

INTELIGENCIA ARTIFICIAL y ARTE INTERACTIVO
EN EL CASO DE ESTUDIO: UNCANNY MIRROR (2018), DE MARIO KLINGEMANN

LILIANA GONZÁLEZ RUBIANO

UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES, DEPARTAMENTO DE HUMANIDADES
MAESTRÍA EN ESTÉTICA E HISTORIA DEL ARTE
BOGOTÁ D.C.
2019

INTELIGENCIA ARTIFICIAL y ARTE INTERACTIVO
EN EL CASO DE ESTUDIO: UNCANNY MIRROR (2018), DE MARIO KLINGEMANN

LILIANA GONZÁLEZ RUBIANO

Trabajo de Grado

Director Proyecto de Grado

Felipe Beltrán Vega

Profesor Asociado

UNIVERSIDAD JORGE TADEO LOZANO
FACULTAD DE CIENCIAS SOCIALES, DEPARTAMENTO DE HUMANIDADES
MAESTRÍA EN ESTÉTICA E HISTORIA DEL ARTE
BOGOTÁ D.C.
2019

Bogotá, 29 de Agosto de 2019.

A mis padres.

Me gustaría dar las gracias a todas las personas que con su tiempo, dedicación y feedback han contribuido a este trabajo. En especial a Yves Blondeel, por su amoroso acompañamiento, increíbles insights y por haber emprendido la maravillosa aventura que permitió que este trabajo creciera, a David González por ser cómplice en todos y cada uno de mis proyectos, todo el apoyo incondicional, las palabras de aliento y largas noches de edición. Finalmente a Felipe Beltrán, mi director de trabajo de grado, por su paciencia, valentía, sus invaluable y significativos aportes que hicieron posible este documento.

CONTENIDO

	Pág.
INTRODUCCIÓN	08
1. REDES NEURONALES ARTIFICIALES EN EL ARTE	19
1.1. New Media Art y la inteligencia artificial	19
1.2. Inicio de la inteligencia artificial como campo del saber	21
1.3. <i>Machine learning</i> o las máquinas que aprenden	24
1.3.1 IA y New Media Art	25
1.3.2 <i>Machine learning</i> y arte generativo	27
1.3.2.1 <i>Primera ola: Pioneros (1960-1980)</i>	30
1.3.2.2 <i>Segunda ola: Web 2.0 (1990-2015)</i>	32
1.3.2.3 <i>Tercera ola: AI Art (2015 en adelante)</i>	33
1.3.3 Redes Neuronales Artificiales (GAN's), AI y Life Art	36
1.3.4 <i>Deep Learning</i> : GAN's como técnicas de AI Art	38
1.3.5 Redes Adversariales Generativas (GAN's)	40
1.3.6. Secuencia de uso de un algoritmo tipo GAN en el proyecto Mosaic Virus (2018)	42

CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE CASO: <i>UNCANNY MIRROR</i>	47
2.1. Análisis técnico y fases de desarrollo	50
2.1.1. Primera fase: Selección de bases de datos y entrenamiento de algoritmos	52
2.1.1.1. <i>Proceso A: Selección base de datos 01.</i>	52
2.1.1.2. <i>Proceso B: Selección base de datos 02.</i>	53
2.1.1.3. <i>Proceso C: Empleo de los datos biométricos para generar un boceto del rostro de los participantes</i>	54
2.1.2. Segunda fase reinterpretación rostro del participante	54
2.1.2.1. <i>Proceso A: Incorporación del aprendizaje adquirido a través de la interacción con participantes previos</i>	55
2.1.3. Tercera fase: Alta definición	56
2.1.4. Estados: Activo (aprendizaje) y reposo (sueño)	56
2.2. Experiencia estética y análisis de la obra <i>Uncanny Mirror (2018)</i> a partir de las categorías formuladas por Kwastek (2013) y Galanter (2016)	57
2.2.1. Actores	58
2.2.1.1. <i>Red neuronal artificial como actor principal</i>	60
2.2.1.2. <i>Bases de datos de <i>Uncanny Mirror</i></i>	63
2.2.2. El espacio	64

2.2.3. El tiempo	66
2.2.4. La interactividad y la interacción	69
2.2.4.1. <i>Los modos de la experiencia</i>	73
2.2.5. Materialidad y la interpretabilidad de la obra	76
2.2.6. Interface y <i>hardware</i>	79
CAPÍTULO 3. CONCLUSIONES	85
3.1. Aprendizaje y entrenamiento	86
3.2. <i>Back-stage</i> y <i>front-stage</i>	87
3.3. Simultaneidad asincrónica	88
3.4. El ecosistema mediático de la obra	89
3.5. Reflexiones finales	91
BIBLIOGRAFÍA	93
ANEXOS	102

INTRODUCCIÓN

Una de las raíces de la palabra arte, *ars* en latín, significa creación. Hasta hace muy poco, las teorías del arte, las teorías de la estética y el arte en general estaban ubicadas en un campo de juego (Gadamer, cap 4, 2005) cuyos jugadores eran en su totalidad humanos. Creaciones de humanos para humanos.

Con el desarrollo vertiginoso en la última década del fenómeno del *Big data* (Han, p. 85 2014) y el crecimiento exponencial de la inteligencia artificial (IA) tanto en el arte como en múltiples campos del saber (Manovich, 2018), se divisa un cambio sutil pero potente en el panorama del cambio contemporáneo: la irrupción de creadores no humanos. Una de las tareas de esta investigación es identificar en qué medida las recientes perspectivas y teorías sobre estética contemporánea logran dar cuenta del fenómeno de la irrupción de la inteligencia artificial en el arte. Para esto, se tomará como caso de estudio la obra *Uncanny Mirror* (2018) de Mario Klingemann.

La inteligencia artificial ha salido de los laboratorios y de los creadores de la ciencia ficción más salvaje y silenciosamente ha empezado a permear nuestra cotidianidad. Nos despierta la melódica alarma de nuestros teléfonos inteligentes, utilizamos Google para buscar las noticias más importantes del día, escuchamos nuestra música favorita

sugerida por Spotify, editamos la *selfie* del día con los filtros ofrecidos por Instagram y vemos un nuevo video sugerido por YouTube antes de siquiera habernos cepillado los dientes en la mañana. Podríamos atrevernos a decir que se han creado claros lazos de interdependencia entre los humanos y la inteligencia artificial.

Durante la última década, el vertiginoso desarrollo del campo de la IA ha permitido que su presencia se multiplique exponencialmente en todas las áreas de la sociedad: los medios, las redes sociales, los artefactos, las aplicaciones, los motores de búsqueda, los medios de transporte, los sistemas de análisis de datos, la medicina, entre otros, además de haberse convertido en un elemento esencial para el desarrollo de las economías actuales (Manovich 2018, cap I). El arte y los circuitos artísticos también se han visto impactados por estos desarrollos en el campo de la inteligencia artificial, de manera tal que se han multiplicado los artistas, los curadores, los proyectos, las instituciones, las ferias, las galerías, los coleccionistas y recientemente también las casas de subastas.

Desde hace más de tres décadas surgieron escenarios que se han preocupado por promover y exhibir proyectos que se encuentran en la frontera entre las artes, la ciencia y la tecnología (Grau, 2007). Esto ha propiciado encuentros interdisciplinarios, entre los cuales se destacan los siguientes eventos: el Festival Ars Electronica, celebrado desde 1979 en Linz, Austria ; Transmediale, festival de vídeo y cine activo desde 1988 en

Berlín; el simposio internacional, SIGGRAPH¹ (1996) Así mismo, han comenzado a surgir museos como el ZKM (1989) (Zentrum für Kunst und Medientechnologie), que se especializan en este tipo de obras, y en varios museos empiezan a existir colecciones enfocadas en esta línea, como aquellas en el Whitney Museum y el New York Museum of Modern Art, entre otros.² Aunque las colecciones de Media Art siguen siendo comparativamente menores, ésta es una tendencia que se ha ido revirtiendo. Si antes este tipo de manifestaciones artísticas sólo se podían apreciar en festivales especializados, hoy son más las instituciones que se suman y le abren la puerta a este tipo obras. En Colombia, por ejemplo, están el Festival Internacional de la imagen³, que se celebra en Manizales desde 1997, y Voltaje el Salón del Arte y la Tecnología⁴, que se lleva a cabo desde 2014.

En septiembre de 2017 fueron exhibidos en la muestra “Al the other and I”, en la ciudad de Linz (Austria), más de cien proyectos que desde la ciencia, las artes y el diseño se preguntaban sobre las relaciones entre la inteligencia artificial y los humanos, en uno de los festivales más importantes de arte y tecnología: Ars electronica. En el año siguiente, en París, durante los meses de abril y junio se inauguró en el Grand Palais la exposición “Artistes & Robots”, la cual se preguntaba si los robots podían ser

¹ SIGGRAPH (Special Interest Group on Computer Graphics and Interactive Techniques) es una conferencia que se realiza en diversos lugares del mundo ver: <https://s2019.siggraph.org/>

² Ver “What is Media Art?” Danube University Krems, Department of Image Science, Acceso el día 12 de septiembre de 2019. <http://www.mediacultures.net/mah/what-is-media-art/>

³ Este festival hace parte de la facultad de diseño visual, de la Universidad de Caldas, en Manizales, Colombia. ver: <http://festivaldelaimagen.com/>

⁴ Este festival que hace parte de la feria del millón en alianza con la Universidad de los Andes de Bogotá y la Fundación Telefónica. <http://voltaje.co/>

considerados artistas. En octubre de 2018, según indicó el *New York Times*, fueron subastadas por primera vez, piezas producidas por una inteligencia artificial en Christie's (Diciembre, 2018) y Sotheby's, (Febrero, 2019). (Fig. 1) y un artículo publicado por la página web de esta casa de subastas se preguntaba si la inteligencia artificial se convertirá en el próximo medio del arte⁵. Luego, en febrero de 2019, el Centro Nacional de Arte y Cultura Georges Pompidou en París anunció la exposición “La Fabrique du Vivant”. El texto curatorial propone que en la era digital hay una nueva interacción entre la creación y las ciencias de la vida, y se pregunta “Si las herramientas de simulación digital permiten la recreación de la vida, la pregunta que surge hoy es: ¿Cómo programar la vida?”

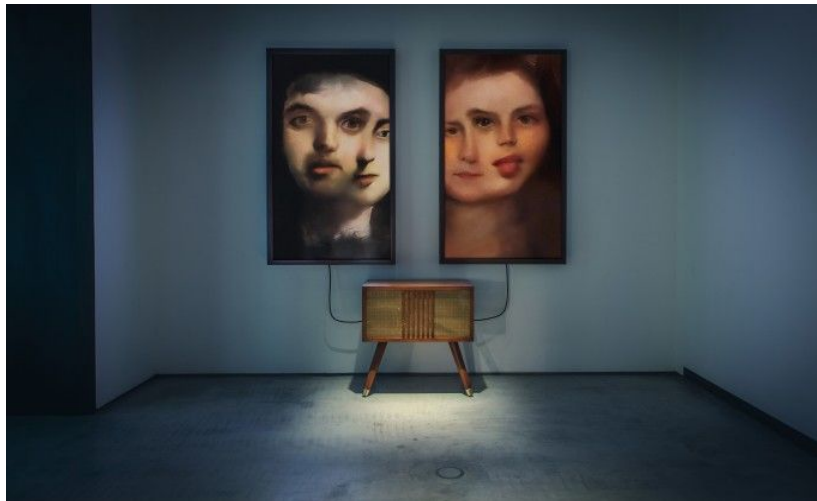


Figura 1: Klingemann, Mario. Memories of Passersby I, 2019. Instalación. Colección privada. Disponible en: Sotheby's, <https://cdn.dotcom.sothebys.psdops.com/dims4/default/9f8e3cc/2147483647/strip/true/crop/5335x3302+0+0/resize/684x423!/quality/90/?url=https%3A%2F%2Fcdn.dotcom.sothebys.psdops.com%2Ffc%2F50%2F6b757c4b4991a03f125e688903c1%2Fklingemann-contemporary-day-additional-image.jpg> (20 de Febrero de 2019)

Si bien este no es el lugar para contestar las complejas preguntas planteadas en el párrafo anterior, sí es un espacio para reflexionar sobre las categorías de análisis que

⁵ Christie's. (12,09,2018). Is Artificial Intelligence set to become art's next medium?. Recuperado de <https://www.christies.com/features/A-collaboration-between-two-artists-one-human-one-a-machine-9332-1.aspx>

algunas teorías desde el campo de la estética han propuesto en la contemporaneidad. Así mismo, se tratará de averiguar en qué medida los métodos de aproximación y las categorías sugeridas por las perspectivas del arte generativo y la estética del arte interactivo logran describir y analizar las obras que hacen uso de la inteligencia artificial, en particular las obras que son generadas a partir de redes neuronales artificiales, tal como la obra *Uncanny Mirror*, de Mario Klingemann.

En la revisión de la literatura sobre *New Media Art* se ha encontrado un vacío en los métodos de descripción y análisis de obras que son constituidas por sistemas de redes neuronales artificiales, como es el caso de *Uncanny Mirror*. Esto se debe, en gran medida, a que son obras que incorporan tecnologías emergentes. Entre la literatura consultada al respecto, vale la pena destacar a Tribe, Reena y Grosenick (2007), Graham y Cook (2010), Kwastek (2013), Shanken (2009 y 2015) y Galanter (2016).

Existen varios trabajos que analizan en detalle el arte digital interactivo. Al respecto, se destacan las propuestas de Kwastek (2013), quien propone un modelo para analizar obras de arte interactivo; Galanter (2016), quien realiza un análisis detallado de las problemáticas asociadas al arte generativo; y Manovich (2018), quien aporta una nueva aproximación al fenómeno de la estética y las inteligencias artificiales. Sin embargo, hasta la fecha no se ha encontrado una teoría estética que se ocupe en detalle de las particularidades asociadas al tipo de obras creadas a partir de modelos neuronales

artificiales que hacen uso de sistemas que deben ser entrenados por el artista y que muestran un alto grado de autonomía.

Este documento se pregunta, a partir de la revisión de las categorías de análisis que proponen Kwastek (2013) y Galanter (2016) para describir proyectos artísticos interactivos y de arte generativo, si las categorías que proponen estos autores permiten dar cuenta de la complejidad de los proyectos artísticos interactivos que involucran el uso de redes neuronales artificiales.

El objetivo principal de este trabajo es complementar las categorías de análisis existentes y proponer nuevas categorías que, de manera fluida, den cuenta de proyectos artísticos que han sido creados a partir de la implementación de algoritmos que exhiben inteligencia artificial generada por redes neuronales artificiales, en particular dentro del área de la inteligencia artificial referida como *machine learning* y *deep learning*⁶.

Machine learning es un campo del saber dentro del conjunto de la inteligencia artificial en la que los algoritmos y modelos son entrenados para realizar tareas específicas sin el uso explícito de instrucciones, utilizan en cambio, la inferencia a partir de los patrones que la máquina deduce. Por su parte el *deep learning* es un subconjunto del *machine learning* en el que inicialmente se proponen dos redes neuronales

⁶ Tanto el término *machine learning* como el término *deep learning* no serán traducidos en este documento, se mantendrán en el idioma original en el que fueron formulados.

adversariales o GAN's, una red es denominada generador, mientras otra discriminador. Las dinámicas entre estas dos redes neuronales artificiales, le permiten a la IA aprender de manera exponencial⁷.

Así pues, el objeto de estudio de esta investigación es el fenómeno de las redes neuronales artificiales en el campo del arte, y la reciente aparición de obras que utilizan redes neuronales artificiales como parte fundamental de la creación del mismo trabajo.

La construcción del marco teórico en este trabajo de grado se apoya en un campo del conocimiento que se denomina *New Media Art History*. Este es un campo interdisciplinario de investigación que explora los desarrollos tanto de la historia como de la genealogía del *New Media Art*, el Arte Digital y el Arte Electrónico (Cubitt y Thomas, 2013; Grau, 2007; Kwastek, 2013; Tribe, Reena y Grosenick, 2017). La analogía que usualmente se asocia al *New Media Art* es una sombrilla, dado que es un término que en un sentido muy amplio engloba manifestaciones artísticas que se crean mediante el uso de tecnologías emergentes originadas desde la ciencia.

La mayoría de los autores que tratan de "delinear" el objeto estético del New Media Art enfatizan aspectos de la interactividad, los procesos, la multimedia y el tiempo real. El enfoque de New Media Art radica en las implicaciones culturales, políticas y sociales, así como en las posibilidades estéticas [...] En consecuencia, los académicos reconocen la función de las tecnologías de medios en New Media Art no sólo como "portadoras" de significado, sino como medios que

⁷ Estos conceptos son discutidos en detalle el primer capítulo de este documento.

modifican fundamentalmente el significado mismo de la obra de arte en sí.
(Danube University Krems, Department of Image Science, 2017)

Este campo de cruce de fronteras entre saberes, por su particular mirada desde los medios, permite el desarrollo de una investigación sobre la aparición de proyectos artísticos enmarcados dentro de una categoría emergente de la esfera del *Media Art*: el *Artificial Intelligence* y *Life Art*⁸, categoría dentro de la cual se anida el proyecto que será analizado en este documento, y la cual considera a la inteligencia artificial no sólo como un medio, sino como un síntoma de la era en la cual estamos viviendo.

Por otro lado, este trabajo se apoya en la documentación y la construcción de categorías aportadas por el Festival Ars Electronica, dado que este incorpora una nueva categoría dentro de su certamen Prix Ars Electronica, denominada “Artificial Intelligence & Life Art”, la cual está dedicada al análisis sobre la inteligencia artificial y las ciencias de la vida. Esta nueva categoría busca visibilizar trabajos que “se centren o apliquen aspectos de biotecnología, tecnología genética, biología sintética, *machine learning*, *deep learning* y otras áreas de investigación de IA”⁹. La inserción de esta categoría es importante porque reconoce a los creadores que, como Mario Klingemann, indagan los cruces de frontera entre el arte y la ciencia, pero al mismo tiempo agrupa

⁸ En el primer trimestre del año 2019, el festival Ars Electronica estableció como una nueva categoría el “Artificial intelligence y Life Art”. Prix Ars, *Ars electronica*. Acceso el día 5 de marzo de 2019.
<https://ars.electronica.art/prix/en/categories/artificial-intelligence-life-art/>

⁹ Ars Electronica. The Categories of Prix Ars Electronica (2019). Acceso el día 21 de marzo de 2019.
<https://ars.electronica.art/press/en/2019/01/16/prix2019/>

estas obras, que son generadas en campos disímiles como la biología y el arte o la ingeniería de sistemas y el arte, permitiendo un análisis de conjunto.

Desde la historia del (*new*) *Media Art*, serán invaluable los aportes de Oliver Grau, pionero en la configuración del campo de los *Media Art studies*; desde los *media studies*, el trabajo de Lev Manovich; y, finalmente, Katja Kwastek por sus aportes metodológicos sobre la descripción y el análisis del arte digital interactivo.

