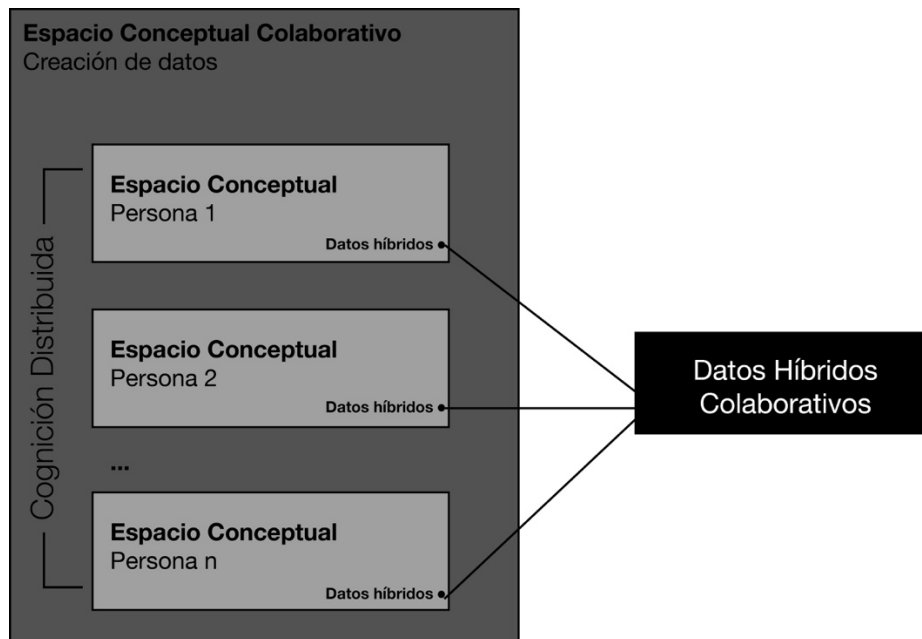


Figura 19 Descripción del espacio conceptual colaborativo.

Capítulo 5

CLUSTER.

El paraíso esfumado



5. CLUSTER. El paraíso esfumado

“Nuestra mente es altamente inestable, producto de una realidad fabricada”.
— **RACK**



Figura 20 CLUSTER. El paraíso esfumado (Promocional)¹⁸

¹⁸ <https://vimeo.com/148624492> (Video promocional).

5.1. Introducción

A continuación se detalla el proceso de creación para la obra *CLUSTER. El paraíso esfumado*,¹⁹ y se muestran los desarrollos de tecnológica a nivel conceptual y técnico utilizados en la creación de la misma. CLUSTER es una pieza que nace del interés por explorar la estética y la expresividad computacional en un contexto escénico-multimedia transdisciplinario, en donde tanto la coreografía como el diseño sonoro y de iluminación parten no sólo del imaginario de los creadores, sino del uso de la máquina como provocadora de nuevas posibilidades. De este modo, CLUSTER es la implementación práctica del modelo de sistema computacional híbrido presentado en el capítulo anterior.

CLUSTER no se realizó con la intención de buscar nuevas estéticas visuales para las artes escénico-multimedia (aunque un resultado innato del uso de nuevos métodos de creación ofrezca resultados fuera de los marcos convencionales). Se realizó con la intención principal de explorar el trabajo colaborativo asistido mediante un sistema computacional híbrido, utilizado como regulador y asistente en la toma de decisiones colectivas para el diseño lumínico-sonoro de la obra.

Los elementos con los que se desarrolla esta pieza son los siguientes:

- **1 Espacio de luz:** el cual está conformado por ocho lámparas LED controladas por DMX, cada una con ocho focos independientes, 1 control de velocidad y 1 control de motor (Figura 21); esto nos da un total de ochenta parámetros, los cuales son manipulados mediante los procesos computacionales que se muestran a continuación.

¹⁹ En adelante, nos referiremos al nombre de la obra "*Clúster. El paraíso esfumado*" como CLUSTER, excepto en la nota curatorial.

- **2 Performers:** habitantes de los espacios lumínico-sonoros y por quienes se desarrolla la narrativa corporal e improvisación de la obra.
- **1 Espacio sonoro:** directamente influenciado por el espacio de luz de manera reactiva (interactiva por medio de intervención humana).

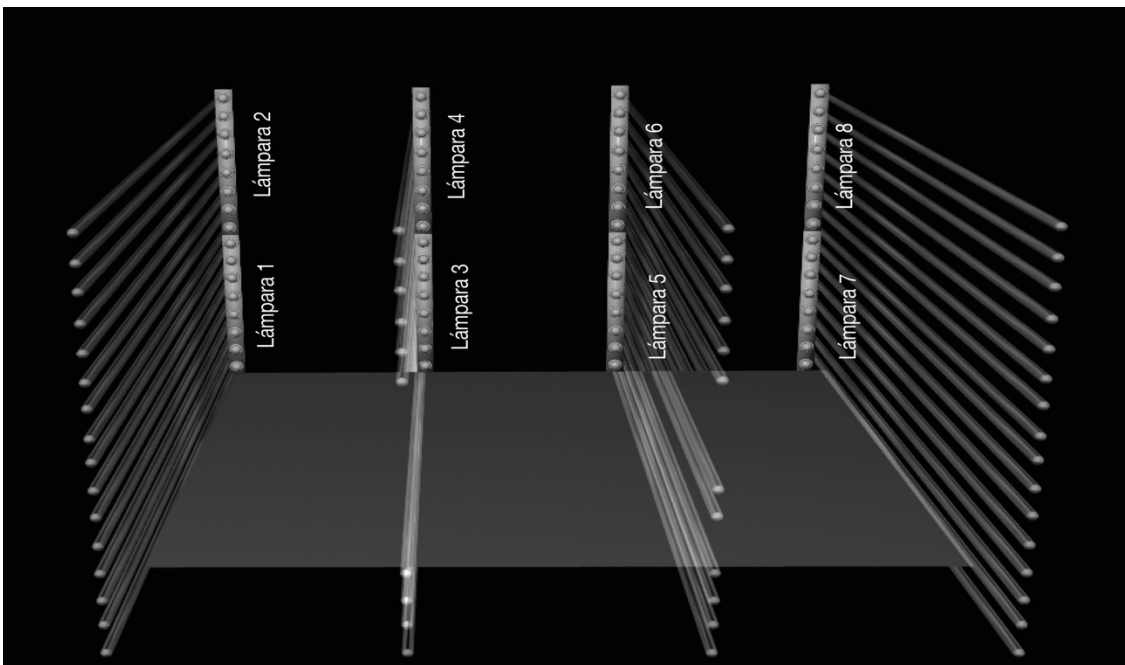


Figura 21 Escenario “CLUSTER. El Paraíso esfumado” en su versión para creación de datos de manera virtual.

5.2. Nota curatorial

La siguiente nota curatorial se utilizó en las presentaciones realizadas hasta el presente año (2018):

CLUSTER. El paraíso esfumado es una pieza transdisciplinaria que vincula danza contemporánea, diseño computacional e instalación escénica, para explorar nuestra relación con los espacios efímeros y la capacidad de habitarlos,

experimentándolos desde la incertidumbre que estos provocan, alterando la memoria corporal y nuestra forma de almacenar y construir recuerdos. En esta pieza, dichos espacios son generados mediante sistemas computacionales híbridos, que transforman arquitecturas lumínico-sonoras para ofrecer diferentes posibilidades de acción, permitiendo al espectador-usuario (Cabezas H, 2014) decidir cómo coexistir dentro de este territorio y sus límites.

5.3. Descripción de las herramientas computacionales en CLUSTER

Para la creación de los espacios lumínico-sonoros en CLUSTER y la implementación del sistema computacional híbrido, se hacen uso de las siguientes tecnologías y herramientas: aprendizaje profundo, aprendizaje semi-supervisado y no-supervisado y lógica difusa (en específico agrupamientos difusos), estas herramientas fueron seleccionadas y adaptadas de acuerdo al modelo presentado en el capítulo anterior. A continuación se describen cada una de ellas y en los apartados subsecuentes se detalla el uso de cada una para la creación de la obra.

5.3.1. Aprendizaje profundo

El aprendizaje profundo (*Deep Learning*) es un sub-campo del aprendizaje automático, cuyos algoritmos están inspirados en la estructura y funcionamiento del cerebro humano, bajo el modelo de las llamadas redes neuronales artificiales (Brownlee, 2016). Este paradigma está enfocado a la solución de problemas:

...permite que las computadoras aprendan de la experiencia y comprendan el mundo en términos de una jerarquía de conceptos, cada uno de los cuales se

define a través de su relación con conceptos más simples. Al reunir el conocimiento de la experiencia, este enfoque evita la necesidad de que los operadores humanos especifiquen formalmente todo el conocimiento que la computadora necesita (Goodfellow, Bengio, & Courville, Deep learning, 2016).

Las redes de aprendizaje profundo se distinguen de las redes neuronales de una sola capa oculta por su “profundidad”; es decir, el número de capas y nodos a través de las cuales pasan los datos en un proceso de reconocimiento de patrones puede ser considerablemente elevado (Gibson & Patterson, 2017). En resumen, el aprendizaje profundo se refiere a redes neuronales artificiales con múltiples capas ocultas que pueden aprender representaciones cada vez más abstractas de los datos de entrada (Figura 22).

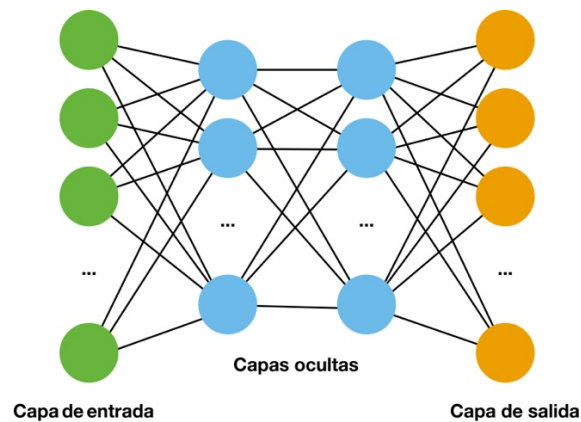


Figura 22 Arquitectura convencional del aprendizaje profundo.

En general el principal beneficio del desarrollo de técnicas y nuevas arquitecturas de aprendizaje profundo se ha visto en áreas de visión por computadora, salud o biología sintética, pero el arte y el diseño también se han beneficiado de estos avances, puesto que existen laboratorios de investigación totalmente dedicados a explorar —en específico— el aprendizaje profundo con fines creativos o, en su

defecto, cómo utilizar la investigación artística para encontrar nuevas aplicaciones para estas técnicas de computación en la sociedad actual. Tal es el caso de *Artists and Machine Intelligence (AMI)* (Figura 23), laboratorio de la empresa Google:

AMI es un programa de Google que reúne a artistas e ingenieros para realizar proyectos utilizando Inteligencia de Máquina. Al apoyar esta forma emergente de colaboración artística abrimos nuestra investigación a nuevas formas de pensar y trabajar con sistemas inteligentes (Google, 2016).

En AMI se exploran temas como: transferencia de estilo, modelos generativos para la creación audiovisual, poesía digital generativa, narrativas para cine expandido, entre otros, con un fuerte énfasis en torno a la filosofía de la inteligencia artificial y la tecnología en general, dentro de los entramados de la ética, la sociedad y la cultura (Google, 2016). AMI es de cierto modo, una manera de rescatar la creación y posturas en torno a las nuevas tecnologías que el E.A.T realizaba ya desde los 60.



Figura 23 Laboratorio Artists and Machine Intelligence (AMI) de la empresa Google

El resultado más controversial (en torno al uso técnico de la inteligencia de máquina para la creación artística) de la investigación del laboratorio se conoce como *Deep Dream*, en el que se realiza el “proceso inverso” al aprendizaje automático, donde una red neuronal entrenada para identificar distintas clases de animales, “alucina” sobre una matriz de píxeles, los distintos niveles de abstracción a los que pertenece cada sub-sección de la matriz (Figura 24). *Deep Dream* se convirtió en una exposición abierta al público con nombre homónimo en el 2016, lo que le dio una nueva categoría en el mundo del arte a los trabajos

realizados mediante máquinas automáticas y aprendizaje profundo, ya que ahora han sido aceptados y expuestos en galerías de alto renombre a nivel mundial.



Figura 24 Resultado del programa "Deep Dream".

Del mismo modo, grandes empresas que son actuales líderes del crecimiento tecnológico como Microsoft, Facebook, Amazon o Nintendo, también cuentan con laboratorios similares, enfocados en la exploración del aprendizaje profundo como técnica para la creación.

La libertad creativa de la que gozan estos lugares, es la que ha permitido colocar el aprendizaje profundo en una posición conceptual distinta a la habitual; ahí, las aplicaciones giran alrededor de la expresión humana y la manera en que estas logran conectar con el espectador-usuario; los proyectos cuentan con cierto grado de sensibilidad creativa, donde la optimización y la algorítmica no es lo único relevante a estudiar y mejorar, sino también la expresividad, el flujo de

trabajo humano-máquina y los entornos donde estos sistemas computacionales pueden ayudar a construir mejores opciones de vida.

Para CLUSTER en particular, se utiliza una arquitectura reciente conocida como *Redes Adversarias Generativas* (GAN's, por sus siglas en inglés), la cual se describe a continuación.

5.3.2. Redes Adversarias Generativas

El concepto *Redes Adversarias Generativas*²⁰ (en adelante GAN's, por sus siglas en inglés) se introdujo por primera vez en (Goodfellow, et al., 2014). De manera sencilla podemos decir que las GAN's pueden aprender a generar datos con la misma estructura interna que los datos de entrada (por ejemplo, uno de sus usos más comunes es la generación de imágenes (Figura 25)).

²⁰ *Generative Adversarial Networks.*



Figura 25 Izquierda: imágenes reales del conjunto de datos (ImageNet). Derecha: Imágenes generadas a partir de una GAN. Tomado de (OpenAI, 2016).

Las GAN's tienen dos partes: un generador y un discriminador. El generador intenta producir datos que provienen de alguna distribución de probabilidad, mientras que el discriminador decide si la entrada proviene del generador o de un "impostor" (Figura 26). El proceso de entrenamiento se realiza de la siguiente manera: el generador trata de maximizar la probabilidad de hacer que el discriminador confunda sus entradas como reales, y el discriminador guía al generador para producir imágenes más realistas.

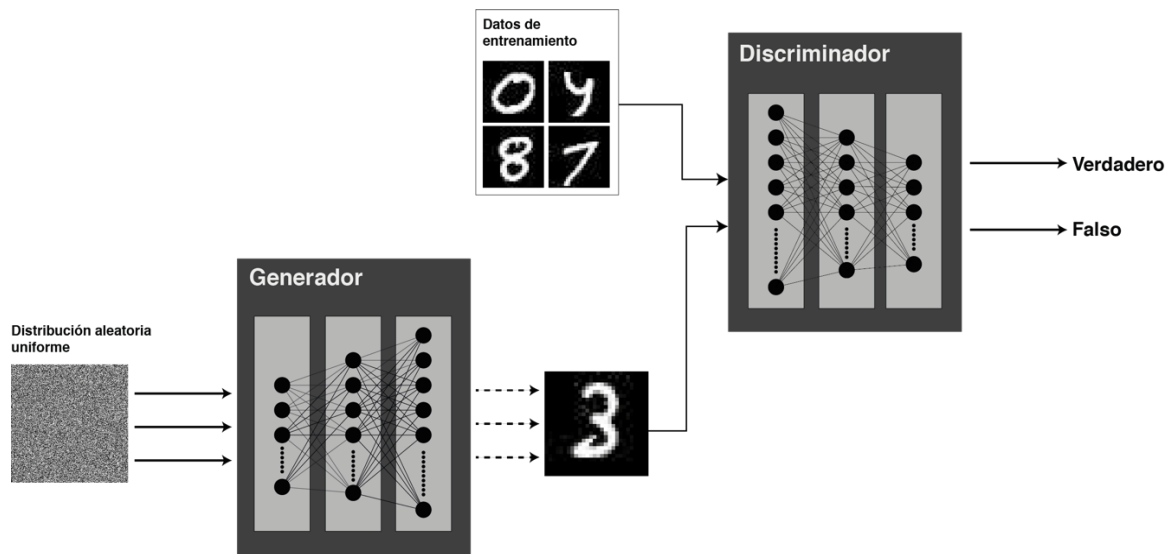


Figura 26 Arquitectura general de una GAN

Por su afinidad con el proceso creativo las GAN's han sido utilizadas en diferentes proyectos con fines artísticos o de diseño. Entre ellos, unos de los laboratorios que dedica más esfuerzos a este tipo de investigación es el *Art and Artificial Intelligence Laboratory* en la Universidad de Rutgers:

El Laboratorio de Arte e Inteligencia Artificial de Rutgers está llevando a cabo investigaciones sobre la intersección entre las dos disciplinas. Nuestro objetivo es ir más allá de la visión por computadora y la inteligencia artificial investigando las tareas perceptivas y cognitivas relacionadas con la creatividad humana. Estamos enfocados en el desarrollo de inteligencia artificial y algoritmos de visión artificial en el campo del arte (Rutgers).

Como podemos ver en su descripción, el laboratorio está concentrado en la investigación de la visión por computadora (sin olvidar claro está, la exploración del factor humano en sus métodos), esta manera poco convencional de investigar la visión por computadora le ha hecho merecedor de grande logros como el que se muestra a continuación. El laboratorio de Rutgers en colaboración con investigadores de la empresa Facebook, proponen un sistema generador de arte llamado *CAN (Creative Adversarial Network o Red Adversaria Creativa)* (Elgammal, Liu, Elhoseiny, & Mazzone, 2017) la propuesta de las *CAN's* es el planteamiento de la creatividad (bajo una perspectiva computacional) como un proceso evolutivo en el entrenamiento de las redes neuronales artificiales que va de construir máquinas emuladoras a máquinas creativas, un ejemplo de los resultados puede verse en la Figura 27.

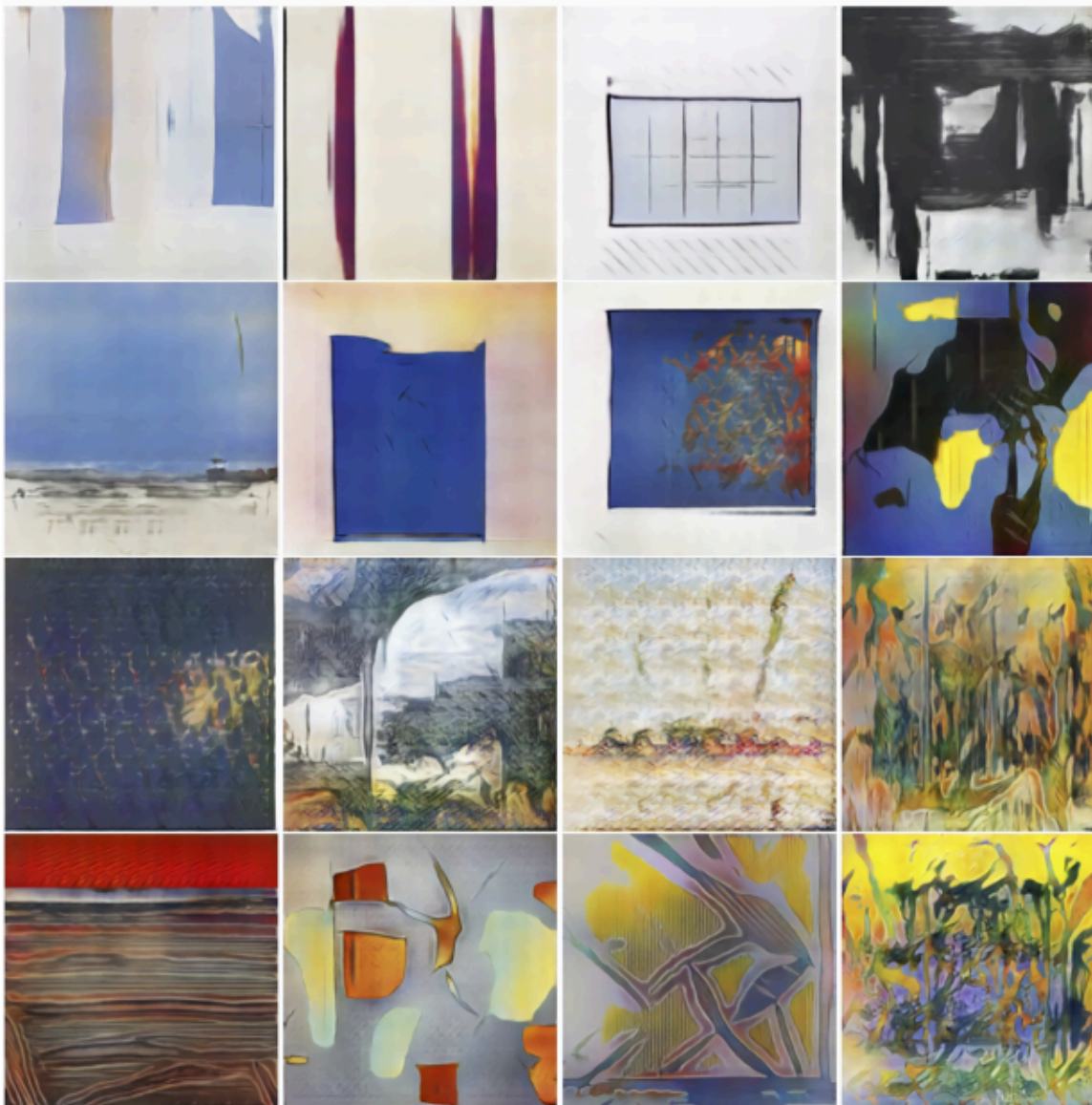


Figura 27 Ejemplos de imágenes generadas por CAN's. Tomado de (Elgammal, Liu, Elhoseiny, & Mazzone, 2017)

El uso de las GAN's para el diseño de sistemas computacionales, puede ser el detonante para el cambio de paradigma hacia los roles de las máquinas en procesos creativos. El proyecto anterior, aunque sus resultados son verdaderamente impresionantes, mantiene el paradigma convencional de

investigación: la máquina como entidad autónoma de creación, lo que de alguna manera no fomenta el avance del ser humano como un creador más completo o expandido.

Un uso distinto de las GAN's para la creación lo encontramos en el proyecto *Generative Visual Manipulation of the Natural Image Manifold* de la Universidad de Berkeley (Zhu, Krähenbühl, Shechtman, & Efros, 2016). Aquí, la aplicación recibe un gesto por parte del usuario, luego, la red neuronal artificial analiza el gesto y genera imaginarios visuales a partir de dos parámetros principales: color y forma de los gestos abstractos (Figura 28), el flujo de trabajo en esta aplicación permite pensar en la máquina como un sistema de creación aumentada (un sistema híbrido) donde los alcances creativos se ven extendidos por la multiplicidad de miradas paralelas que la máquina puede realizar a un conjunto de datos; conceptualmente, esta manera de trabajo va más allá de la convencional representación digital del Objeto y nos sitúa en una aproximación distinta al diseño y creación asistido por computadora, poniendo a la máquina en un rol activo dentro del proceso creativo.

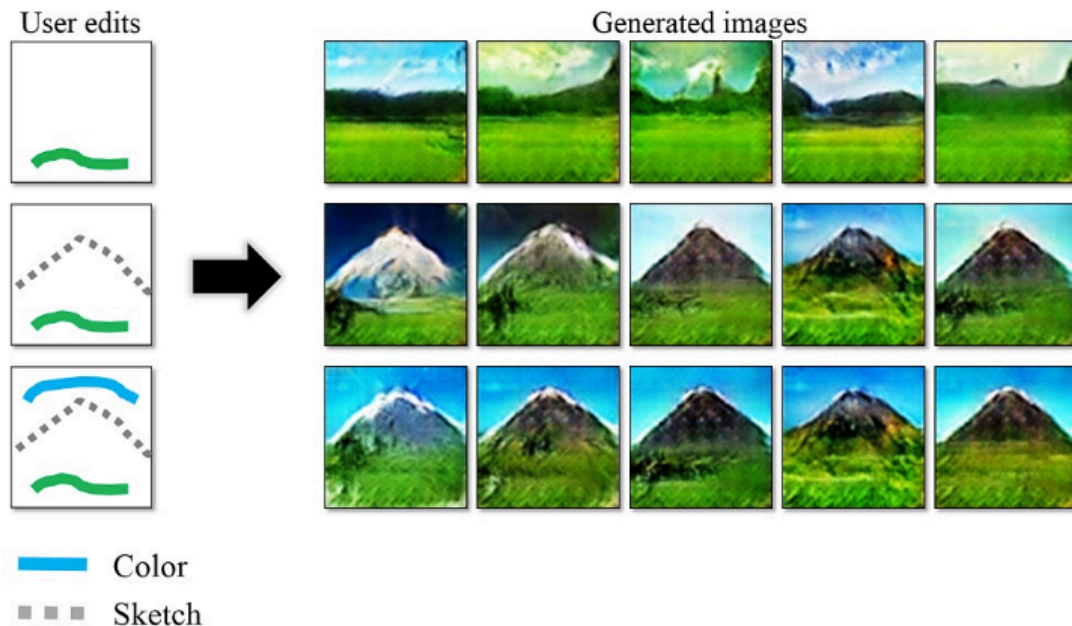


Figura 28 Imágenes generadas mediante “Generative Visual Manipulation of the Natural Image Manifold”. Tomado de (Zhu, Krähenbühl, Shechtman, & Efros, 2016).

De todo lo anterior, surge en el presente proyecto el interés por explorar el uso de las GAN's dentro del sistema computacional híbrido, como herramienta para procurar la transformación del espacio conceptual del equipo de creadores de CLUSTER, en este caso el objetivo principal de la red es entonces encontrar la representación jerárquica de un colectivo y no de un individuo.

5.3.3. Aprendizaje semi-supervisado y no-supervisado (Pre-Procesamiento)

Existen dos grandes aproximaciones al aprendizaje automático: supervisado y no-supervisado. Decimos que es supervisado cuando el usuario proporciona la información en pares deseados de entrada y salida (es decir, el programador coloca de forma manual una etiqueta de clasificación en cada ejemplo de la base de datos), con ello el algoritmo aprende a producir la salida deseada a partir de

los ejemplos de entrada (Murphy, 2012). Resolver tareas como clasificación y regresión (en todas sus variables) es el uso más frecuente del aprendizaje supervisado (por ejemplo, reconocer dígitos del código postal escritos a mano, reconocer especies de animales o plantas, etc.).

El aprendizaje no-supervisado no contiene en la base de datos etiquetas de clasificación, el algoritmo sólo ve los datos de entrada para crear nuevas representaciones de los mismos (Murphy, 2012). Entre los usos más comunes tenemos: reducción de dimensionalidad y agrupamiento. Esto se hace para preparar los datos de manera que puedan ser utilizados con otros algoritmos de aprendizaje automático, o bien para tener un acercamiento más sencillo para los humanos a las estructuras internas de los datos, en materia de comprensión, percepción y visualización de la información.

El aprendizaje semi-supervisado es un punto medio entre el aprendizaje supervisado y no-supervisado. Usualmente se trabaja un pseudo-etiquetado con el que se entrena un clasificador, los datos no etiquetados pasan luego por el clasificador para obtener una etiqueta y de este modo tener un conjunto completo de datos etiquetados. En CLUSTER el proceso semi-supervisado (el cual toma el papel del pre-procesamiento de datos) se realiza de manera manual solamente sobre los datos producidos mediante diseño algorítmico, experimentando —de manera presencial o simulada— con dicho corpus para decidir una etiqueta (utilizar o no utilizar un ejemplo), los datos son entonces evaluados en términos de su función estética dentro de CLUSTER, podríamos decir que este proceso cumple la suerte de la limpieza y aumentación de datos.

Los procesos semi-supervisados han producido buenos resultados (sobre todo en la creación de bases de datos experimentales) para minimizar la incertidumbre; sin embargo, tal y como lo exponen LeCun, Bengio y Hinton “Esperamos que el aprendizaje no-supervisado sea mucho más importante a largo plazo. El aprendizaje humano y animal, en gran medida no está supervisado: descubrimos la estructura del mundo observándola, no diciéndonos el nombre de cada objeto” (LeCun, Bengio, & Hinton, 2015).