Para el análisis y la descripción de las redes neuronales artificiales y de las redes adversariales generativas, esta investigación se apoyará el trabajo investigativo de Ian Goodfellow, Yoshua Bengio y Aaron Courville, siendo estos últimos pioneros del campo del *machine learning*, y en particular Ian Goodfellow, creador de los GANs o las redes adversariales generativas.

En el primer capítulo de este documento se hará un breve recuento de la historia de las redes neuronales para contextualizar al lector sobre el campo de conocimiento que posibilitó el surgimiento de la obra que será analizada más adelante.

En el segundo capítulo se analizará el caso de estudio, *Uncanny Mirror* de Mario Klingemann. Para este análisis, se propone una aproximación sistémica a partir de tres momentos. En el primer momento, se identifica proceso de construcción, programación y ensamble de la obra. Dado que la obra es un sistema complejo, es necesario

identificar y entender cómo fueron contruidos el *software* y el *hardware*, para así establecer un lenguaje que permita comprender la forma como fue creada esta pieza, puesto que es un proyecto híbrido que surgen del cruce entre el arte y las ciencias computacionales. El segundo momento de análisis de la obra se apoyará en la metodología propuesta por Kwastek (2013). Esta autora propone un método para analizar las obras de arte interactivo en el cual se adopta una aproximación multi-perspectiva, en la cual se tienen en cuenta la auto-observación, la observación del que recibe la obra (*recipient*) a través de entrevistas, y el artista como fuente primaria de información. (Kwastek, 2013, pp. 64-69).

Dentro del método de Kwastek (2013), el primer paso es identificar el objeto de estudio y el género al cual pertenece la obra que se analizará. El segundo paso es identificar a los actores involucrados¹⁰. El tercero es identificar el espacio en el que se desarrolla la obra, como cuarto paso propone el análisis del tiempo, es decir, de las relaciones entre las diferentes temporalidades presentes en la obra¹¹. El quinto paso se enfoca en la

¹⁰ El conjunto de actores posibles que describe Kwastek son: El artista, los asistentes del artista, los que reciben la obra (*recipients*), y el sistema técnico. (Kwastek, 2013 pp. 90-98), este insight sobre el sistema técnico como parte de los actores posibles facilita la lectura del caso de estudio elegidos dado que ambos tienen un componente tecnológico significativo, que además es la encargada en parte de los resultados estéticos de las mismas.

¹¹ Estos presentan las siguientes subcategorías, para el espacio: la configuración de los espacios de interacción, la realización de la espacialidad, los espacios digitales y los espacios virtuales y la presencia, y para el tiempo: la interacción en el tiempo, la narración en el tiempo y el tiempo narrado, la estructura, ritmo y los procesos del tiempo, vitalidad (*liveness*). (Kwastek, 2013, pp. 11-118). En particular este análisis exhaustivo ayuda a entender el movimiento de las obras, a acercarse a éstas no como artefactos estáticos sino como sistemas altamente dinámicos.

descripción de la interactividad y de la interacción¹². El sexto y último paso consiste en el análisis de las categorías estéticas de la materialidad y la interpretabilidad¹³.

El conjunto de criterios que propone Kwastek es muy extenso. Sin embargo, esta autora señala de manera enfática que “Los criterios identificados no se abordarán de manera exhaustiva para cada trabajo individual, sino que deben entenderse como un conjunto abierto de instrumentos para observar trabajos muy diferentes desde diferentes perspectivas” (Kwastek, 2013, p. 177).

En el tercer capítulo, se presentarán las conclusiones y se señalará las limitaciones de las propuesta de Kwastek y Galanter para dar cuenta de una obra como *Uncanny Mirror*. Finalmente, se propondrán categorías de análisis adicionales para complementar las propuestas de Kwastek 2013 y Galanter 2016.

¹² El ejercicio de análisis a partir de la interacción y la interactividad que los casos de estudio seleccionados proponen, ayuda a entender las configuraciones posibles y las dinámicas que se generan entre estas piezas y los actores.

¹³ Este se compone de: Interface y hardware, El objeto de arte interactivo, La materialidad inmaterial y la atmósfera, las representaciones, la interacción encarnada, la obra interactiva como un estado o un espejo, la intencionalidad, la ilusión la inmersión, el flujo y la artificialidad, la autorreferencialidad y la auto reflexión, la distancia estética y el conocimiento. (Kwastek, 2013, pp. 118-138)

1. REDES ARTIFICIALES EN EL ARTE

En este capítulo se hará un breve recuento del *New Media Art* y de la historia de las redes artificiales neuronales¹⁴ para contextualizar al lector sobre el campo de conocimiento que dio a luz a la inteligencia artificial y a los inventos que posibilitaron el surgimiento del arte generativo. De la misma manera, se pretende mostrar el origen de los algoritmos adversariales generativos (*GANs*, por su sigla en inglés), ya que es la técnica principal que elige Mario Klingemann para crear *Uncanny Mirror* (2018).

1.1. New Media Art y la Inteligencia Artificial

El *New Media Art*, como se mencionó, es un término sombrilla. Su potencia radica precisamente en que agrupa una variedad de géneros, lenguajes, teorías y disciplinas del arte, con una mirada elástica que hace posible navegar en una historia del arte líquida¹⁵, que no se amarra a espacio-temporalidades lineales y permite el trasegar entre diferentes historias y arqueologías, dado que la naturaleza misma del *New Media Art* es cambiante (Graham y Cook, 2010, pp. 2-4). Es posible navegar entre teorías que provienen de la historia del arte clásica, pero también conciliar la historia de los inventos científicos que revolucionaron las diferentes épocas, la historia del *New Media Art* y la historia de los medios de comunicación.

¹⁴ Para ver la historia de las redes artificiales en detalle, Russell y Norvig (2010), Skansi (2018).

¹⁵ Zygmunt Bauman (2007) hace referencia al concepto de *arte líquido*. Dice que para una modernidad líquida existe una noción de arte líquido. En *La modernidad líquida*, las fronteras de los diferentes campos de conocimientos se vuelven líquidas. Este mismo fenómeno se traslada al campo del arte, y así las fronteras entre disciplinas y géneros artísticos se vuelven líquidos. (Bauman, 2007, p. 27).

Según Tribe y Renna , desde la perspectiva de la historia del arte, uno de los precursores del New Media Art es el movimiento Dadá, que surgió hacia la segunda mitad del siglo XX y se caracterizó por el afán de experimentar con ideas y prácticas inéditas y novedosas. Sin embargo, mientras que el Dadá se dió como respuesta a una sociedad industrializada, el New Media Art se da como respuesta a una sociedad en la era de la revolución informática y digital. (Tribe y Renna, 2007, Cap 1)

Así como el arte de la modernidad respondió a los retos de los nuevos descubrimientos, como la electricidad y la máquina de vapor, la fotografía y el cine, también el arte de nuestra era responde a nuevos retos, propulsados por descubrimientos como la inteligencia artificial, las redes neuronales artificiales multicapa y las técnicas como *machine learning* y *deep learning*.

Que el arte se vea impactado por la llegada de la inteligencia artificial es natural, ya que esta tecnología está cambiando por completo la forma como vivimos.

Una de las cosas que tendrá un gran impacto en nuestro futuro es la Inteligencia Artificial (IA), que traerá otra revolución industrial. Las anteriores revoluciones industriales extendieron el poder mecánico de los humanos; esta nueva revolución, esta segunda era de las máquinas, va a extender nuestras capacidades cognitivas, nuestro poder mental. (Bengio, 2017).

Hoy en día, si alguien se propone hacer un análisis de un cuadro al óleo, probablemente no tenga que detenerse en las minucias del conocimiento técnico

necesario para crear los óleos a partir de aceites y pigmentos de colores. No obstante, este fue un invento que sin duda alguna revolucionó la historia de la pintura, pues según Gombrich permitió tiempos de trabajo más largos debido a que los tiempos de secado eran más lentos (Gombrich, 1995, 240). De la misma manera, el desarrollo de las redes neuronales artificiales está revolucionando la historia del arte y del arte generativo en particular. (Magrini, 2019, 104) Por lo tanto, esta primera aproximación a las redes neuronales artificiales busca identificar las principales características de los métodos y las técnicas que subyacen a la creación de obras que emplean algoritmos tipo GANs (redes generativas adversariales), las que posteriormente serán útiles a la hora de proponer las categorías que permitan analizar este tipo de obras de arte emergente.

1.2. Inicio de la inteligencia artificial como campo del saber

En el inicio de la década de los años cuarenta aparece el primer trabajo sobre inteligencia artificial reconocido:

[...] un trabajo que reunía la fisiología básica del funcionamiento de las neuronas en el cerebro, la lógica proposicional y la teoría de la computación de Alan Turing: *A Logical Calculus of the Ideas Immanent in Nervous Activity*, fue propuesto por Warren McCulloch y Walter Pitts para el *Bulletin of Mathematical Biophysics*, en 1943. (Russell y Norvig, p. 16, 2010).

En el momento en que este trabajo fue presentado, tanto McCulloch (neurofisiólogo) como Pitts (matemático) trabajaban en el Instituto de Neuropsiquiatría de la facultad de Medicina de la Universidad de Illinois. En este documento se propone por primera vez que una neurona puede ser equivalente a una proposición matemática (Fig. 2)¹⁶ (McCulloch y Pitts, 1943, p. 100).

Los dos hombres trabajaron cada noche en su idea de capturar el razonamiento con un cálculo lógico inspirado por las neuronas biológicas. Esto implicaba construir una neurona formal con capacidades similares a las de una máquina de Turing. (Skansi, 2018, p. 3).

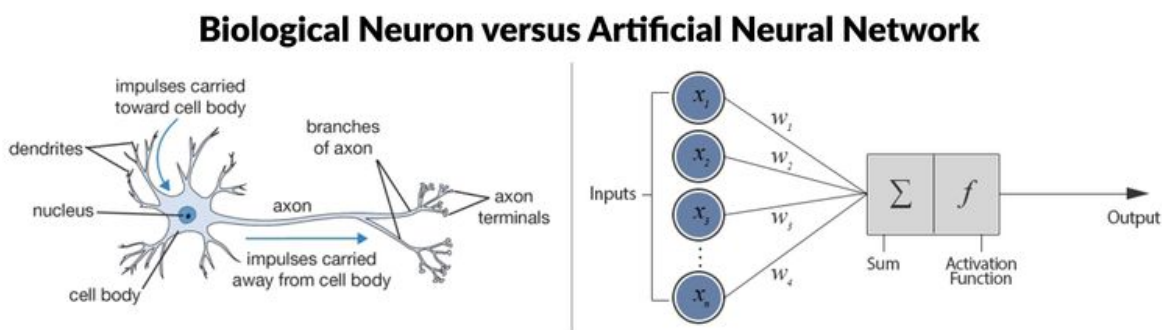


Figura 2. Diagrama de Neurona Biológica versus Neurona Artificial. Disponible en: Datacamp. *Keras Tutorial Deep Learning in Python*. <https://www.datacamp.com/community/tutorials/deep-learning-python> (Acceso el día 20 de Mayo de 2019)

No es sino hasta 1956 que aparece el término “inteligencia artificial” en un congreso organizado por John McCarthy en la universidad de Dartmouth College, en el cual, además, se reclama la independencia del campo de la IA de campos como la cibernética y la teoría de control o las matemáticas. Desde el inicio del campo, la meta

¹⁶ “Así como una neurona biológica tiene dendritas para recibir señales, un cuerpo celular para procesarlas y un axón para enviar señales hacia otras neuronas, las neuronas artificiales tienen un número de canales de entrada [*input*], un estado de procesamiento y un resultado [*output*] que se puede enviar a otras múltiples neuronas artificiales (Richárd, 2017).

de la Inteligencia artificial ha sido ambiciosa. Según McCarthy, profesor en la Universidad de Standford y responsable de introducir el término inteligencia artificial “el objetivo a largo plazo del estudio apuntaba a lograr una inteligencia de nivel humano” (McCarthy, 1973). Esta meta aún se sigue persiguiendo en especial a través de un subcampo que se denomina Artificial General Intelligence (AGI) (Goertzel y Pennachin, 2007, citados por Russell y Norvig, 2010, p. 27).

Con la aparición de la primera neurona artificial se inaugura entonces el campo de la inteligencia artificial, que nace del cruce casi imposible de diferentes campos del saber, inaugurando un campo interdisciplinario que tiene profundas raíces en la filosofía, las matemáticas, la economía, la neurociencia, la psicología, la ingeniería informática, la teoría del control, la cibernética y la lingüística. Generalmente, cuando un problema es muy complejo y no puede resolverse desde una sola área del saber, se necesitan los aportes, los puntos de vista y las perspectivas de muchas disciplinas. Fue necesaria una conjunción de saberes, pero sobre todo de cruces de distintos planos de referencia, para crear un campo de conocimiento totalmente nuevo: la inteligencia artificial y las redes neuronales artificiales.

1.3. *Machine learning* o las máquinas que aprenden

En este punto el lector podrá preguntarse por qué en este documento aparecen la descripción de conceptos como *machine learning*. La respuesta es que, dado que las redes neuronales artificiales empezaron a hacer parte de nuestro ecosistema, y por supuesto también empezaron a impactar de manera radical el sistema del arte, las obras generadas a partir de estas tecnologías se están multiplicando de manera exponencial. Según la curadora de AI Art, Luba Elliot (2019), las obras generadas con estas tecnologías están impactando no solo el panorama artístico, sino también otros campos como la música, la arquitectura y el diseño de modas y el diseño industrial. Un ejemplo de esto es la música que está siendo generada a partir redes neuronales artificiales de Max Frenzel (2018)¹⁷. Así mismo, en el campo del diseño, en la semana del diseño en Milán 2019, fue lanzada una silla , diseñada por Philippe Starck usando un prototipo de *generative design*, un programa de *software* de IA desarrollado por la compañía Autodesk, con el cual se creó la primera silla generada usando inteligencia artificial que será producida de manera masiva (Jordahn, 2019). Por eso es urgente entender en primer lugar cómo es el ecosistema de la inteligencia artificial, qué objetivos persigue y, por supuesto, cómo ha impactado el campo artístico. Para lograr este objetivo proponemos realizar un acercamiento desde dos diagramas de Venn. El primero representa el conjunto de la inteligencia artificial, y el segundo, el conjunto del New Media Art.

¹⁷ Max Frenzel. Disponible en: AI Art Gallery. *Max Frenzel*. Acceso el día 20 de mayo de 2019. <http://www.aiartonline.com/music/max-frenzel/>

1.3.1. IA y New Media Art

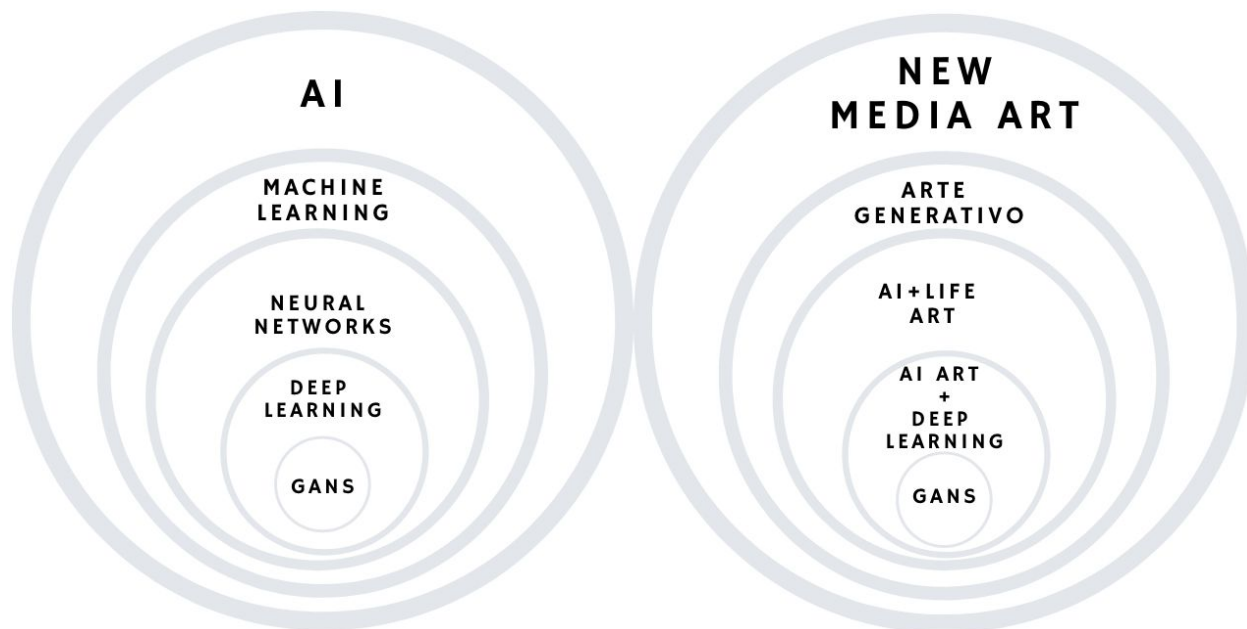


Figura 3. Diagrama A: Diagrama de Venn. Aquí se muestra que las GAN's son una clase de técnica empleada por el *deep learning*, que a su vez es una clase de redes neuronales artificiales, que a su vez es una clase de *machine learning*, que a su vez es una clase de IA. Diagrama basado en Goodfellow, Bengio y Corville (2016).

Figura 4. Diagrama B: Diagrama de Venn. Muestra que los GANs hacen parte del conjunto de las técnicas del AI y el Life Art, que a su vez hace parte de el subconjunto de AI Art y Life Art, el cual a su vez hace parte del subconjunto del arte generativo, que hace parte del conjunto del New Media Art.

En este apartado se realiza una comparación entre el conjunto de la IA y el conjunto de la New Media Art, considerando cuatro subconjuntos en cada uno de ellos de manera que puedan establecerse las similitudes y diferencias entre estas dos grandes áreas del conocimiento

¿Qué relaciones se encuentran entre la inteligencia artificial (IA) y el New media Art? (figs. 3 y 4). Para descubrirlo, primero es útil considerar la definición de Mariusz Flasiński (2016) sobre la inteligencia artificial:

La AI es un campo interdisciplinario, que ha sido desarrollado hace más de medio siglo gracias a las colaboraciones de investigadores que representan

diferentes disciplinas científicas tales como la filosofía, la lógica, las matemáticas, la ingeniería de sistemas, la física, la ingeniería electrónica, la biología, la bioingeniería, la cibernética, la biocibernética, la psicología, la lingüística, la neurociencia y la medicina. (Flasiński, 2016, p. v)

En estos dos grandes conjuntos, nos encontramos con una característica particular, compartida tanto por el campo de la inteligencia artificial como por el campo del New Media Art: el ser interdisciplinarios. Esto hace que desde la gestación de estos campos su naturaleza sea una amalgama de saberes, enriquecida por muchas disciplinas. Este es un fenómeno muy interesante que ha llevado a la creación de nuevas categorías en el campo del arte y del New Media Art en particular. Estas sinergias generan nodos o puntos de encuentro inesperados, así como lenguajes en común que empezaron a construirse hacia los años cuarenta y que hoy por hoy se han venido consolidando.