5.3.4. Lógica difusa

La Lógica Difusa es una lógica multivaluada que permite representar matemáticamente la incertidumbre y la vaguedad, proporcionando herramientas formales para su tratamiento. Como indica Zadeh, “Cuando aumenta la complejidad, los enunciados precisos pierden su significado y los enunciados útiles pierden precisión, que puede resumirse como que ‘los árboles no te dejan ver el bosque’” (Zadeh, 1973).

Para CLUSTER, utilizamos el algoritmo *Fuzzy C-means* (FCM) (Bora & Gupta, 2014) el cual es una técnica de agrupación de datos en la que cada ejemplo pertenece a un grupo distinto hasta cierto punto, que es especificado por un grado de membresía. De esta manera todos los ejemplos pertenecen al mismo tiempo a todas las categorías. Esta técnica fue introducida originalmente por Jim Bezdek en 1981 como una mejora de los métodos de agrupación anteriores como *K-means* (Bezdek, 1981).

Visto desde la poética y conceptualización del Objeto y como parte de la semántica de los procesos algorítmicos, el grado de membresía permite generar

desarrollos narrativos progresivos y navegar la incertidumbre para construir significados abstractos de espacio, movimiento, iluminación y sonido para la obra.

5.4. Implementación de sistema computacional híbrido para creación colectiva

La implementación del sistema comprende dos fases principales: creación (espacio conceptual) y procesamiento (espacio representacional) de los datos (Figura 29). Ambas partes son utilizadas para el tratamiento mediante las herramientas tecno-conceptuales mencionadas anteriormente, y enfocadas en alcanzar la estética deseada para la obra. Como se muestra en la figura, dicha arquitectura es una adaptación de la generalidad descrita en el capítulo tres.

La realización de la presente obra, busca la exploración de la creación de manera colectiva a partir de la transformación del espacio conceptual, lo cual —de manera práctica— se logra mediante la experimentación con la salida del sistema computacional híbrido y la continua evolución del conjunto de datos híbridos, mejor llamado “conjunto de datos híbridos colaborativos o espacio conceptual colaborativo”, en este caso.

Particularmente en CLUSTER, el espacio conceptual colaborativo contiene ejemplos de dos tipos:

1. Creados a partir de las sensaciones y afecciones que provocan los elementos lumínicos y sonoros en el movimiento (Diseño por experiencia).
2. Creados a partir de procesos estocásticos (Diseño algorítmico).

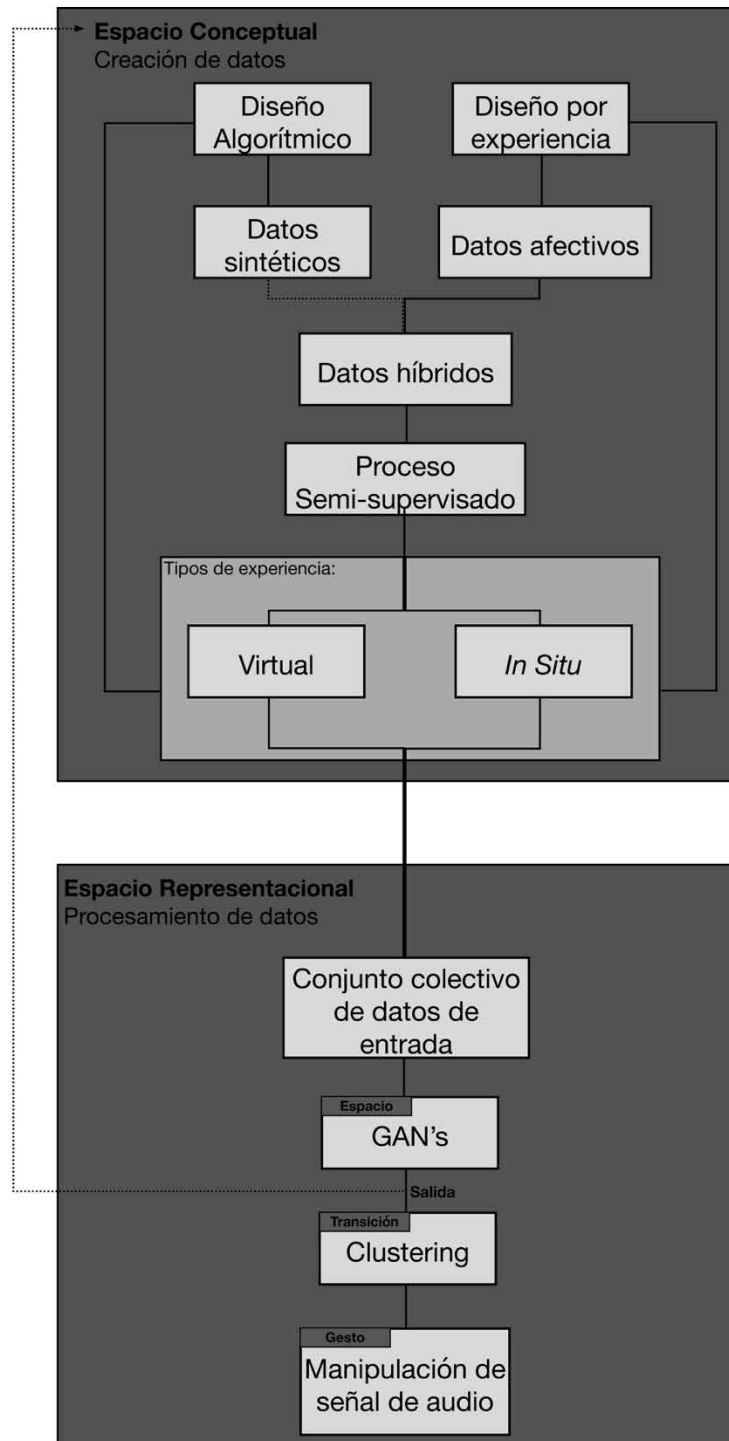


Figura 29 Arquitectura de implementación para sistema computacional híbrido. Creación y procesamiento de datos híbridos en CLUSTER.

El apartado que sigue a continuación, describe las herramientas teco-estéticas utilizadas para la creación del espacio conceptual en CLUSTER, se deja a la consideración del lector el realizar en este punto su lectura o avanzar al apartado 5.4.2 donde continua la descripción para la creación de los espacios.

5.4.1. Herramientas computacionales para creación de contenido

Por lo anterior, el entorno computacional de CLUSTER, comprende herramientas para creación y ejecución del trabajo en cuestión (en un entorno real y virtual, como veremos posteriormente). Todas las herramientas están desarrolladas con una arquitectura cliente/servidor lo que permite la interconexión y el paso de información entre cada una. Entre las herramientas de creación se encuentran: 1) simulador de espacio lumínico-sonoro 2) gestor de creación manual y 3) gestor de aumentación de datos.

El simulador del espacio lumínico-sonoro fue desarrollado en *TouchDesigner* y es operado desde los lenguajes de programación *SuperCollider* y *Python*. Permite la visualización previa de los comportamientos lumínico-sonoros (Figura 30), de manera que optimiza el tiempo de ensayo y preparación de la obra. El simulador se utiliza también para analizar (como experiencia virtual) los resultados de todo el sistema computacional teco-estético.

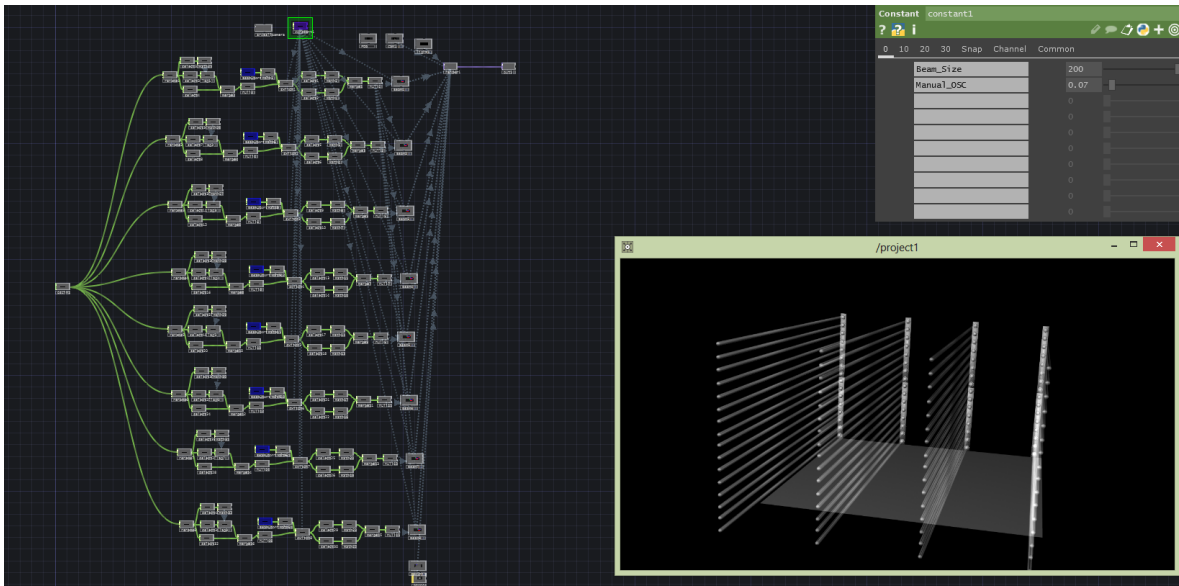


Figura 30 Simulador de espacio lumínico-sonoro realizado en TouchDesigner.

El gestor de creación manual permite operar el simulador o el espacio real para la creación de datos, controlando cada uno de los parámetros de manera independiente (Figura 31), y la posición de los controles emula la posición de las lámparas en el espacio; el gestor además permite salvar los datos creados.



Figura 31 GUI para gestor de creación manual de datos.

El gestor para aumentación de datos, permite leer una colección de datos producida por diseño algorítmico, para determinar por elección manual, si el diseño pertenecerá o no al conjunto colectivo de datos híbridos (Figura 32). El gestor de aumentación de datos, permite revisar un archivo y salvar una etiqueta binaria a manera de clasificación, para determinar la pertenencia al conjunto colectivo de datos híbridos.

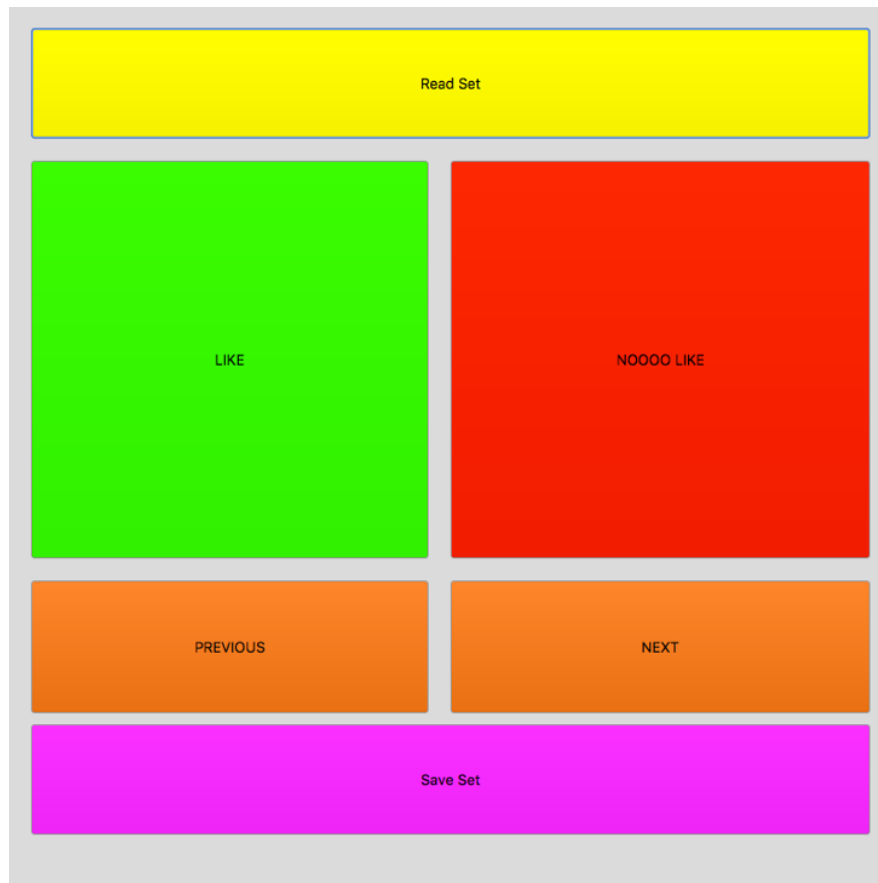


Figura 32 GUI para gestor de aumentación de datos

Las herramientas de ejecución derivan de las herramientas de creación, el diseño modular y el esquema cliente-servidor de cada pieza de *software*, permite que una misma aplicación sea utilizada para el simulador virtual y para el control de la iluminación real mediante la implementación de un *Broadcast*²¹ OSC (Figura 33).

²¹ Los clientes OSC pueden conectarse al servidor enviando un mensaje “conectar” o “desconectar”, luego los mensajes entrantes en el servidor se transmitirán a todos los clientes conectados. En el capítulo # se describe el proyecto *LightOSCollider* el cuál es la base para el funcionamiento de toda la implementación lumínico-sonora en CLUSTER.

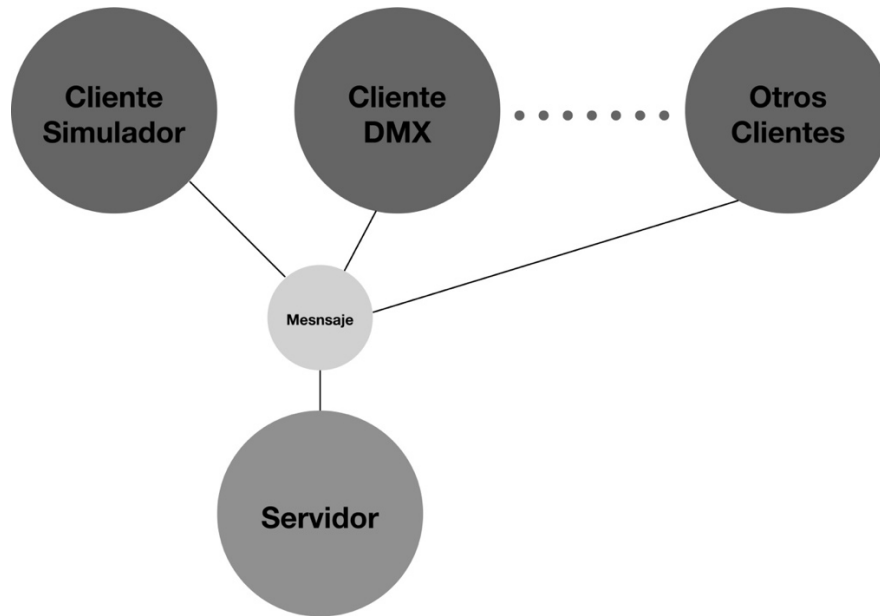


Figura 33 Configuración OSC Broadcast

El diseño algorítmico se realiza en el lenguaje de programación *SuperCollider* (Morales Manzanares, 2011) con énfasis en dos generadores principales: *Pbrown* y *Ppoisson*, los cuales determinan el comportamiento de los ochenta parámetros, el resultado se exporta como una colección de datos que pueden ser explorados con las herramientas que se mostraron anteriormente.

5.4.2. Creación y procesamiento de datos híbridos

Como se ha mencionado anteriormente, el flujo de trabajo para la creación del espacio conceptual y datos híbridos en CLUSTER se realiza mediante dos métodos:

1. Diseño algorítmico: comprende la creación de datos sintéticos mediante el uso de procesos estocásticos (Funciones *Pbrown* y *Ppoisson* en el lenguaje de programación *SuperCollider*).

2. Diseño por experiencia: comprende la creación de datos afectivos y se realiza (en el caso de CLUSTER) a través de dos tipos de experiencia:
 - a. Virtual: mediante el uso de un simulador del espacio lumínico-sonoro.
 - b. In-situ: mediante la experimentación con el espacio lumínico-sonoro de forma real.

El proceso de creación de datos y el análisis semi-supervisado se realiza por dos personas diferentes²² (así como la recursividad para la expansión del dominio epistémico): la primera enfocada a la parte técnica y lumínico-sonora de la pieza y la segunda enfocada a la coreografía, el movimiento y su relación con los espacios lumínico-sonoros; puesto que el flujo de trabajo está enfocado en explorar y potenciar la creación colectiva por medio del uso de la máquina, los datos creados son acumulados en una sola colección, para después aplicar un proceso de limpieza donde se remueven los duplicados (en caso de que existan) y se dejan solo ejemplos clasificados como pertenecientes al conjunto de datos híbridos colaborativos final.

Se muestra en la Figura 34 el conjunto de datos híbridos colaborativos híbridos en proceso de creación; es posible percibir en el agrupamiento la relación que existe en la creación por los seres humanos y las propuestas realizadas por la máquina. Esta hibridación en el proceso creativo es lo que permite de manera inmediata una primera transformación del espacio conceptual en el presente trabajo.

²² Aunque en CLUSTER el proceso de creación de datos se realiza solamente por dos personas, el flujo de trabajo es escalable a equipos con mayor número de integrantes.

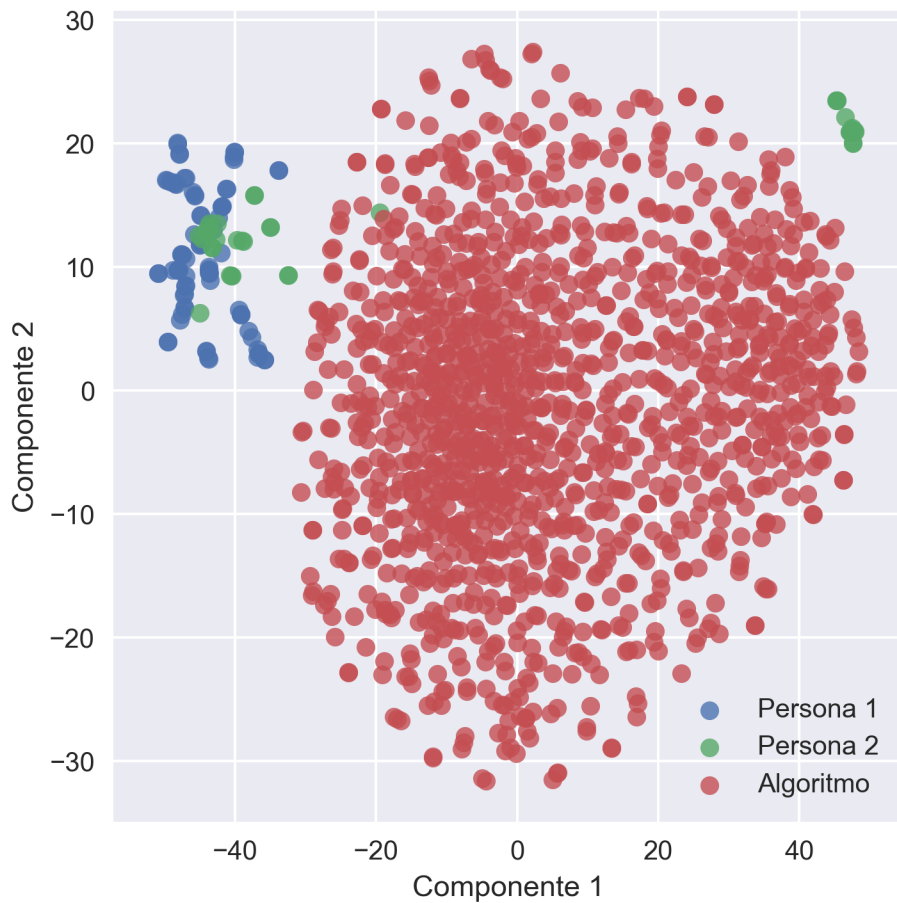


Figura 34 Conjunto de datos híbridos colaborativos en proceso de creación. Reducción de dimensionalidad realizada con *t-SNE*.

5.4.3. Redes Adversarias Generativas para la creación colectiva

La implementación de la *GAN* utilizada en CLUSTER se realizó con la librería *Keras* como interfaz simplificada de *Tensorflow* y, la arquitectura general fue tomada de (Mao, Li, Xie, Lau, Wang, & Smolley, 2017) con las llamadas *Redes Adversarias Generativas de Mínimos Cuadrados (LSGAN's)*.

Las GAN's regulares plantean la hipótesis del discriminador como un clasificador con la función de pérdida *sigmoide con entropía cruzada*, la diferencia con las *Redes Adversarias Generativas de Mínimos Cuadrados*, radica en el uso de la función de *mínimos cuadrados* como función de pérdida en el discriminador. Este cambio en la arquitectura trae dos beneficios en específico: 1) las *LSGAN's* generan imágenes de mejor calidad y 2) tienen un desempeño más estable durante el proceso de aprendizaje (Mao, Li, Xie, Lau, Wang, & Smolley, 2017).

La arquitectura final de la *LSGAN* en CLUSTER se muestra a continuación:

a)

```

=====
dense_53 (Dense)      (None, 256)      25856
leaky_re_lu_38 (LeakyReLU) (None, 256)      0
batch_normalization_22 (Batch Normalization) (None, 256)      1024
dense_54 (Dense)      (None, 512)      131584
leaky_re_lu_39 (LeakyReLU) (None, 512)      0
batch_normalization_23 (Batch Normalization) (None, 512)      2048
dense_55 (Dense)      (None, 1024)     525312
leaky_re_lu_40 (LeakyReLU) (None, 1024)     0
batch_normalization_24 (Batch Normalization) (None, 1024)     4096
dense_56 (Dense)      (None, 80)       82000
reshape_8 (Reshape)   (None, 20, 4, 1) 0
=====
Total params: 771,920
Trainable params: 768,336
Non-trainable params: 3,584

```

b)

```

=====
) (None, 80)      0
(None, 512)      41472
leakyReLU (None, 512)      0
(None, 256)      131328
leakyReLU (None, 256)      0
(None, 1)        257
=====
357
173,057
ms: 0

```

Figura 35 Arquitectura del modelo de red neuronal (LSGAN) utilizado en CLUSTER: a) Arquitectura del generador b) Arquitectura del discriminador

El proceso de aprendizaje implica un pre-procesamiento de datos para adecuarlos al formato de entrada de la *LSGAN*. Como vimos anteriormente, el diseño lumínico-sonoro implica la manipulación de ochenta parámetros, los cuales se ordenan en una matriz de 20x4 para conservar una analogía en torno al uso de la imagen para el procesamiento de datos (Figura 36); del mismo modo, esto permite utilizar las diferentes investigaciones realizadas con el conjunto de datos *MNIST* (*Modified National Institute of Standards and Technology database*),

para la configuración y ajuste de los hiperparámetros de la red neuronal artificial. MNIST es una base de datos de dígitos escritos a mano representados en una matriz de 28x28, y aunque varía el tamaño para los datos utilizados en CLUSTER, la arquitectura generaliza de manera adecuada para ser utilizada en la creación y expansión del espacio conceptual colectivo.

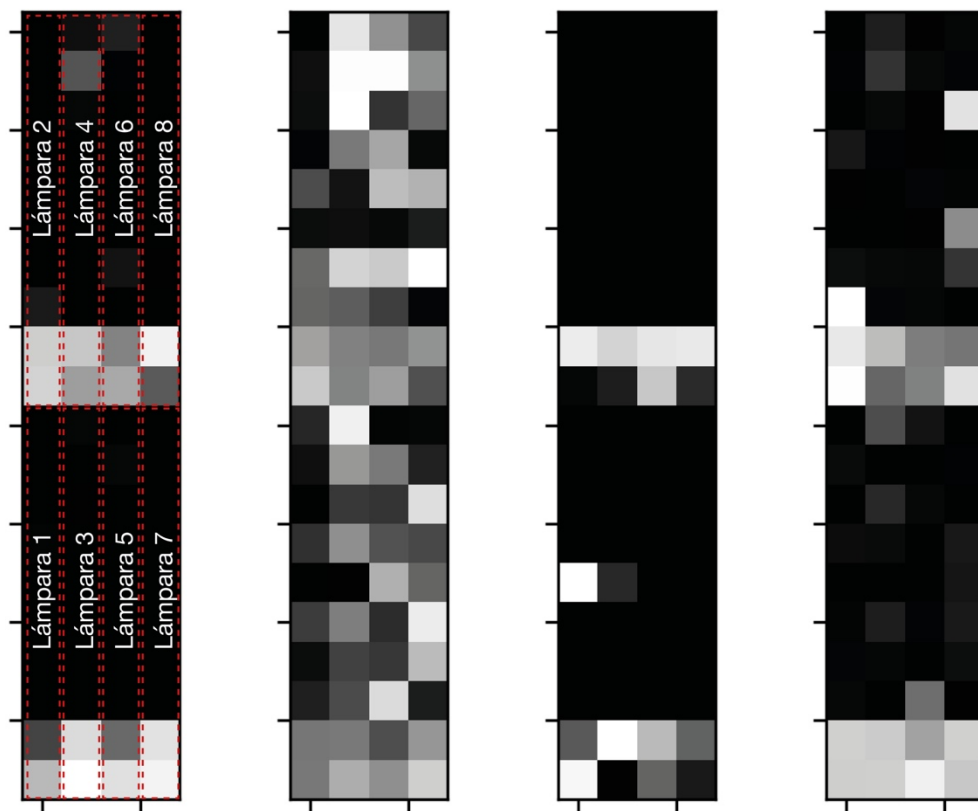


Figura 36 Formato de datos de entrada y salida de la red neuronal

Con un conjunto de datos híbridos colaborativos de entre 2,500 y 5,000 ejemplos, la red se entrena con 30,000 *epochs* mediante²³ el algoritmo de optimización Adam (Kingma & Ba, 2014), con una tasa de aprendizaje del 0.0002 y beta1 de 0.5 con lo que se obtiene una precisión aproximada del 99.7%.

La Figura 37 muestra como el espacio conceptual colectivo creado por medio de la GAN, generaliza y expande el espacio inicial, y además transforma de manera general la topografía el espacio conceptual colectivo.

²³ Un *epoch* es cuando un conjunto de datos entero es recorrido hacia adelante y hacia atrás a través de las red neuronal sólo una vez.

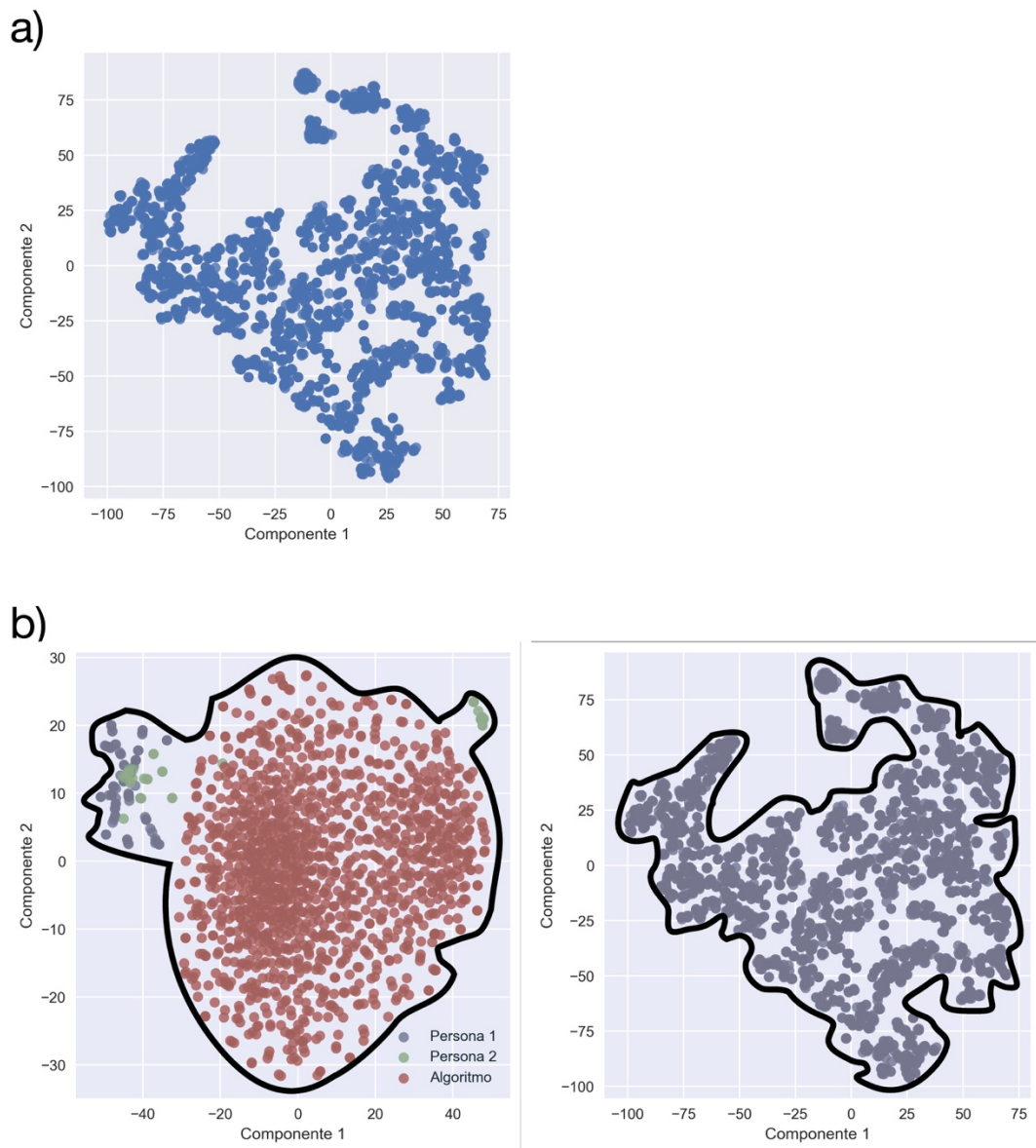


Figura 37 a) Espacio conceptual generado mediante GAN's. Reducción de dimensionalidad realizada con *t-SNE*. b) Transformación topográfica del espacio conceptual.

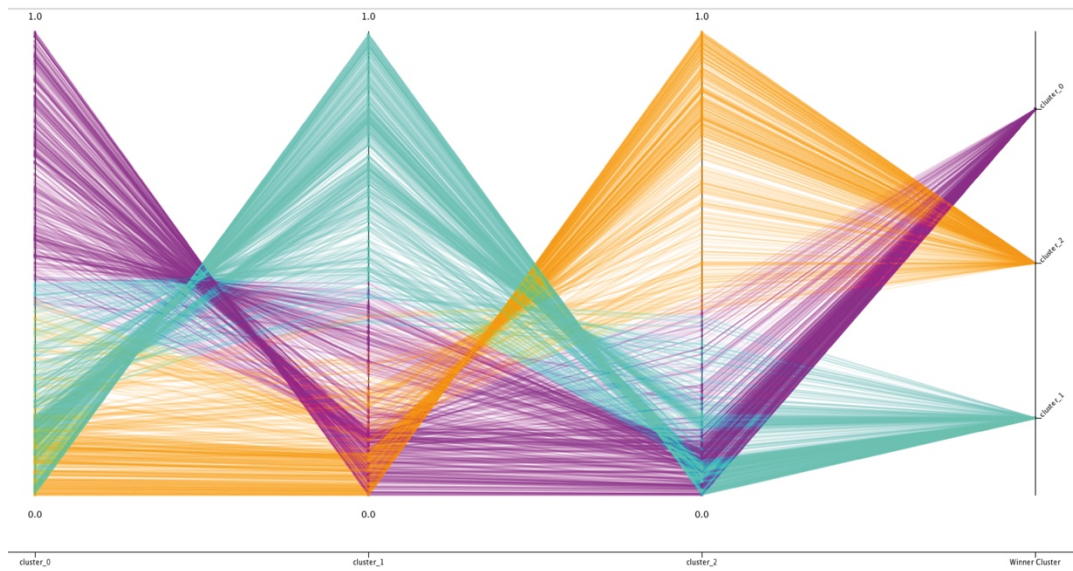
La red neuronal artificial alucina los espacios que definen los límites donde ocurre la obra, generando una relación directa entre la alucinación del espacio y la transformación del espacio conceptual. Una de las grandes diferencias sobre el

uso de *GAN's* —y por lo que decimos que “alucinan”— es que los datos de salida para la transformación del espacio conceptual, no son una subsección de los datos existentes, sino nuevos datos generados a partir de la abstracción de los datos de entrada. Por lo tanto, la profundidad de la red no está solo en sus capas ocultas, sino también en la semántica de la salida a consideración del ser humano.

5.4.4. Clústering difuso para la creación de narrativas

El espacio conceptual colectivo final generado con la *GAN*, es luego analizado mediante el algoritmo de clústering difuso: *Fuzzy C-means*, en el cual dependiendo de las etapas de transición requeridas por la intención narrativa, es el número de clústers que se selecciona como parámetro para el algoritmo (Figura 38).

a)



b)

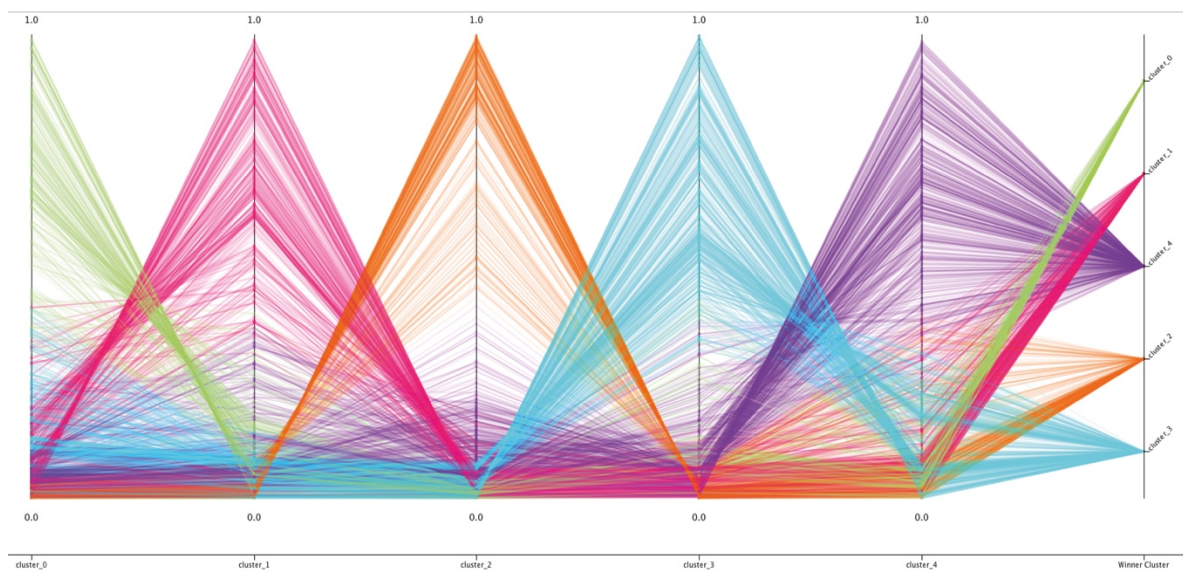


Figura 38 Espacio conceptual colectivo generado mediante GAN's. y analizado por medio de clústering difuso: Fuzzy C-means. a) 3 clústers y b) 5 clústers.

La siguiente figura muestra el espacio conceptual colectivo graficando solamente el clúster al que el ejemplo tiene mayor grado de membresía (Figura 39).



Figura 39 Espacio conceptual colectivo en el que se muestra el clúster con mayor grado de membresía, los datos utilizados son los mismos que en la Figura 37.

Para construir las transiciones se selecciona un ejemplo inicial, luego se seleccionan N ejemplos que minimicen el grado de membresía al clúster, a partir del segundo clúster se busca maximizar el grado de membresía hasta llegar al tercer clúster y maximizar por completo el grado de membresía (Figura 40). Este mismo proceso se aplica para cualquier número de clústers.

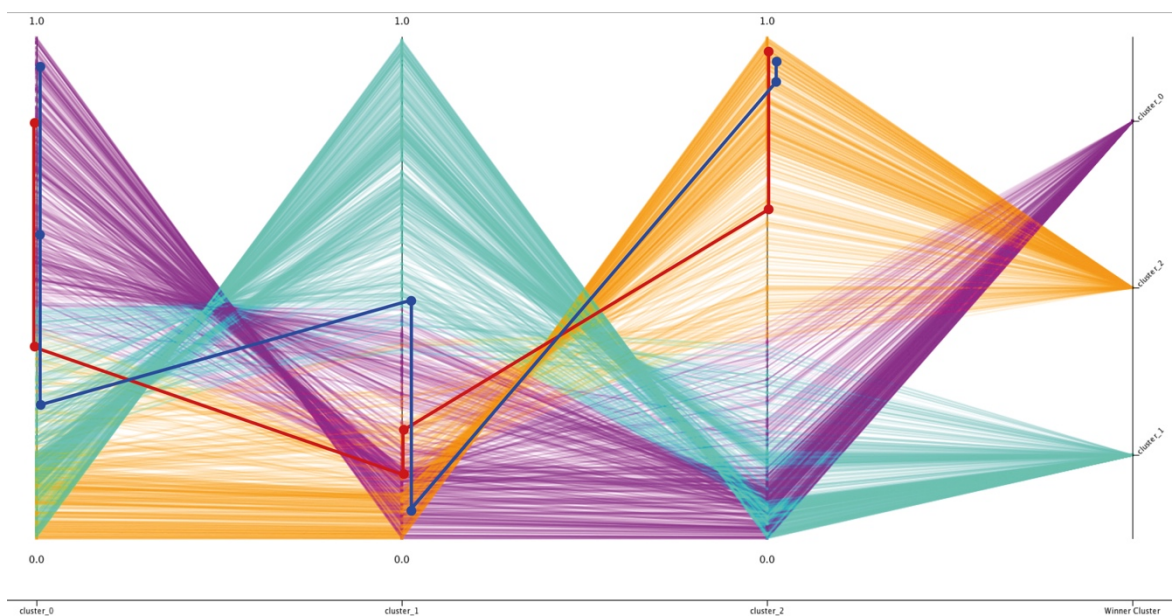


Figura 40 Las líneas azul y roja muestran posibles caminos transitorios para la generación de narrativas lumínico-sonoras.

5.4.5. Gestualidad mediante procesamiento de señal

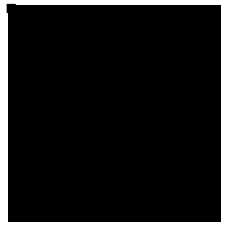
Al obtener las secuencias de transición, se utiliza la librería LightOSCollider²⁴ que determina el comportamiento gestual para las mismas. Para CLUSTER se adaptó la librería de modo que pudiera funcionar con el escenario de iluminación propio del trabajo. El gesto está ensamblado con un reactivo sonoro con timbres texturizados y percutidos que sincronizan y refuerzan la idea de narrativa lumínico-sonora.

²⁴ El funcionamiento de LightOSCollider se detalla en el capítulo 6.

La alucinación digital permite extender las fronteras para la creación colectiva del Objeto, muestra y expande la comunicación de un grupo de trabajo y unifica los criterios de creación para el espacio lumínico-sonoro en el caso de CLUSTER. El sistema se evalúa de manera empírica, el objetivo es maximizar la organicidad del movimiento corporal junto a los espacios lumínico-sonoros con especial interés en las partes de improvisación en la obra, de modo, que la métrica está basada en la percepción de los *performers*. El trabajo se realizó con distintos elencos, con los cuales se realizó una prueba empírica de percepción entre los datos contruidos de forma manual y los contruidos mediante la alucinación digital, aquellos ejemplos que habían pasado por las distintas etapas de transformación del espacio conceptual eran mejor comprendidos y utilizados por los *performers* durante la realización de la obra.

El flujo de trabajo mostrado en el presente capítulo, constituye la implementación de un sistema computacional híbrido para creación colectiva. El trabajo en equipo es una de las grandes necesidades del presente siglo y uno de las motivaciones detrás de esta investigación. Nos enfrentamos a un crecimiento sin precedentes de generación y acceso a datos (sin considerar disciplinas específicas), pero necesitamos nuevas maneras de abordar su análisis, comprensión y uso para generar alternativas que transformen el pensamiento común, además de vincular distintas herramientas computacionales y tecno-estéticas para crear un panorama que nos permita acercarnos más al material de creación: los números y nuestra imaginación.

Capítulo 6



Diseño y desarrollo de software para la creación audiovisual y transmedia

6. Diseño y desarrollo de *software* para la creación audiovisual y transmedia

“El software es una herramienta para la mente.”
— *Reas, Williams, LUST*

6.1. Introducción

El *software* ha poblado nuestra vida cotidiana, por ello, lo más relevante para el desarrollo computacional de hoy debe ser la intencionalidad (en el sentido fenomenológico del concepto) en lo referente al diseño de posibilidades y alcances que le otorgamos a la máquina,²⁵ y de este modo poner la tecnología al servicio del desarrollo humano y no la humanidad al servicio del desarrollo tecnológico.

La metáfora, como herramienta de diseño, ha permitido la creación de interfaces de usuario, gráficas que hacen que las tareas informáticas abstractas sean familiares, concretas y fáciles de comprender, ya que a través de ellas —en cierta manera— trasladamos el conocimiento ya existente a “nuevas tareas” (por ejemplo, la experiencia con documentos en papel al procesamiento electrónico de textos) (Chun Kyong Hui, 2011); George Lakoff y Mark Johnson describen la metáfora como: "La esencia de la metáfora es entender y experimentar una cosa

²⁵ Se realizó un estudio informal en el que participaron 6 personas, 3 mujeres y 3 hombres. En el período de 1 mes debían llevar un conteo sobre cuántas veces un comercio, local o cualquier otro lugar que utilice un sistema computacional para su control (hoy en día la mayoría), les decían lo siguiente al atender alguna de sus solicitudes: “El sistema no me lo permite” o algo similar. El resultado es que una persona en promedio escucha esa frase 14 veces en el periodo de 1 mes.

en términos de otra" (Lakoff & Johnson, 1980), sin embargo, este paradigma de diseño ha limitado el desarrollo de las posibilidades intrínsecas de los medios digitales y el aprovechamiento de las mismas para la creación de contenidos creativos transmedia. Por lo mismo se introduce en el presente capítulo un modelo de diseño de *software* que busca potenciar la creación, a través del manejo de información digital en las diferentes plataformas comerciales y de código libre.

Continuar la investigación en torno a nuestra manera actual de hacer *software* establece un camino con criterios mejor alineados a los sistemas computacionales híbridos, la creación audiovisual y transmedia comprende una parte de cómo abordar nuevas maneras de relacionarnos y trabajar de manera colectiva; de igual manera, nuevos paradigmas de programación (por ejemplo, la programación reactiva), están abriendo camino para comprender y adaptar los nuevos modelos de computación presentados anteriormente como parte utilitaria de nuestra sociedad y cultura.

6.2. Modelo de diseño de *software* para creación audiovisual y transmedia

Podemos reconciliar por un momento a los grandes filósofos Bertrand Russell y Alexius Meinong, para construir a partir de sus visiones una postura para el diseño y desarrollo de *software* enfocado a la creación audiovisual y transmedia.

Entre las tantas posturas filosóficas que existen alrededor de la "intencionalidad", encontramos en Russell una distinción de considerable utilidad para diseñar una

aproximación distinta a la manera de hacer *software*. Russell distinguió dos formas de conocimiento de las cosas (Russell, 1917):

1. Conocimiento directo de las cosas.
2. Conocimiento por descripción.

Considerando esta división, podemos distinguir dos fuentes de intencionalidad para el diseño y desarrollo de *software* para la creación audiovisual y transmedia:

1. Intencionalidad directa.
2. Intencionalidad por descripción.

Lo que sucede es que nuestro acercamiento al *software* es casi en su totalidad por descripción, la inmaterialidad del objeto no permite —en primera instancia— un acercamiento directo, lo que muchas veces nos hace olvidar que el usuario final es una persona (atendiendo a su definición en el sentido filosófico de la palabra).

Cuando se logra la transición de la descripción al conocimiento directo (la experiencia y percepción²⁶ propia como usuario), se logran identificar con mayor facilidad las propiedades que vuelven útil y eficiente (en el sentido creativo o de diseño) al *software* dentro del contexto social, cultural o creativo para el cual se pretende su uso. Podemos entonces sugerir que la empatía con los usuarios florece de esta intencionalidad directa. Hemos olvidado que al crear un *software*, lo hacemos también para el cuerpo humano, las máquinas (por el momento) no se operan solamente con nuestro cerebro. Para Meinong todo acto tiene un objeto

²⁶ La percepción es la fuente básica de la intencionalidad. Esto significa dos cosas:

- a) La percepción es el canal con el mundo a través del cual muchos de nuestros estados mentales adquieren su contenido intencional en última instancia.
- b) Las fuentes básicas —las más fundamentales, incluidas las más primitivas, del tipo que compartimos con otras especies animales— de la intencionalidad son de naturaleza perceptiva. (Acero, 2004)

trascendental como correlato (Niel, 2015), en nuestra existencia e interacción con el mundo actual, el correlato con más valor es el *software*.

La investigación en nuevos modelos de computación para la creación, conlleva necesariamente el desarrollo de plataformas que faciliten el uso de las máquinas en los distintos procesos creativos (Gero & Maher, 2005). Los siguientes desarrollos se realizaron para potenciar el trabajo transdisciplinario bajo tres características principales y cuya relación con lo anterior se muestra en la Figura 41:

- 1. Transferencia de conocimiento:** el uso potencial de nuevas plataformas tecnológicas implica nuevo aprendizaje; sin embargo, dicha curva de aprendizaje es reducida cuando el conocimiento previo puede ser utilizado de manera inmediata en la nueva plataforma (no nos referimos a la metáfora, sino al conocimiento propio del manejo del medio digital y la información en general).
- 2. Colaboración transmedia:** el *software* tradicional para creación audiovisual es en su mayoría un sistema cerrado. La extensión nativa de la plataforma computacionales creativas mediante OSC, permite agilizar e incrementar la relación audiovisual en trabajos colectivos desde el pensamiento único del compositor o diseñador audiovisual.
- 3. Interconexión multiplataforma:** para la creación del organismo transmedia es vital la posibilidad de experimentar de manera inmediata las posibilidades de nuevas plataformas, de este modo un gesto que se diseña a nivel de lenguaje de programación se puede materializar a distintas áreas: imagen, iluminación o interfaces hápticas.

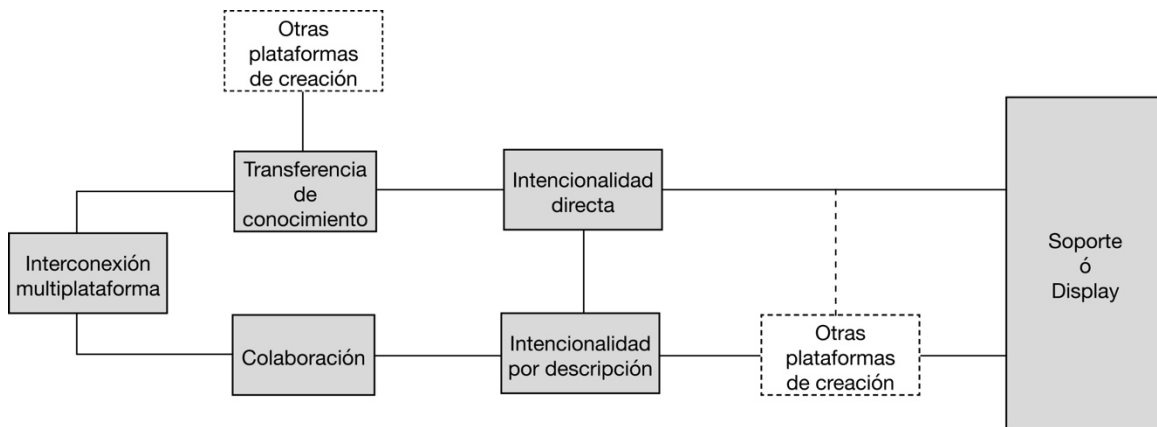


Figura 41 Modelo del diseño para implementación de software en la creación audiovisual y transmedia, con la propuesta de Russell para adquirir conocimiento.

La transferencia de conocimiento es la intencionalidad directa de materializar en nuevas plataformas o soportes el pensamiento creativo que ya ha sido desarrollado por medio de la experiencia previa, tanto en cuestiones técnicas como estéticas. La colaboración siempre comienza por una descripción, donde el papel de la tecnología es darle al creador las herramientas correctas para consolidar conceptualmente la idea conjunta. La interconexión multiplataforma es una característica especial que empuja hacia ambos caminos para generar el bucle que permite esta manera de aproximarnos al desarrollo de *software* para creación audiovisual y transmedia. En su concepción tradicional el desarrollo de *software* (en especial, el *software* experimental y enfocado a la creación artista o el diseño) está enfocado –casi en su totalidad– a la funcionalidad, el presente modelo busca pensar el desarrollo de tecnología a partir de la integración de experiencias cognitivas previas y colaborativas para optimizar y extender las posibilidades de creación con tecnologías.

La discusión trascendental en estas líneas, es la integración de las características antes mencionadas dentro de la filosofía para el diseño y desarrollo de *software*

enfocado a la creación audiovisual y transmedia; por medio de dichas características, el *software* enfocado a la creación adquiere un flujo de trabajo que facilita la experimentación transmedia, aprovechando la digitalización y transcodificación semántica para re-interpretar y otorgar distintos cuerpos al Objeto, de esta forma se nublan las fronteras disciplinares y se abre el panorama para abordar la creatividad desde una mirada más libre y propia de los medios digitales, logrando la creación de estilos y estéticas únicas.

6.3. Bffects.js: el lenguaje de Processing en Adobe After Effects

Como se ha dicho anteriormente, el crecimiento de las posibilidades tecnológicas trae consigo un crecimiento paralelo en la curva de aprendizaje, esto significa que los usuarios tienen que invertir mucho más tiempo en el aprendizaje de una nueva plataforma. La creación de esta librería nació con la intención de contribuir a la formación de nuevas generaciones de creativos digitales que, a través del conocimiento general de programación, puedan adaptarse a diferentes herramientas de *software* y obtener resultados audiovisuales potenciados por las características y capacidades intrínsecas de cada plataforma creativa, para así poder extender los alcances estéticos a través del uso del código y tecnología.

La integración de habilidades creativas a través del *software* hace que la imaginación se materialice. En este contexto, la innovación no se produce en las posibilidades tecnológicas del momento, sino en el establecimiento de un sistema de diseño capaz de aprovechar el conocimiento y la infraestructura que ahora tenemos como sociedad. *JavaScript* es un lenguaje que está presente en muchas partes de nuestro entorno tecnológico, lo que lo hace ideal para ampliar el abanico de usuarios de cualquier plataforma, de esta manera las personas con

experiencia en diferentes ramas de la tecnología pueden aventurarse en el uso de plataformas de *software* para la creación digital, en este caso concreto de animación, vídeo, gráficos y sonido.

6.3.1. Descripción

Baffects.js es una adaptación del lenguaje de programación *Processing* para *Adobe After Effects*. Tomando como inspiración y referencia la librería *Basil.js*²⁷ para *Adobe InDesign*, el núcleo de *Basil.js* fue adaptado para su funcionamiento nativo dentro de *After Effects*; por lo tanto, el mismo algoritmo diseñado para *Processing* o *Basil.js* puede ser fácilmente utilizado dentro de *Baffects.js*.

El uso de *After Effects* y *Baffects.js* presenta ciertas diferencias en comparación con las otras librerías de programación mencionadas anteriormente (*Processing* y *Basil.js* en este caso particular); diferencias que —al considerarse— pueden potenciar a gran escala la experimentación con estética computacional en plataformas que no fueron diseñadas nativamente con dichas posibilidades en

²⁷ Mientras que *Adobe InDesign*, por un lado, ofrece un valioso conjunto de soluciones comunes predefinidas para problemas de diseño y maquetación, un lenguaje de programación, por otro, permite cuestionar el conjunto de métodos disponibles y ampliarlo mediante la creación de nuevas herramientas.

Adobe Creative Suite ofrece un conjunto completo de posibilidades de creación de scripts a nivel de aplicación desde hace muchos años. Queríamos incorporar estas instalaciones en nuestro plan de estudios y ofrecimos un taller de diseño generativo en *InDesign*, con la ayuda de Benedikt Groß a nuestros estudiantes en la primavera de 2012. Durante la preparación del taller, Benedikt advirtió que la implementación actual de JavaScript en *InDesign* es difícil de usar y que debería simplificarse para dirigirse a los diseñadores. Sugirió envolverlo en una biblioteca tipo *Processing*. Todos estuvimos de acuerdo en que esto sería una gran adición a nuestras clases de diseño generativo y empezamos a trabajar en *basil.js*. Nuestro objetivo era crear una librería que llevara los scripts y la automatización a la maquetación y que hiciera posible el diseño computacional y generativo desde *InDesign*. Además, también incluye mejoras en el flujo de trabajo para la importación de datos de diversas fuentes, indexación y gestión de documentos complejos. (Ludwing Zeller, Co-creador de *Basil.js*).

mente. Por ejemplo, la capacidad de trabajar con objetos *JavaScript* como propiedades de animación permite que *After Effects* se extienda a los territorios del diseño procedural, permitiendo que surjan nuevas posibilidades para explorar narrativas con el código como generador de estética audiovisual y del organismo transmedia.

Tradicionalmente *After Effects* ha sido una plataforma utilizada para animación y video o gráficos en movimiento, pero al ser una plataforma 2.5D, sus recursos de iluminación y cámara pueden mejorar diferentes tipos de técnicas de ilustración o gráfica generativa; además, trabajar a través del código nos permite tomar decisiones sin preocuparnos por la resolución o el formato de salida a utilizar (sabiendo que *After Effects* tiene un límite de resolución de 30.000 x 30.000 píxeles).

Baffects.js contiene una colección de funciones similar a la de *Processing*; sin embargo, dicha colección ha sido adaptada de acuerdo con las características nativas de *After Effects*. Esto permite que un usuario con experiencia en *Processing* aproveche los conocimientos previos para realizar su trabajo con *Baffects.js* de manera directa (Figura 42). Esto puede representar ciertas ventajas en los flujos de trabajo convencionales para producción audiovisual que involucran *After Effects* (por ejemplo, el uso de *Adobe Dynamic Link* para la edición en *Adobe Premiere* utilizando estética procedural).