En palabras del director del festival Ars Electronica, Gerfried Stocker, “La inteligencia artificial se ha convertido en un área muy interesante para la exploración artística. Es un tema que, debido a las muchas implicaciones que tiene, es relevante para la sociedad y para la intervención cultural y artística” (Stocker, entrevista)

1.3.2. *Machine learning* y arte generativo

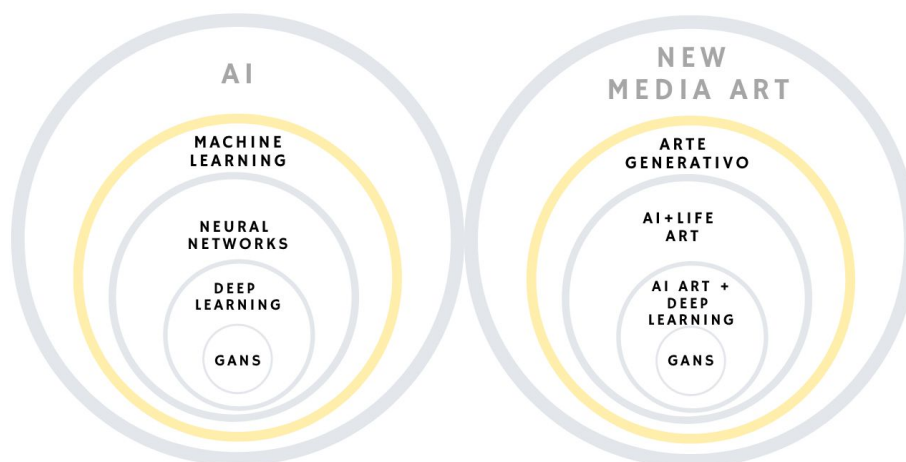


Figura 5. Subconjuntos B. Machine Learning y Arte Generativo.

Machine learning, “es la capacidad de las máquinas de generar su propio conocimiento, mediante la extracción de patrones de datos en bruto” (Goodfellow, Bengio y Corville, 2016, p. 2). Este es un subcampo de la inteligencia artificial que surge como respuesta a los retos que se consideran más difíciles de resolver para los sistemas de la IA, a saber, problemas que los humanos usualmente solucionamos de manera intuitiva y que consideramos fáciles (como por ejemplo, reconocer las imágenes que componen una fotografía o sonidos en un paisaje sonoro). Estas tareas son muy difíciles de expresar en un lenguaje formal (de máquina). Para superar estos problemas, los investigadores de este subcampo diseñaron una técnica que se denomina *deep learning*, que le permite a las máquinas no solo aprender de la experiencia, sino mejorar constantemente:

Específicamente es una técnica que le permite a los sistemas de computación mejorar a través de la experiencia y los datos [...] logra obtener un gran poder y flexibilidad al representar el mundo como una jerarquía de conceptos anidados donde cada concepto es definido en relación a conceptos más simples y dónde representaciones más abstractas son definidas en términos de representaciones menos abstractas. (Goodfellow, Bengio y Corville, 2016, p. 8).

Cabe mencionar que el aprendizaje que se plantea aquí no debe entenderse como el aprendizaje humano en estricto sentido, sino más bien como un término que se usa en un contexto técnico para referirse al proceso que el sistema lleva a cabo. Como lo expresa Daniela Rus :

Machine learning es un proceso que se inicia con millones de datos usualmente etiquetados manualmente, y el sistema busca aprender un patrón que prevalece en los datos o hacer una predicción con base en los datos [...]. Sin embargo, cuando un sistema aprende, por ejemplo, que hay una taza de café en una fotografía, lo que realmente está haciendo es decir que los píxeles que forman esa mancha que representa la taza de café en la foto actual son iguales que otras manchas que los humanos previamente etiquetaron como tazas de café en otras imágenes. (Rus en entrevista con Ford, 2018, p. 263)

Es importante mencionar que no existen procesos cognitivos artificiales equiparables a los procesos cognitivos que el cerebro humano realiza, y es precisamente en este punto en el que la dimensión metafórica cobra una especial relevancia, porque nos permite establecer las distancias entre términos técnicos, quizá no muy afortunados, y los términos que empleamos en el lenguaje cotidiano. Esto será de gran ayuda, sobre todo a la hora de realizar análisis de proyectos artísticos que hayan sido generados con este tipo de algoritmos.

Por otro lado, siguiendo la estructura de diagrama de Venn que corresponde al subconjunto B, (Fig, 5) se puede ver que en el Arte Generativo se da un cambio de paradigma al aproximarse a los objetos de investigación. Los investigadores, curadores y artistas ya no están preocupados por “¿qué es?”, sino por “¿qué hace?”. Ya no se ocupan de un objeto sino de un sistema. Las bases teóricas tienen raíces en la teoría de sistemas (Shanken, 2018, pp. 22-60) y en la estética de los sistemas propuesta por Jack Burnham (1968), quien de manera visionaria en 1969 se atrevió a formular preguntas sobre una nueva forma de arte que surgía, un arte no objetual, en donde el sistema era más que la suma de las partes. Burnham define sistema, en palabras del biólogo Ludwing von Bertalanffy, como un “un complejo de componentes en interacción”. En palabras de Galanter:

El arte generativo se refiere a cualquier práctica artística en la que el artista cede el control a un sistema con autonomía funcional que contribuye a, o da como resultado, una obra de arte completa. Los sistemas pueden incluir instrucciones en lenguaje natural, procesos químicos o biológicos, programas de computador, máquinas, materiales que se autoorganizan, operaciones matemáticas y otras invenciones procedimentales. (Galanter, 2016, p. 154).

El arte generativo tiene como característica principal el propiciar encuentros entre sistemas autónomos y artistas, hay un cambio sutil pero potente en la relación artista-máquina. La definición de Galanter (2008) propone un cambio en las relaciones: ya no se establece una relación de verticalidad (artista sobre máquina), en donde el artista es quien se sirve de una tecnología, sino que se propone más bien una relación de horizontalidad (artista y máquina), cuando lo que se genera es una cooperación, una colaboración. Es importante resaltar que el arte generativo es, como el New Media Art un término sombrilla muy amplio que acoge una variedad muy grande de técnicas y de

propuestas plásticas¹⁸. La clave está en el “ceder” parte de los procesos creativos a los sistemas que empiezan a exhibir ciertos grados de autonomía.

1.3.2.1 Primera ola: Pioneros (1960-1980)

Harold Cohen es considerado como uno de los pioneros por utilizar robots controlados por computadores para generar pinturas hacia finales de la década de 1960.¹⁹ Las interacciones que proponían este nuevo tipo de obras incluían el uso de algoritmos, y de un sistema compuesto principalmente por hardware y software.

Se inicia así el capítulo del Arte Generativo en la historia del New Media Art. El Arte Generativo puede ser dividido en tres momentos. El primero es un momento en que los algunos artistas trataron de imitar o hacer homenajes a los estilos de arte abstracto y minimalista con el uso de *software* y de lenguajes de programación. Surgen aquí obras como *Schooter Gravel* (1968) de George Nees, y *Hommage a Paul Klee*, de Frieder Nake (1965)²⁰ en 1970, fecha en la que se inaugura también una de las primeras exposiciones sobre arte y *software*: la exposición *Software: Information Technology. Its New Meaning for Art*, llevada a cabo en el Jewish Museum de Nueva York, curada por el historiador de arte Jack Burnham. El interés primordial de Burnham era mostrar los desarrollos que se estaban viendo en Computer-Art:

¹⁸ Para ver taxonomía del arte generativo en detalle consultar: Boden y Edmonds (2019), Cáp. 2.

¹⁹ “Art Term: *Generative Art*”, TATE . Acceso el día 06 de marzo de 2019 <https://www.tate.org.uk/art/art-terms/g/generative-art>,

²⁰ Bailey, Jason. “Why we love Generative Art?” Artnome (*blog*) Acceso el día 06 de marzo de 2019 <https://www.artnome.com/news/2018/8/8/why-love-generative-art>.

Los artistas que trabajaban con estos nuevos métodos y metodologías no solo estaban adoptando un nuevo estilo de trabajo, sino un proceso completamente nuevo en el que el proceso implicaba sacar el arte de la galería tanto como sacarlo del sistema o del modelo comercial de creación de arte. (Burnham, 1980, 205, citado en Graham y Cook 2010, p. 53).

Esa ola de primeros primeros artistas y teóricos, según Shanken (2009), fue en gran manera influenciada por el compositor y artista John Cage, quien compuso su primer trabajo mediante el uso de medios electrónicos, *Imaginary Landscape*²¹ No. 1, entre 1939 y 1952, buscando activamente que el azar hiciera parte de sus trabajos. Este último es uno de los ingredientes clave dentro del arte generativo, la función “random” o de aleatoriedad que permite que haya evoluciones inesperadas en las obras.

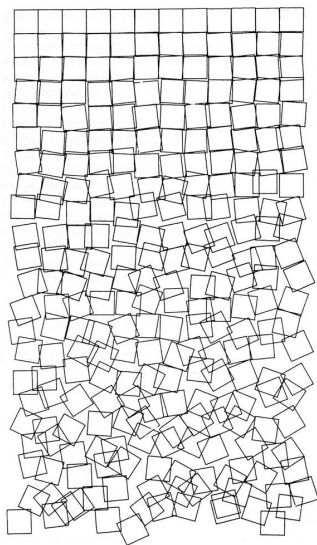


Figura 6. *Schotter*, 1968, por Georg Nees, [Gráfico generado por computadora, b/n, tinta sobre papel] 39 cm, X 28 cm.
Algoritmo: Schotter Generator
Disponible en: <http://dada.compart-bremen.de/item/Artwork/1> (Acceso 20 Julio de 2019)

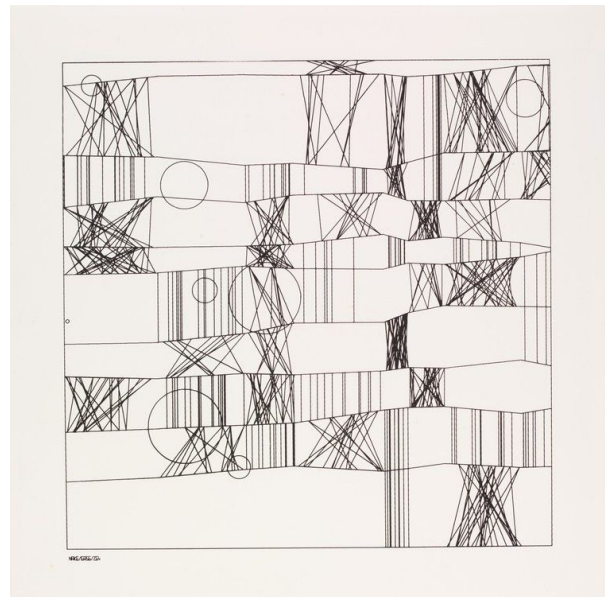


Figura 7. *Hommage à Paul Klee*, 1965, por Frieder Nake.
[Serigrafía a partir de un dibujo de plotter] 49.2 cm, x 49.2 cm
Algoritmo: Ad hoc program, part of the COMPART ER56 package.
Disponible en: <http://dada.compart-bremen.de/item/artwork/414> (Acceso 20 de Julio de 2019)

²¹ En estas piezas, Cage estaba interesado en utilizar los medios electrónicos, desde grabadoras de radio. Estas composiciones estaban diseñadas para ser grabadas y transmitidas posteriormente en la radio.

De igual manera, es el momento en el que se acuña el término *Arte Generativo*²², el cual hace referencia en particular al arte que ha sido creado, parcialmente por un sistema autónomo. (Boden y Edmonds, 2010, p. 22)

1.3.2.2. Segunda ola: Web 2.0 (1990-2015)

En la década de los años noventa, el arte generativo experimentó un renacimiento con el advenimiento de la web 2.0 y los programas y plataformas *open source*, en especial aquellas que usaban lenguajes de programación como Processing, que fueron diseñados para acercar a los artistas al mundo de la programación. De la mano de artistas y diseñadores como Ben Fry, Casey Reas y John Maeda, un gran número de artistas tuvo acceso a herramientas, manuales y tutoriales que les permitieron crear piezas mediante el uso de programación de código abierto²³. La diferencia principal es que las obras empiezan a ser interactivas, los públicos pueden mediante el cursor de su pantalla de computador “jugar” con la pieza²⁴. También en este momento se lleva a cabo por primera vez en Milán hacia 1998 la Conferencia Internacional sobre Arte Generativo²⁵.

²² Boden y Edmonds (2010) señalan que los términos “arte generativo” y “computer art han sido usados casi de manera intercambiable, desde el inicio del fenómeno de hacia 1965. Estos autores lo definen como: “un trabajo de arte generado al menos en parte, por algún proceso, no está bajo el directo control del artista” pág 22.

²³ Para ampliar este segmento ver Wilson (2002) págs. 319-320.

²⁴ Para ver ejemplos de interactividad de algunas piezas de Casey Reas: <https://vimeo.com/reas>

²⁵ Esta conferencia cuenta con más de veinte ediciones, y sigue particularmente activa: Ver <http://www.generativeart.com/>

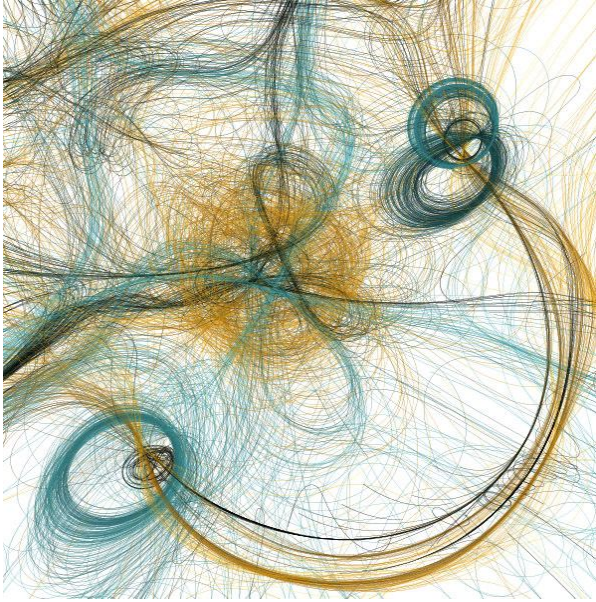


Figura 8 Fragmento de la serie *Path* (2001) Casey Reas [generado por computadora] Dimensiones variables
 Disponible en: : http://reas.com/path_p/ (Acceso 20 de Julio de 2019)

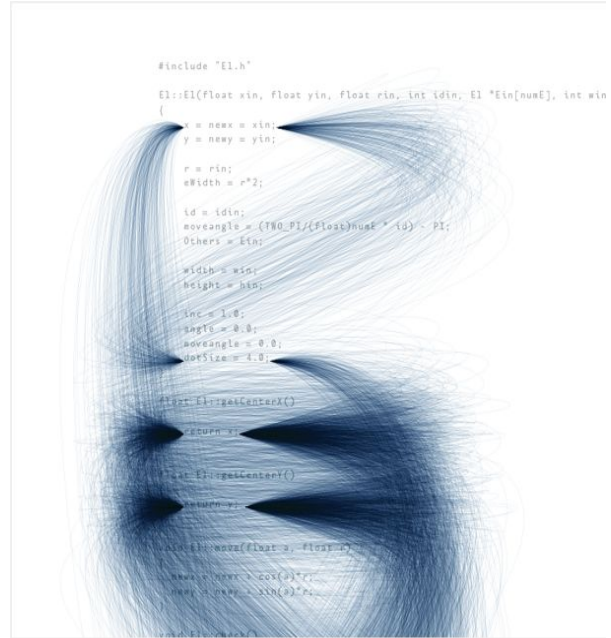


Figura 9 Fragmento *Deprocess* (2006) Ben Fry [generado por computadora] Dimensiones variables
 Disponible en:: <https://benfry.com/deprocess/> (Acceso 20 de Julio de 2019)

1.3.2.3. Tercera ola: AI Art (2015 en adelante)

La tercera y más reciente ola del arte generativo ocurre con algunos de los últimos desarrollos dentro del campo de la inteligencia artificial asociados a la implementación de modelos redes neuronales artificiales pertenecientes al conjunto del *machine learning* y el *deep learning*. Según Luba Elliot²⁶, curadora de AI art o deep-generative art²⁷ entre los artistas más representativos de esta tercera ola se encuentran Mario Klingemann²⁸, Anna Ridler (Fig. 10)²⁹, Memo Akten (Fig. 11)³⁰. Esta es una ola

²⁶ Página web de la curadora: <http://elluba.com/> Acceso 17 de agosto de 2019.

²⁷ Deltorn y Macrez (2018) Introducen este término en un artículo sobre la autoría en la era del machine learning.

²⁸ Artista en residencia del Google Arts & Culture. Página web del artista: <http://quasimondo.com/> Acceso 17 de agosto de 2019.

²⁹ Página web de la artista: <http://annaridler.com/> Acceso 17 de agosto de 2019.

impulsada inicialmente por el desarrollo de redes neuronales artificiales como Deep Dream³¹ que permitió a los artistas acercarse a los algoritmos de machine learning y la creación de redes neuronales adversariales o GAN's³².