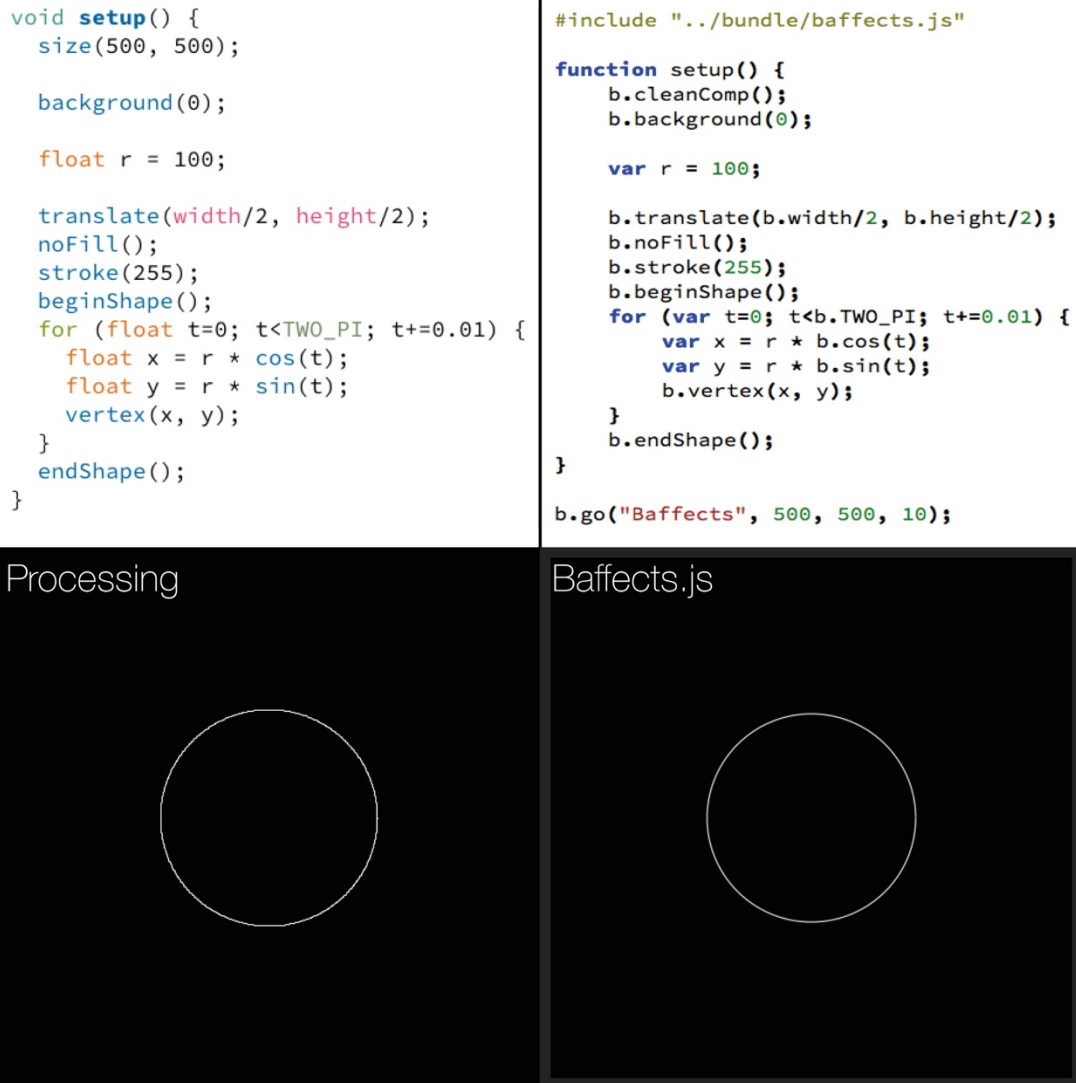


Figura 42 Comparación de código entre Processing y Baffects.js

6.3.2. Scripts y expresiones

La plataforma de After Effects tiene dos formas principales de trabajar con código: scripts y expresiones. Los scripts se describen como

un conjunto de comandos que indican a una aplicación que realice una serie de operaciones. En la mayoría de las aplicaciones de Adobe, puede utilizar secuencias de comandos para automatizar tareas repetitivas, realizar cálculos complejos o incluso utilizar alguna funcionalidad no expuesta directamente a través de la interfaz gráfica de usuario. Por ejemplo, puede configurar After Effects para reordenar las capas de una composición, para buscar y reemplazar el texto fuente en capas de texto o para enviar un mensaje de correo electrónico cuando finalice el procesamiento (Adobe, 2017).

Las expresiones consisten en

una pequeña pieza de software (muy similar al script) que evalúa hasta un único valor para una propiedad de una sola capa en un punto específico en el tiempo. Mientras que los scripts le dicen a la aplicación que realice alguna operación, una expresión indica que una propiedad es algo. Con las expresiones, puede crear relaciones entre las propiedades de las capas y utilizar los fotogramas clave de una propiedad para animar dinámicamente otras capas. Por ejemplo, puede utilizar el icono de espiral para enlazar las propiedades de la trayectoria, de modo que una máscara pueda tomar su trayectoria a partir de un trazo de pincel o de un objeto de capa de forma (Adobe, 2017).

Baffects.js aprovecha la funcionalidad del script para adaptar las posibilidades de la plataforma al pensamiento algorítmico y puede aprovechar el uso de expresiones para construir animaciones de forma procedimental. En lugar de construir relaciones a través de expresiones manualmente, podemos optar por construirlas a través de otras semánticas: datos, algoritmos de simulación, etc. En este caso, la librería se convierte en el intermediario que facilita la construcción procesal de las expresiones, logrando adaptar y probar diferentes tipos de contenidos en una misma idea narrativa.

Algunas consideraciones importantes para trabajar con *Baffects.js* son las siguientes:

1. Las funciones de dibujo y creación de formas regresan un objeto JavaScript con las propiedades que se pueden animar en dicha capa.
2. La asignación de efectos a la capa regresan un objeto JavaScript con las propiedades que se pueden animar de dicho efecto.

Por lo tanto, las funciones *setup()* y *draw()* tienen una intención semántica para el diseño de animación un tanto diferente dentro de *Baffects.js*.

La función *setup()* se ejecuta una vez en cada llamada al script, de esta manera permite realizar animaciones colocando keyframes en el tiempo que el usuario lo decida. La función *draw()* se ejecuta una vez para cada uno de los cuadros totales que contienen la composición, por lo que si la duración total de la composición es de 240 cuadros, la función *draw()* se ejecuta un total de 240 veces, por lo que puede realizar animaciones de forma similar a Processing pero utilizando la característica principal de After Effects para animación: *keyframes*. Lo anterior establece las dos formas principales de trabajar con *Baffects.js*; adicionalmente, es posible trabajar en una composición agregando elementos complejos uno por uno y luego recuperarlos para realizar procesos algorítmicos con cada una de las capas creadas (Figura 43).

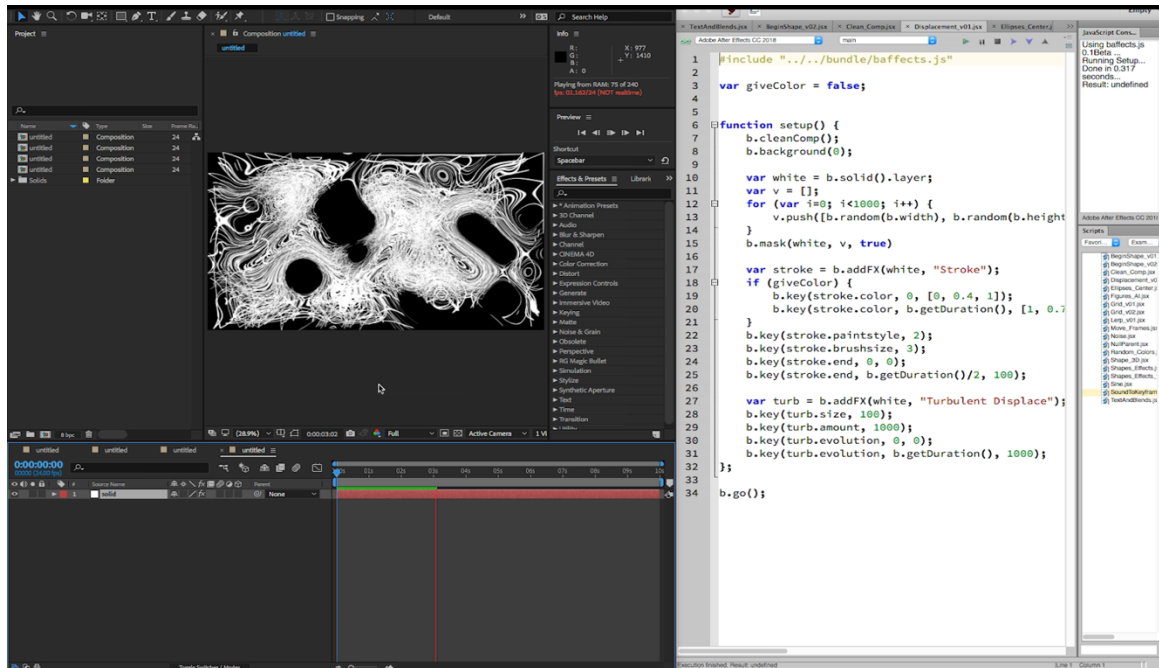


Figura 43 Baffects.js versión 0.1Beta.²⁸

Integrar y condensar el conocimiento es una forma de optimizar el tiempo y materializar la creatividad en diferentes soportes y medios. El uso de la computación en las disciplinas creativas permite realizar procesos complejos de exploración de la narrativa y la estética, el diseño de *software* con la filosofía de transferencia de conocimiento busca establecer un conglomerado de beneficios para la creación audiovisual y transmedia.

6.3.3. Gestualidad procedural

De acuerdo al KANSEI, la gestualidad y la expresividad están estrechamente relacionadas con el movimiento, de modo que la animación audiovisual posee una gestualidad y expresividad que puede ser potenciada mediante el uso de un

²⁸ <https://vimeo.com/274839088>

lenguaje de programación. Nuestra dependencia del gesto es tal, que la manera en que generamos memorias está ligada a la gestualidad, en especial cuando el gesto contiene información no-verbal (Church, Ayman-Nolley, & Mahootian, 2004), de modo que el control de la gestualidad mediante procesos computacionales puede producir, en su totalidad, esquemas de comunicación trascendentales para la producción audiovisual.

La gestualidad procedural es aquella que se construye a partir de un sistema de relaciones complejas, las cuales se simplifican a partir de una abstracción conceptual (de movimiento audiovisual, en este caso) para obtener una menor cantidad de parámetros que faciliten la manipulación por parte del usuario.

La gestualidad procedural por consiguiente, se vuelve una alternativa viable mediante *Baffects.js* (también en el sentido de la optimización del trabajo artesanal de la animación), ya que la recursividad, iteración y la manipulación de objetos *JavaScript* permiten el control de un número significativo de parámetros para su manipulación (Figura 44).

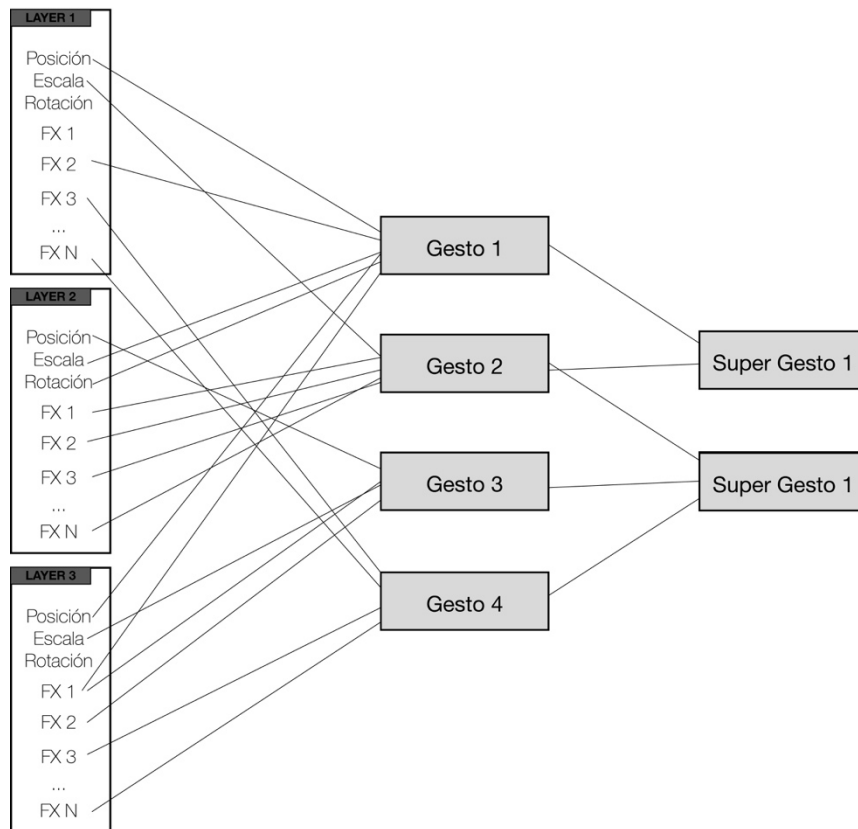


Figura 44 Gestualidad procedural mediante Baffects.js.

Como se puede ver en la figura anterior, el gesto procedural se construye en paralelo, lo que permite la experimentación en tiempo-real con movimientos e interrelaciones audiovisuales con un alto grado de complejidad.

6.4. **Watcher: OSC GUI para Ableton Live**

Watcher es un desarrollo de tecnología para extender la plataforma de creación *Ableton Live*, con la intención de desarrollar herramientas para la creación audiovisual colectiva. *Ableton Live* es una de las plataformas para creación

musical más utilizadas en la industria del espectáculo en vivo, performance e improvisación, la integración del lenguaje de programación *Max* dentro del núcleo de *Ableton Live* permite el desarrollo de herramientas personalizadas, con el principal objetivo de extender los alcances y posibilidades de creación nativos del programa, mediante la integración nativa de *OSC* mediante *Watcher*, se extiende la materialización de la información sonora a nuevas estéticas transmedia, en general cualquier plataforma que integre de algún modo el protocolo *OSC* se transforma en una posibilidad de colaboración.

6.4.1. Descripción

El proyecto *Watcher* consiste en una serie de *plugins* modulares que facilitan el mapeo y acceso a la automatización y datos de cualquier parámetro de control dentro de *Ableton Live* (Incluyendo *VST's*); así también, la identificación de los *clips* de audio que están siendo utilizados y su posición de recorrido sonoro; esto, con el objetivo de agilizar procesos de interconexión y sincronía de aplicaciones mediante el protocolo *OSC*. La inmediatez en la creación de diseño de interacción mediante el uso de *Watcher*, permite una exploración más libre de diferentes estéticas audiovisuales o de manejo y reinterpretación de datos crudos, sin la necesidad de conocimientos de algún lenguaje de programación.

El criterio para el diseño de los *plugins* tiene dos vertientes, que marcan el principal interés para explorar en el diseño de *software* en la creación audiovisual: técnica y estética, de ahí se desprenden tres características principales bajo las cuales se define la funcionalidad y el uso de estas herramientas en el proceso creativo:

1. **Modularidad:** Permite la colaboración transmedia de dos o más artistas en un mismo proyecto mediante la utilización de pequeñas piezas (*plugins*) para la construcción de un gran sistema.
2. **Independencia:** La exploración personalizada de las posibilidades creativas y el flujo de información para la generación de diversos mapeos.
3. **Fácil ensamblaje:** Rápida y correcta integración dentro de un sistema de control general.

Como sabemos, la búsqueda contemporánea para la creación con medios digitales involucra en sus etapas de desarrollo la exploración conjunta de la técnica y la estética; por ello, como muestra la Figura 45, técnica y estética están directamente relacionadas con la modularidad, luego cada una toma su camino: técnica – fácil ensamblaje y estética – independencia.

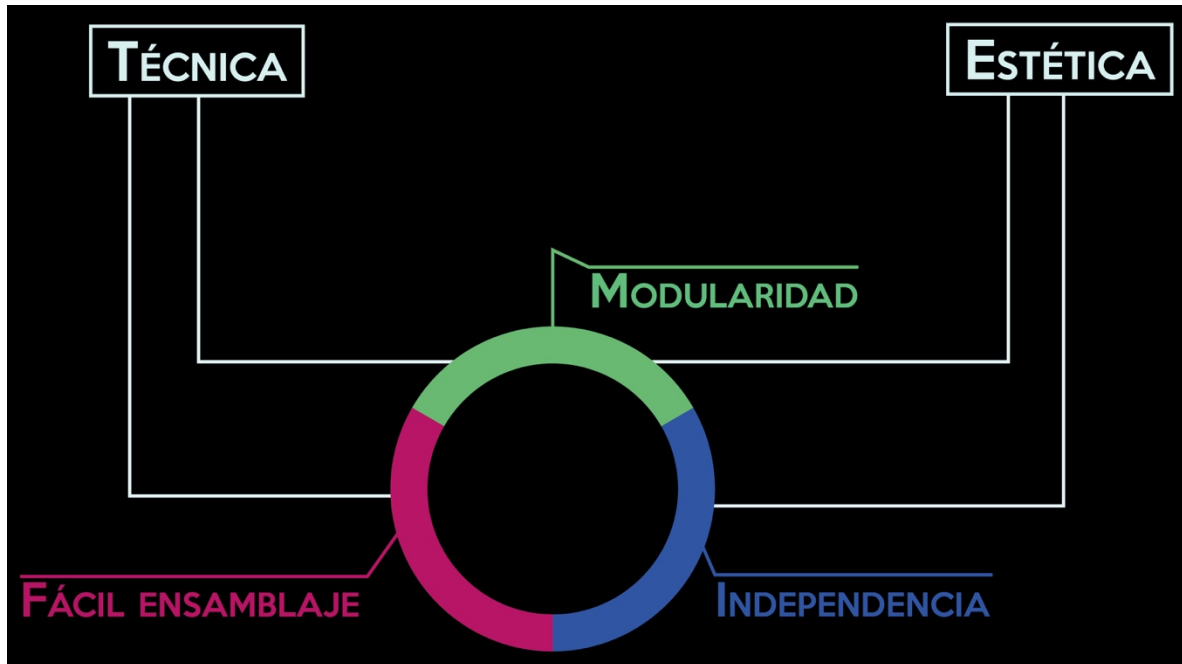


Figura 45 Criterios de diseño de software para Watcher.

En el caso concreto de este proyecto la exploración técnica se relaciona con la capacidad de convertir el *software* de creación musical en un sistema de creación abierto, integrándolo de manera sencilla a distintos sistemas generales de control para espectáculos en vivo. En el caso de la estética, existe claramente la posibilidad de explorar aspectos de sincronía y datos crudos: por ejemplo, de acuerdo al modelo audiovisual propuesto en *La audiovisión: introducción a un análisis conjunto de la imagen y el sonido* por Michel Chion, en especial la disonancia audiovisual y el contrapunto audiovisual.

6.4.2. Plugins

A continuación se detalla la funcionalidad principal de cada uno de los plugins:



Figura 46 Clip
Watcher.

Clip Watcher (Figura 46):

Envía la información correspondiente a los canales y clips dentro del proyecto, permite la selección de dos opciones: Clip Only = [número de canal, número de clip]
Clip Only + Tiempo = [número de canal, número de clip, duración normalizada, duración en segundos]

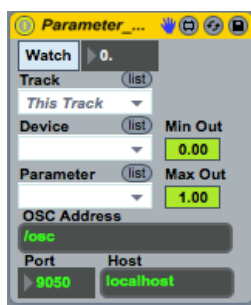


Figura 47
Parameter
Watcher.

Parameter Watcher (Figura 47):

Envía la información de control de cualquier parámetro en un proyecto de Ableton Live, y puede hacer un mapeo de los valores de salida.

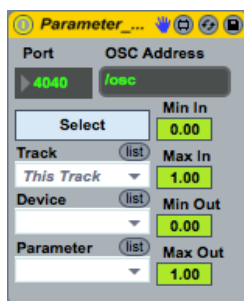
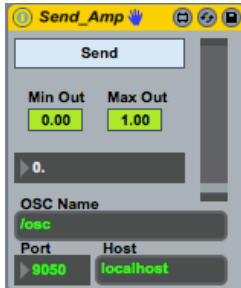


Figura 48
Parameter Watcher
Input.

Parameter Watcher Input (Figura 48):

Permite el control de cualquier parámetro en un proyecto de Ableton Live, además de permitir el mapeo de los valores de entrada y salida.



Send Amplitude (Figura 49):

Envía un análisis de amplitud de cada sonido por canal, y permite el mapeo de los valores de salida.

Figura 49 Send Amplitude.

La versatilidad de Ableton Live en conjunto con Watcher, permite la exploración referente a la materialización de los datos de control sonoro para la creación de un sistema de improvisación audiovisual interactivo (Figura 50). En el caso de *Cluster: el paraíso esfumado*, facilita aspectos de control para sincronía de iluminación y sonido. En ambos casos la posibilidad de trabajar mapeos específicos para cada dato en particular, permite la exploración directa del lenguaje audiovisual sin restricciones en rangos numéricos para el control de la sincronía o diseño interactivo.

La integración como plugins nativos permite que cualquier persona familiarizada con la plataforma Ableton Live pueda hacer uso del proyecto, de este modo surgen de manera orgánica colaboraciones que antes se volvían complicadas por la imposibilidad de migrar la información entre distintas plataformas computacionales.

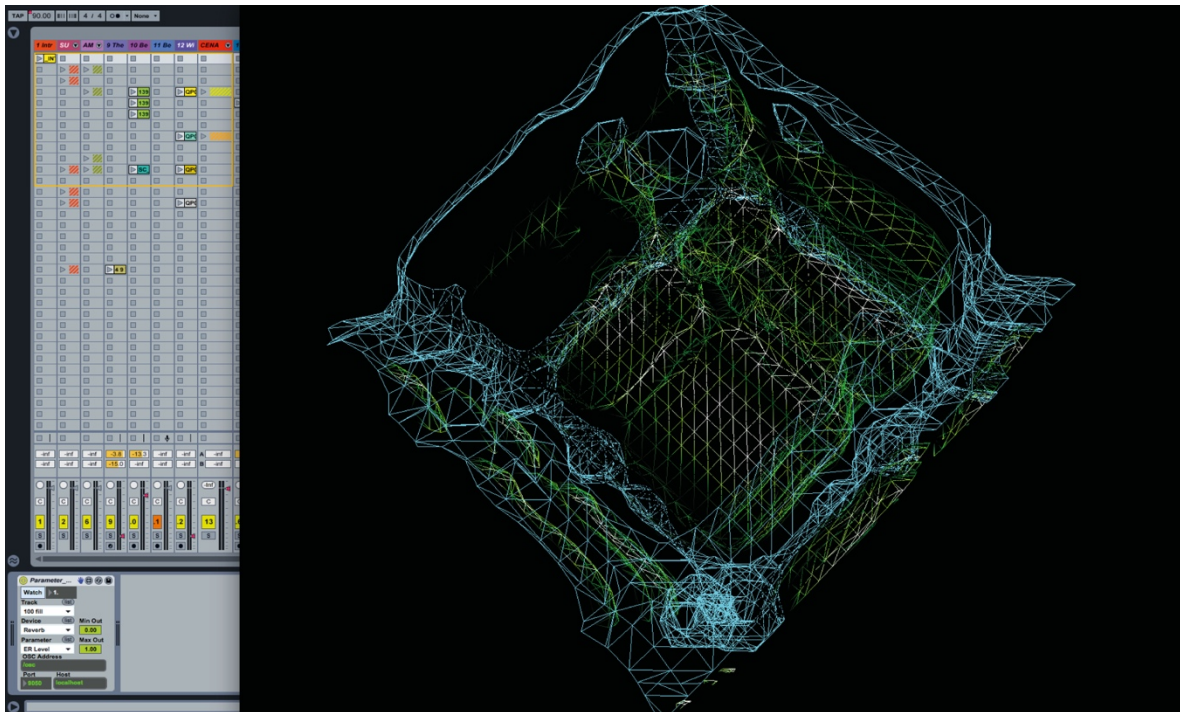


Figura 50 Sistema de improvisación audiovisual interactivo Ableton Live + Watcher.

6.5. LightOSCollider: diseño de iluminación mediante control de señal de audio

La expresividad y gestualidad contenida en la manipulación de señales de audio, dota de un comportamiento orgánico y propio al manejo y diseño de iluminación interactiva (Cetilia, 2016).

6.5.1. Descripción

LightOSCollider es una clase desarrollada en el lenguaje de programación *SuperCollider*, que utiliza el concepto de generadores de audio digital y envolventes para diseñar gestos numéricos, que en este caso se materializan en diseños de iluminación interactiva (Figura 51).



Figura 51 Control de iluminación mediante LightOSCollider.

De igual modo que la envolvente gesticula la señal de audio lo hace para la iluminación, la digitalización y transcodificación (principios básicos del Objeto de nuevos medios) (Manovich, 2001) faculta la mutabilidad conceptual del audio a la iluminación. La importancia general en el diseño de este sistema radica en la interconexión multiplataforma, el protocolo OSC es de cierto modo omnipresente en el *software* código libre enfocado a la creación digital, por lo tanto, cualquier gesto construido con esta librería puede ser compartido con otras plataformas de creación, mediante dicho protocolo de red.

6.5.2. Usos generales

Contrario a los proyectos anteriormente mencionados *LightOSCollider* tienen una limitante más perceptible en torno al hardware. El protocolo más común para control de iluminación es el *DMX*, en donde 512 canales se conocen como 1 universo. La mayoría de hardware de bajo costo opera con solamente 1 universo, aunque 512 canales pueden aparentar ser suficiente, debemos considerar que tan solo una luz robótica puede contener entre 20 – 200 canales; sin embargo, gracias al diseño modular y el lenguaje orientado a objetos que posee *SuperCollider*, en cuestión de *software*, se pueden instanciar tantas clases como sean necesarias y direccionarlas mediante *IP* al *hardware* correspondiente.

6.5.3. Gestualidad mediante control de señal

Los gestos lumínicos están contruidos a partir de cuatro generadores de señal: *Line*, *XLine*, *SinOsc* y *BrownNoise*, de este modo se abarcan las principales estéticas en el diseño de control para iluminación interactiva: lineal, exponencial, periódico y estocástico (Figura 52).

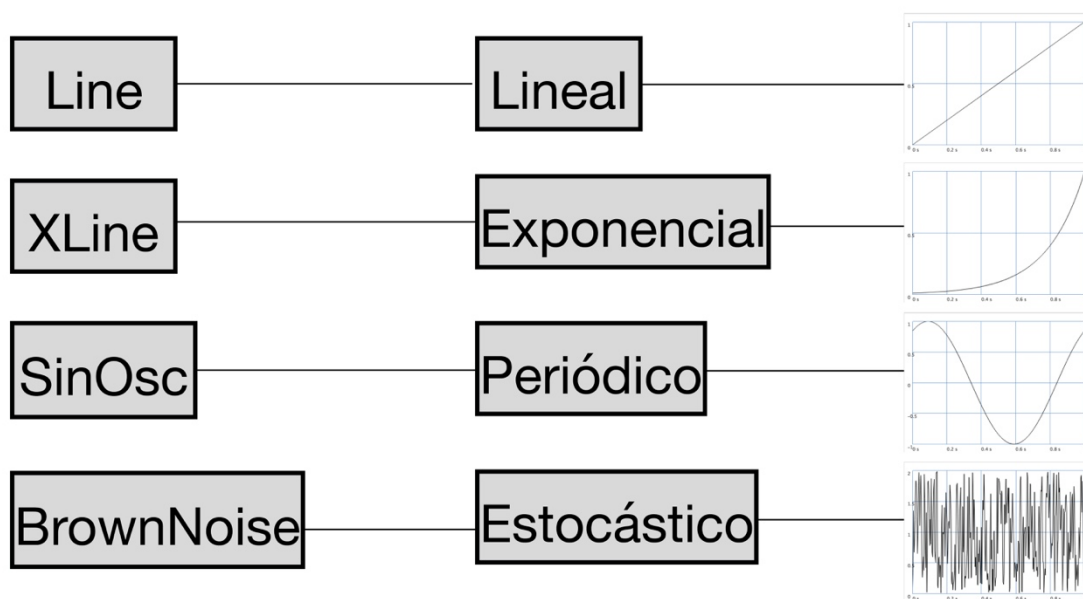


Figura 52 Equivalencia entre generadores y estéticas para iluminación interactiva.

La tabla que se muestra a continuación describe las principales funciones gestuales de la librería y su relación con las estéticas mencionadas anteriormente:

Función	Descripción	Estética
initDmxFx(ip, puerto)	Inicialización de la clase	No aplica
set(canal, valor)	Aplicar <i>valor</i> a <i>canal</i>	No aplica
setU(canal, valor, tiempo)	Aplicar <i>valor</i> a <i>canal</i> de modo lineal solamente por la duración de <i>tiempo</i>	Lineal
setUX(canal, valor, tiempo)	Aplicar <i>valor</i> a <i>canal</i> de modo exponencial solamente por la duración de <i>tiempo</i>	Exponencial
flash(canal, tiempo)	Destello lineal desde el máximo valor hasta cero en la duración de <i>tiempo</i>	Lineal

glide(canal, tiempo)	Rampa lineal desde el valor máximo hasta cero en la duración de <i>tiempo</i>	Lineal
glideX(canal, tiempo)	Rampa exponencial desde el valor máximo hasta cero en la duración de <i>tiempo</i>	Exponencial
asr(canal, ataque, sustain, release)	Diseño de envolvente tradicional	Lineal y exponencial
circleM(canal, min, max, freq)	Oscilación entre mínimo (<i>min</i>) y máximo (<i>max</i>) con frecuencia (<i>freq</i>)	Periódico
stopCircle(canal)	Detiene función circleM() en <i>canal</i>	No aplica
noiser(canal, frecuencia, amplitud)	Función BrownNoise en <i>canal</i> , con <i>frecuencia</i> y <i>amplitud</i>	Estocástico
stopNoiser(canal)	Detiene función stopNoise() en <i>canal</i>	No aplica
freeAll()	Libera todos los canales de sus respectivos procesos	No aplica
free(canal)	Libera <i>canal</i> de su respectivo proceso	No aplica
monitor()	Visualización de canales utilizados en el universo	No aplica

Tabla 3 Lista de funciones LighOSCollider.

Otra de las ventajas del uso de la librería frente a productos comerciales de la misma índole, es la capacidad de asignar gestos multiproceso por cada canal y de manera independiente, sin la necesidad de establecer un orden específico de eventos como en las consolas de iluminación tradicionales. Esto además es lo que permite aproximarnos a la narrativa interactiva (Figura 53), y no estar limitados solo a un diseño secuencial como es la aproximación tradicional.

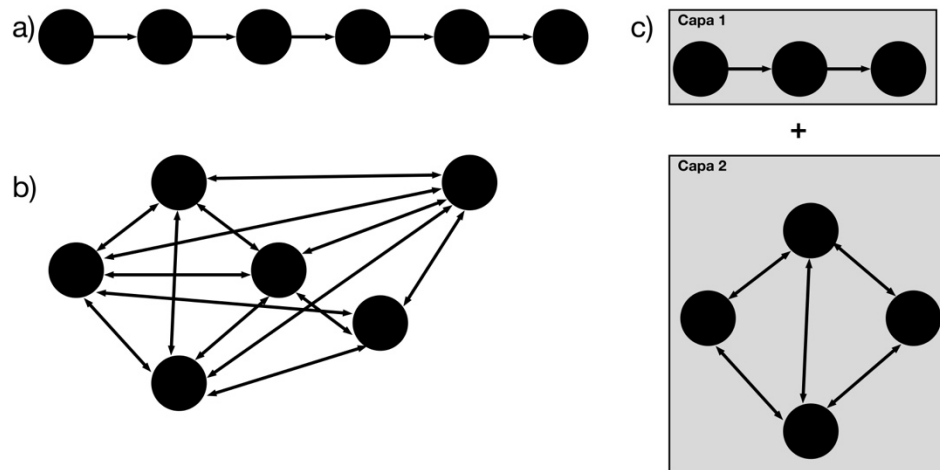


Figura 53 a) Narrativa secuencial b) Narrativa interactiva c) Narrativa interactiva en capas.

LightOSCollider es entonces una alternativa de código libre profesional para el diseño de iluminación interactiva y que por su filosofía de diseño es fácil de adaptar a cualquier plataforma de creación ya existente que pueda recibir el protocolo OSC.

Capítulo 7



Conclusiones

7. Conclusiones

“El día en que la ciencia empiece a estudiar los fenómenos no físicos, progresará más en una década que en todos los siglos anteriores de su existencia”.
— *Nikola Tesla*

7.1. Introducción

Como se mencionó desde el inicio, el intangible con mayor valor en nuestro mundo es el *software*, pero el valor agregado es nuestra manera de pensar la creación y utilización del mismo.

A partir de los proyectos y desarrollos mostrados en el presente trabajo, vemos que es posible cambiar los paradigmas tradicionales de creación con el uso de tecnología y repensar el rol de las máquinas desde otra mirada, una mirada para potenciar las facultades humanas, en especial la imaginación y la creatividad.

7.2. Separados al crecer

El arte y la tecnología fueron separados mientras cada uno evolucionaba como una práctica por sí misma. La década de 1960 a 1970 logró de manera más evidente el despegue de la práctica e investigación conjunta; esto, y el desarrollo de la computadora como herramienta creativa, permitieron expandir la expresividad humana a nuevas formas de arte, medios y soportes de creación.

7.3. Los nuevos modelos de computación

Estudiar la computación desde la perspectiva de la sociedad y la cultura ha potenciado un cambio total en la concepción del uso de la computadora como herramienta para comprender la humanidad. Hay que afrontar el hecho de que la computadora es un dispositivo ubicuo en nuestro mundo, por lo tanto nuestra concepción y comprensión de su uso y roles debe ser estudiado bajo todas las miradas posibles. La implementación de sistemas enfocados a la creación permite una aproximación mas humana a la “herramienta” y por lo tanto una mejor comprensión a nivel conceptual, social y cultural de la misma, potenciando del mismo modo el alcance de desarrollos tecno-estéticos contemporáneos.

7.4. Sobre las máquinas híbridas

Las máquinas híbridas representan una manera distinta de comprender la computación enfocada a la creación y la tecno-estética. La integración de los procesos cognitivos como parte de la computación genera una conciencia distinta al respecto del rol que la máquina desempeña en los procesos creativos. Aunque la evaluación de dichos sistemas esta condicionada —de momento— a la percepción subjetiva de los creadores y algunas veces del espectador-usuario, los avances en sistemas de lectura neurofisiológica, podrían ser una alternativa para construir mecanismos de optimización directamente relacionados con la evaluación de la expansión del dominio epistémico y la transformación del espacio conceptual (neuroplasticidad).

7.5. Sobre la colaboración creativa, redes neuronales artificiales y la cooperación humano-máquina

El trabajo muestra una nueva aproximación para la creación de sistemas computacionales híbridos, la cual nos acerca al modelo de pensamiento para comprender las máquinas desde la cooperación y lograr extender nuestras capacidades cognitivas; además, establece un camino poco convencional para potenciar el trabajo colaborativo mediante el aprendizaje profundo.

Como bien lo expresa Gary Marcus el aprendizaje profundo (por el momento) padece ciertas limitantes:

El aprendizaje profundo, tal como se utiliza principalmente, es esencialmente una técnica estadística para clasificar patrones, basada en datos de muestras, utilizando redes neuronales con múltiples capas. Las limitantes del aprendizaje profundo, comienzan con la contrapositiva: vivimos en un mundo donde los datos nunca son infinitos (Marcus, 2017).

Sin embargo, como pudimos ver en CLUSTER, las limitantes no están en la herramienta, sino en nuestra imaginación para resignificar la semántica de entrada y salida del algoritmo, y el rol que desempeña la herramienta en nuestro quehacer creativo. “Vivimos en un mundo donde los datos nunca son infinitos”, tenemos dos caminos para comprender esta afirmación: aceptarla como una limitante o diseñar un sistema de creación que conlleve un giro en torno al uso de los datos para la implementación de sistemas computacionales, integrados bajo nuevas perspectivas en la vida de los seres humanos.

La extensión del diseño algorítmico mediante las *Redes Adversarias Generativas* permite la transformación del espacio conceptual de una manera más sencilla que

si se tuvieran que diseñar todas las reglas posibles para representar el grupo de trabajo mediante procesos tradicionales de implementación algorítmica.

Los algoritmos no contienen necesariamente un sesgo inherente, lo adquieren de acuerdo a los datos proporcionados y la representación humana de los mismos; por lo tanto, la mejor herramienta para contrarrestar el sesgo (en problemas donde una postura social, cultural o creativa es relevante), es el uso de técnicas híbridas como las mostradas en CLUSTER para preparar y evaluar los datos de entrada: de este modo se ejercen procesos de control etnográficos que pueden ofrecer una perspectiva cualitativa del espacio conceptual.

El pensamiento musical abre la posibilidad de aproximaciones holísticas a la investigación de la creación con tecnología; pensar en armonía, ritmo y melodía, nos permiten generar maneras de crear sistemas computacionales que abarcan el espacio, el tiempo y la narrativa.

7.6. Sobre el desarrollo de *software* para la creación audiovisual y transmedia

Los lineamientos del modelo propuesto para el desarrollo de tecnologías enfocadas a la creatividad, están implementadas en la filosofía de diseño de cada uno de los proyectos mostrados. El proyecto con mayor aceptación en la comunidad creativa ha sido *Baffects.js*, la transferencia de conocimiento es de manera general una necesidad prioritaria en nuestro ecosistema de tecnologías enfocadas a la creatividad. Con el paso del tiempo, el desarrollo de tecnologías seguirá creciendo de manera exponencial, y aunque la habilidad de adaptación debe ser primordial en los profesionales dedicados a la tecnología, la adopción de

la transferencia de conocimiento beneficiará en gran manera la estabilidad creativa con tecnologías nuevas y más potentes. La ley de Moore está llegando a su final; sin embargo, la mejora en las prácticas de creación de *software* nos permitirá continuar el avance del uso de las máquinas en cooperación con la humanidad.

7.7. Perspectivas de desarrollo ulterior

Con respecto al aprendizaje profundo, la implementación de modelos más ligeros de aprendizaje profundo en el proceso creativo, podrían reducir el tiempo de aprendizaje y el número de datos necesarios para realizarlo (por ejemplo, *One Shot Learning* (Woodward & Finn, 2016) y *Siamese Networks* (Koch G. , 2015)), esto además, facilitaría la interacción en el proceso de creación de datos híbridos, para plantear la posibilidad de trabajo con datos dinámicos en tiempo-real. El desarrollo de este sistema, permitiría también involucrar —dentro de esta perspectiva de trabajo— al espectador-usuario de manera activa en la creación de la obra.

El diseño de *software* para la creación audiovisual y transmedia, necesita ser pensado siempre como un sistema abierto, eso permitiría integrar de manera natural las propiedades propuestas en el modelo de creación: la interconexión de aplicaciones, transferencia de conocimiento y colaboración, esto, para crear nuevos procesos de creación con información.

La comprensión y utilización del modelo híbrido permite llevar la computación creativa a distintas fronteras, actualmente la investigación continua con la exploración de gestualidad en diferentes conjuntos de datos, y el cómputo colectivo al urbanismo e interiorismo para simular y analizar espacios afectivos.

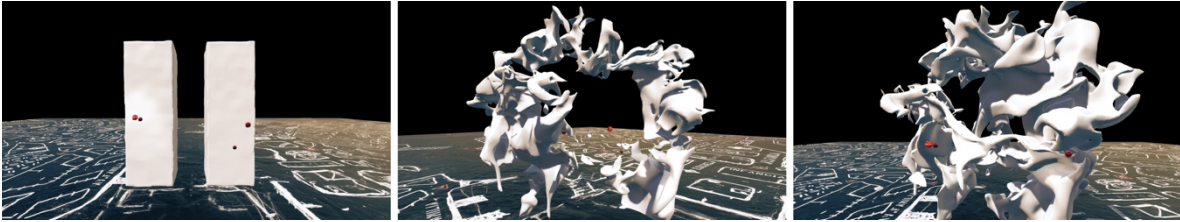


Figura 54 Exploración en torno a la gestualidad de los datos para el diseño de escultura digital procedural.

La creación artística es un camino para explorar la solución a problemas donde no existen datos previos o sólo existe un conocimiento limitado del entorno, pero donde el ingenio surge de lo que sentimos e imaginamos. La investigación para la creación de sistemas computacionales híbridos enfocados a la creación, permitirá avanzar la creatividad y la imaginación del ser humano a lugares que hoy —en cierta manera— son improbables pero no inimaginables.

Bibliografía

- Adobe. (2017). *Guía del usuario de After Effects*. Recuperado el 10 de January de 2018, de Adobe: <https://helpx.adobe.com/es/after-effects/user-guide.html>
- Agosta, L. (2014). *A rumor of empathy: rewriting empathy in the context of philosophy*. New York: Palgrave Macmillan.
- Bainbridge, L. (1987). *Ironies of automation (New Technology and Human Error ed.)*. (J. Rasmussen, K. Duncan, & J. Leplat, Edits.) Wiley.
- Ballard, D. (1997). *An introduction to natural computation*. Cambridge: The MIT Press.
- Bezdek, J. C. (1981). *Pattern recognition with Fuzzy Objective Function Algorithms*. New York: Plenum Press.
- Boden, M. A. (1990). *The creative mind: myths and mechanisms*. Londres: Routledge.
- Boden, M. A., Andersson, A. E., & Sahlin, N.-E. (1997). *The complexity of creativity*. Holanda: Springer.
- Bohnacker, H., Groß, B., & Laub, J. (2012). *Generative design: visualize, program and create with Processing*. (C. Lazzeroni, Ed., & M. Frohling, Trad.) New York, New York: Princeton Architectural Press.
- Bora, D. J., & Gupta, A. K. (2014). *A comparative study between fuzzy clustering algorithm and hard clustering algorithm*. International Journal of Computer Trends and Technology.

- Boroditsky, L. (2011). *How language shapes thought: the languages we speak affect our perceptions of the world*. Scientific American.
- Bouchard, C., & Kim, J. (2014). *About the nature of Kansei information*. Paris: Hanyang University, Graduate School of Technology and Innovation Management.
- Brazdil, P. B., & Konolige, K. (Edits.). (1990). *Machine learning, meta-reasoning and logics*. Kluwer Academic Publishers.
- Brownlee, J. (1 de 8 de 2016). *Machine Learning Mastery*. Recuperado el 20 de 1 de 2018, de What is Deep Learning?: <https://machinelearningmastery.com/what-is-deep-learning/>
- Burnham, J. (1968). *System esthetics*. Artforum.
- Cabezas H, R. (2014). *Afecciones nómadas: devenir de la interacción, el sonido y la imagen*. Ciudad de México: Universidad Nacional Autónoma de México.
- Cai, Y. (2006). *Empathic Computing*. Carnegie Mellon University. Springer-Verlag Berlin Heidelberg.
- Camurri, A., Hashimoto, S., Ricchetti, M., Suzuki, K., Trocca, R., & Volpe, G. (1999). *KANSEI Analysis of movement in Dance/Music interactive systems*.
- Castelfranchi, C. (1998). *Modelling social action for agents*. Artificial Intelligence.
- Cetilia, M. (2016). *Schaulust: a study in light and sound*. Providence: Brown University.
- Chun Kyong Hui, W. (2011). *Programmed visions: software and memory*. Cambridge: The MIT Press.

- Church, R. B., Ayman-Nolley, S., & Mahootian, S. (2004). *The role of gesture in bilingual education: does gesture enhance learning?* International Journal for Bilingual Education .
- Cobb, M., & Shaw, K. (1 de 3 de 2001). *Scalable Computing: Practice and Experience*. Recuperado el 3 de 8 de 2017, de Distributed Object-Oriented Systems: <https://www.scpe.org/index.php/scpe/article/view/175>
- Damasio, A. R. (1994). *Descartes' error: emotion, reason, and the human brain*. New York: Gosset/Putnam Press.
- Davis, M. (1982). *Computability and Unsolvability*. New York: Dover Publications.
- Donnarumma, M. (2017). *Performing bodies, sounds and machines*. Recuperado el 2018, de Amygdala MK3: <http://marcodonnarumma.com/works/amygdala/>
- E.A.T Datascape*. (s.f.). (S. P. médialab, T. R. Foundation, T. R. Foundation, M. Jacomy, & P. J. de la Fuente, Productores) Obtenido de An Exploration of the Experiments in Art and Technology Archives: http://jiminy.medialab.sciences-po.fr/eat_datascape/project/3
- Eberbach, E. (2001). *\$-Calculus bounded rationality = process algebra + anytime algorithms*. Mumbai: Applicable Mathematics: Its Perspectives and Challenges.
- Eberbach, E., Brooks, R., & Phoa, S. (2001). *Flexible Optimization and Evolution of Underwater Autonomous Agents* (New Directions in Rough Sets, Data Mining, and Granular-Soft Computing, Proc. 7th Int. Workshop on Rough Sets, Fuzzy Sets, Data Mining and Granular- Soft Computing RSFDGrC'99 ed.). (N. S. Zhong, & S. Ohsuga, Edits.) Yamaguchi: Springer-Verlag.

- Elgammal, A., Liu, B., Elhoseiny, M., & Mazzone, M. (2017). *CAN: Creative Adversarial Networks. Generating "Art" by learning about styles and deviating from style norms*. arXiv.
- Ephrath, A., & Young, L. R. (1981). *Monitoring versus man-in-the-loop detection of aircraft control failures* (Human Detection and Diagnosis of System Failures ed.). Plenum.
- Forsythe, W. (2008). *Choreographic objects*. Recuperado el 4 de 03 de 2016, de William Forsythe Choreographer: <http://www.williamforsythe.de/essay.html>
- Foundry, T. (2018). *Athera*.
- Fuller, M. (2008). *Software studies \ a lexicon*. Cambridge: The MIT Press.
- Gero, J. S., & Maher, M. L. (Edits.). (2005). *Computational and Cognitive Models of Creative Design VI*. International Conference on Computational and Cognitive Models of Creative .
- Gibson, A., & Patterson, J. (1 de 1 de 2017). *DL4J*. Recuperado el 1 de 1 de 2018, de Introduccion to Deep Neural Networks (Deep Learning): <https://deeplearning4j.org/neuralnet-overview>
- González Morcillo, C. *Lógica Difusa: técnicas de softcomputing*.
- Goodfellow, I., Bengio, Y., & Courville, A. (2016). *Deep learning*. MIT Press.
- Goodfellow, I., Pouget-Abadie, J., Mirza, M., Xu, B., Warde-Farley, D., Ozair, S., y otros. (2014). *Generative Adversarial Nets*. Montréal: arXiv.
- Google. (1 de 1 de 2016). *Artists and Machine Intelligence*. Recuperado el 2 de 2 de 2018, de Artists and Machine Intelligence: <https://ami.withgoogle.com/>

- Greeno, J. G. (1994). Gibson's Affordances. *Psychological Review* , 101 (2), 336 - 342.
- Harrel, D. F. (2013). *Phantasmal Media: An Approach to Imagination, Computation, and Expression*. Cambridge, Massachusetts: MIT Press.
- Harrell, F. D. (2009). *Toward a theory of phantasmal media: an imaginative cognition and computation based approach to digital media*. CTheory.
- Hoc, J.-M. (2000). *From human - machine interaction to human - machine cooperation*. Chartered Institute of Ergonomics and Human Factors.
- Hockney, D. (2006). *Secret knowledge: rediscovering the lost techniques of the old masters*. New York: Viking Studio.
- Hollnagel, E., & Woods, D. D. (1983). *Cognitive systems engineering: new wine in new bottles*. International Journal of Man-Machine Studies.
- Horvitz, E., & Zilberstein, S. (2001). *Computational tradeoffs under bounded resources*. Artificial Intelligence.
- Hutchins, E. (2000). *Distributed cognition* . IESBS.
- Hutchins, E., & Klausen, T. (1996). *Distributed cognition in an airline cockpit*. Cambridge: Communication and Cognition at Work.
- James, W. (1890). *The principles of psychology* . Holt.
- Kingma, D. P., & Ba, J. (2014). *Adam: a method for stochastic optimization* . arXiv.
- Koch, C., & VanRullen, R. (2003). *Is perception discrete or continuous* . Trends in cognitive science.

- Koch, G. (2015). *Siamese neural networks for one-shot image recognition*.
- Koch, S. C., Fuchs, T., Summa, M., & Müller, C. (2012). *Body Memory, Metaphor and Movement. Advances in Consciousness Research (AiCR) (Vol. 84)*. Amsterdam: John Benjamins B.V.
- Kolter, A., Ladewing, S. H., Summa, M., Müller, C., Koch, S. C., & Fuchs, T. (2012). *Body memory and the emergence of metaphor in movement and speech. An interdisciplinary case study (Vol. 84)*. Amsterdam: John Benjamins B.V.
- Kurzweil CyberArt Technologies. (2001). *Learn about AARON's history*. Recuperado el 2018, de AARON History: <http://www.kurzweilcyberart.com/aaron/history.html>
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1980). *Metaphors we live by*. Chicago: University of Chicago.
- Lakoff, G., & Johnson, M. (1999). *Philosophy in the flesh: the embodied mind and its challenge to western thought*. New York: Basic Book.
- LeCun, Y., Bengio, Y., & Hinton, G. (2015). *Deep learning*. Nature. International Journal of Science.
- LeDoux, J. (1996). *The emotional brain*. New York: Simon & Schuster.
- Leigh Foster, S. (2011). *Choreographing empathy: kinesthesia in performance*. New York: Routledge.
- Lewis, G. E. (2000). Too many notes: computers, complexity and culture in voyager. *Leonardo Music Journal* , 10, 33-39.

- Lopez-Martinez, D., & Picard, R. (2017). *Multi-task neural networks for personalized pain recognition from physiological signals*. International Conference on Affective Computing and Intelligent Interaction Workshops and Demos.
- Lovejoy, M. (2004). *Digital currents: art in the electronic age*. New York: Routledge.
- MacLennan. (2017). *Unconventional computation*. Knoxville: University of Tennessee.
- MacLennan, B. J. (2004). *Natural computation and non-Turing models of computation*. Elsevier | Theoretical Computer Science.
- MacLennan, B. J. (2009). *Super-Turing or Non-Turing?: extending the concept of computation*. International Journal of Unconventional Computing.
- MacLennan, B. J. (2003). *Transcending Turing Computability*. Tennessee: Minds and Machines.
- Manovich, L. (2001). *The language of new media*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Mansour, O. (2009). *Group intelligence: a distributed cognition perspective*. Suiza: IEEE Computer Society.
- Mao, X., Li, Q., Xie, H., Lau, R. Y., Wang, Z., & Smolley, S. P. (2017). *Lesat Squares Generative Adversarial Networks*. arXiv.
- Marcus, G. (2017). *Deep learning: a critical appraisal*. New York Univesity.

Mateas, M. (2001). Expressive AI: a hybrid art and science practice. *Leonardo of the International Society for Arts, Sciences and Technology* , 34(2), 147-153.

McIver Lopes, D. (2010). *A Philosophy of Computer Art*. Nueva York, Nueva York, Estados Unidos de América: Routledge.

Meadows, D. H. (2009). *Thinking in systems. A primer*. (D. Wright, Ed.) New York: Earthscan.

Milner, R. (1993). *Elements of interaction*. CACM.

Morales Manzanares, R. (2011). *Donají: una memoria decapitada*.

Morín, E. (2001). *Seven complex lessons in education for the future*. France: Unesco Publishing.

Murphy, K. P. (2012). *Machine learning: a probabilistic perspective*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.

Niel, L. (2015). *Intencionalidad, objeto y sentido en la Gegenstandstheorie de Alexius Meinong*. Salamanca: Ediciones Universidad de Salamanca.

OpenAI. (1 de 6 de 2016). *Blog OpenAI*. Recuperado el 15 de 2 de 2018, de Generative Models: <https://blog.openai.com/generative-models/>

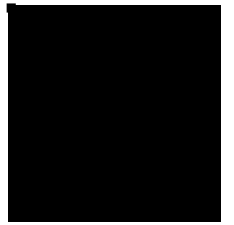
Penrose, R. (1989). *The emperor's new mind: concerning computers, minds and the laws of physics*. Oxford: Oxford University Press.

Picard, R. W. (1997). *Affective computing*. MIT Media Laboratory Perceptual Computing.

- Picard, R. W. (2000). *Affective computing*. Cambridge, Massachusetts: The MIT Press.
- Russell, B. (1917). *Knowledge by acquaintance and knowledge by description*. London: Aristotelian Society.
- Rutgers. (s.f.). *Digital Humanities Laboratory*. Recuperado el 10 de Enero de 2018, de The Art and Artificial Intelligence Laboratory at Rutgers: Advancing AI Technology in the Digital Humanities:
<https://sites.google.com/site/digihumanlab/home>
- Sancho Caparrini, F. (23 de Septiembre de 2017). Recuperado el 28 de Febrero de 2018, de Introducción al Aprendizaje Automático:
<http://www.cs.us.es/~fsancho/?e=75>
- Sicard, A., & Vélez, M. (2001). *Hipercomputación: la próxima generación de la computación teórica*. Revista Universidad EAFIT.
- Simon, H. (1969). *The sciences of the artificial*. Cambridge: The MIT Press.
- Stroud, J. (1956). *The fine structure of psychological time*. (I. t. psychology, Ed.) Quastler H.
- Studio 360. (Noviembre de 2015). Recuperado el Noviembre de 2017, de Robopainter: <https://www.wnyc.org/story/robopainter/>
- Teuscher, C. (Ed.). (2004). *Alan Turing: life and legacy of a great thinker*. Lausanne: Springer .
- Tomkins, C. (1993). *Off the wall*. New York: Peguin Books.
- Tukey, J. W. (1958). *The teaching of concrete mathematics*.

- Turing, A. M. (1936). *On computable numbers, with an application to the entscheidungsproblem.*
- Turing, A. M. (1939). *Systems of logic based on ordinals* . London: London Mathematical Society.
- UPMC. (2018). *The Institute For Precision Medicine: enabling personalized care.* University of Pittsburgh.
- Volpe, G. (2003). *Computational models of expressive gestures in multimedia systems.* Universidad de Genova.
- Wegner, P. (1997). *Why interaction is more powerful than algorithms.* CACM.
- Wegner, P., & Eberbach, E. (2003). *New models of computation.* The Computer Journal.
- Woodward, M., & Finn, C. (2016). *Ative one-shot learning.* Barcelona: NIPS, Deep Reinforcement Learning Workshop.
- Zadeh, L. A. (1973). *Outline of a new approach and to the analysis of complex system.* IEEE Transaction on System Man and Cynernetics.
- Zhu, J.-Y., Krähenbühl, P., Shechtman, E., & Efros, A. A. (2016). *Generative visual manipulation on the natural image manifold.* European Conference on Computer Vision.
- Zoran, A. (2017). *Hybrids.* Recuperado el 20 de Mayo de 2018, de Projects: <http://amitz.co/projects.html>

Apéndice A



Selección fotográfica y
material complementario para
CLUSTER. El paraíso
esfumado

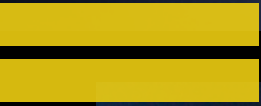
CLUSTER

el paraíso esfumado

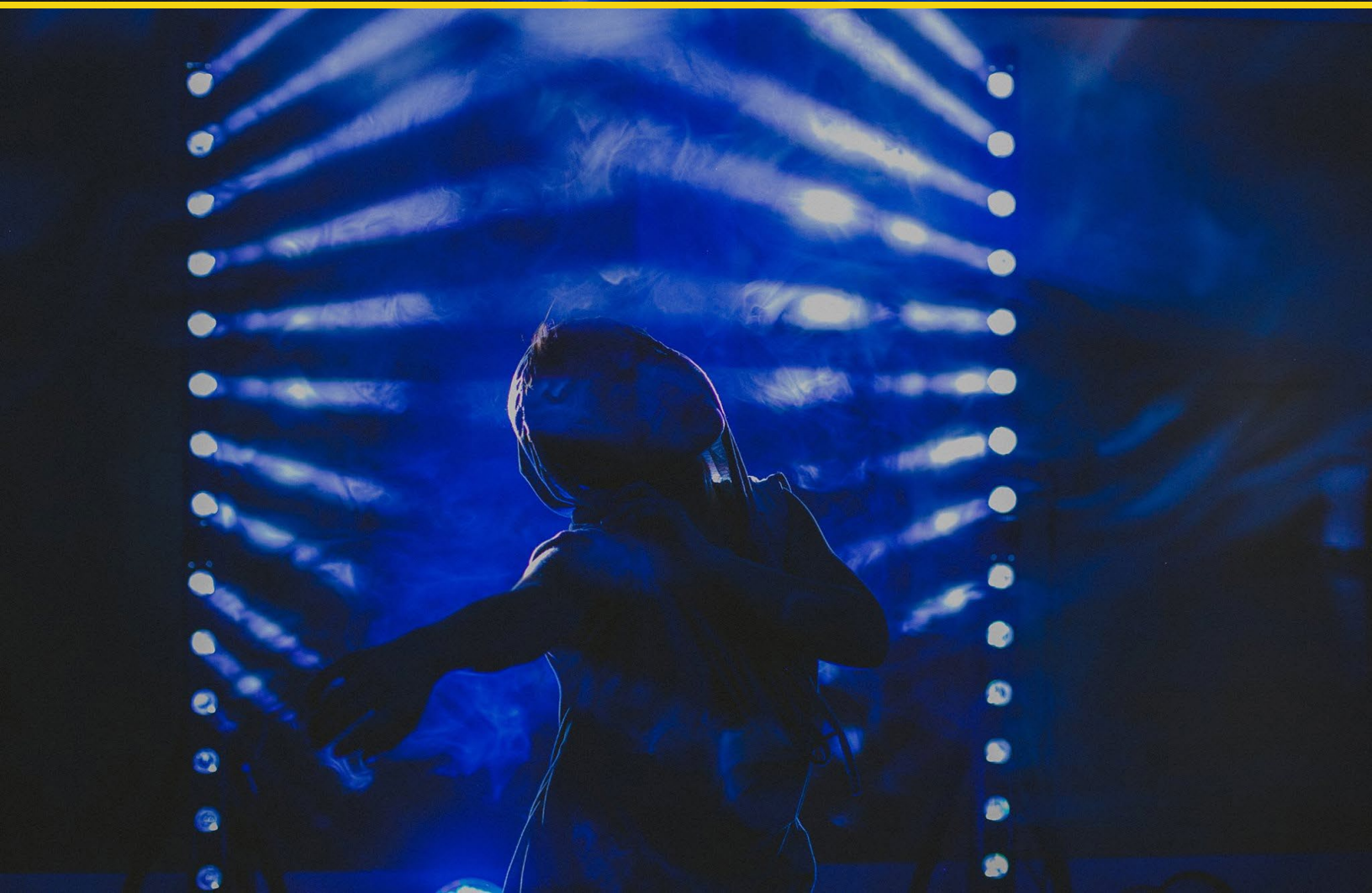
México - El Salvador



CLUSTER. El paraíso esfumado. Es una pieza creada a partir de la coreografía y el diseño computacional, que investiga la construcción de espacios efímeros junto a nuestra capacidad de habitarlos, experimentándolos desde la incertidumbre que estos provocan y alterando la memoria corporal para almacenar y construir recuerdos colectivos; en esta pieza, dichos espacios son generados mediante inteligencia artificial y sistemas computacionales afectivos que transforman arquitecturas lumínico-sonoras y el cuerpo para brindar distintas posibilidades de acción, permitiendo al usuario-espectador decidir cómo coexistir dentro de este territorio y sus límites.