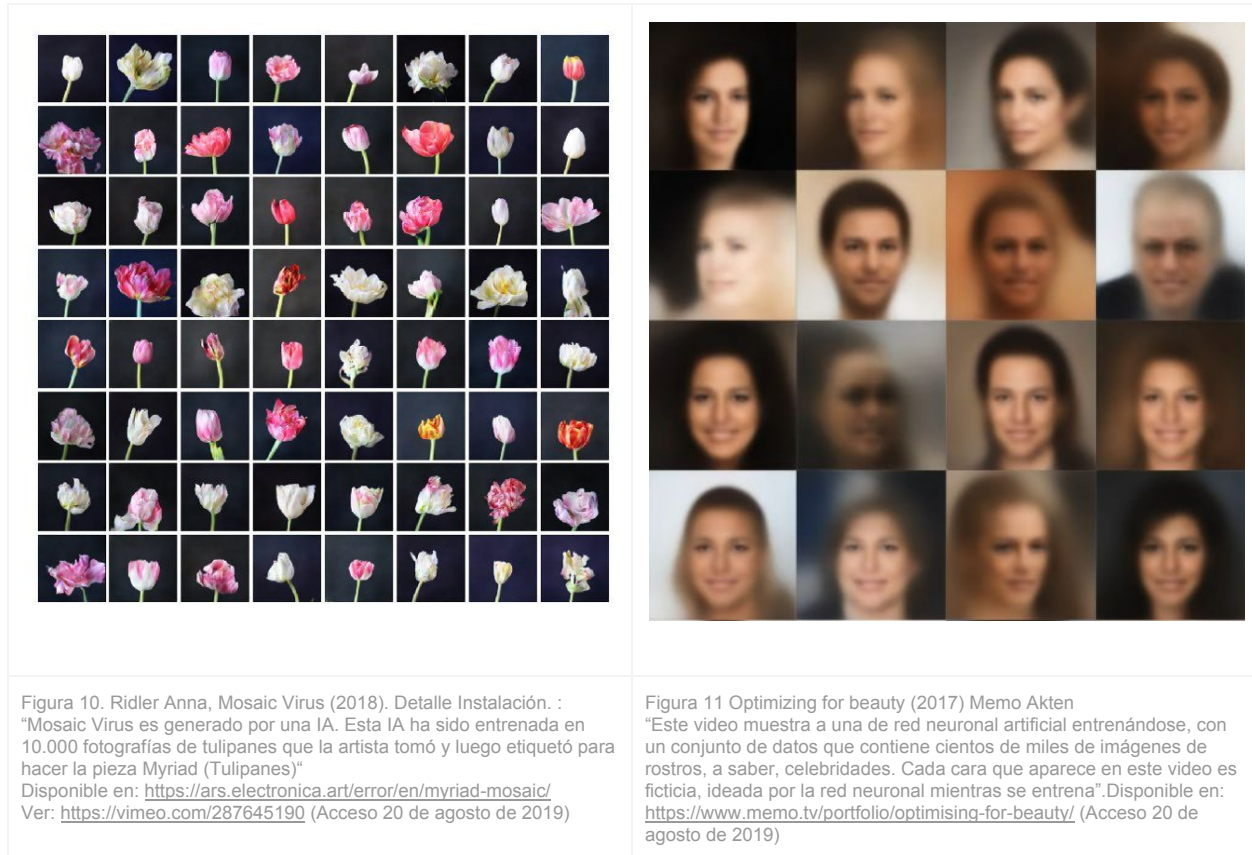


Figura 10. Ridler Anna, Mosaic Virus (2018). Detalle Instalación. :
 "Mosaic Virus es generado por una IA. Esta IA ha sido entrenada en 10.000 fotografías de tulipanes que la artista tomó y luego etiquetó para hacer la pieza Myriad (Tulipanes)"
 Disponible en: <https://ars.electronica.art/error/en/myriad-mosaic/>
 Ver: <https://vimeo.com/287645190> (Acceso 20 de agosto de 2019)

Figura 11 Optimizing for beauty (2017) Memo Akten
 "Este video muestra a una de red neuronal artificial entrenándose, con un conjunto de datos que contiene cientos de miles de imágenes de rostros, a saber, celebridades. Cada cara que aparece en este video es ficticia, ideada por la red neuronal mientras se entrena". Disponible en: <https://www.memo.tv/portfolio/optimising-for-beauty/> (Acceso 20 de agosto de 2019)

Como se mencionó, entre las instituciones que ayudaron a visibilizar esta nueva ola se encuentran el festival Ars electronica 2017, como parte del cual se realizó la exhibición "Al the other and I", y una de las primeras exposiciones sobre AI Art o arte artificial generado por algoritmos de *machine learning* y *deep learning* se llevó a cabo en la India: "Gradient Descent", que tuvo lugar en septiembre de 2018 en la galería Nature Morte. En esta última exposición participaron artistas pioneros de diversos lugares del mundo, entre ellos Anna Ridler (fig. 10), Memo

³⁰ Página web del artista: <http://www.memo.tv/works/> Acceso 17 de agosto de 2019.

³¹ Deep Dream Generator. Accesado 17 de Agosto de 2019. <https://deepdreamgenerator.com/>

³² Más adelante en este texto se hará un análisis en detalle de este tipo de algoritmos.

Akten (fig. 11) y Mario Klingemann. En el mismo año se inauguró también la primera exposición sobre arte artificial en la ciudad de Nueva York, en la HG Contemporary Gallery: “Faceless Portraits Transcending Time”, la cual se llevó a cabo del 13 de febrero al 5 de marzo de 2019, y en cuyo catálogo aparece el nombre de los creadores Ahmed Elgammal y A/CAN, haciendo referencia a la “colaboración” explícita de la inteligencia artificial A/CAN, con lo cual se reconoce la posibilidad de cocrear obras entre humanos y no humanos y se propone una relación, ya no de verticalidad hombre/máquina, hombre/*software*, sino más bien de horizontalidad entre el creador y su creación.

Entre las exposiciones más recientes al momento de redactar este documento se encuentran “AI: More than Human”³³, del Barbican Center en Londres, llevada a cabo del 16 de mayo al 26 de agosto, cuya línea curatorial se interesó en realizar un recuento histórico del IA, y “Entangled Realities, living with artificial intelligence”³⁴, llevada a cabo en el Hek (House of Electronic Arts Basel) de mayo a agosto de 2019, la cual se enfocó principalmente en mostrar las interconexiones existentes entre la IA y los efectos de esta en la sociedad contemporánea (Himmelsbach, 2019).

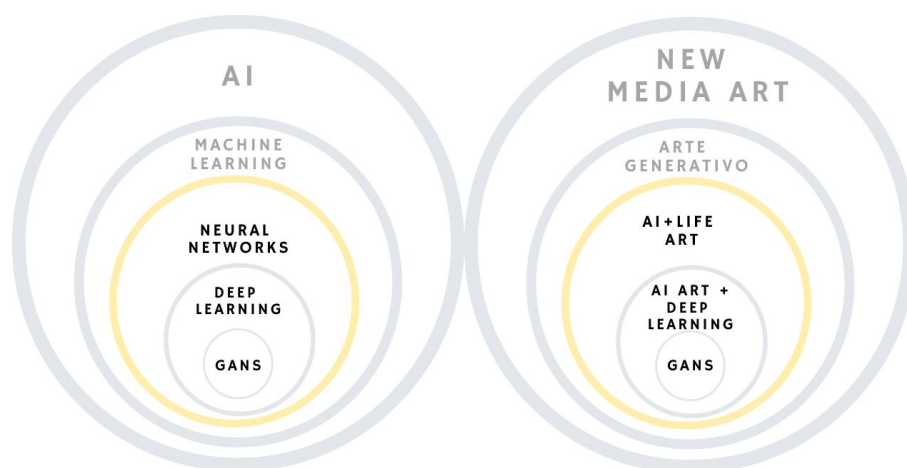


Figura 12. Subconjuntos C: Neural Networks y AI y Life Art.

³³ “AI, more than human”. Barbican Center. Acceso 17 de agosto de 2019 <https://www.barbican.org.uk/whats-on/2019/event/ai-more-than-human>.

³⁴ “Entangled realities”. Hek. Acceso 17 de agosto de 2019.

<https://www.hek.ch/en/program/events-en/event/entangled-realities-leben-mit-kuenstlicher-intelligenz.html>

1.3.3. Redes Neuronales Artificiales (GAN's), AI y Life Art

El tercer subconjunto en el diagrama de la figura 12 corresponde a las Artificial Neural Networks o redes neuronales artificiales. Este es un subconjunto muy extenso de algoritmos (ver Anexo 1) que pertenecen a la clase de *machine learning*. Siguiendo a Kwon (2011): “Una red neuronal artificial (ANN, por sus siglas en inglés) es un tipo de tecnología de inteligencia artificial que implementa funciones de análisis de datos más complejos [...] ANN puede considerarse como un modelo matemático o computacional basado en redes neuronales biológicas (cerebrales)” (Kwon, 2011, p. xvii).

De acuerdo con el esquema que proponemos en la figura 12, el AI y Life Art es un subconjunto del arte generativo. El festival Ars Electronica fue una de las primeras instituciones en establecer esta categoría:

El “Artificial Intelligence & Life Art” está dedicado a las prácticas y al pensamiento relacionado con las áreas de la inteligencia artificial y las ciencias de la vida. Por ejemplo, obras de arte relacionadas con biotecnología, ingeniería genética, biología sintética, etc., así como con *machine learning*, *deep learning* y cualquier otra forma de investigación en inteligencia artificial. (Ars Electronica, 2019)

AI Art y Life Art son categorías que paulatinamente han empezado a conquistar cada vez más ámbitos del circuito del arte. En palabras de Gerfried Stocker, director artístico de Ars Electronica:

La AI realmente cambia el juego. Por razones técnicas, pero creo que aún más porque de manera inmediata se dirige hacia y capta la atención de una audiencia mucho más amplia que cualquier otra tecnología digital anterior. Es por esto que el trabajo artístico en este campo es tremendamente importante para el arte y para la sociedad (Stocker, 2019).

Además, recientemente ha aparecido un marco legal, animado en principio por discusiones sobre la autoría de las obras, lo que llevó a un grupo de expertos de la universidad de Harvard, liderado por Jessica Fjeld y Mason Kortz (2017) a proponer una “anatomía legal del arte generado de manera artificial”. En este documento, los autores plantean una definición del IA que restringe este campo solo al AI art generado mediante algoritmos de la clase *machine learning*; proponen las siguientes partes de la anatomía de una obra de AI Art (fig. 13):



Figura 13. Diagrama de los elementos de un “AI generated system” [un sistema generado por una AI] (trad propia) en: Fjeld, & y Kortz (21 de Noviembre de 2017) *A Legal Anatomy of AI Generated Art. Part I*, Disponible en: <https://jolt.law.harvard.edu/digest/a-legal-anatomy-of-ai-generated-art-part-i> (Acceso 20 de Mayo de 2019)

1.3.4. *Deep Learning*: GAN's como técnicas de AI Art

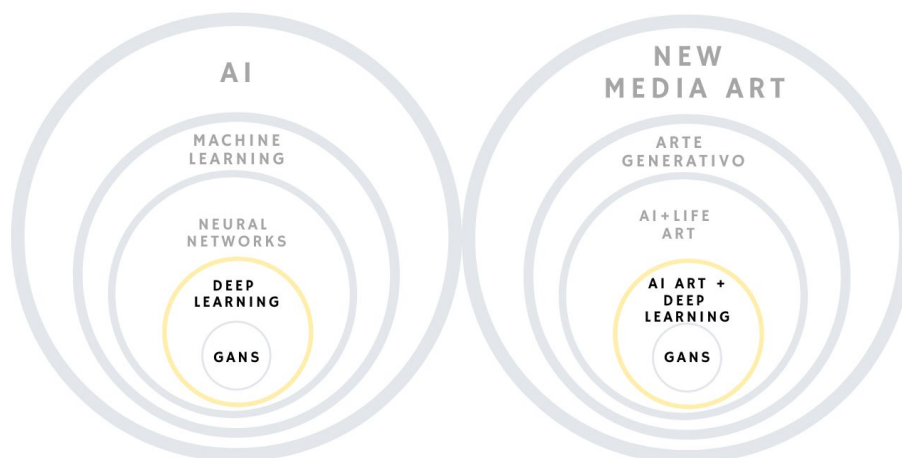


Figura 13. Subconjuntos D: Deep learning y AI Art + Deep Learning

Gran parte de las obras de AI art están siendo generadas a partir de GAN's, o redes adversariales generativas (Bayley, 2018). Por lo tanto, en este apartado se hará una descripción de esta técnica para acercarse al significado y a las connotaciones que puede llegar a tener en lo concerniente a la experiencia estética de las obra que se va a analizar en el caso de estudio.

Yosua Bengio, uno de los pioneros del campo del *deep learning*, en una entrevista realizada por Martin Ford, contestaba a una pregunta sobre si las máquinas podían entender lo que era un objeto a partir de la técnica del *deep learning*. Bengio contestaba:

El computador tiene algún entendimiento [...] un gato por ejemplo, entiende una puerta, pero no la entiende también como usted lo hace. Diferentes personas tienen diferentes niveles de entendimiento de las cosas que les rodean [...]. Estas redes [neuronales artificiales] tienen un nivel de entendimiento sobre las

imágenes, si y sólo si, han sido entrenadas en imágenes, pero ese nivel no es tan abstracto y general como el nuestro. (Bengio, entrevistado en Ford, 2018, p. 24).

Siguiendo a Goodfellow et al., la técnica del *deep learning* aunque parece novedosa, aparece en la década de 1940. En la primera ola (1940-1969), los científicos se inspiran en la neurociencia (fig. 2) y, tomando al cerebro como punto de referencia, desarrollan las primeras neuronas artificiales. Sin embargo, debido a que las máquinas no eran lo suficientemente potentes, estos modelos primitivos tenían un campo de acción muy limitado. En este periodo, el *deep learning* es conocido como cibernética (*cybernetics*). La segunda ola (1980-1999) es un periodo en el que los investigadores que están mirando el campo de la ciencia cognitiva, entienden que las unidades computacionales o “neuronas” pueden llegar a exhibir inteligencia en la medida en que estén conectadas en redes. Es un momento en que el *deep learning* es conocido bajo el nombre de conexionismo (*connectionism*). Finalmente, la tercera ola el *deep learning* va de 2006 hasta hoy. Reaparece el término en el panorama del campo de la IA. Las redes artificiales “crecen”, así como su capacidad, a medida que los computadores se vuelven más potentes y las bases de datos se hacen más robustas. Las redes neuronales artificiales se popularizan de nuevo gracias al trabajo de Geoffrey Hinton. Es en esta ola que aparecen también las redes generativas adversariales (GANs) de la mano de Ian Goodfellow (Goodfellow et al., 2016, cap. 1).

1.3.5. Redes Adversariales Generativas (GAN's)

Según Ian Goodfellow (2016), el creador de las redes adversariales generativas, esta es una técnica que permite a los sistemas de IA, no solo aprender a partir de la experiencia mediante la clasificación de patrones de un gran conjunto de datos, sino además entrenarse en condiciones, si se quiere, adversas. Para ello, diseñan una técnica que consta, en principio, de dos “agentes”. Cada uno de estos agentes es una red neuronal. Uno de ellos se denomina el “generador” y el otro, el “discriminador”. Para explicar el comportamiento de estas redes neuronales artificiales que están compitiendo entre sí se recurre a la siguiente analogía:

Podemos pensar que el discriminador y el generador son como la policía y unos falsificadores, la policía quiere permitir que la gente use su dinero de manera segura sin ser castigados, pero al mismo tiempo también quiere incautar el dinero falso, sacarlo de circulación y castigar a los falsificadores. Simultáneamente, los falsificadores quieren engañar a la policía para usar su dinero falso. Si los falsificadores no son buenos para hacer dinero falso, serán con el tiempo atrapados por la policía. La policía, por lo tanto, aprende a ser mejor y mejor para atrapar el dinero falso y a los falsificadores. Estos, a su vez, quieren ser mejores falsificadores [...] [en este ejemplo, el falsificador es el generador, mientras la policía es el discriminador]. (Goodfellow, 2016)

Este movimiento iterativo, entre el algoritmo discriminador (policía) y el algoritmo generador (falsificadores) permite que este tipo de modelo de redes neuronales aprenda, mejore con el tiempo y genere imágenes muy cercanas a las imágenes originales. La meta de este tipo de algoritmos es que con el tiempo, el set de

datos creado por el generador sea indistinguible del set de datos con el que fue entrenado el discriminador.

Este tipo de técnicas, GANs, ha llamado la atención de múltiples artistas, quienes de manera temprana adoptaron esta tecnología, por un lado, por la potencia poética, y por otro, por un cierto parecido de familia en el oficio mismo; es decir, así como un artista, por ejemplo, puede entrenarse a partir de ver imágenes en un museo, estos algoritmos pueden ser entrenados con sets de imágenes. Esto lleva a que exista un primer desplazamiento del artista creador a un artista curador.

Sin embargo, esto no significa que el rol del artista sea asumido por la máquina; el artista sigue ocupando el rol de creador, mientras aprovecha las potencia de la máquina para generar imágenes. Ahora bien, como es la máquina la que produce nuevas imágenes, el léxico que se ha adoptado recientemente en la comunidad de AI artistas es el de “procesos colaborativos”, sinergias colaborativas entre artista-curador y máquina-generador: El artista crea, el algoritmo genera. Para ilustrar esta afirmación en este estudio vamos a realizar el análisis de una obra que emplea esta tecnología con el objetivo de comprender la arquitectura de los GANs.

La obra que se va a analizar, desde el punto de vista técnico, es *Mosaic Virus* (2018), de la artista Anna Ridler. Esta obra fue generada por una inteligencia artificial (IA). El tipo de algoritmos empleados son redes generativas adversariales o GANs, y para producir esta pieza los algoritmos fueron entrenados a partir de un set de 10.000

fotografías de tulipanes. Se ha seleccionado *Mosaic Virus* en particular debido a que la intención de la artista es “transparentar” el proceso de creación entre ella y la IA, por lo que se constituye en un buen ejemplo para identificar los procesos involucrados y las interacciones entre el artista y el IA, en este caso, las redes adversariales generativas (GANs).

Se analizan cuatro fases dentro de la producción de esta propuesta plástica. La primera la fase de selección del set de datos; la segunda, la fase de clasificación manual de estos datos; la tercera, de entrenamiento del algoritmo, y la cuarta, la selección o curaduría de las imágenes.

1.3.6. Secuencia de uso de un algoritmo tipo GAN en el proyecto *Mosaic Virus* (2018)

En la primera fase, normalmente los artistas eligen el set de datos con el cual van a trabajar. Puede ser una base de datos que ya haya sido previamente creada (por ejemplo *Open images*³⁵ de Google, el cual consiste en una base de datos de más de nueve millones de imágenes que han sido previamente etiquetadas). En el caso de *Mosaic Virus*, la artista decidió crear el set de datos, que consistió en 10.000 fotografías tomadas en primer plano frontal de flores del tulipán (fig. 14).