A yellow L-shaped graphic element consisting of a vertical line on the left, a horizontal line at the bottom, and a vertical line on the right, forming a corner shape.

Materiales Publicitarios

Danza, magia y luz, en Danza Extrema

CASANDRA RUIZ CARO*

Continúan las jornadas escénicas en el Festival Internacional Danza Extrema 2015 en esta ciudad. Una vez más asistimos a la sala "Emilio Carballido" del Teatro del Estado para ser partícipes de dos eventos, ambos excelentes trabajos que intentan y logran trascender a la misma danza.

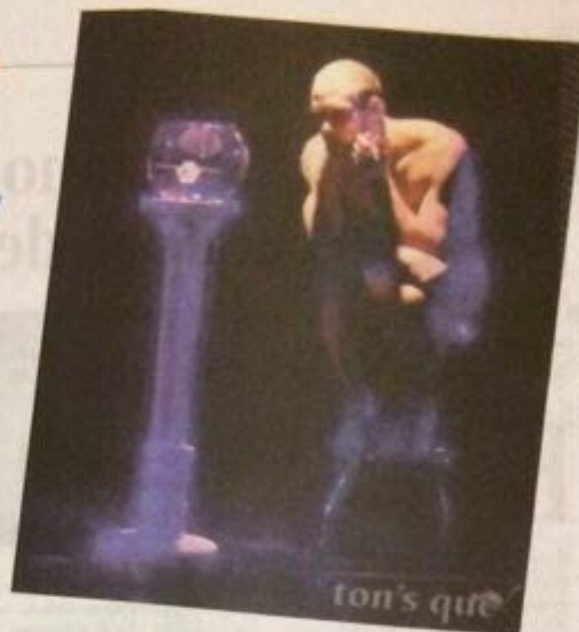
La pieza *Memoria de pez rojo* a cargo del grupo A Poc A Poc Danza e idea original y dirección de Jaime Camarena. *Memoria de pez rojo* es un título flojo, sin embargo, al iniciar la función, la magia comienza.

movimientos reflejan la fuerza de un cuerpo bien moldeado y su dicción e intención nos presentan a un hombre de tablas escénicas. ¡Ah, y la música! La excelente selección de versiones de *Bésame mucho* es una delicia para los oídos.

Edisel, su personaje, nos cuenta acerca de su amistad y cómo le encanta jugar ajedrez con su pez. La interacción con el público es poca pero existe y las risas van de tumbo en tumbo por toda la sala. Lo vemos ir tomando ropa de su perchero y, tras algunos consejos de Euclides, salir a la luz frente a un micrófono. Es el momento del *stand-up* en el que nos habla más sobre su vida

porque ha fracasado como ente social con su propia especie. Una cosa importante debiera ser Euclides, sin embargo nunca alcancé a verlo, o sí había algo en la pecera, pero al reflejarse en la personalidad del artista, verlo físicamente no me hizo ninguna falta.

De nuevo la luz viene y va, tiene sus momentos pero son pocos, pero los bailes son dignos de contemplar. Mención especial merece la coreografía del juego de ajedrez, donde con una suerte de bastón se mueve, quizá, al estilo *American Smooth*. Y también hemos de recordar la escena hilarante de la charla entre él y su pez, que no tiene desperdicio.



y detrás una dirección web en donde nos espera el siguiente texto: Los ESPACIOS son VACÍOS. Pero se dice que NUNCA estamos SOLOS. Este espacio no nos PERTENECE o eso es lo que algunos DICEN. Ustedes (o usted) visitante(s), a partir de AHORA, mantenga el celular en la mano, a la vista. ¿Hay un motivo?

Pronto llegamos a un lugar límbico, fuera de nuestro mundo, lleno de una humareda y luces que a momentos nos ciegan. Sentados alrededor observamos a dos chicas que comienzan a bailar, jugando entre las luces que forman muros etéreas a su alrededor. Los pasos revelan un fuerte dominio del cuerpo y van entre aquellos lentos y robotizados a aquellos fuertes y rápidos. Tanto Ana Karen Ibarra como Catalina Gil, tienen un gran manejo de la técnica, sin embargo es la propia Ana Karen la que parece más ágil, más fluida. La música electrónica o computarizada enmarca perfectamente el principio y final de la presentación.

Destaca el momento en que la música cesa y sólo quedan las bailarinas moviéndose frente a nosotros.

Esta producción, creada para el Programa de Estímulo a la Creación y al Desarrollo Artístico del

Estado de Tamaulipas este año, puede tener tantas narrativas como sean posibles. Los personajes están cautivos en la luz y, aunque intenten transgredir sus límites, siempre acaban envueltos en ella, ya sea que la coman hasta llegar al cortocircuito o que la digieran y salga de ellos mismos. Quizá, y esto es sólo una interpretación, intente reflejar lo atrapados que estamos por lo electrónico, tanto que en medio de ese festejo de la danza y la luz, nuestros celulares seguían en nuestras manos en espera de algo.

Esa es probablemente la parte débil (o fuerte, según se vea): ¿Para qué abrimos esa página? ¿Qué se esconde en esas frases cortas? ¿Habrá de pasar algo más? Esta no es la noche en que lo sabremos; sin embargo, si es una treta para dejarnos pensando, está muy bien lograda y es de aplaudir. Como de costumbre, dejo la respuesta al criterio del espectador y le comino a seguir acompañándonos en las noches de Danza Extrema. La programación completa la pueden consultar en el Facebook Angulo Alterno y el twitter @danzaextremaMX

*Colaboradora



Un video. Un hombre nada en una alberca y sale de ella con una pecera en sus manos. La imagen permanece cuando éste sale al escenario y acomoda la pecera sobre un banco. Está desahogado y procede a explicarse replicando a la gente que así, desahogado, está en iguales condiciones que Euclides, su pez. Entre las palabras, pequeños números musicales aparecen. ¿Actor? ¿Bailarín? ¿Comediantes? Edisel Cruz se levanta impertérrito sobre cada título. Sus

y la de su pez. Poco antes aclara la importancia de la breve memoria de un pez rojo: No recuerda más allá de un instante, en cambio el ser humano retiene todos sus fracasos, en su caso, sus percheros.

Hacia el final, la comedia se disuelve y es dura la última cuestión: "¿A quién no le da risa la desgracia?". Un final que no llega a cuajar porque el cambio de mood es apresurado y sólo tras un tiempo de pensarlo se nos ocurre que si habla con su pez es

La segunda pieza, *Cluster, el paisaje esfumado* es de Ana Karen Ibarra y Roberto Cabezas. La coreografía es de la primera.

Esta "pieza interactiva", nos lleva a la interacción tras el telón. Un estreno binacional México-El Salvador importante e interesante en el marco del Danza Extrema 11º Festival Internacional. Primero se nos recibe con una tarjeta en donde nos instruyen para acceder a través de los dispositivos móviles a la red CLUSTER,

Na'. La aventura de un día de trabajo, en El Telón



■ En el Ciclo de Teatro de Titeres para Adultos

El ayer musical
 Conduce Miguel Ángel Carras Escobar
 Todos los sábados de 11:00 a.m. a 2:00 p.m.

Escúchenos en:
92.9 fm

abc
 XALAPA RADIO

PAULINO y SU DANZONERA
 CONTRAÇÕES 8150153

DEL RECTOR WILAZOR PÉREZ "TALAMÓLOGO"
 AV. ORIZABA 8144
 TEL. 890 10 10

MUEBLERA TOLOCA
 Av. del Orizaba # 36
 Col. Surzampán



CDMX

10-15 JULIO

END17

ENCUENTRO NACIONAL DE DANZA 2017

PROGRAMA

ACERCA DE DANZA CAPITAL

Bajo la dirección de la coreógrafa Cecilia Lugo, es una compañía de danza que nace en la Ciudad de México en 2012, como una iniciativa de la Secretaría de Cultura de la Ciudad de México dentro de un programa que privilegia el desarrollo de la cultura en general y de la danza en particular dentro de los ámbitos sociales y culturales de nuestra ciudad capital.

Esta compañía de Danza Contemporánea representa un espacio de experimentación dancística y residencia que se abre como opción de profesionalización para generaciones de estudiantes recién egresados de escuelas especializadas de danza y en particular, la Escuela de Danza Contemporánea del Centro Cultural Ollin Yoliztli.

El perfil del trabajo creativo integra jóvenes e innovadoras propuestas dancísticas de coreógrafos emergentes con obras maduras de probada solidez artística. Cecilia Lugo ha realizado una labor dentro de la danza nacional, que se ha caracterizado por el alto nivel técnico y creativo de sus producciones, así como por una propuesta escénica que se renueva constantemente, la cual impregna con un sello propio el trabajo de este equipo, creando una poética original y seductora. La sede de la Compañía es el Centro Cultural Ollin Yoliztli.

18:00 h

| Teatro El Galeón, Centro Cultural del Bosque |

Tatzudanza ENTRE PALABRAS



ACERCA DE TATIANA ZUGAZAGOITIA

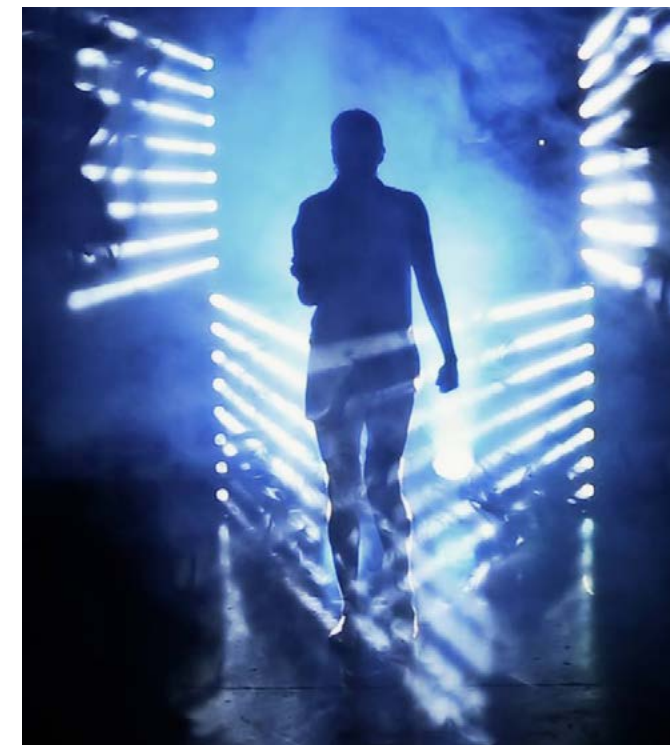
Bailarina y coreógrafa. Cuenta con más de 30 años de experiencia en escena y 15 en la creación coreográfica. Formó parte de prestigias compañías nacionales y extranjeras. En 1998 fundó su compañía Tatzudanza. Ha creado varias obras de gran formato entre las que destacan "Tarde en Mogador", obra que se ha presentado durante 10 años por varios estados de México y "Segunda respuesta" (esta última finalista del Premio INBA-UAM-UNAM en el 2012), "Ha contado contando con múltiples apoyos del FONCA en reconocimiento a su trabajo como coreógrafa y directora. En el 2009 abre Fuera de Centro, espacio alternativo. Actualmente es miembro del Sistema Nacional de Creadores de Arte del FONCA.

18:00 h

| La Caja |

Ana Karen Ibarra y Roberto Cabezas CLUSTER EL PARAÍSO ESFUMADO

Pieza museográfica Interactiva creada a partir de la danza y el diseño procedural, que investiga nuestra relación con los espacios efímeros y la capacidad de habitarlos, experimentándolos desde la incertidumbre que estos provocan, alterando la memoria corporal y su forma de almacenar y construir recuerdos. Esto que está a punto de ver es una copia, una mentira que sangra de vez en cuando, al fin y al cabo, uno miente para sobrevivir o eso es lo que algunos dicen, nuestra memoria es altamente inestable. Distorsión de una realidad fabricada. Estatuas móviles. Bienvenidos a las grietas de nuestro sistema.



DURACIÓN: 45 minutos

CRÉDITOS

Autor: Ana Karen Ibarra y Roberto Cabezas
Dirección Coreográfica: Ana Karen Ibarra
Creadoras Escénicas: Ana Karen Ibarra y Yuridia Ortega
Diseño Sonoro y Música: Edmar Soria y Roberto Cabezas
Diseño de Instalación / Diseño de Iluminación: Roberto Cabezas
Desarrollo de Software: Roberto Cabezas
Dramaturgia: Luis Alberto Rodríguez
Confección de Vestuario: Susana Sosa
Producción: Programa de Estímulo a la Creación y al Desarrollo Artístico del Estado de Tamaulipas 2015. Producción Escénica (Danza)
Fotografía Publicitaria: Federico García y Big Grape Creative Productions
Web: www.territoriocluster.com

ACERCA DE ANA KAREN IBARRA

Maestra, Bailarina y Coreógrafa. Es Licenciada en Danza Contemporánea por la Escuela Superior de Música y Danza de Monterrey (ESMDM) INBA. Fue becada en Le Jazz Ballet Studio por el PIDAC 2013 CONARTE. También contó con el apoyo del Programa Creadores Escénicos FONCA 2013 y PECDA 2015. Su formación artística ha sido en Monterrey, Ciudad de México, Nueva York, Londres y Bruselas.



CULTURA

XIX
Festival
Internacional
de Danza
Contemporánea
Onésimo González

CLUSTER. EL PARAÍSO ESFUMADO

Ana Karen Ibarra
Roberto Cabezas (México/ El Salvador)

19 de Octubre 2016

GUADALAJARA, JALISCO

Foro de Arte y Cultura / 20:30 H

Clasificación: público en general

**ENTRADA
LIBRE**

CULTURA
SECRETARÍA DE CULTURA



Jose Cuervo

Electrolit
HIDRATACIÓN TOTAL

VOYAL
TEATRO

en el marco de las actividades que se realizarán como inauguración de la Feria Tamaulipas 2015, el Instituto Tamaulipeco para la Cultura y las Artes (ITCA), ha programado para a cabo el 5to. Concurso Estatal de Polka Tamaulipeca Mtro. Jesús Ardoza Barrientos, con el objetivo de impulsar y promover las tradiciones culturales de esta Entidad. El escenario contará con música en vivo interpretada por el Grupo Noroeste del Conjunto Típico Tamaulipeco. La danza estará a cargo de más de 10 parejas provenientes de diversos municipios del estado. Con base a una convocatoria que se emitió meses atrás, los participantes se han preparado para ofrecer su mejor espectáculo ante los jueces, como de familiares y amigos que acuden a este recinto ferial para verlos bailar.

PECDA 2015

Presentan Clúster en Tamux

El Instituto Tamaulipeco para la Cultura y las Artes (ITCA), en coordinación con el Consejo Nacional para la Cultura y las Artes (CONACULTA), emiten cada año la convocatoria para el Programa de Estímulos a la Creación y al Desarrollo Artístico (PECDA) en sus diversas categorías. Como parte del estímulo obtenido para los proyectos beneficiarios, los acreedores tienen la obligación de hacer presentaciones y retribución sobre su trabajo final.

Tal es el caso de Clúster. El paraíso esfumado, pieza creada por Ana Karen Ibarra y Roberto Cabezas. Este proyecto es beneficiado por el PECDA 2015 en la categoría de Producción Escénica, disciplina de Danza.

"Clúster es una pieza museográfica interactiva construida a partir de la danza y el diseño computacional que investiga nuestra relación con los espacios efímeros



UN PROYECTO QUE entrelaza la danza y el diseño computacional

y la capacidad de habitarlos experimentándolos desde la incertidumbre que estos provocan; en esta pieza, dichos espacios son generados mediante arquitectu-

ras lumínico-sonoras que brindan las posibilidades de acción, permitiendo al usuario decidir cómo coexistir dentro de este sistema y sus límites", detalló Ana Karen

EL DATO

• La presentación se estrenará el próximo 6 y 7, de noviembre de 2015, en el Lobby Interno del Museo de Historia Natural Tamaulipas (TAMux), a las 20:00 horas.

Ibarra.

La presentación se estrenará el próximo 6 y 7, de noviembre de 2015, en el Lobby Interno del Museo de Historia Natural Tamaulipas (TAMux), a las 20:00 horas.

Además como parte de las actividades de retribución se dará el taller gratuito de Herramientas tecnológicas para las artes escénicas, los días 2, 3, 4, 7 y 8, de noviembre en Prometeo Desencadenado, ubicado en el 14 y 15 Berriozábal 309 Altos, en horario de 6:00 a 10:00 pm. Ambas actividades de manera gratuita

CLUSTER

el paraíso esfumado

PIEZA MUSEOGRÁFICA INTERACTIVA

Funciones:

Viernes 6 de Noviembre
Sábado 7 de Noviembre

Lugar:

Lobby Interno de El Museo de Historia Natural de Tamaulipas Tamux
(Boulevard Fidel Velázquez s/n, Colonia Horacio Terán, Ciudad Victoria, Tamps)

Hora:

20 hrs

Entrada Libre

*Proyecto beneficiado por el Programa Estimulo a la Creación y al Desarrollo Artístico del Estado de Tamaulipas 2015.

"Este programa es de carácter público, no es patrocinado ni promovido por partido político alguno y sus recursos provienen de los impuestos que pagan todos los contribuyentes. Está prohibido el uso de este programa con fines políticos, electorales, de lucro y otros distintos a los establecidos. Quien haga uso indebido de los recursos de este programa deberá ser denunciado y sancionado de acuerdo con la ley aplicable y ante la autoridad competente".

el paraíso esfumado

CLUSTER

Funciones:

Viernes 6 de Noviembre
Sábado 7 de Noviembre

Lugar:

Lobby Interno de El Museo de Historia Natural de Tamaulipas Tamux
(Boulevard Fidel Velázquez s/n, Colonia Horacio Terán, Ciudad Victoria, Tamps)

Hora:

20 hrs

Entrada Libre

PIEZA MUSEOGRÁFICA INTERACTIVA

*Proyecto beneficiado por el Programa Estímulo a la Creación y al Desarrollo Artístico del Estado de Tamaulipas 2016.

"Este programa es de carácter público, no es patrocinado ni promovido por partido político alguno y sus recursos provienen de los impuestos que pagan todos los contribuyentes. Está prohibido el uso de este programa con fines políticos, electorales, de lucro y otros distintos a los establecidos. Quien haga uso indebido de los recursos de este programa deberá ser denunciado y sancionado de acuerdo con la ley aplicable y ante la autoridad competente".

CLUSTER

el paraíso esfumado

Funciones:

Viernes 6 de Noviembre
Sábado 7 de Noviembre

Lugar:

Lobby Interno de El Museo de Historia
Natural de Tamaulipas Tamux
(Boulevard Fidel Velázquez s/n, Colonia
Horacio Terán, Ciudad Victoria, Tamps)

Hora:

20 hrs

Entrada Libre

*Proyecto beneficiado por el Programa Estimulo a la Creación y al Desarrollo Artístico del Estado de Tamaulipas 2015.

"Este programa es de carácter público, no es patrocinado ni promovido por partido político alguno y sus recursos provienen de los impuestos que pagan todos los contribuyentes. Está prohibido el uso de este programa con fines políticos, electorales, de lucro y otros distintos a los establecidos. Quien haga uso indebido de los recursos de este programa deberá ser denunciado y sancionado de acuerdo con la ley aplicable y ante la autoridad competente".

Herramientas Tecnológicas para las Artes Escénicas Espacios de Ilusión

Imparte
Roberto Cabezas Hernández
Ana Karen Ibarra Gómez

- Desarrollo de herramientas digitales personalizadas para el control de audio, iluminación y video en espectáculos escénicos.
- Utilización de protocolos de comunicación MIDI, OSC y DMX para ensamble de hardware y software.
- Composición corporal mediante herramientas digitales cognitivas.
- Software: Max/MSP y SuperCollider.
- Plataformas principales: Windows y OSX

Requerimientos:

Computadora personal con Windows 8 o superior, OSX 10.9 o superior, Linux (Solo para SuperCollider).

Proyecto beneficiado por el Programa Estímulo a la Creación y al Desarrollo Artístico del Estado de Tamaulipas 2015

Proyecto: CLUSTER

"Este programa es de carácter público, no es patrocinado ni promovido por partido político alguno y sus recursos provienen de los impuestos que pagan todos los contribuyentes. Está prohibido el uso de este programa con fines políticos, electorales, de lucro y otros distintos a los establecidos. Quien haga uso indebido de los recursos de este programa deberá ser denunciado y sancionado de acuerdo con la ley aplicable y ante la autoridad competente".

Dirección

Prometeo Desencadenado

El espacio para la experimentación de las artes
14 y 15 Berriozábal # 309 altos

Contacto

epimeteoac@gmail.com

facebook.com/espacioprometeodesencadenado

Fecha	Hora	Lugar
2, 3 y 4 de Noviembre	18 a 22 hrs.	Prometeo Desencadenado
7 de Noviembre	10 a 14 hrs.	Museo TAMUX
8 de Noviembre	10 a 14 hrs.	Prometeo Desencadenado



Día: Miércoles 25

Sede: Sala Emilio Carballido - Teatro del Estado

Horario: 20:30 hrs.

Ana Karen Ibarra y Roberto Cabezas

CLUSTER, el paraíso esfumado

Roberto Cabezas y Ana Karen Ibarra
Co-producción Tamaulipas, México - El Salvador

Clúster es el primer trabajo en conjunto de Ana Karen Ibarra y Roberto Cabezas, dicho trabajo nace del interés de ambos creadores por explorar el diseño computacional para estimular la creación artística en términos coreográficos, espaciales y sonoros.

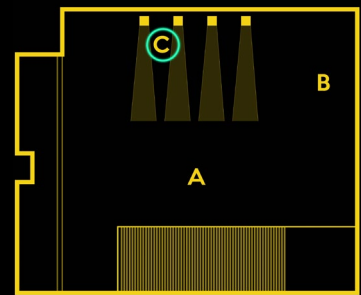
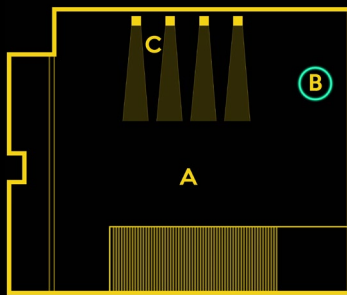
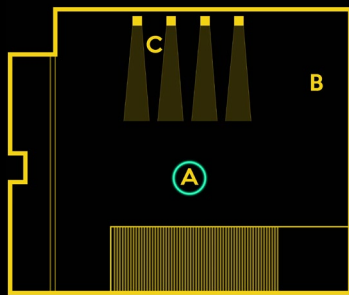
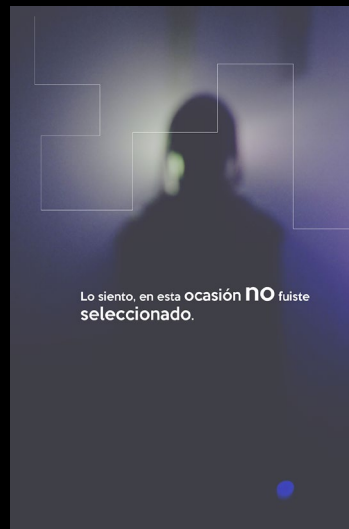
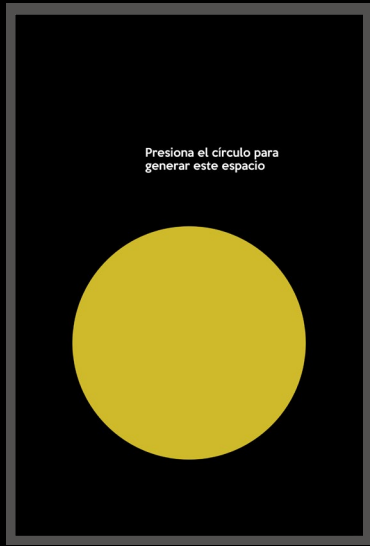
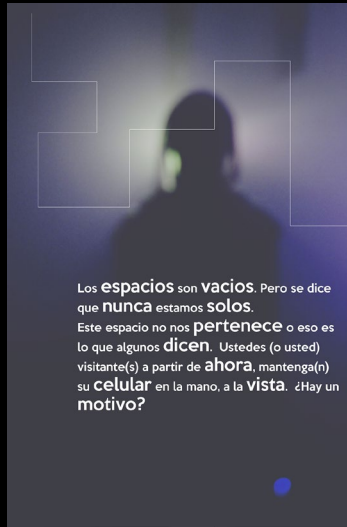
Ana Karen Ibarra Originaria de Ciudad Victoria, Licenciada en Danza Contemporánea con Mención Honorífica por la Escuela Superior de Música y Danza de Monterrey INBA; Coreógrafa de "La Siguiente", "Despierto Durmiendo" y "CLUSTER. El paraíso esfumado". Como intérprete ha obtenido diversos premios nacionales e internacionales. Bailarina de: Compañía Sunny Savoy, Mizraim Araujo Danza Contemporánea, Enjambres Escénicos UNAM, Colectivo Red Norte de Danza Contemporánea, VESNA Arte Escénico y Angulo Alterno Compañía de Danza. Ha sido becaria de: PIDAC 2013 CONARTE, Creadores Escénicos 2014 FONCA y PECDA 2015 del Estado de Tamaulipas. Realizó una Residencia Artística en Dans Centrum Jette, La Raffinerie y Pineapple Brussels. Actualmente cursa el 3º Diplomado Interacciones Cuerpos en Diálogo en el CAS y trabaja en mancuerna creativa junto al Maestro Roberto Cabezas.