³⁵ “Open Images Data Set V5 + Extensions”, Googleapis. Acceso el día 8 Agosto de 2019
<https://storage.googleapis.com/openimages/web/index.html>



Figura. 14 Primera fase: Elección del set de datos. Training set. Detalle de la obra Myriad (Tulips) 2018, de Anna Ridler. Set de entrenamiento de la pieza Mosaic Virus. Disponible en: <https://hyperallergic.com/487261/anna-ridler-tulipmania/> <https://www.feedolist.com/?user=annaridler> (Acceso 20 de mayo de 2019)

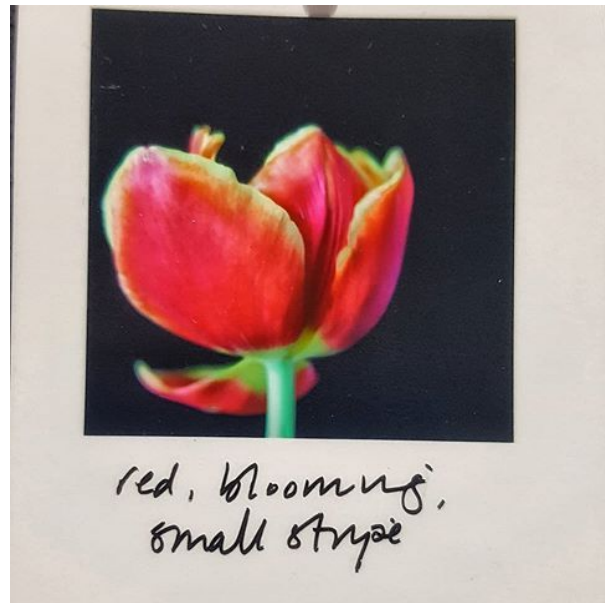
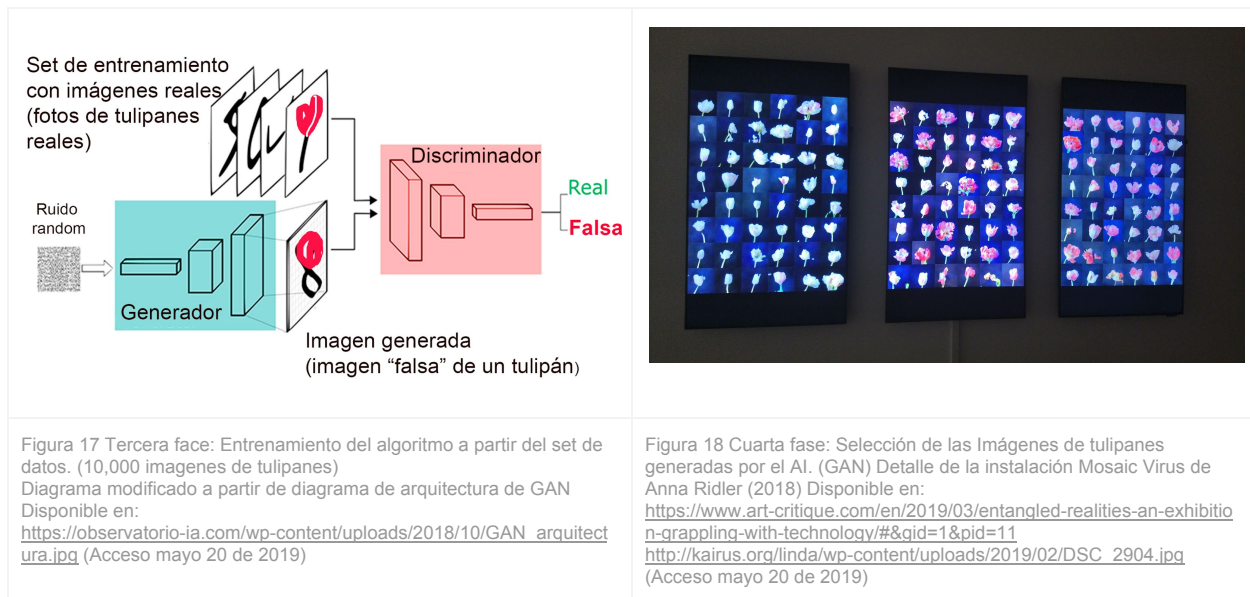


Figura. 15 Segunda fase: Etiquetado manual de cada uno de las imágenes elegidas para entrenar el algoritmo. Detalle de la obra Myriad (Tulips) 2018, de Anna Ridler. Set de entrenamiento de la pieza Mosaic Virus. Disponible en: <http://annaridler.com/myriad-tulips> (Acceso 20 de Mayo de 2019)

En la segunda fase, el set de datos debe ser clasificado. Esto se conoce como “*supervised learning*”, lo que significa que cada uno de los ejemplos con que el algoritmo (GANs) será entrenado debe ser etiquetado. En este caso, la artista etiqueta de manera manual cada una de las imágenes del set de datos seleccionado. Como puede verse en el ejemplo (fig. 15), elige clasificar estos datos por color (rojo), posición de los pétalos (florecida) y tamaño de las líneas (pequeña línea).



La tercera fase corresponde al entrenamiento. En esta fase el algoritmo discriminador se entrena para que pueda distinguir que tipo de imágenes son “verdaderas o falsas”. A su vez, al generador se le asigna la tarea de producir imágenes similares al set de entrenamiento. Si el discriminador considera que la imagen creada por el generador pertenece a la base de datos original (es decir, si el policía cree que el dinero falso es real, en la analogía de Goodfellow), determinará que esa imagen es “verdadera”, mientras que si considera que no pertenece al set de datos original, la catalogará como falsa. Como resultado, la red neuronal artificial tipo GAN genera imágenes muy cercanas a las de los tulipanes reales.

La cuarta fase corresponde a la curaduría. En este punto, la artista selecciona algunas de las imágenes generadas de tulipanes, las cuales, a su vez, servirán como insumo para la creación de la obra *Mosaic Virus*.

A partir del análisis del procedimiento técnico que esta artista lleva a cabo para “entrenar” GANs, se puede apreciar que parte del proceso creativo de los artistas que trabajan con este tipo de tecnologías se centra, por un lado, en una labor ardua de investigación, recolección y clasificación del set de datos, y por el otro, en una labor de selección o curaduría del set generado por la IA.

Una de las características más interesantes a nivel estético de los GAN es que son sistemas altamente inestables. Anna Ridler resalta esta particularidad con su trabajo. A diferencia de lo que pueda estar en el imaginario colectivo sobre la exactitud de los sistemas lógico-matemáticos, los GAN se equivocan, colapsan (dejan de funcionar, producen errores, etc.), acercando así su naturaleza no orgánica a los terrenos inestables de lo orgánico.

Finalmente, el análisis de este trabajo sirve para ilustrar uno de los puntos más sobresalientes del trabajo plástico con GANs como técnicas de creación. Así, con el uso de GANs en el arte sutilmente se desplaza la noción de técnica como recurso inanimado, lo que nos lleva a preguntarnos si una red neuronal puede ser equiparable a un pincel o a la técnica del claroscuro en pintura. A partir del análisis aquí realizado, nos encontramos con que difícilmente puede ser equiparable porque, aunque los GANs son técnicas, poseen un alto grado de autonomía. Esto contribuye, a su vez, al desplazamiento del artista hacia los terrenos de lo curatorial: Seleccionar las muestras,

elegir la base de datos o el set de datos, entrenar los algoritmos. Sin embargo, la creación sigue siendo asumida en su totalidad por el artista, así los resultados sean un producto de la “colaboración” entre el artista y la red neuronal.

CAPÍTULO 2. ANÁLISIS DE CASO: *UNCANNY MIRROR*

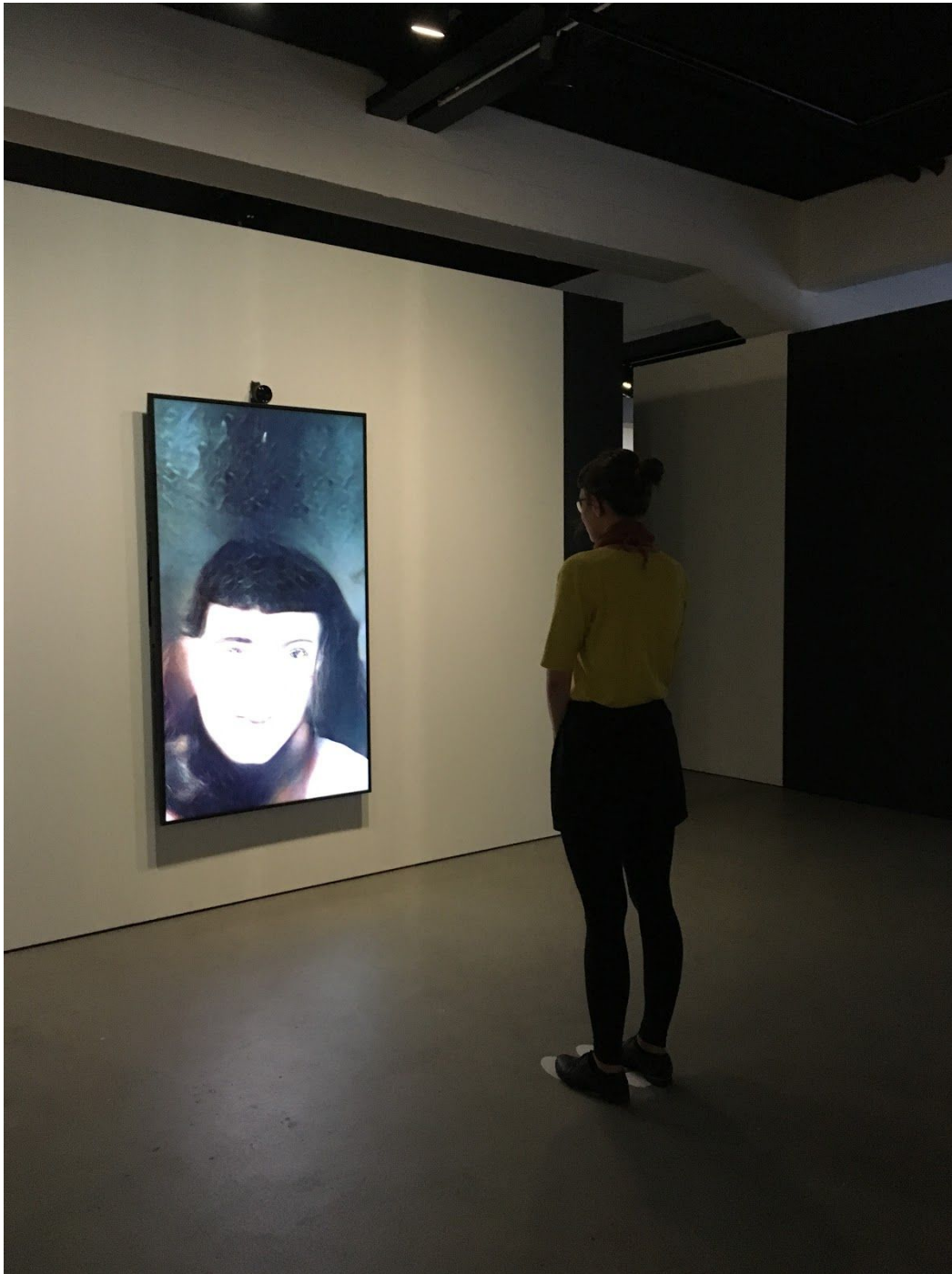


Figura 18. Klingemann, Mario. *Uncanny Mirror*. Instalación en tiempo real. Computador, Cámara, pantalla. Comisionado por: Seoul Media City Biennale 2018. Vista de la instalación *Uncanny Mirror*. En *Entangled Realities - Living with Artificial Intelligence*, 2019, HeK Basel. Fotografía: Lilitiana González R.

En este capítulo se identificará el proceso técnico de construcción de la obra *Uncanny Mirror* de Mario Klingemann. Luego se describirán las relaciones y procesos del sistema a partir del cual se componen cada una de las piezas, siguiendo la propuesta metodológica del Kwastek (2013) y los aportes de Galanter (2016).

Uncanny Mirror es una de las primeras obras de AI Art interactivas. Se trata de una instalación que se enfoca principalmente en el *feedback*, la autopercepción y en ser percibido por un otro artificial.

Esta obra es una propuesta del artista de origen alemán Mario Klingemann, que nace en 1970. Este artista trabaja con algoritmos, redes neuronales artificiales y bases de datos, mediante lo cual explora las posibilidades que el *deep learning* y la inteligencia artificial ofrecen en el campo creativo. Gran parte de su trabajo se desarrolla a partir de la exploración de vastos archivos digitales culturales como la colección de Google Arts & Culture. Ganó el premio Lumen en 2018 y se ha posicionado como uno de los pioneros en el campo del AI Art.

Uncanny Mirror es una obra comisionada para la décima edición de la Seul Mediacity Biennale, llevada a cabo del 6 de septiembre al 18 de noviembre de 2018. Posteriormente, esta obra fue presentada en “Entangled Realities, Living with Artificial Intelligence”, en Hek (Häus der elektronischen Künste), Basel, en mayo de 2019.

La interfaz primaria de esta instalación multimedia se compone de una pequeña cámara y una pantalla de video suspendida verticalmente en una pared. (Fig. 18) En términos de la interactividad, la obra se puede caracterizar en principio por el concepto de *simplicidad*, ya que requiere de una actividad mínima de parte del espectador, quien adopta el rol de observador.

Sin embargo, esta aparente simplicidad se carga de una profunda complejidad cuando el espectador se enfrenta a la pantalla y un dispositivo externo captura su rostro, permitiendo así que sus datos sean analizados y procesados por GANs (redes adversariales generativas) en tiempo real que, según los curadores, Sabine Himmelsbach y Boris Magrini, “han sido entrenadas para interpretar sets de datos mientras crean nuevas e impactantes imágenes; los visitantes de estas exposición se encuentran con su propia imagen interpretada y ‘vista’ por una Inteligencia artificial”³⁶. Estas redes neuronales artificiales “aprenden” los rasgos biométricos del rostro del espectador y esta información, a su vez, es utilizada para “alimentar” una base de datos, a partir de la cual una segunda red neuronal es entrenada con estas imágenes para crear una reinterpretación del rostro del espectador. Como resultado en tiempo real, la IA crea una imagen nueva a partir del rostro de los espectadores, con texturas cercanas al lenguaje de la pintura, una imagen que les resulta conocida y extraña a la vez. Es por esto que Klingemann define esta obra como “Una superficie digital que

³⁶ Cita tomada del comunicado de prensa del H3K, Häus der elektronischen Künste, de la exposición “Entangled Realities, Living with Artificial Intelligence” (Mayo 05 al 11 de Agosto de 2019).

muestra cómo la máquina te ve”³⁷. Se activa así la metáfora de una inteligencia artificial que “mira” al espectador.



Figura 19: Klingemann, Mario. *Uncanny Mirror*. 2018. Instalación. Obra comisionada por X Bienal Seúl Mediacity 2018. Fuente: Ssong. Imagen Digital. Disponible en: <http://blog.naver.com/PostView.nhn?blogId=yangpine&logNo=221378000772&parentCategoryNo=&categoryNo=20&viewDate=&isShowPopularPosts=true&from=search> (Acceso 20 de Agosto de 2019)

2.1. Análisis técnico y fases de desarrollo

Según el artista, para el desarrollo de este proyecto fueron utilizadas redes adversariales generativas o GANs, derivadas de las arquitecturas de las redes generativas adversariales pix2pix y pix2pixHD³⁸. Los códigos de estos algoritmos fueron desarrollados por Philip Isola, Yun-Yan Zhu, Tinghou Zhou, y Alexei Efros. Estos Investigadores del instituto Berkeley AI Research (BAIR), de la Universidad de

³⁷ “Uncanny Mirror by Mario Klingemann” video de Vimeo, 00.01, publicado por “Onkaos.” Junio de 2019, <https://vimeo.com/336559940>

³⁸ Klingemann, Mario, a través del curador Boris Magrini. Comunicación personal, Agosto 08 de 2019 (Ver Anexo 05)

Berkeley, publicaron el documento “Image-to-Image translation with conditional adversarial networks” (2018). Según los investigadores, después de que el documento fuera publicado junto con el código y la base de datos, muchas personas de la comunidad de Twitter, tanto investigadores como artistas, incluido Mario Klingemann, desarrollaron experimentos a partir de este trabajo.

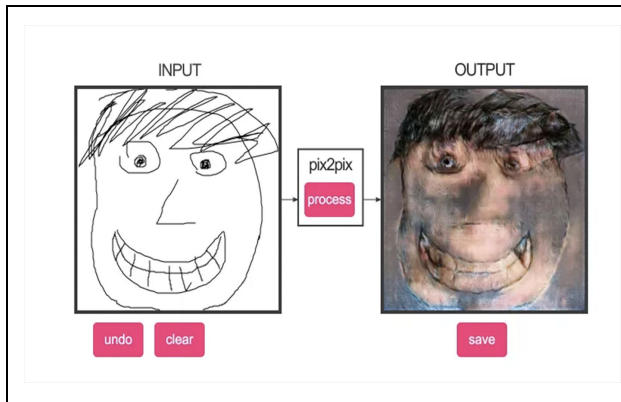


Figura 20. Ejemplo de aplicaciones desarrolladas por la comunidad online, a partir de los GAN's pix2pix. En este caso, el set de entrenamiento son fotografías de Lara Rase, Boceto por Kwame Opam. Disponible en: <https://www.theverge.com/tldr/2017/6/6/15749754/pix2pix-auto-fill-neural-network-images-portraits> (Consultado 20 Agosto de 2019)



Figura 21. Ejemplo de aplicaciones desarrolladas por la comunidad online a partir de los GAN's pix2pix. Boceto por Mario Klingemann. Klingemann, Mario. (@Quasimondo) Twitter Enero 30, 2017. <https://twitter.com/quasimondo/status/826065030944870400>

Mario Klingemann explica que en *Uncanny Mirror* “Hay tres GAN's trabajando todo el tiempo. Uno transforma la imagen capturada por la cámara en un boceto, el siguiente transforma este boceto en un rostro nuevamente (el cual es el algoritmo que está aprendiendo) y el tercero es usado para obtener una imagen de alta definición.” (Klingemann, 2019b). Antes de explicar cada GAN por separado, vale la pena resaltar que el hecho de que esta obra trabaje con tres GAN's hace que *Uncanny Mirror* tenga un mayor nivel de complejidad que una obra como *Mosaic Virus*, de Anna Ridler. Por

otra parte, es importante mencionar que, aunque cada GAN será explicado por separado, en realidad los tres GAN's trabajan de forma simultánea.

2.1.1. Primera fase: Selección de bases de datos y entrenamiento de algoritmos

Esta fase se compone de varios procesos, que incluyen la selección de las bases de datos y el entrenamiento de los algoritmos.

2.1.1.1. Proceso A: Selección base de datos 01. (GAN 01)

Selección de base de datos 01 a partir de fotografías de retratos pictóricos, adicionalmente la modificación y entrenamiento de tres GAN's basados en el código pix2pix. Uno de estos GAN's es entrenado a partir de base de datos 01 (retratos de pintura moderna³⁹.)



³⁹ La base de datos con la que fue entrenado este algoritmo no ha sido publicada por el artista. Ello le permitiría a cualquier persona con acceso al algoritmo replicar el trabajo del artista.

2.1.1.2. Proceso B: Selección base de datos 02, (GAN 02)

Este proceso consiste en la selección de una segunda base de datos (fig. 22). A diferencia de la obra de Anna Ridler, artista que se dio a la tarea de tomar 10,000 fotografías de tulipanes, el set de datos de *Uncanny Mirror* no fue recolectado por Klingemann de manera manual. En este caso, el segundo set de datos es generado a partir de la captura de los datos biométricos⁴⁰ del rostro de los públicos mediante una cámara de video. Acción que es llevada a cabo en tiempo real. (fig. 24).



Figura 24. Imagen simulada de base de datos de referencia para un sistema genérico de reconocimiento biométrico facial. Fuente: Locklear, Mallory. Engadget, 2018. Disponible en: <https://enqt.co/2WQ6XWF> (Acceso 20 de mayo de 2019)

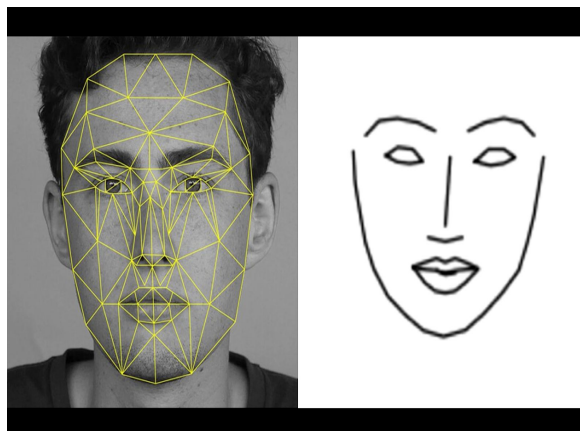


Figura 25. Imagen derecha: marcadores faciales, Imagen Izq. Boceto a partir de marcadores faciales. Captura de pantalla, 0:49. Fuente: TedxAmsterdam, 2018. Disponible en: <https://www.youtube.com/watch?v=kGG5qFLaKpE> (Acceso 20 de mayo de 2019)

⁴⁰ El reconocimiento biométrico, según National Research Council y Whiter Biometric Committee (2010), es “el reconocimiento automatizado de individuos basado en su comportamiento o en sus características biológicas”. En *Uncanny Mirror*, este procedimiento está dado por la extracción de datos biométricos correspondientes a los marcadores faciales (fig. 23).