CRÉDITOS

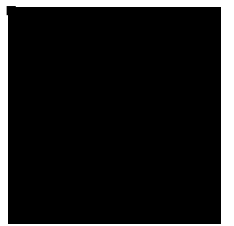
Autor (es): Ana Karen Ibarra y Roberto Cabezas
Coreografía: Ana Karen Ibarra
Creadoras Escénicas: Ana Karen Ibarra y Catalina Gil
Composición Musical y Diseño Sonoro: Roberto Cabezas y Edmar Soría
Desarrollo de Software: Roberto Cabezas
Dramaturgia: Luis Alberto Rodríguez.
Fotógrafo: Federico García
Producción: Programa de Estímulo a la Creación y al Desarrollo Artístico del Estado de Tamaulipas 2015

A yellow L-shaped line graphic that starts at the top left, goes down, then right, and then down again, framing the text on the right side.

Diseño de Interfaz para Dispositivos Móviles



Apéndice B



Selección de funciones
principales para uso de
Baffects.js

B. Selección de funciones principales para uso de Baffects.js

Baffects.js es una librería que adapta el modelo de objetos de *Adobe After Effects* (Figura 55), bajo el paradigma del lenguaje de programación que encontramos en *Processing*.

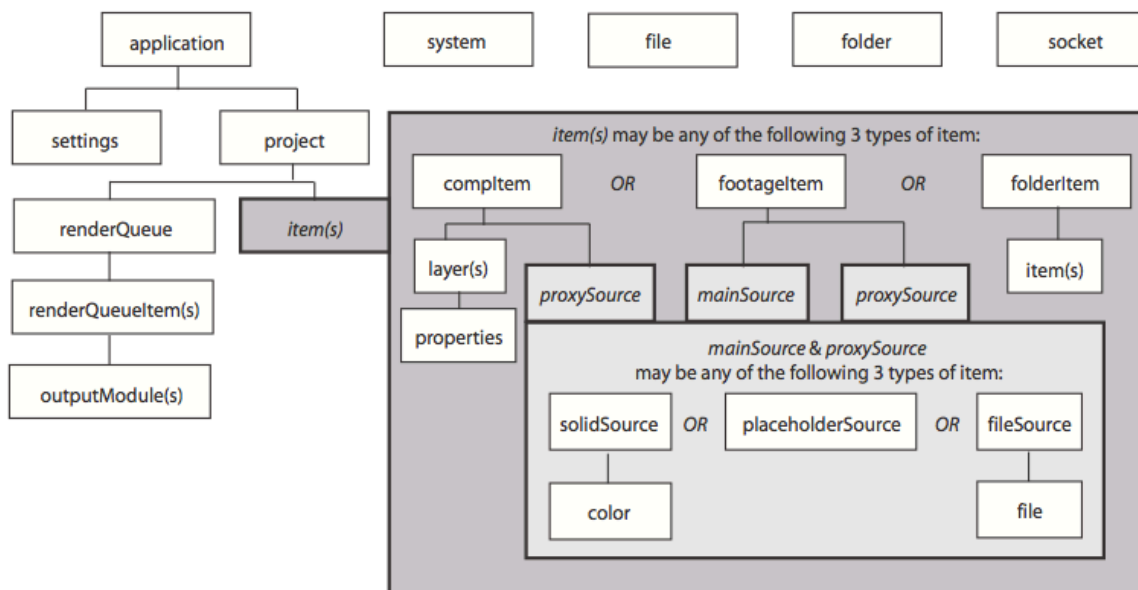


Figura 55 Modelo de objetos de Adobe After Effects.

La librería facilita el manejo de los objetos principales de *After Effects*, de manera que se genera una abstracción más manejable para programadores principiantes y para concentrar los esfuerzos creativos en la estética audiovisual, de esta forma, *Baffects.js* cambia el paradigma en torno al uso de *scripts* de la simple automatización a la creación, esto debido a que el diseño de los objetos propios de *Baffects.js* están diseñados para trabajar mediante la gestualidad procedural mostrada en el capítulo #. A continuación se muestra una selección de las principales funciones contenidas en la librería (organizadas mediante el objeto

principal dentro del modelo de *After Effects*) que permiten una rápida familiarización con el uso de la misma.

PROPERTIES

```
.property.value // gives the value of property  
.property.keyValue(key) // gives value of property at a keyframe index  
.property.valueAtTime(time) // gives value of property at time in seconds
```

```
var shape = b.rect(100,100,100,100); // all creation functions or effects return a Properties object  
shape.props(); // print all properties available for animation
```

COLOR

```
b.color(r,g,b,[a]); // creates a color Array from parameters r, g, b, a  
b.fill(r,g,b,[a]); // set the color of fill  
b.stroke(r,g,b,[a]); // set the color of stroke  
b.toRgba(r,g,b,[a]); // Convert from HSBA to RGBA color mode
```

Note: Color can be manipulated in a range of [0 - 255] or [0 - 1] for RGBA, and [0 - 360], [0 - 1] for Hue, [0 - 100], [0 - 1] for Saturation, Brightness and Alpha. Color manipulation of [0 - 1] range is preferred

DRAWING

```
b.solid(); // create a solid  
b.rect(x,y,width,height); // draws a rectangle  
b.ellipse(x,y,width,height); // draws an ellipse  
b.polygon(x,y,radius,n); // draws a polygon of n sides  
b.line(x1,y1,x2,y2); // draws a line from one point to another  
b.nullLayer(); // creates a null layer  
b.strokeWeight(weight); // set the stroke current unit  
b.anchorMode(mode); // bounding box position of anchor point mode: 1-9 number  
b.set3DMode(mode); //b.ENABLE, b.DISSABLE  
-  
b.beginShape([mode]); // start drawing of shape  
b.vertex(x, y); // add vertex to shape  
b.endShape([close]); // build shape  
-  
b.shapeTrimPaths(layer); // apply effect to shape layer (check different types of effects in the documentation)
```

TEXT

```
b.text("text",x,y); // draws string text  
b.textAlign(mode); // set text align mode  
b.textSize(size); // set text size  
b.textFont("Helvetica-Regular"); // set font with type  
b.textAnchorPoint(layer); // apply effect to text layer (check different types of effects in the documentation)
```

KEYFRAMES

```
b.key(prop,value); // set property value
b.key(prop,time,value); // set property value at time
b.interpolationMode(mode); // b.BEZIER, b.LINEAR, b.HOLD set keyframe interpolation mode
b.spatialMode(mode); // b.LINEAR, b.AUTO_BEZIER set keyframe spatial mode
b.speed(prop,index,speed,influence); // manipulates keyframe speed
b.speedAll(prop,speed,influence); // apply speed manipulation to all keyframes of a property
b.expression(prop,expression); // apply expression to property
```

LAYERS

```
b.addLayer(item); // Add item to composition
b.getLayer(name); // get layer by name as Properties object
b.getAllLayers(); // get Array of all layers in the composition as Properties object
b.addFX(layer,name); // add and effect to layer
b.addPreset(layer,path); // add preset to layer
b.getAllFXProperties(layer); // get all animatable properties from all effects in a layer
b.trackMatte(layer,mode); // set track matte for layer
b.getIndex(layer); // get layer index
b.selectedLayers(); // get manually selected layer from a composition
b.makeParent(parent,children); // set parent children relationship
b.anchor(layer,mode); // change anchor point bounding box position for a layer
b.audioToKeyframes(layer); // create keyframes from amplitude audio analysis
b.createShapes(layers); // create ShapeLayer from illustrator layer
b.blendingMode(mode); // set global blending mode for layers
```

//Useful attributes from AE current API

```
shape.layer.name // read-only layer's name
shape.layer.startTime // set and get layer's start time
shape.layer.inPoint // set layer's in point
shape.layer.outPoint // set layer's out point
shape.layer.width // read-only layer's width
shape.layer.height // read-only layer's height
```

COMPOSITIONS

```
b.getComp(name); // get composition reference by name
b.setComp(name); // set current composition to work with
b.cleanComp(); // clean composition from previous created items
b.background(color); // set background color
b.getTotalFrames(); // get total frames of current composition
b.getDuration(); // get total duration of current composition
b.setDuration(); // set total duration of new composition
b.numLayers(); // get total number of layers current composition
b.getAllComps(); // get Array of all compositions in project
b.getCenter(); // get x and y center coordinates of current composition
```

MASKS

```
b.maskMode(prop,value); // set global mask mode
```

—

```
b.beginMask([mode]); // start drawing of mask with mode
```

```
b.vertex(x,y); // set global mask mode
```

```
b.endMask(layer,[close]); // set global mask mode
```

—

DATA

```
b.loadItem(path); // loads an item from data folder: audio, images, illustrator files, video
```

```
b.loadSequence(path); // loads a sequence from data folder
```

```
b.loadAI(path); // loads AI Illustrator file and creates shapes from layers on file
```

RENDER

```
b.addToRender(comp,template,path); // add compositin to render queue in AE and apply output module template
```

```
b.render(); // render AE quere
```

```
b.addToRenderAME(comp,template,path); // add compositin to render queue in Adobe Media Encoder
```

```
b.renderAME(); // render Adobe Media Encoder queue
```

ENVIRONMENT

/* go() function is to setup the environment, if none parameter is given it creates a 1920x1080 "untitled" composition with a duration of 10 seconds and 24 frame rate.

Default values are:

name: "untitled"

width: 1920

height: 1080

durations: 10 s

frameRate: 24;

Syntax:

```
b.go();
```

```
b.go(name);
```

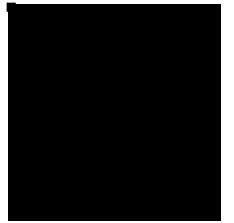
```
b.go(name, duration);
```

```
b.go(name, width, height);
```

```
b.go(name, width, height, duration);
```

```
b.go(name, width, height, duration, frameRate);
```

Apéndice C



Librerías y frameworks para
implementación de
aprendizaje profundo

C. Librerías y frameworks para implementación de aprendizaje profundo

Existen al día de hoy alrededor de 25 proyectos diferentes que permiten la implementación de modelos de aprendizaje profundo. La siguiente gráfica tomada de *KDnuggets* muestra el estado del arte al año 2018 (Figura 56).

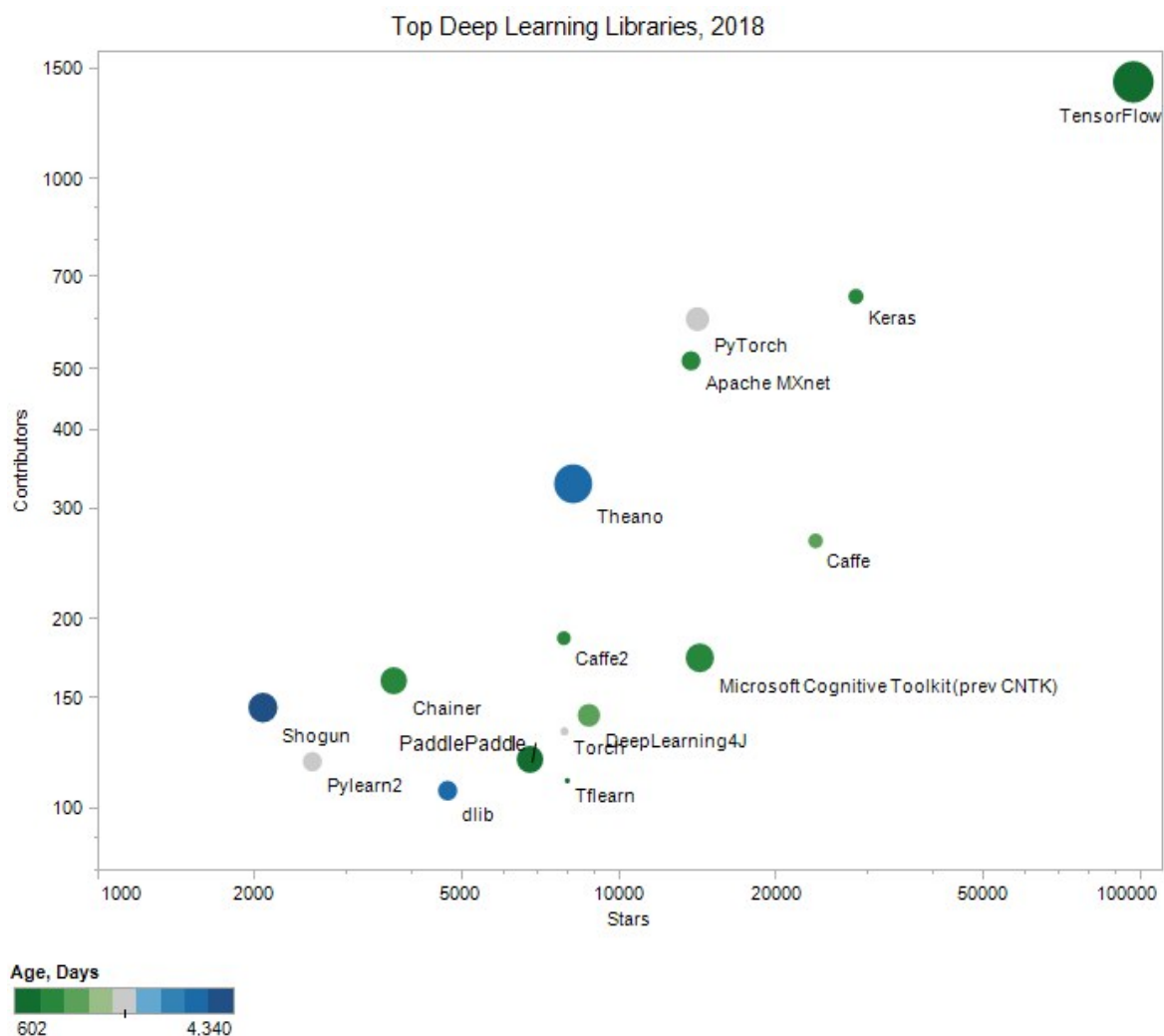


Figura 56 Estado del arte en librerías de aprendizaje profundo en el año 2018.

En la figura anterior aún falta considerar proyectos como *Michelangelo* de *Uber*, *ONNX* (*Open Neural Network Exchange Format*) el cual permite entrenar modelos en una librería en particular pero ofrecer los servicios de producción en otra o *Sonnet* de *DeepMind* (*Google*).

Para aquellos interesados en incursionar en el mundo del aprendizaje profundo, que vienen del arte, el diseño u otra actividad creativa, se sugiere acercarse a los siguientes proyectos (en orden alfabético):

1. **Caffe2**: <https://caffe2.ai/>
2. **Keras**: <https://keras.io/>
3. **ML5js**: <https://ml5js.org/>

Estas librerías permiten una abstracción más sencilla para la experimentación con modelos de aprendizaje profundo actuales de manera dinámica, y además, pueden ser fácilmente integrados en ambientes de producción para proyectos de interacción que vinculen arte y tecnología.

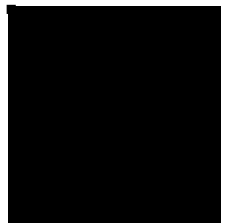
Otras tecnologías de aprendizaje profundo y aprendizaje automático que pueden ser de gran utilidad para artistas se encuentran en la plataforma para videojuegos *Unity*, ya que ofrece una integración directa con *Watson* de *IBM* y un *framework* especial para el trabajo con agentes y aprendizaje reforzado.²⁹

²⁹ Unity: <https://unity3d.com/>

Watson: <https://github.com/watson-developer-cloud/unity-sdk.git>

Unity-Agents: <https://github.com/Unity-Technologies/ml-agents.git>

Apéndice D



The Invisible Performer:
Coreografía asistida por
computadora

D.TIP. Coreografía asistida por computadora

“A wonderful fact to reflect upon, that every human creature is constituted to be that profound secret and mystery to every other.”
— *Charles Dickens, A Tale of Two Cities*

Introducción

Como parte de las investigaciones para el desarrollo de sistemas computacionales híbridos, se realizó la experimentación TIP³⁰. *Coreografía asistida por computadora*. El proyecto nace a partir de la siguiente pregunta: ¿Cómo diseñar software para explorar nuevos modelos de comunicación corporales mediante interfaces hápticas?

Nota Curatorial

TIP. Coreografía asistida por computadora. Consiste en una serie de investigaciones construidas desde nuestras imposibilidades fisiológicas abogando al uso de la tecnología como la interfaz (de)codificadora; utilizando la coreografía y el diseño computacional como puntos de intersección para la transcodificación de experiencias íntimas, aproximándonos a las afecciones de otros seres, sistemas, datos, narrativas y correlaciones para la construcción de conocimiento en lo que a la memoria corporal se refiere. Utilizamos el modelo de memoria corporal de Fuchs (Koch, Fuchs, Summa, & Müller, 2012) con especial atención a la memoria situacional, intercorporea y traumática; explorando la mejor

³⁰ The Invisible Performer

manera de utilizar la voz humana para transferir información y explorar las posibilidades de transformar el análisis de las frecuencias auditivas en afecciones corporales. Para ello, se realizaron una serie de dispositivos que mediante análisis de señal de audio, aprendizaje automático codificaban historias en diferentes materiales: madera, pantallas digitales, papel y el cuerpo.

Coreografía asistida por computadora

El interés por utilizar tecnología para la creación coreográfica ha sido un camino recorrido desde los años 1960 (Lovejoy, 2004). Personajes históricos como Merce Cunningham fueron los precursores del uso de tecnologías computacionales para el trabajo con el cuerpo. Anteriormente se mostró un proyecto que utiliza el procesamiento de información KANSEI para analizar y comprender la coreografía a partir de un modelo computacional (Camurri, Hashimoto, Ricchetti, Suzuki, Trocca, & Volpe, 1999). Hoy, el pensamiento coreográfico (además del cuerpo) también se materializa en los objetos (Forsythe, 2008).

La utilización de “nuevas tecnologías” está cada día más presente en los entretijos de la danza contemporánea; contrariamente, la presencia y sabiduría del cuerpo se encuentra más lejos de las tecnologías computacionales e interactivas en la vida cotidiana, y de manera general en la mayoría de sistemas de diseño que abordan los procesos de interacción humano-máquina. El presente trabajo muestra los modelos de diseño y creación, así como los desarrollos tecnológicos y de dispositivos utilizados para llevar a cabo la investigación artística: *TIP. Coreografía asistida por computadora*, como una aproximación desde los nuevos medios y la *performance* para la investigación en sistemas de diseño disruptivo de máquinas empáticas (Cai, 2006); partiendo en concreto de la

coreografía, el diseño procedural (Bohnacker, Groß, & Laub, 2012) y la inteligencia artificial (Brazdil & Konolige, 1990) con el interés de explorar las posibilidades de sistemas de creación basados en lo que denominamos datos afectivos.

Entendemos como datos afectivos —para efecto de la creación de esta pieza— toda aquella data que surge del cuerpo y que está (de alguna manera) relacionada con las emociones y la memoria corporal³¹, la cual —por medio de distintas técnicas de diseño y modelado de datos— puede ser utilizada para resignificar patrones numéricos y procesos interactivos, extendiendo las posibilidades de expresión, adaptación y comunicación del sistema computacional interactivo (Mateas, 2001). Así mismo, pensamos en la coreografía más allá del hecho escénico, y la comprendemos como un sistema de pensamiento (Forsythe, 2008) que direcciona la investigación hacia la vinculación del cuerpo y los sistemas computacionales expresivos/afectivos (Picard, *Affective computing*, 2000), de este modo el pensamiento coreográfico se extiende hasta los objetos y sus propiedades en un ambiente de interacción: agencia y *affordance* (Greeno, 1994) y de aquí, nuestras ideas de vinculación con las ciencias de la computación y el diseño procedural, utilizando el software como herramienta de interconexión aplicaciones y mapeo de datos (Manovich, *Software takes command: extending the language of new media*, 2013). Nos enfocamos en desarrollar un ecosistema capaz de pensar, generar y reflexionar otras formas de abordar la creación coreográfica, mediante datos enfocados en la memoria y el cuerpo, transportando experiencias y a su vez cuestionándonos ¿Cómo desarrollar en el humano un saber acerca de si mismo con respecto a la experiencia de otros? Por ello,

³¹ El presente trabajo adopta la postura de la fenomenología en lo relativo a la memoria corporal, considerándola como una forma operadora implícita de intencionalidad a través de la cual el pasado se experimenta en la actualidad. utilizando en esta experimentación la voz como el mecanismo de acceso (Kolter, Ladewing, Summa, Müller, Koch, & Fuchs, 2012).

realizamos entrevistas a algunas personas para obtener información y posteriormente analizarla en términos fenomenológicos, es decir procesos de pensamiento concretos de personas concretas. Poniendo al cuerpo en el discurso cultural de la experimentación artística, abogando a que la información no se encuentra en un único registro de datos; pero si, en la relación y conexión con otros individuos, buscando que dichas relaciones amplíen nuestra comprensión sobre el proceso que conduce a nuevas investigaciones. Trabajamos en los límites entre lo social y lo individual, diseñando formas de comprender la interpretación de nuestras experiencias, así como los sistemas y estructuras que se han organizado a lo largo de nuestra vida (Kolter, Ladewing, Summa, Müller, Koch, & Fuchs, 2012).

La empatía: responsividad e interacción

Debido al interés por el diseño de sistemas computacionales expresivos/afectivos por medio del pensamiento coreográfico, nos enfocamos en la capacidad de empatía como un proceso multidimensional que incluye: empatía receptiva, empatía de entendimiento, empatía de interpretación y empatía responsiva (Agosta, 2014); cuestionándonos en todo momento el camino posible para desarrollar una creación capaz de afectar el cuerpo del espectador/usuario de tal manera que provoque empatía/relación con la historia y experiencia de otros, sin que estos estén presentes. El interés por el estudio de la empatía desde esta mirada esta también relacionado con las nuevas formas de comunicación, pensar en la expansión de las posibilidades de compartir un mensaje, sensación o emoción por medio de un sistemas computacional expresivo/afectivo (Leigh Foster, 2011).

Metodología

La experimentación mediante la propuesta de Fuchs en lo referente a la memoria corporal (Koch, Fuchs, Summa, & Müller, 2012) abre las posibilidades del diseño de interfaces para el modelado de información en sistemas computacionales expresivos/afectivos, convirtiendo el pensamiento coreográfico en el mediador fundamental para el diseño de dichos sistema, esto visto desde la idea que el cuerpo almacena información en distintos niveles y que la correcta estimulación de los sentidos puede extraer dicha información para utilización en el diseño procedural valiéndonos en el caso de este trabajo de la voz como mecanismo de acceso a la memoria corporal y recolección de datos afectivos. La filosofía general de diseño puede describirse mediante el siguiente diagrama (Figura 57)

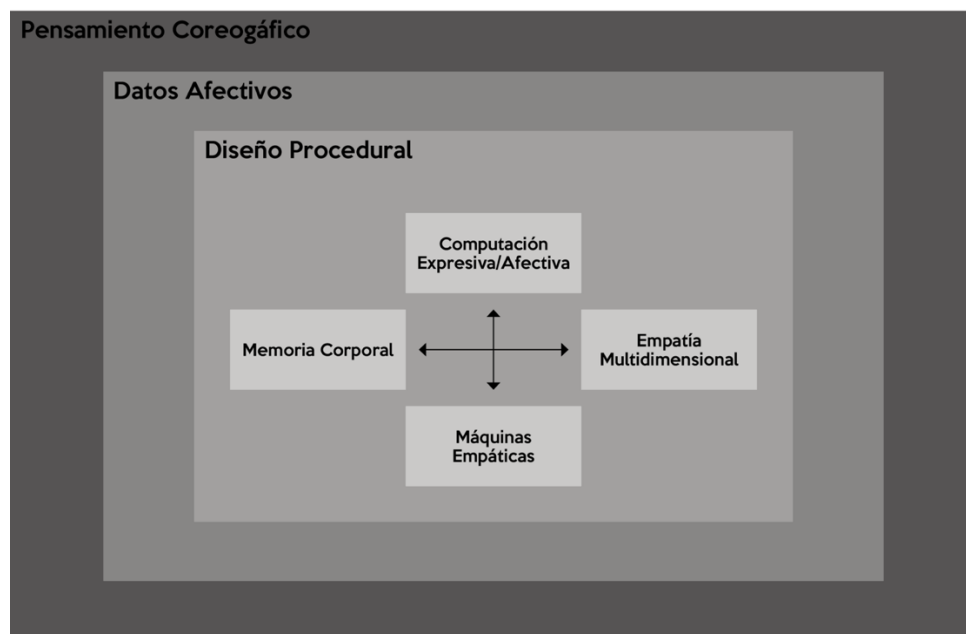


Figura 57 Diagrama en de filosofía general del diseño de experiencia.

El pensamiento coreográfico permea las demás disciplinas, poniendo al cuerpo como directriz para la captación y análisis de datos que luego son resignificados mediante los distintos procesos algorítmicos. El esquema metodológico para la investigación y el diseño de las experiencias puede describirse de la siguiente manera (Figura 58):

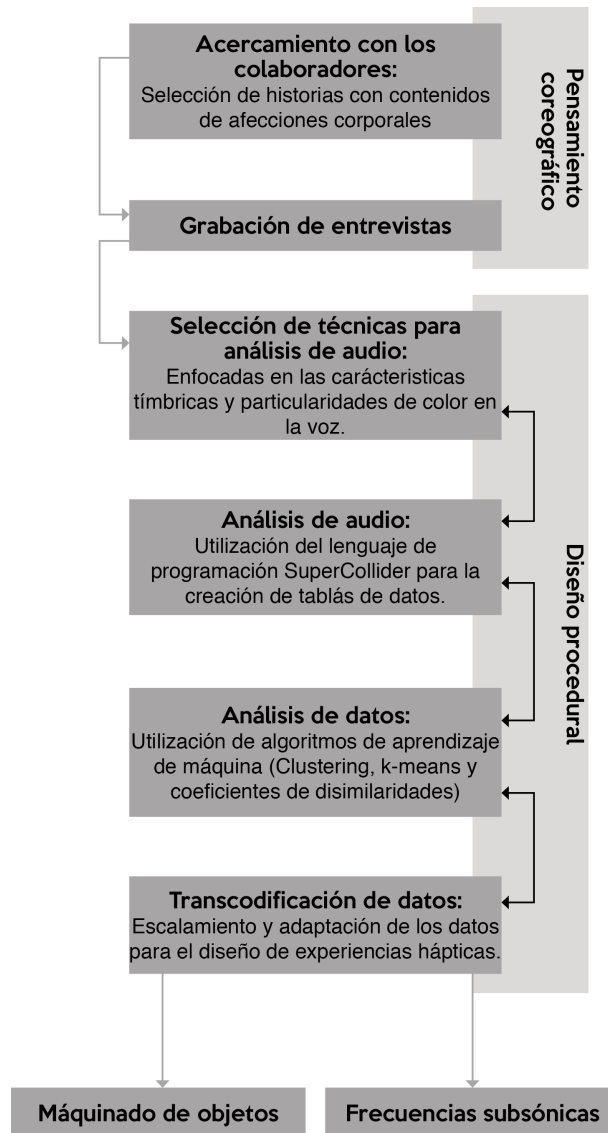


Figura 58 Flujo de trabajo para creación de experiencia.

Resultados

Se desarrollaron dos principales dispositivos para el diseño de las experiencias:

- E. Herramienta algorítmica de mapeo para frecuencias subsónicas: Realiza análisis de audio o imagen en tiempo real y un mapeo lineal entre 5Hz – 130Hz, según la intención narrativa.

F. Herramienta algorítmica para análisis de similitud en intención tímbrica y color de voz, para fabricación de objetos y narrativas no-lineales.

En base a las dos herramientas expuestas anteriormente se realizó una exposición con experiencias hápticas, en una comunidad Oaxaqueña obteniendo experiencias íntimas entre el espectador/usuario y las memorias, así como relaciones complejas generadas en las experiencias; se creó coreografía con sus cuerpos, las herramientas y sus emociones, la comunicación surgió, pero lo más evidente fue la empatía desarrollada durante cada experiencia de la exposición, con personas que jamás habían tenido contacto con estas herramientas (Figura 59).



Figura 59 Experiencia beta.