2.1.1.3. Proceso C: Empleo de los datos biométricos para generar un “boceto”.

Los datos biométricos recopilados en la segunda fase, son utilizados para generar un “boceto” inspirado en los rasgos biométricos de los participantes. Este boceto corresponde a unas cuantas líneas que indican la posición de los principales rasgos faciales (Fig. 25). La particularidad de este “boceto” reside en que si el espectador mueve su rostro, este boceto replica estos movimientos (Fig. 26).

2.1.2. Segunda fase reinterpretación rostro del participante.

La característica principal de los GAN's tipo pix2pix es que, según el artista, pueden transformar una imagen en términos de otra. Por ejemplo, el boceto generado a partir de los marcadores faciales se transforma en un imagen similar a un retrato pictórico en *Uncanny Mirror*. (Fig. 26 y 27.)



2.1.2.1. Proceso A: Incorporación del aprendizaje adquirido a través de la interacción con participantes previos

El resultado es que el boceto es transformado en una imagen reinterpretada del rostro del participante, teniendo en cuenta el aprendizaje obtenido a través de:

- a. Sus rasgos biométricos.
- b. Los rasgos biométricos de participantes anteriores que han interactuado con la pieza.
- c. La base de datos de retratos pictóricos modernos.

Según el artista, el sistema propone lo mejor que puede generar, basado en lo que ha visto previamente. “De hecho, el espectador debe alejarse un poco para darle tiempo al sistema de manera que pueda ‘aprender’ la cara del usuario”.⁴¹

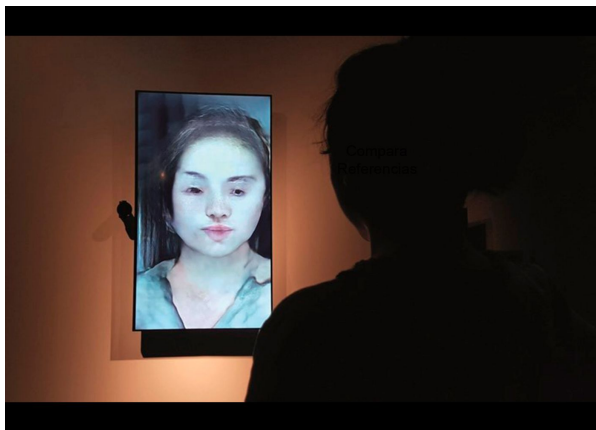


Figura 28. Generación de un rostro a partir de los datos biométricos del espectador que se posiciona en frente a la pieza *Uncanny Mirror*.
Imagen tomada de:
<https://dazedimg-dazedgroup.netdna-ssl.com/786/azure/dazed-prod/1260/3/1263830.jpg>



Figura 29. Detalle de un espectador presentado un dibujo de un rostro a la IA de *Uncanny Mirror*.
Imagen tomada de:
<https://pbs.twimg.com/media/DmqItIWVAAEkD0V.jpg>

⁴¹ Klingemann, Mario (@Quasimondo). 2018. Twitter, 5, Septiembre, 2018.
<https://twitter.com/quasimondo/status/1037217313399951361?lang=es>

2.1.3. Tercera fase: Alta definición (GAN 03):

Adicionalmente, hay un set de GAN's que en la obra se encarga de garantizar una alta definición de las imágenes presentadas a los públicos en tiempo real. El algoritmo inicial pix2pix y pix2pixHD fue modificado para adecuarse a las condiciones del tamaño de la pantalla de más de un metro de altura (fig. 13) en donde se presenta la pieza.

2.1.4. Estados: Activo (aprendizaje) y reposo (sueño).

Según el artista, la obra presenta dos estados: un estado de “aprendizaje” que se activa cuando un visitante decide interactuar con la pieza y un estado de reposo o “sueño”⁴² que tiene lugar cuando no hay un espectador en frente; las imágenes que son presentadas durante este estado el artista las define como “el sueño de la máquina”. Estas imágenes son creadas a partir de los procesos de aprendizaje previos, pero se mueven de manera libre, no obedecen al movimiento del espectador. La sensación general que produce es de imágenes líquidas que se transforman y recombinan aleatoriamente.

⁴² Klingemann, Mario en: "Uncanny Mirror by Mario Klingemann", video de Vimeo, 03:14, publicado por "Onkaos." Junio de 2019, <https://vimeo.com/336559940>

2.2. Experiencia estética y análisis de las obras a partir de las categorías formuladas por Kwastek (2013) y Galanter (2016)

Dado que *Uncanny Mirror* tiene un alto componente de interactividad, la propuesta de Kwastek⁴³, que específicamente se centra en el desarrollo de una metodología para el análisis de obras interactivas multimedia, resulta pertinente para el análisis de la faceta de interactividad de obra. Por otro lado, es una obra que se puede analizar desde la perspectiva del arte generativo. Esta categoría fue propuesta recientemente por Galanter (2016) y permite visibilizar las problemáticas asociadas al arte que usa sistemas altamente autónomos, como el caso de *Uncanny Mirror*, en el cual las redes generativas adversariales o GAN's son un elemento central de la obra.

Para el análisis de la experiencia estética en las obras de arte interactivo, desde la perspectiva de Kwastek resulta primordial revisar con detenimiento las relaciones que se dan entre los diferentes actores que interactúan con la obra.

Si la gestalt [el todo] de la obra de arte interactiva sólo emerge cada vez que es realizada completamente de nuevo por receptor, el análisis estético del arte interactivo debe mirar más allá de la estructura formal y la interpretabilidad de la propuesta de interacción producida por el artista, ya que la experiencia estética reside en la acción de estar realizando la interacción. (Kwastek, 2013, p. 48)

Así, Kwastek sugiere que la experiencia estética reside en la interacción entre los públicos y la pieza. Por ello, propone una metodología que permite tener un

⁴³ Las referencias al trabajo de la autora están tomados de su libro *Aesthetics of interaction* (2013) salvo que se señale lo contrario.

acercamiento muy preciso a los diferentes ángulos de las relaciones que surgen en el momento en que las piezas están siendo vivenciadas por los públicos.

2.2.1. Actores

Según Kwastek, la identificación y clara distinción de los actores y de los roles que asumen en los diferentes momentos es esencial en el análisis de una obra de arte interactiva. Por consiguiente, este paso será esencial para el análisis de las obras de AI Art que exhiben interactividad, como es el caso de *Uncanny Mirror*.

La autora propone cuatro categorías posibles de actores, a saber: El artista, el asistente (referido a una persona que es mediadora entre la propuesta del artista y los públicos), los públicos (quienes interactúan con la obra) y, finalmente, el sistema técnico (*hardware y software*)⁴⁴ (Kwastek, 2013, pp. 90-99).

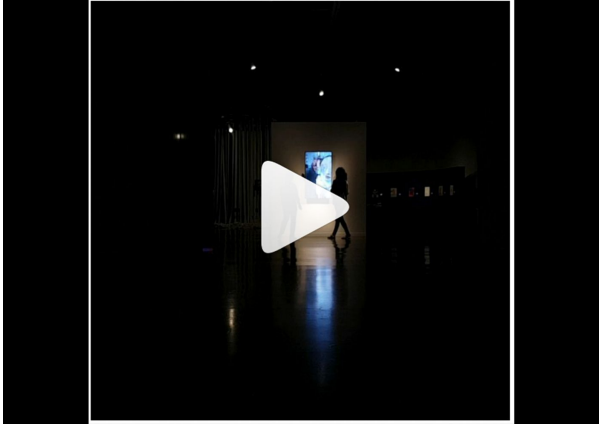

En el caso de *Uncanny Mirror*, no solo la interactividad depende del sistema técnico, sino en gran medida también del resultado visual de la pieza. Las imágenes generadas y presentadas a los visitantes son generadas por los GAN's, como se vio en el apartado anterior.

Los roles de los actores en esta pieza no son estáticos sino altamente dinámicos. Por ejemplo, el artista juega un rol doble como artista y creador de la pieza, pero también

⁴⁴ Kwastek, *Aesthetics of interaction of Digital Art*. 90-99.

como primer receptor de esta. Es decir, las primeras interacciones cronológicamente hablando se dieron primero entre Klingemann y su obra *Uncanny Mirror*.

Por otro lado, la red neuronal artificial que hace parte del sistema técnico también adopta el rol de colaborador. Como afirma el artista: “Estoy tratando de entrenar a las máquinas para ser casi autónomas para que puedan generar nuevo contenido” (Klingemann, 2019a). Los públicos adoptan el rol de receptores y también de colaboradores, ya que es gracias a la captura de sus datos faciales y biométricos que el resultado de la obra se hace posible (ver el enlace incluido en las figuras 30 y 31).

	
<p>Figura 30. Interacción de los públicos con la obra <i>Uncanny Mirror</i> (2018) de Mario Klingemann. Video tomado por Mario Klingemann. En: https://www.instagram.com/p/BnaRkv4jooS/</p>	<p>Figura 31. Código QR de vídeo de Interacción de los públicos con la obra <i>Uncanny Mirror</i> (2018) de Mario Klingemann. Video tomado por Mario Klingemann. En: https://www.instagram.com/p/BnaRkv4jooS/</p>

En el caso de *Uncanny Mirror*, adicionalmente, los públicos son agentes activos, su input es imprescindible en el entrenamiento del sistema, ya que la máquina ha

aprendido gracias al encuentro entre la inteligencia artificial de la pieza y los públicos. Esto permite que la potencia poética de la obra se active y lleva a un sobresalto, a un salir de la cotidianidad de la propia imagen, lo que finalmente le permite al espectador reconocerse a través de la mirada de ese otro artificial.

Para el análisis de AI Art, además, es necesario considerar a la red neuronal artificial como un actor principal. Aunque en la propuesta de Kwastek (2013) este componente aparece anidado dentro del conjunto del sistema técnico, realmente tiene un papel preponderante en la obra debido a las dinámicas particulares de creación conjunta entre el artista y los GAN's. Esto es así porque las redes neuronales artificiales, a diferencia de otros componentes técnicos, tienen un alto grado de autonomía

Por otra parte, las bases de datos empleadas para entrenar la red neuronal artificial también deben ser consideradas como un actor principal, porque en gran medida los resultados plásticos dependen de estas, como se explicará en detalle más adelante.

2.2.1.1. Red neuronal artificial como actor principal

Como pudo observarse durante el análisis del sistema técnico de las propuestas de Mario Klingemann y Anna Ridler, la red neuronal artificial tiene una gran importancia, ya que buena parte del resultado formal depende del tipo de red neuronal artificial empleada.

Es de resaltar que existen tipologías y diversos modelos de redes neuronales artificiales, la gran mayoría de las cuales no han sido creadas por los artistas. Son herramientas y metodologías desarrolladas por equipos de científicos expertos en el campo de la IA.

En el caso del AI Art, por ejemplo, se encuentran los modelos BigGAN (Brock, Donahue y Symonyan, 2018) y StyleGAN (Karras, Laine y Aila, 2019). Estos modelos de redes neuronales artificiales fueron diseñados para generar imágenes sintéticas, sin embargo, cada uno posee un comportamiento particular. Los artistas por lo general observan los comportamientos de estos modelos y los utilizan a favor de su práctica estética. Cabe anotar que, si bien los artistas pueden direccionar el resultado visual o auditivo del sistema, no tienen el control absoluto sobre el resultado la IA o de las redes neuronales artificiales (GAN's).

Klingemann (2018) señala que dentro de su práctica artística una de sus labores consiste en observar el comportamiento de la red neuronal artificial para encontrar las particularidades [del modelo] que le permiten articular su propuesta. Al preguntarle al artista sobre qué tipos específico de GAN's están siendo usados en *Uncanny Mirror*, responde que aunque los GAN's que entrenó para desarrollar el proyecto de *Uncanny Mirror* como se mencionó anteriormente se basaron en la arquitectura de los GAN's pix2pix y pix2pixHD.

Son híbridos de los dos (pix2pix y Pix2pixHD), los cuales fueron modificados a partir de mi investigación [...]. La razón es que para obtener una respuesta más fluida en el tiempo a esa resolución, los modelos necesitaban ser más rápidos que las versiones originales. (Klingemann, 2019b).

Detenerse y observar el comportamiento de la IA, aprender cómo funciona y cómo se comporta es en definitiva una de las diferencias significativas con respecto al empleo de otro tipo de herramientas digitales. Es decir, no existe una translación directa (servil, si se quiere) de la herramienta utilizada a la acción que el artista quiere realizar, pues los GAN's no producen de manera directa un resultado específico que el artista tenga en mente. En este sentido, los GAN's son más que una simple herramienta al servicio de un creador humano, pues proponen caminos, alternativas y rutas de acción que el artista podría no haber imaginado ni previsto.

como lo expresa Klingemann:

Cuando entreno modelos, les doy una especie de dirección, pero no tengo un objetivo claro en mente [...]. Trato de construir sistemas que cometan errores porque todo lo que ya está en mi cabeza es un poco aburrido y nosotros somos casi incapaces de hacer cosas nuevas (Klingemann, 2019a, min. 8:10)

La consideración del sistema técnico y en particular pensar a los GAN's como un actor más pone en evidencia el problema de la autoría, que según Galanter es propio de las

obras que ceden parte del control a un sistema externo (2016, p. 166). Este problema será tratado con detalle en el apartado donde se hablará sobre la interactividad y la interacción de la obra.

2.2.1.2. Bases de datos de *Uncanny Mirror*

En este documento se ha sostenido que uno de los actores principales de las obras que usan GAN's son las bases de datos con las que los sistemas fueron entrenados.

Los set de datos que los artistas de AI Art eligen son muy variados. Los GAN normalmente son entrenados con imágenes, pero también pueden ser entrenados con archivos sonoros (Engel et al., 2019). En la mayoría de los casos, los modelos o redes neuronales artificiales tipo GAN son de libre acceso, pero no así las bases de datos. Aunque existen bases de datos abiertas o de libre acceso, la originalidad de las propuestas recae en la particular selección de los contenidos de las bases de datos, la que en definitiva es un elemento crucial en el resultado plástico de la propuesta. Es decir la misma red neuronal artificial (el mismo modelo) entrenado con bases de datos diferentes produce resultados visuales distintos.

Preguntarse por el tipo de base de datos que hizo posible la obra de AI Art es fundamental para analizar la propuesta plástica. ¿Es una base de datos de libre acceso? ¿le pertenece a una empresa o corporación determinada?, ¿fue creada por el artista? En el caso de Anna Ridler como se mencionó anteriormente, las bases de

datos son creadas desde cero por la artista, mientras que Klingemann utiliza el input de los datos biométricos de los públicos, pero también bases de datos de libre acceso⁴⁵ para entrenar a las redes adversariales con las que desarrolla sus propuestas.

2.2.2. El espacio

La obra que estamos analizando ocupa un lugar predominante en la muestra “Entangled Realities”. Es la primera pieza con la que se encuentran los espectadores. Se ubica justo después de la puerta principal. La configuración del espacio de interacción de *Uncanny Mirror* a primera vista es simple. El visitante se posiciona en frente de una pantalla vertical que tiene una cámara frontal instalada en el centro superior de la pantalla. Una vez el visitante se posiciona en frente, sus datos biométricos son capturados y en la pantalla aparece el *feedback* del dispositivo.

Las interrelaciones entre espacio real y el espacio virtual que se dan en este trabajo son complejas, por el diálogo que se crea entre las imágenes capturadas en el espacio real y las imágenes que son procesadas en el espacio virtual que es construido por las redes neuronales artificiales de *Uncanny Mirror*. Este espacio es multidimensional y se denomina “espacio latente”, como dice Klingemann en la conferencia *Trapping the Accident*:

⁴⁵ Ver en la página web de Klingemann la sección llamada “About”. Recuperado de: <http://quasimondo.com/>

Cuando se entrena una red neuronal se construye un mundo [...]. Esta crea su propio mundo interno, puede decirse que crea su propio universo basado en la base de datos utilizada para entrenarlo, y este estado interno es un mundo multidimensional que se llama espacio latente [*latent space*] (Klingemann, 2019a)

Este “espacio latente” no es evidente para el visitante que interactúa con el dispositivo. En ese sentido, se puede hablar de una propuesta de “caja negra” porque los procedimientos espaciales no son transparentes a los ojos de los públicos. Uno de los visitantes menciona que fue interesante ver su imagen reinterpretada por la obra, sin embargo, para él esta propuesta le resulta misteriosa⁴⁶.

Las imágenes que están siendo generadas por el sistema en el espacio latente llegan entonces al espacio euclidiano. El espacio no humano (latente) en el que los algoritmos se desarrollan colisiona con el espacio humano generando sorpresa e interrogantes a los visitantes de la muestra.

⁴⁶ Entrevista a Michael Sutter, visitante de la exposición *Entangled Realities*, Hek (Haus der Electronischen Künste Basel), 28, Julio de 2019. realizada por Liliana González. (Ver Anexo 2: B.)

2.2.3. El tiempo

En *Uncanny Mirror* aparecen tres tensiones principales asociadas a esta categoría de análisis. La primera surge a través de un juego entre el tiempo real y el tiempo dilatado. Al aproximarse el espectador a la obra, transcurren unos segundos antes de que su rostro sea analizado por las redes neuronales artificiales y se proponga como resultado una secuencia de imágenes de video que configuran una imagen similar al rostro del espectador. Es un periodo muy corto de tiempo, pero permite que la expectativa del lado del visitante de la exhibición crezca. Algunos de los espectadores que visitaron la exposición expresaron sorpresa y admiración al reconocer su imagen en la propuesta estética del IA.

Klingemann explica que el modelo no almacena los rostros de personas individuales “sino más bien una idea general de la apariencia de la audiencia” (Klingemann, 2019b). Entonces la tensión surge por el evento que se activa en tiempo real a partir de la captura de la apariencia del rostro del espectador. El *feedback* casi instantáneo produce en los espectadores la sensación de estar siendo observados tanto por la máquina como por ellos mismos.

La segunda tensión aparece por el juego entre el estado activo y el estado de reposo de la obra. Cuando el dispositivo entra en modo de “reposo”, durante el cual las imágenes que pasan por la pantalla hacen parte de interacciones previas con otros

espectadores y se genera una especie de collage y de rostros que se funden y se amalgaman presentados de manera intermitente durante las horas de exhibición de la pieza.