Conclusiones

El presente trabajo se distingue de otras aproximaciones al diseño y desarrollo de máquinas empáticas poniendo al cuerpo como directriz de los procesos de diseño y buscando en la memoria corporal aquellas posibilidades que permitan conocer al otro por medio de objetos o sistemas de interacción. La utilización del pensamiento coreográfico en colaboración con la estructuración y bases sistémicas de las ciencias de la computación, nos permitió explorar una nueva línea para el diseño y desarrollo de máquinas empáticas y procesos de comunicación humano/máquina, transcodificando diferentes niveles de datos e

información con contenido emocional y aportando nuevos puntos de partida para la exploración en la relación entre espectador/usuario y objetos interactivos. La comunicación de la capacidad empática de un objeto interactivo está limitada por sus periféricos y la capacidad de estimulación simultánea de los sentidos para con el espectador/usuario; por lo tanto, futuras exploraciones en el diseño de máquinas empáticas debe ser el buscar a la adaptabilidad en el *affordance* según las necesidades fisiológicas de quien las utiliza. Las frecuencias subsónicas le otorgan al sistema una conexión directa con el cuerpo, al extender la expresividad del sistema computacional con la posibilidad de generar afecciones fisiológicas a partir de información digital. Esta posibilidad se volvió fundamental en la estructuración de narrativas no-lineales; ya que, le permite al espectador/usuario establecer un relación entre estímulo físico y contenido narrativo, esto mediante el análisis de similitud utilizado para diseñar la gestualidad subsónica. La coreografía y el pensamiento coreográfico no están limitados a las fronteras tradicionales de la escena, sino que su campo de conocimiento puede aportar en gran manera al diseño de sistemas enfocados a la interacción, la expresividad y la afección de sistemas interactivos y su uso en la vida cotidiana en general.

Se adjuntan distintos tipos de experiencias que han sido resultado del presente proyecto.

EMPATÍA

DANZA

COMPUTACIÓN

THE INVISIBLE PERFORMER

TIP

Coreografía asistida por computadora

THE INVISIBLE PERFORMER

Coreografía asistida por computadora

The invisible performer (TIP). Coreografía asistida por computadora. Consiste en una serie de investigaciones construidas desde nuestras imposibilidades fisiológicas abogando al uso de la tecnología como la interfaz (de)codificadora; utilizando la coreografía y el diseño procedural como puntos de intersección para la transcodificación de experiencias íntimas, aproximándonos a las afecciones de otros seres; sistemas, datos, narrativas y correlaciones para la construcción de conocimiento. Se trata de un modelo creativo que transmuta el pensamiento coreográfico a otras tantas posibilidades: cuerpo, objeto, imagen, sonido o software dentro de cualquier espacio imaginable, procurando la creación de interrelaciones que den paso a nuevos sistemas afectivos de creación multidisciplinaria.

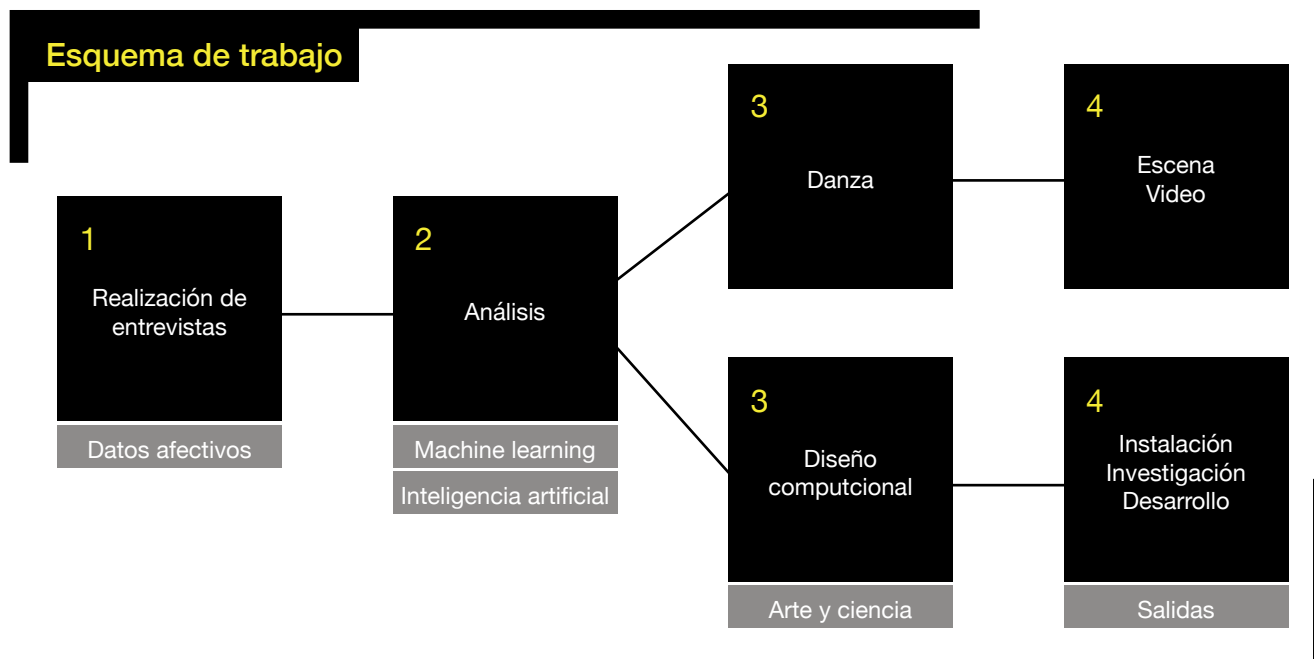
Cada día surgen nuevas posibilidades y medios de comunicación y expresión; sin embargo, cuestionamos los alcances para producir sensaciones empáticas, emociones y afecciones relacionadas con el cuerpo. De aquí nuestro interés por buscar nuevas maneras de aumentar la comunicación y extender las fronteras de las sensaciones humanas.

TIP

SISTEMA DE DISEÑO

Entrevistas, memorias, datos y análisis

La realización de entrevistas es parte vital para la captación de memorias y datos, de este modo tenemos un punto de partida para buscar una representación digital de las afecciones narradas. Con esto se realiza un análisis para determinar los puntos más relevantes en las narraciones y experiencias utilizando el timbre, entonación y características vocales para buscar construir interfaces que puedan aumentar sensaciones y propiciar la empatía sin la presencia corporal de quien ha compartido su sentir.



EDICIONES ANTERIORES

Se realizó una primera edición de piezas con una muestra en el Centro de las Artes de San Agustín, Oaxaca. Esta serie invitaba al espectador a experimentar de distintas maneras la historia de 3 mujeres con afecciones e imposibilidades físicas que compartieron sus historias, memorias y sensaciones.





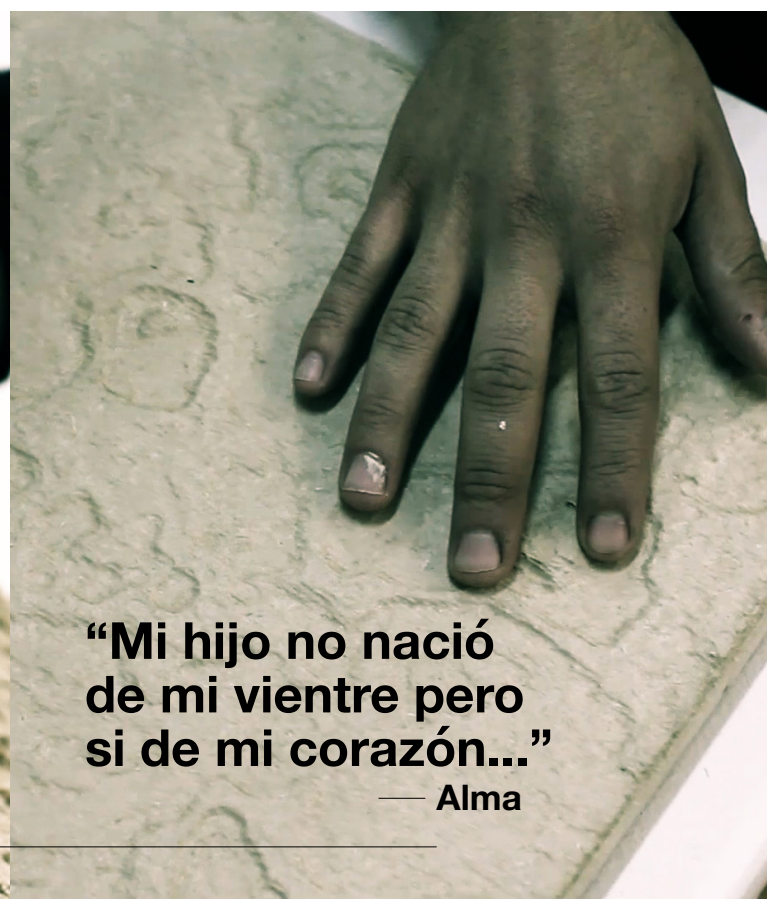
TIP
0.1

Historias
Resonantes



TIP
0.1

Historias
Resonantes



**“Mi hijo no nació
de mi vientre pero
si de mi corazón...”**

— Alma

THE INVISIBLE PERFORMER

Pieza de inclusión multisensorial digital

Una de las ramas de trabajo en **The Invisible Performer (TIP)** es el diseño de herramientas digitales multisensoriales, que promuevan la inclusión en la experiencia de personas con capacidades diferentes hacia distintas manifestaciones artísticas. Para el presente proyecto desarrollamos el diseño de un interfaz interactiva que permite la experimentación de la danza contemporánea desde una nueva perspectiva.

¿Cómo experimentar la danza sin poder verla?

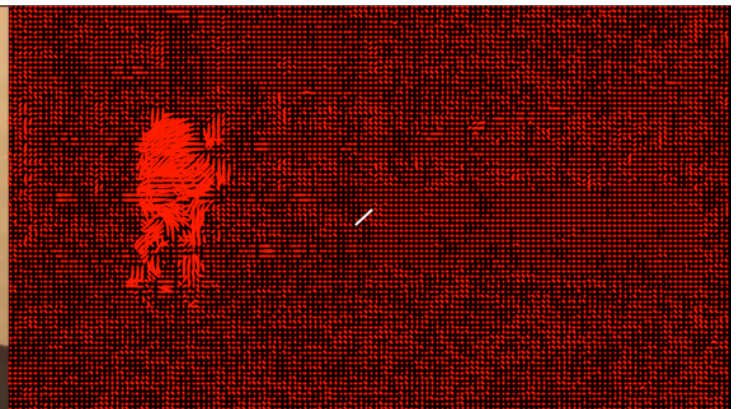
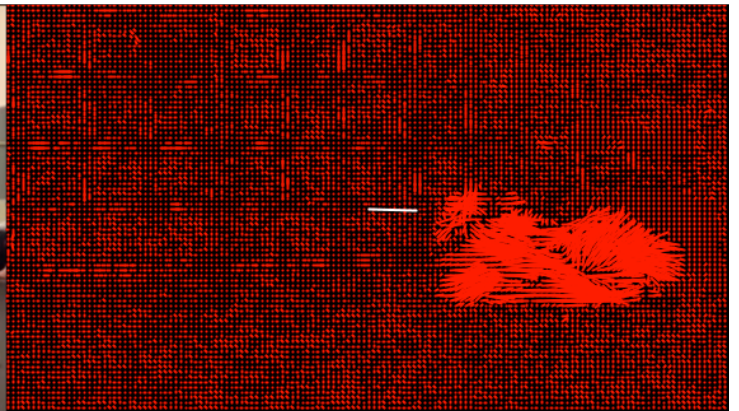
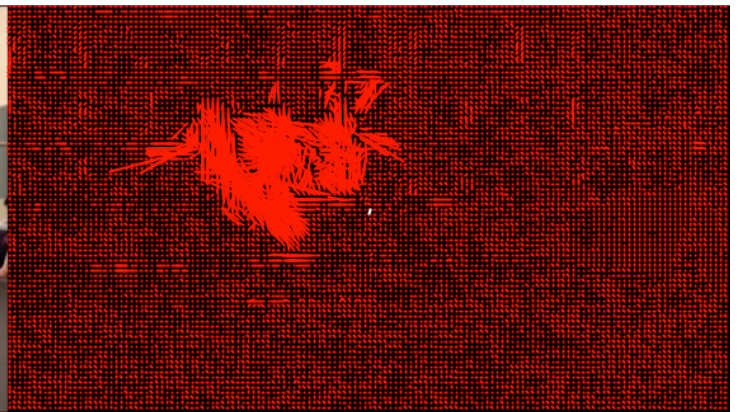
Para buscar responder a esta pregunta, juntamos diferentes tecnologías y sistemas de pensamiento que nos permitieran aproximarnos al movimiento de la danza contemporánea desde sus cualidades, sensaciones e intenciones. El diseño interactivo y algorítmico permite provocar en el participante la detonación de emociones desde lo intangible de la artes escénicas al mismo tiempo que exploramos distintos niveles de comunicación corporal y sensorial.

TIP

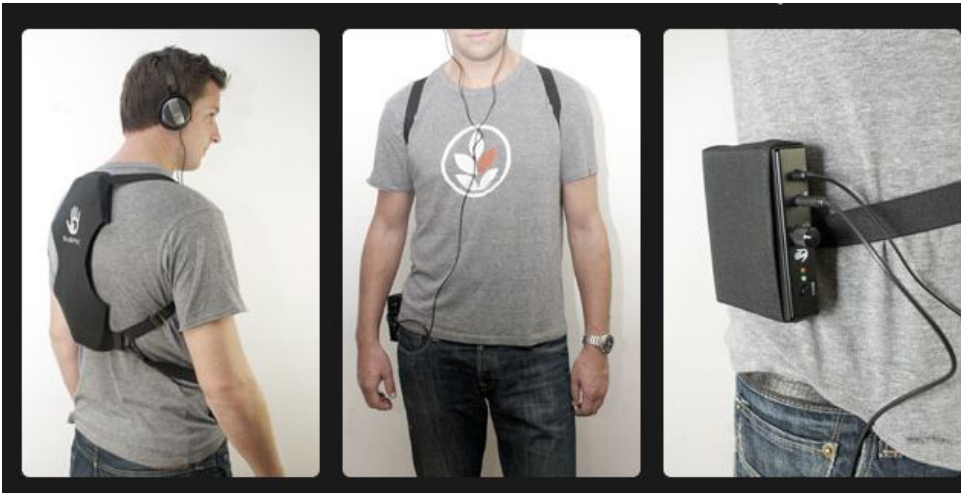
Tecnologías

Esta pieza se basa en dos tecnologías principales: visión por computadora y sonido táctil. Utilizando estos puntos de partida, desarrollamos una serie de algoritmos que permiten la codificación de la información de ambas tecnologías en lo que denominamos gestos coreográficos, de este modo es posible construir un modelo de comunicación multisensorial que provoca una conexión directa entre el espectador y el bailarín.

Visión por computadora



Diferentes técnicas de visión por computadora son utilizadas para generar la información de movimiento dancístico.



La pieza utiliza la tecnología de sonido táctil subpac para hacer llegar al espectador las diferentes características del movimiento dancístico

Montaje

Modalidad: En vivo.

Tiempo de duración: 1 h.

Espacio de danza: 3x3 m²

Espacio de espectador: 1.5 x 1.5 m²

Espacio de público general: Variado.

Iluminación: Iluminación natural o luz artificial incandescente cenital.

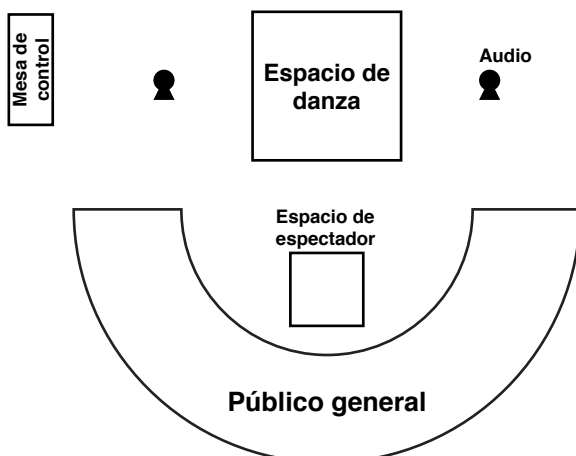
Audio: Sistema PA estéreo capaz de cubrir la totalidad del espacio.

Otros: 1 mesa de al menos 100 x 60 cm²

Tiempo de montaje: 50 min.

Tiempo de desmontaje: 30 min.

Disposición aproximada del espacio:



Modalidad: Instalación.

Tiempo de duración: Variado.

Espacio de montaje: 3x3 m²

Iluminación: Ninguna.

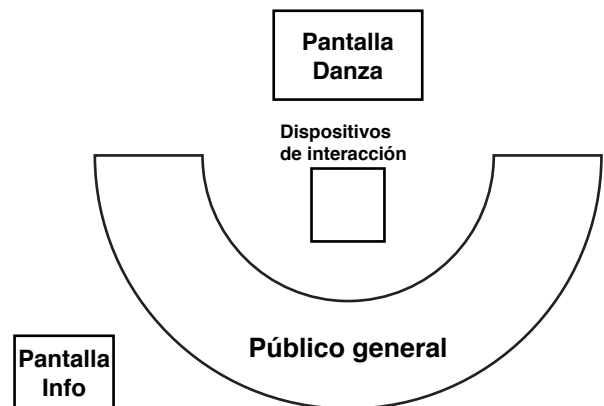
Audio: Ninguno.

Otros: Dependiendo de la situación museográfica y disposición del espacio.

Tiempo de montaje: 1 h 30 min.

Tiempo de desmontaje: 45 min.

Disposición aproximada del espacio:



Aime Irasema Sánchez López
Bitácora de proceso
TIP The Invisible Performer
Coreografía Asistida por Computadora
De Ana Karen Ibarra y Roberto Cabezas
Octubre 2017

Desde la primera reunión de trabajo se expusieron las intenciones del por que crear una obra a partir de la memoria, la empatía, la imposibilidad, entre otros conceptos relacionados, que se han ido manifestando poco poco durante todo el proceso. Así como la utilización de la tecnología computacional y la realidad aumentada como asistencia coreográfica y en la creación del discurso corporal de cada uno.

Me fue interesante todo el planteamiento y sobre todo el origen de las ideas, que generaron material previo para comenzar a abordar la creación desde el plano coreográfico. Ana Karen y Roberto se acercaron a personas con alguna imposibilidad física y aleatoriamente les realizaron entrevistas acerca de esas no-posibilidades que cada uno tenía. A través de sus experiencias, lo que contaban y su voz, se abstraieron y tradujeron dichos elementos , con el recurso tecnológico, en figuras tridimensionales.

Así fue mi primer encuentro, me coloqué los lentes VR de realidad aumentada y entré a otro universo. Exploramos con tres figuras distintas, distintas entre si en cuanto a geometría y cada una generaba diferencias en sensación, corporalidad, y hasta en planos de mentalidad y pensamiento.

Ha sido interesante observar y vivir el juego entre dos realidades, la capacidad de adentrarse y habitar un mundo paralelo a nuestra realidad cotidiana y “tangible” y no perderte completamente en este otro plano. Este mundo paralelo se caracteriza por hallarte dentro de en una especie de cubo donde el único cuerpo habitando, además del tuyo, es una figura muy partícula en su geometría, blanca, tridimensional que flota y gira en su propio eje, la cual de alguna manera limitada, tienes la capacidad de controlar en cuanto a su tamaño/distancia y velocidad de rotación.

A través de la observación e interacción con cada figura se originó un discurso corporal, que me replanteaba en varias ocasiones la consciencia del origen y significado de cada una de ellas, abstracciones de memoria, pensamientos, sensaciones y voz.

Cada uno de nosotros tuvo la capacidad y decisión de como aproximarse e interactuar con las figuras, como jugar y explorarlas, dando como resultado particularidades, identidad e individualismo.

Algunas palabras y conceptos esenciales

La memoria.

Lo sensorial.

Habitar otra realidad.

Cuerpo sensor.

Descubrimientos constantes.

La voz del otro en mi cuerpo/mi movimiento.

Intervenciones.

Invisibilidad como algo que no se ve pero existe.

Revivir el surgimiento de cada movimiento .

La imposibilidad que en algún momento generaba el intervenir el mismo espacio con la figura te orillaba a crear y explorar el movimiento desde distintas perspectivas. El poder “controlar/nocontrolar” era un juego en el que podías pasar horas y tener hallazgos infinitos. En lo personal siempre me gustaba crear una distancia cero entre la figura y yo, es decir que ambos cuerpos se encontraban en el espacio del otro. Tuve la oportunidad de ver reflejadas múltiples imágenes que me conectaban con algo muy específico para crear un lenguaje.

El proceso realmente fue muy personal, las sesiones de ensayo en su mayoría contaban en sesiones individuales, y esto apoyaba a que el discurso de cada uno fuera único, con capacidad de laboratorio y profundización.

Cuando se volvió a tener ensayo con los 4 performers que conformamos la obra fue realmente interesante el observarnos y re-observarnos. El como cada uno, a partir de las mismas consignas y elementos había experimentado y traducido desde su yo, de manera distinta. Esto a mi parecer es un punto clave, ya que estamos abordando la memoria(capacidad de recordar y traer)y la invisibilidad (como algo que no se ve pero existe)desde puntos de partida idénticos(memorias específicas) perspectivas personales que llevan a una memoria en conjunto.

Algo sobre la invisibilidad...

“las palabras
no hacen el amor
hacen la ausencia
si digo agua ¿beberé?
si digo pan ¿comeré?
en esta noche en este mundo
extraordinario silencio el de esta noche
lo que pasa con el alma es que no se ve
lo que pasa con la mente es que no se ve
lo que pasa con el espíritu es que no se ve

¿de dónde viene esta conspiración de invisibilidades?
ninguna palabra es visible”

Fragmento del poema En esta noche, en este mundo de Alejandra Pizarnik.

El reto ha sido no perder la esencia primaria, desde la manera de como colocarse en otro espacio alterno y no olvidar cada una de las interacciones, los momentos y hallazgos. De eso habla la memoria. Al estar escribiendo esto, puedo cerrar los ojos y traer de manera inmediata las sensaciones que me generaban el ser parte de este otro universo. A lo largo del proceso se han adherido nuevas premisas y agentes externos que han potenciado el discurso de cada uno de nosotros, por ejemplo el sonido, que a través de juegos

computacionales se formaron partituras con múltiples tiempos combinados se ha ido mutando el movimiento sin perder la esencia, forma y contenido.

Otro concepto que creo es importante resaltar es el hecho del estado personal, y que en lo personal, es primordialmente sensorial, y eso te puede llevar a memorias, recuerdos y emociones. Imagino yo, que si solamente hubiera escuchado las entrevistas, inmediatamente habría conectado emocionalmente para después dejar surgir las sensaciones, imágenes, memorias. En conclusión opino que se encuentran en el mismo plano, sin embargo esta manera de adentrarse a la memoria del otro potencia el plano sensorial.

Al comenzar a armarse un boceto de la pieza, nos dimos cuenta de la nueva relación, de cuerpos y espacios entre nosotros, conservando la identidad, el estado de cada uno y la perspectiva del como habitamos el espacio de realidad aumentada. Es como estar en dos lugares al mismo tiempo.

El equipo de trabajo ha sido tan generoso, abierto a la reflexión y cariñoso que ha creado fluidez en el proceso de creación de esta obra y que cada una de las partes ha compartido parte de si para crear un todo y a través de la individualidad una memoria colectiva.



Exploración con los lentes VR
Foto Ana Karen Ibarra

TIP

The Invisible Performer

No es la primera vez que tengo la oportunidad de colaborar con Ana Karen y Roberto Cabezas. Admiro y respeto su trabajo y agradezco sentir esa reciprocidad hacia el mío. La visión que tiene Ana sobre la integración de la tecnología con las artes se vive en cada proceso de creación que ha realizado.

Pareciera difícil poder entender el contexto desde donde parte esta inquietud, en el caso de TIP, cuando nos explicaba sobre las entrevistas realizadas (que de ahí con todo un método científico, matemático... se transforma en un objeto visual el cual es nuestro punto de partida para generar movimiento, pero sobre todo sensaciones y calidades distintas provocadas por ese objeto virtual que nos afecta), al relacionarnos poco a poco con la imagen, la realidad es que tu cuerpo si acciona con motores de movimiento distintos, la interacción que se logra con el objeto se va reflejando poco a poco, sin saber exactamente esas afectaciones de las personas entrevistadas, se siente una empatía “invisible”, ellos están presentes y de poco a poco van siendo parte de uno.

El manejo de la realidad virtual te sitúa en algo “ilusoriamente palpable” el juego con lo visible pero intocable te confunde a veces, te provoca y también te limita.

El poder dirigir nosotros la velocidad en que gira y el tamaño del objeto virtual nos permite modificarnos junto con la imagen, el poder decidir pero también aceptar que el objeto visual no cambia si no que dependemos totalmente de él.

Al terminar con la realidad virtual continuamos con un proceso de memorización de sensaciones y algunos movimientos recurrentes realizados con la interacción con la imagen. Recordar las texturas del objeto, la distancia y la velocidad con que se movían, que eso era lo que nos provoco el movimiento y sin tener la imagen, dialogar con el recuerdo y crear una frase de movimientos inspirados y provocados por el objeto, te provoca un proceso de concentración intuitiva.

El trabajo de improvisación va dirigido hacia una precisión constante, entonces lo que hemos creado cada uno de los colaboradores va ensamblándose poco a poco y cuando aparentemente no tenemos ninguna relación entre nosotros, no es así porque vamos formando parte de un rompecabezas que puede ser modificable pero siempre tiene una dirección exacta hacia donde dirigirse.

Este proceso de “incertidumbre-precisa” (podría llamarlo yo) me genera un estado de bipolaridad en el que siento que debo dejarme llevar y al mismo tiempo no perderme.

Yuridia Ortega

Glosario

El glosario se encuentra en orden alfabético:

Ableton Live: es un secuenciador de música por software y una estación de trabajo de audio digital para macOS y Windows.

Adobe After Effects: es una aplicación de efectos visuales digitales, gráficos de movimiento y composición desarrollada por Adobe Systems y utilizada en el proceso de postproducción de cine y producción televisiva.

GAN's (Generative Adversarial Networks): Redes Adversarias Generativas (GAN's, por sus siglas en inglés)

GUI (Graphical User Interface): Interfaz de Usuario Gráfica (GUI, por sus siglas en inglés).

OSC (Open Sound Control): es un protocolo para la conexión en red de sintetizadores de sonido, computadoras y otros dispositivos multimedia con fines tales como la interpretación musical o el control de espectáculos. Las ventajas del Open Sound Control (OSC, por sus siglas en inglés) incluyen interoperabilidad, precisión, flexibilidad y una mejor organización y documentación.

Plugin: es un componente de software que añade una característica específica a un programa informático existente. Se considera que cuando un programa admite plugins, permite la personalización.

Processing: es un lenguaje de programación informática de código abierto y un entorno de desarrollo integrado (IDE) construido para las artes electrónicas, el arte con nuevos medios y las comunidades de diseño visual con el propósito de enseñar a los no-programadores los fundamentos de la programación orientada a objetos en un contexto visual.

Script: programas simples escritos para un ambiente computacional que realizan pequeñas tareas o acciones e interactúan con el sistema operativo o el usuario. Usualmente son lenguajes de programación interpretados.

SuperCollider: es un entorno de desarrollo integrado y lenguaje de programación originalmente publicado en 1996 por James McCartney para síntesis de audio en tiempo real y composición algorítmica.

TouchDesigner: es una plataforma de desarrollo visual equipada con las herramientas necesarias para crear proyectos sorprendentes en tiempo real y ricas experiencias de usuario. La plataforma está optimizada para el trabajo en medios interactivos, proyecciones arquitectónicas, visuales de música en vivo.

VST (Virtual Studio Technology): es una interfaz de software para la creación de plugins de audio que integra sintetizador de software y efectos en estaciones de trabajo de audio digital. VST y tecnologías similares utilizan el procesamiento digital de la señal para simular el hardware tradicional del estudio de grabación en

software. Existen miles de plugins, tanto comerciales como gratuitos, y un gran número de aplicaciones de audio soportan VST bajo licencia de su creador, Steinberg.