La estructura temporal de la pieza se centra en la inmediatez, en el *feedback* inmediato y las interacciones en tiempo real. Además, cada una de las secuencias de imágenes que se presentan a los espectadores es única e irrepetible, puesto que cada vez que aparecen en la pantalla están siendo generadas por las redes neuronales en tiempo real.

La tercera tensión aparece por almacenamiento en tiempo real de los datos. El sistema constantemente está almacenando la información capturada del exterior, de manera que las imágenes que el sistema presenta a los públicos que interactúan con la obra se crean a partir del aprendizaje previo del sistema, que ha almacenado datos de otros participantes, junto con los que captura de la persona que esté enfrente en ese momento. Esto genera un efecto de palimpsesto. Uno de los funcionarios de la exposición menciona al respecto: “Cada vez que la cámara ve algo que puede ser un humano no simplemente proyecta su imagen, sino que compara todos los datos que ha almacenado anteriormente de cada una de las personas que han estado interactuando con el sistema”⁴⁷. En consecuencia, aunque en la imagen que produce *Uncanny Mirror* en su estado activo hay elementos formales que indican que el sistema ha aprendido

⁴⁷ Fortmann, Andrea. 2019. Entrevista realizada por Liliana González. Exposición Entangled Realities, Living with artificial intelligence. HeK, Basel. Julio 28, 2019. Audio. (Ver Anexo 2: A.)

rasgos esenciales de la figura de quien se para en frente de la obra, los rasgos particulares y los detalles del rostro son una amalgama de rasgos ajenos al espectador que en ese momento esté interactuando con la pieza.

La temporalidad de la obra, que se presenta de manera inmediata por la activación de la pieza en tiempo real, contiene datos del pasado de la pieza, como si se tratara de una cápsula de tiempo que se actualiza y su archivo crece y decrece con cada milisegundo que la obra esté siendo expuesta. Capas de información que fue recabada en el pasado se activa en el presente; sin embargo, no permanece en el futuro de la obra ad infinitum. Al respecto, el artista explica:

En cuanto a la duración de los datos capturados por las cámaras, el almacenamiento de datos para el entrenamiento es un *buffer* de 1000 cuadros. Entre más viejo sea un cuadro, mayor es la probabilidad de que será reemplazado por la última imagen capturada por la cámara. Los datos permanecen hasta que son reemplazados. (Klingemann, 2019b).

Para entender este procedimiento habría que imaginarse un armario con mil cajones. Cuando todos los cajones están llenos, la máquina vacía el cajón inicial para que pueda seguir almacenando información. Así, el almacenamiento de estas imágenes es solo temporal.

2.2.4. La interactividad y la interacción

El diseño de interacción que propone *Uncanny Mirror* se desarrolla en tres niveles; un primer nivel que no es visible o perceptible a los públicos, en donde la interacción de los algoritmos con los datos recientemente recibidos están siendo analizados y transformados en las imágenes que el espectador puede ver.

Un segundo nivel que es visible para los participantes, el contacto con la obra les deja jugar con las posibilidades y límites del sistema; encuentran cuáles son los lugares en donde el sistema responde a sus movimientos y donde deja de hacerlo, exploran como su imagen sutilmente cambia y es expresada en un lenguaje pictórico, los pixeles presentados se camuflan bajo la apariencia de trazos cortos y trazos largos que juguetonamente proponen configuraciones que se entienden como ojos, nariz y boca.

El tercer nivel de activación de la pieza se da en un nivel metafórico, el espejo que sugiere el título de la obra es solo una pantalla de video, sin embargo empuja al espectador a actuar “como si” este fuera un espejo y propulsa el acto de auto observación. La segunda metáfora que aparece es la sensación de estar siendo visto por una inteligencia artificial; como se explicó en un capítulo anterior los procesos que ejecuta la máquina no son equiparables con los procesos y con el acto humano de “ver”.

Sin embargo en el juego que propone la obra, el “como si” estuviera siendo visto, se activa, la ilusión de estar siendo visto por un otro no humano genera una cierta

sensación de incomodidad, las imágenes que presenta lejos de ser placenteras resultan densas e inquietantes. Este procedimiento narciso cumple su cometido y los participantes se quedan observándose a sí mismos aun cuando las imágenes que están viendo de sí mismos raramente son simétricas, y esta falta de simetría se percibe como una deformación.

El cuarto nivel se activa por las metáforas a partir de las cuales fueron propuestos los algoritmos de redes neuronales artificiales que compiten entre sí. La lucha interna de los GAN's apenas si es perceptible para los públicos, sin embargo es esta competición entre redes lo que permite generar cada segundo una imagen nueva, un retrato nuevo.

La imagen que propone la obra colisiona con la imagen que tiene el visitante de sí mismo. La interacción oscila entre la estrategia narcisa de querer observarse en un espejo que atrae y captura la atención del observador y la imágenes inquietantes que este “espejo” presenta que producen inquietud y desasosiego.

En esta pieza en particular, los procesos de interacción con un usuario están activos antes de que el participante interactúe con la obra, pues la IA ha empezado a entrenarse con rasgos de otros participantes. Así, la imagen que produce no puede considerarse como producto de simple reactividad, sino que es propiamente interactividad, ya que las respuestas visuales de la obra se modifican con la interacción de los públicos, lo cual, a su vez, modifica los GAN's de manera radical.

Como se puede ver, el sistema está permanentemente sumergido en bucles de aprendizaje, y este aprendizaje modifica su comportamiento, el cual no sería posible sin la participación de los públicos. Por tanto, se puede decir que el proceso de interacción en *Uncanny Mirror* es complejo.

A diferencia de Mieke Bal, quien hace unos años comentaba sobre la relativa falta de definición de la interactividad (Bal, 2014, p. 17), la mirada de Kwastek aporta una perspectiva fresca, detallada y esclarecedora, no solo sobre la naturaleza de las obras de arte interactivo, sino también sobre las características de la experiencia estética que estas proponen.

Según Kwastek, la experiencia estética del arte interactivo "...está basada en el juego entre las constelaciones instrumentales (cómo está configurada la pieza desde el punto de vista técnico), la activación de los procesos de interacción, la apuesta material y la contextualización de esta en posibles sistemas de referencia y horizontes individuales de experiencia" (Kwastek, 2013, p. 126).

Para realizar un acercamiento a la experiencia estética de *Uncanny Mirror* iniciaremos por preguntarnos sobre las dinámicas de las reglas constitutivas y las reglas operacionales de la pieza. Siguiendo a Kwastek, los algoritmos que constituyen las proposiciones de la interacción pueden ser vistos como reglas constitutivas, ya que existen por fuera del aquí y el ahora de la pieza. Estas reglas determinan tanto el *input*

como el *output* de la obra, así como las transformaciones que tienen lugar en *Uncanny Mirror*. Por ejemplo, aunque los algoritmos están diseñados para estar en un constante proceso de aprendizaje, el sistema sigue creciendo con cada *input*, pero este permanece sin transformaciones estructurales.

Según Klingemann, este sistema fue entrenado para reconocer los marcadores faciales, y una idea de la pose (Klingemann, 2019d, min. 01:06). Esta es una de las limitaciones de esta tecnología empleada. Los GAN's no sirven para reconocer cualquier tipo de cosa, sino única y exclusivamente para lo que fueron entrenados, en este caso, los rasgos faciales. Por ejemplo, al realizar el experimento de invitar a un participante a posicionarse de espaldas frente a la obra, el sistema no es capaz de reconocer su silueta.

El sistema está diseñado para que el espectador no reconozca las reglas constitutivas, es decir, el funcionamiento interno del mismo le es ajeno, lo cual se constituye en uno de los primeros elementos en tensión de la obra.

Por otro lado las normas operacionales (aquellas que pueden ser percibidas como las reglas de juego) de *Uncanny Mirror* son directas. Una silueta de zapatos en el piso frente a la obra sugiere la posición que espectador debe adoptar para que la interacción de la pieza se active. Sin embargo, aun cuando las instrucciones para

interactuar con la pieza son claras y directas, no ayudan a entender el funcionamiento interno del sistema.

Lo anterior se constituye en parte fundamental de la experiencia estética de *Uncanny Mirror*. Según Kwastek la distancia que las obras de arte tradicionales proponen entre el espectador y la pieza es necesaria para que surja la experiencia estética (2013, p. 141). En las obras de arte interactivo no puede hablarse de una distancia física como tal, ya que en muchos de los casos el espectador es invitado a tocar la pieza, sin embargo, sí se establece una distancia entre el espectador y la obra; es decir, el encuentro del espectador con las tensiones que la obra propone genera esta distancia, ingrediente fundamental de la experiencia estética. En el caso de *Uncanny Mirror*, esta distancia está dada por la pulsante opacidad del sistema, que hace que los públicos se pregunten e interroguen sobre la naturaleza de este.

2.2.4.1. Los modos de la experiencia

En *Uncanny Mirror* los modos de la experiencia se inician con la exploración experimental. Los participantes se acercan a la pieza o se alejan de ella para tratar de investigar el sistema. Algunos de los asistentes a la exposición manifestaron desilusión al no reconocerse del todo en el “espejo” propuesto por el artista. Siguiendo a Kwastek, esta disrupción es una estrategia que fomenta los procesos epistémicos (procesos de reflexión y exploración) en el acto de la exploración.

Una de las guías de la exposición mencionó cómo el público inicialmente espera la respuesta de una cámara normal, es decir, que refleja lo que está enfrente. Al percatarse de que no reacciona de esta manera, la forma de relacionarse con la obra cambia radicalmente, pues el asombro lleva a cuestionarse y a reflexionar sobre este sistema.

Otro de los modos de experiencia que presenta la pieza es la comunicación o el diálogo que surge entre los movimientos corporales de los participantes frente al dispositivo y el movimiento propuesto a manera de *feedback* por la IA de la instalación.

En la obra de Klingemann, los públicos son protagonistas en el proceso que se desarrolla. Al fin y al cabo, es la interpretación de su imagen la que se encuentra frente a sus ojos. Como los públicos tienen asignado un rol activo, se enfrentan a una doble tarea: por una parte, observar lo que está siendo generado por las redes neuronales artificiales a partir de sus movimientos, y por otra, permitir que otros participantes les observen en la medida que se lleva a cabo la interacción en un espacio abierto. En esta medida, la IA es también protagonista, pues es el interlocutor que genera los resultados visuales que son presentados tanto a los visitantes que están interactuando directamente con la pieza como a los que están observando alrededor de la instalación.

El protagonismo de la IA en la obra de Klingemann nos lleva a encontrarnos con una de las problemáticas que Galanter propone sobre las obras de arte generativo: la

problemática sobre la autoría de la obra. “Cuando alguien se encuentra con arte digital generativo, una de las preguntas más comunes que surgen es quién es el autor, el humano o el computador?” (2016, p. 166). Es decir se pregunta si al ceder el control de la pieza también entonces se comparte la autoría. En el caso de *Uncanny Mirror*, nos lleva a preguntarnos si los GAN's y los públicos pueden considerarse como coautores de la pieza.

Kwastek también analiza este problema desde la perspectiva del arte interactivo, para lo cual establece una distinción entre la coautoría y la agencia. La autora sostiene que, según Salen y Zimmerman (2004), el concepto de “agencia” se refiere a una cierta sensación de empoderamiento (de los espectadores o públicos que interactúan con la obra) y su objetivo es ejercer una influencia lógica, significativa y relevante en la manera en que la obra se desarrolla (Kwastek, 2013 p. 128). Así mismo, Kwastek aduce, siguiendo a Murray (1997), que si los participantes no pueden influenciar o cambiar los parámetros sistémicos predefinidos de la interacción, más que de coautoría, debería hablarse de una forma de agencia. Si se acepta esta forma de entender la autoría, se debe concluir que en *Uncanny Mirror* no es posible hablar de coautoría con los públicos, pues estos cierta manera no cambian los parámetros preestablecidos de la interacción. Sin embargo, como existen componentes del sistema técnico que están en un continuo aprendizaje, y los parámetros en cierta medida se modifican, ya que los GAN's aprenden a partir de las interacciones, se podría pensar en cierto grado de coautoría entre el los GAN's y el artista.

Hay autores que ven los GAN's como herramientas que les permiten explorar otros lenguajes, como es el caso de la historiadora de arte Sabine Himmelsbach, quién en su análisis de la obra de Klingemann presenta a los GAN's solo como herramientas. “[...] en el proceso, él programó y desarrolló sus propios algoritmos, que le sirven como herramientas” (Himmelsbach, 2019, p. 67). Por otro lado, hay autores como Felix Stalder, quien abre la posibilidad de cocreación entre las máquinas y humanos: “la *algoritmicidad* [refiriéndose a la IA] (el procesamiento, por parte de máquinas, de grandes cantidades de información que cocrean nuestro mundo contemporáneo) hace mucho que se ha vuelto parte de nuestra condición digital” (Stalder, 2019, p. 131).

2.2.5. Materialidad y la interpretabilidad de la obra

Para Kwastek, tanto la materialidad como la interpretabilidad de una obra de arte interactivo hacen parte de la experiencia estética. Según la autora, la relación entre la forma y el significado es un principio activo en las artes; esto se ve, por ejemplo, en las distinciones tradicionales entre el estilo y la iconografía en el arte, y entre la forma y el contenido en las artes dramáticas o entre la estructura y la expresión en la música. Sin embargo, según Kwastek, sólo hasta hace poco se ha reconocido la importancia de la materialidad, que es lo que subyace a la forma y el significado y lo que constituye la sustancia de la obra. Así, la materialidad ha empezado a ocupar un papel preponderante en el análisis de las obras contemporáneas, ya que el material se ha

constituido como un elemento esencial del significado (Kwastek, 2013, pp. 140-141). La materialidad, señala la autora, es dinámica y modificable, puede variar sustancialmente de una versión, una manifestación o una realización individual a otra. Adicionalmente, Kwastek sostiene que la corporeidad del espectador que interactúa con la obra también hace parte de la materialidad de la obra. Por otro lado Brown menciona “cuando Ud. admira la materialidad de un saco, Ud se percata de algo acerca de cómo se ve o cómo se siente, no simplemente de su existencia como un objeto físico”.(Brown, 2010, p.49)

En *Uncanny Mirror* la materialidad está constituida principalmente por las dinámicas entre la corporeidad del espectador que decide interactuar con la obra, y por la cambiante naturaleza de las redes neuronales artificiales o GAN's que están en un continuo proceso de aprendizaje a partir de los *inputs* de los espectadores.

Respecto de la materialidad de las obras de arte generativo, Galanter señala que ha surgido un nuevo paradigma con las obras que hacen uso de lenguajes de *open source* o de código abierto: “La naturaleza maleable y no-física del código hace que esta aproximación sea posible, mientras que no sería una opción posible con los medios tradicionales” (Galanter, 2016, p. 171).

Por otro lado, la naturaleza maleable y efímera de algunas propuestas interactivas lleva a Kwastek a proponer lo que ella denomina la *materialidad inmaterial*:

Además de componentes que pueden ser considerados materiales en el sentido físico, el arte interactivo se basa sustancialmente en la “materialidad inmaterial” (información visual o acústica transmitida mediante pantallas, proyecciones, parlantes o audífonos). Tales elementos son todo menos imperceptibles, son simplemente visibles o audibles, pero no tangibles. (2013,pp. 146-147).

En *Uncanny Mirror*, gran parte de la inmaterialidad material es totalmente imperceptible para los públicos, dado que la actividad de los GAN's no es visible, audible o tangible.

Cualquier obra de arte, propone la autora, es en principio susceptible de interpretabilidad (*interpretability*): “la pregunta no es si una obra de arte puede ser interpretada, sino en qué medida los procesos de interpretación son facilitados por la obra misma o posiblemente están siendo obstaculizados” (Kwastek, 2013, p. 142).

En *Uncanny Mirror*, como se mencionó anteriormente, los espectadores se encuentran ante un sistema que enfrenta al espectador con el fenómeno de “la caja negra”. Felix Stalder, profesor de cultura digital y teorías de redes de la universidad de Zurich, cuando analiza este fenómeno, menciona que si bien anteriormente las tecnologías complejas se presentaban como cajas negras ante los ojos de los no iniciados, eran transparentes para los expertos. Pero en los sistemas con componentes de inteligencia artificial se da un cambio radical, ya que los sistemas son cajas negras incluso para los mismos expertos que han construido el sistema y por supuesto aún más para los usuarios (Stadler, 2019, p. 127). La razón por la que los algoritmos GAN's son una caja

negra para sus propios creadores es porque estos algoritmos se modifican con cada interacción (aprenden), y el código que resulta de este proceso de aprendizaje es de tal complejidad que no puede ser entendido por la persona que diseñó los parámetros para que el sistema aprendiera.

En este sentido la opacidad del sistema es doble, lo cual representa un reto para la interpretabilidad de la obra; sin embargo, esto no debe ser visto como una pérdida sino más bien como una ganancia, porque en gran medida la tensión que da lugar a la experiencia estética está asociada a este fenómeno.

2.2.6. Interface y *hardware*

Para Kwastek, la interfase (el punto de contacto entre un humano y un sistema) debe ser vista no como un medio simplemente funcional sino también como “potencialmente cargado de significado” (2013, p. 143), por lo tanto juega un papel importante en el proceso de la experiencia estética.

En el caso de *Uncanny Mirror*, la interfase está constituida por una gran pantalla de video y una cámara. La pantalla de video se configura como si fuera una ventana, como si se tratara de un lienzo o un cuadro, pero también como si fuera un espejo. Una ventana en la que el espectador puede ver lo que las redes neuronales artificiales le

presentan, y un lienzo, ya que las texturas que aparecen tienen una cierta calidad que recuerda a trazos pictóricos.

El cambio en la posición tradicional de las pantallas de video de horizontal a vertical refuerza la sensación de estar frente a un gran espejo de cuerpo entero, lo cual enfrenta al espectador con la ambivalente sensación de estar ante un retrato de sí mismo y frente a un espejo que presenta imágenes líquidas. Los planos de referencia que se cruzan en esta interfase crean un escenario paradójico de encuentro entre un lenguaje muy antiguo en la historia del arte como es el de la pintura y un lenguaje naciente como es el del arte que usa redes neuronales artificiales.

Uncanny Mirror es una obra que se propone desde la metáfora de un espejo, pero también que evoca una pintura. La noción de pintura en la totalidad de la obra de Klingemann es notoria. Según Himmelsbach (2019), la mayoría de las redes neuronales con las cuales ha trabajado el artista han sido específicamente entrenadas con grandes sets de pinturas pertenecientes a la historia del arte, y su obra en conjunto presenta una cierta unidad y cualidades estéticas similares a las pictóricas. Klingemann plantea un juego de distintos sistemas de referencia al posicionar al espectador frente a situaciones familiares, como el estar observando un cuadro de pintura o una pantalla de video y a la vez enfrentar al espectador a una situación en extremo desconocida: “el encuentro con sus propias imágenes en tiempo real como interpretadas y vistas por una IA” (Himmelsbach, 2019, p. 68).

Este contraste acentúa la novedad de la propuesta, lo cual, según Kwastek, es parte fundamental de la experiencia estética: “la experiencia estética de una obra de arte interactiva, entonces, depende (entre otras cosas) de la originalidad del sistema o al menos de la novedad del sistema para el usuario” (2013, p. 174). Entre más novedoso sea un sistema, el usuario tiende a prestarle más atención.

Para Kwastek, la experiencia estética de un trabajo interactivo se da en la oscilación entre el fluir y el distanciamiento, en la oscilación entre la acción y la reflexión.

La autora entiende “el fluir” como la transición en los procesos de exploración y los procesos de creación expresiva. “El participante puede al principio intuir la interacción como un instrumento que le permite conocer, que refleja y distorsiona sus acciones, un momento después lo usa como una herramienta para crear sus propias imágenes” (2013, pp. 143-144). Con esto se refiere a que el visitante al inicio trata de entender el funcionamiento del sistema mediante la exploración, y una vez se ha familiarizado con este, juega con las posibilidades que la obra, probando los límites de esta y al tiempo propiciando nuevas respuestas de la máquina.

El distanciamiento se da por la opacidad del sistema y porque no es posible encontrar una sola manera de decodificar el trabajo; hay muchas lecturas posibles, tantas como interacciones. La acción de interactuar con el sistema fomenta procesos de

conocimiento, pues lleva a la reflexión sobre la obra, y esto es lo que finalmente dispara los procesos cognitivos. Este distanciamiento produce entonces interrupciones que inducen a la reflexión consciente dentro del proceso mismo de interacción con la propuesta.

Sin embargo, la experiencia estética de una obra interactiva con un componente de inteligencia artificial asociado al *machine learning* y en particular a las redes adversariales generativas no se agota en la oscilación entre los modos de experiencia de la obra y el distanciamiento que genera la imposibilidad de comprender la totalidad del sistema. No se agota en la acción realizada por los públicos como respuesta a la propuesta de diseño de interacción de la obra ni en la reflexión que propicia esta acción.

En primer lugar, hay que tener en cuenta que el fenómeno de las obras que pueden aprender en tiempo real es un evento sin precedentes en la historia del arte. No estamos hablando de una obra que es susceptible de ser modificada, sino de una pieza que está en un continuo proceso de aprendizaje. En segundo lugar, son obras que enfrentan al espectador con espacio-temporalidades distintas al espacio-tiempo humano. En tercer lugar se encuentra el fenómeno de la imposibilidad de penetrar dentro de la “caja negra” de las redes adversariales generativas. En cuarto lugar está la velocidad a la que se realizan los procesos frente a los ojos del espectador. Finalmente, en quinto lugar, se tiene que los niveles que colisionan: procesos macro

que pueden ser perceptibles para los públicos y los niveles micro que pasan totalmente inadvertidos. Usualmente, los procesos que ocurren en el “escenario” o que son visibles para los públicos tienen el papel protagónico en las propuestas de arte interactivo; sin embargo, en el arte interactivo que además es arte generado a partir de IA, los procesos que ocurren tras bambalinas son mucho más importantes, como, por ejemplo, los procesos de entrenamiento de los algoritmos.

Esto lleva en gran medida a generar interpretaciones equivocadas de este tipo de obras. Un ejemplo de esto es la reseña que hace el crítico de arte Jonathan Jones sobre un trabajo similar de Klingemann, *The Training Circuit* (2019), trabajo inmediatamente posterior a *Uncanny Mirror* que se presentó en el Barbican Centre en Londres: “Es uno de los trabajos de arte más aburridos que he visto. Los rostros mutantes no son significativos de ninguna manera. Claramente no hay detrás de ellos más inteligencia que en una fotocopidora que accidentalmente produce “degradaciones interesantes” (Jones, 2019).

El problema de esta reseña es que se centra en la superficie, es decir, en los procesos que son visibles para los públicos, y subestima el proceso de entrenamiento de los GAN's involucrados. En este tipo de obras, el proceso de entrenamiento y selección de las bases de datos es tan o más importante que el resultado visual de la obra misma.

El análisis de este tipo de propuestas necesita de una nueva manera de aproximación y de interpretación que contemplen tanto los procesos de interacción que se dan dentro del sistema como su relación con los resultados perceptibles de la obra.

Así pues, en el caso de *Uncanny Mirror* el enfoque no está en la puesta en escena, sino en los procesos que se dan tras bambalinas, tanto en el proceso de entrenamiento de los algoritmos, como en el proceso de selección de las bases de datos. El potencial epistémico de se da entre la acción y reflexión entre una manera de proceder, de ver y de actuar humana y una manera de proceder, de ver y de actuar no humana.

CAPÍTULO 3. CONCLUSIONES

La tesis propuesta en este trabajo se preguntaba si los métodos de aproximación y las categorías sugeridas por la estética del arte interactivo y el arte generativo, sugeridos por Kwastek (2013) y Galanter (2016) lograban describir y analizar el reciente fenómeno de la aparición de obras que emplean algoritmos que tienen la capacidad de aprender, como es el caso *Uncanny Mirror*.

Si bien la propuesta de Kwastek y Galanter hacen aportes significativos sobre la lectura de obras de arte interactivo y de arte generativo, presentan algunas limitaciones a la hora de efectuar un análisis de obras de arte interactivo con un componente de *machine learning*, ya que resultan insuficientes para describir la totalidad del fenómeno asociado a una obra de arte que incorpora el uso de algoritmos que no solamente tienen cierto grado de autonomía, sino que tienen la capacidad de aprender en tiempo real.

A partir del análisis de la obra *Uncanny Mirror*, se detectaron cuatro categorías adicionales que pueden complementar la lectura de obras de AI Art: en primer lugar, los procesos de entrenamiento y auto-aprendizaje de los GAN's; en segundo lugar, el análisis los puntos del contacto entre los procesos visibles a los públicos y los procesos que les son invisibles, es decir que ocurren tras bastidores o en el "backstage"; en

tercer lugar, la simultaneidad asincrónica que se presenta en la obra, es decir, las relaciones entre la espacio-temporalidad propia de los GAN's y el tiempo-espacio humano; y en cuarto lugar, el análisis del ecosistema mediático asociado a la obra.

3.1. Aprendizaje y entrenamiento

La noción de entrenamiento de los GAN's cobra particular importancia en obras de AI art y es crucial en el resultado plástico de la obra. En particular, es importante analizar la selección de la base de datos, en este caso, la clasificación de las imágenes que realizan los artistas, ya que es fundamental en el proceso creativo de la obra.

Además, es necesario tener en cuenta el proceso de aprendizaje de los GAN's. En *Uncanny Mirror*, los procesos de aprendizaje y de creación ocurren simultáneamente en los GAN's. Estos atraviesan por un proceso de aprendizaje continuo (aprendizaje en la acción), lo que significa que existe una curva incremental de aprendizaje, que les permite con el tiempo mejorar la función sobre la cual fueron entrenados y el sistema mejora con el tiempo y los resultados visuales cambian. Por tanto, el análisis de la experiencia estética no debe enfocarse exclusivamente en los resultados visuales o en la propuesta de interacción, sino que debe darse igual o más importancia al diseño y la configuración del sistema.

Así pues, Analizar los procesos de aprendizaje de los algoritmos es ineludible a la hora de realizar la lectura de una obra como *Uncanny Mirror*, ya que cada uno de estos procesos de aprendizaje es portador de significado, hace parte de la materialidad de la pieza y, por lo tanto, constituye parte de la experiencia estética. Tanto el aprendizaje que el artista obtiene de la observación del comportamiento del algoritmo que elige para diseñar la pieza, como los procesos de aprendizaje de los algoritmos generadores hacen parte de la propuesta de interacción que ha sido desarrollada y construida entre el artista y la IA de la pieza.

3.2. *Back-stage y front-stage*

El análisis y la creación de las obras de arte interactivo usualmente se enfoca en los procesos que son visibles para los públicos, en las interfases, etc. Sin embargo, en las obras de AI Art, dado que el sistema técnico tiene un alto grado de autonomía, resulta crítico realizar un análisis detallado de los procesos de la obra que son “invisibles” a los ojos de los espectadores y que ocurren tras bambalinas, como, por ejemplo el entrenamiento de los algoritmos y la selección o recopilación de las bases de datos de los que se habló en el punto anterior.

Por tanto es necesario contar con herramientas que permitan transparentar estos procesos y lograr una visión panorámica de las interacciones tanto internas como externas del sistema, lo que puede contribuir en gran medida al análisis de las

interacciones entre los procesos que ocurren en el *front-stage* y el *back-stage* de la obra. Para desarrollar una herramienta que sirva para esto se podría tomar como referencia, por ejemplo, el uso de *blueprints* de servicio⁴⁸, que son herramientas utilizadas en el diseño industrial y en otras disciplinas para visibilizar procesos intangibles, desarrolladas específicamente para mapear interacciones digitales y humanas. El *blueprint* del servicio ilustra el proceso de un servicio, especificando y detallando cada aspecto y las interacciones llevadas a cabo sobre una línea de tiempo.

Adecuando el *blueprint* de servicio a un *blueprint* de interacciones entre la obra de AI Art y los diferentes actores involucrados, es posible identificar y analizar cada una de las fases asociadas al proyecto así como a obtener una panorámica de la mayoría de las dimensiones de la obra.

3.3. Simultaneidad asincrónica

Hay diferentes espacio-temporalidades que colisionan en una propuesta que incorpora el uso de GAN's. Por un lado, la colisión entre el espacio latente y multidimensional en el que la propuesta estética se desarrolla al interior de los algoritmos y, por otro lado, la espacio-temporalidad humana en la que la propuesta de interacción sucede.

⁴⁸ Según Boughnim y Yannou, el Blueprint de servicio es una herramienta desarrollada por Shostack (1984), para mapear procesos de servicio al cliente identificando los procesos que son invisibles y los procesos visibles para los consumidores, localizando los puntos de contacto entre los mismos.

A lo anterior se suma el estudio de las velocidades de los procesos en las obras de AI Art, debido a que los mecanismos de aprendizaje (de los algoritmos) se están produciendo a velocidades asombrosas que no son perceptibles para el interactor. En el caso de *Uncanny Mirror*, los públicos sólo pueden apreciar algunos fotogramas, instantáneas que les dejan ver instancias que, a manera de *souvenir*, sirven de recuerdo de los procesos que se están llevando a cabo entre los tres GAN's que hacen parte de la obra.

Identificar las diferentes espacio-temporalidades que confluyen, así como las velocidades que la obra presenta, es importante para visibilizar posibles elementos en tensión que, como se vió con el análisis a partir de la propuesta de Kwastek, hacen parte de la propuesta estética, ya que estas tensiones son las que propician momentos de reflexión en los espectadores.

3.4. El ecosistema mediático de la obra

Al analizar los actores involucrados en la obra, Kwastek se enfoca en aquellos que interactúan con la obra directamente. Sin embargo, esta autora no tiene en cuenta al público que interactúa con la obra en internet. Por tanto, se propone que en el caso de una obra como *Uncanny Mirror* es necesario analizar el ecosistema mediático, es decir, los medios a través de los cuales la obra circula, pues esto ayuda a visibilizar las interacciones de los públicos y el artista por fuera de los espacios museísticos o de

exhibición y además permite rastrear los momentos de interacción en cada uno de los lugares donde fue presentada la obra.

En una obra de AI Art, no sólo el análisis de las interacciones debe ser prioritario, sino también las interacciones con obra en la web. Esto es de vital importancia porque gran parte de la comunidad de AI Art es especialmente activa en Twitter e Instagram, donde los artistas comparten sus hallazgos, crecen, intercambian información, documentan el proceso de generación de las obras y propician la difusión de este campo naciente del AI Art. Por ejemplo, cuentas como las de Memo Atken⁴⁹, Mario Klingemann⁵⁰ y Luba Elliott⁵¹ son particularmente activas.

El análisis del ecosistema mediático permite develar las particularidades de una obra como *Uncanny Mirror*. Como la pieza está en un continuo proceso de aprendizaje, el aprendizaje obtenido en la exposición en Seúl afectó la respuesta del sistema en la exposición de Basel. Podemos decir entonces que es necesario analizar la totalidad de las presentaciones, ya que una presentación afecta a la siguiente.

En una de las entrevistas realizadas a Andrea Fortmann, artista plástica, mencionaba que apenas la instalación arribó al Hek (Haus der Electronischen Künste Basel), recién inaugurada la exposición de “Entangled Realities”, la IA de la pieza tendía a alargar o rasgar los ojos de los participantes. Esta conducta se debía a que en un primer

⁴⁹ Cuenta de twitter de Memo Atken, accesado 19 de agosto de 2019 <https://twitter.com/memotv?lang=es>

⁵⁰ Cuenta de twitter de Mario Klingemann: accesado 19 de agosto de 2019 <https://twitter.com/quasimondo?lang=es>

⁵¹ Cuenta de twitter de Luba Elliot: accesado 19 de agosto de 2019 <https://twitter.com/elluba?lang=es>

momento la obra había sido exhibida en un país oriental y la IA había aprendido a describir de esta manera los ojos de los públicos. “Recientemente [la IA de *Uncanny Mirror*] está obsesionada con las pecas; a todos los participantes les pone esta característica aún cuando no las tengan en su rostro” (Fortmann, 2019).

Esto es un fenómeno singular que no ocurre con las instalaciones interactivas que no incluyen como parte del sistema técnico sistemas de inteligencia artificial tipo GAN's. Por lo tanto, es indispensable implementar una metodología que abarque las instancias mediáticas de la obra y que permita rastrear su tracción mediática. En este sentido, es necesario hacer un seguimiento a las interacciones de los públicos con la obra en los espacios virtuales, ya que parte del proceso de creación de la pieza fue compartido a través de las redes sociales del artista, quien además interactúa con los públicos de manera activa.

3.5. Reflexiones finales

El AI Art, o el arte creado con redes neuronales artificiales, que pertenece al conjunto del *machine learning* y del *deep learning*, es un campo naciente. Las teorías sobre este tipo de manifestaciones estéticas todavía están por escribirse, así como las metodologías para el análisis de un tipo de obras que opera bajo una lógica no humana. La historia del AI Art está siendo escrita en este momento y son muchas las

voces que empiezan a sumarse a este discurso, que, aunque hace parte de una larga tradición e historia (Arte generativo, y New media Art), todavía existe una cierta indefinición, ya que no se ha consolidado todavía un cuerpo de conocimiento específico para dar cuenta de este fenómeno. Como señala la curadora Sabine Himmelsbach, “el arte siempre refleja su propio tiempo y los artistas del Media Art usan herramientas de nuestro tiempo que reflejan esos cambios”. Así pues, *Uncanny Mirror* es una pieza que paradójicamente se constituye en un espejo de nuestro tiempo.

BIBLIOGRAFÍA

Ars electronica. "Artificial Intelligence & Life Art", Acceso el día 12 de Agosto de 2019.
<https://ars.electronica.art/prix/en/categories/artificial-intelligence-life-art/>

Bailey, Janson. "Why love is generative art?" *Artnome. (blog)*, 16 de agosto de 2018
<https://www.artnome.com/news/2018/8/8/why-love-generative-art>

Bal, Mieke. "Moving Images, Two-Way" en *Interactive contemporary art: participation in practice*. Kathryn Brown, ed., 17-35. London: I.B. Tauris, 2014.

Bauman, Zygmunt. "Arte Líquido, en *Arte ¿líquido?*, Zygmunt Bauman, 35-48. Madrid: Ediciones Sequitur, 2007.

Bengio, Yoshua. "The Rise of Artificial Intelligence through Deep Learning" Video de YouTube, publicado el 17 de Mayo de 2017 <https://www.youtube.com/watch?v=uawLjkSI7Mo>

Boden, Margaret y Edmonds Edward. "What is generative art?", en *Digital Creativity*, Volumen 20: nº 1-2, 2009: 21-46. DOI: <https://doi.org/10.1080/14626260902867915>

Boden, Margaret y Edmonds, Ernest. "A Taxonomy of Computer Art ", en *From Fingers to Digits, An Artificial Aesthetic*. Boden y Edmonds. Cambridge MA: The MIT Press, 2019.

Braidotti, Rosi. "Posthumanismo: la vida más allá del individuo", en *Lo posthumano*. Rosi Braidotti, 25-70. Barcelona: Gedisa, 2015.

Breidbach, Olaf, y Michael Ghiselin. "Baroque classification: a missing chapter in the history of systematics", en *Annals of the History and Philosophy of Biology*. Vol. 11, 2006: 1-30.

Brock, Andrew, Jeff Donahue y Karen Simonyan. "Large Scale GAN Training for High Fidelity natural Images Synthesis", 2019. <https://arxiv.org/pdf/1809.11096v1.pdf>

Broeckmann, Andreas. "Algorithm Machine" en *Machine Art in the Twentieth Century*. Andreas Broeckmann, 87-122. Cambridge, MA: The MIT Press, 2016.

Brown, Bill. "Materiality", en *Critical Terms for Media Studies*. Mitchell W. J Thomas y Mark B. N. Hansen eds., 49-63. Chicago: The University of Chicago Press, 2010.

Brown, Kathryn, ed. *Interactive Contemporary Art: Participation in Practice*. London: I.B. Tauris, 2014.

Burnham Jack, "Systems Aesthetics" en *Systems*, Edward A. Shanken ed., 112-115 Cambridge MA: The MIT Press, 2015.

Copeland, B. Jack. *Turing: pioneer of the information age*. Oxford: Oxford University Press, 2014.

Cubitt, Sean y Thomas, Paul. eds. *Relive: Media Art Histories*. Cambridge MA: The MIT Press. 2013.

Danube University Krems, Department of Image Science, "What is Media Art" 13 de Enero de 2017. <http://www.mediacultures.net/mah/what-is-media-art/>

Deltorn, Jean-Marc y Franck Macrez "Authorship in the Age of Machine learning and Artificial Intelligence". en *The Oxford Handbook of Music Law and Policy*, Oxford University Press, 2019 (Forthcoming) ed., Sean M. O'Connor. doi: <http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3261329>

Dewey, John. *El arte como experiencia*. México: Fondo de cultura económica, 1949.

Elliot, Luba. "The creative AI newsletter". Correo electrónico, 2019. <https://us15.campaign-archive.com/?u=c7e080421931e2a646364e3ef&id=d1a15e850>

Engel, Jesse, Kumar Agrawal, Shuo Chen, Ishaan Gulrajani, Chris Donahue, y Adam Roberts. "GanSynth: Adversarial Neural Audio Synthesis", en International Conference for Learning Representations, ICLR 2019 Conference Paper1437, 2019. <https://arxiv.org/pdf/1902.08710.pdf>

Fjeld, Jessica y Mason Kortz. "A Legal Anatomy of AI Generated Art. Part I". en *JOLT Digest*. 21 de noviembre de 2017. <https://jolt.law.harvard.edu/digest/a-legal-anatomy-of-ai-generated-art-part-i>

Forman, Andrea. Entrevista a Andrea Fortman realizada por Liliana González, HeK (Haus der elektronischen Künste Basel, 28 de julio de 2019. Transcripción completa en el Anexo 2.

Ford, Martin. *Architects of Intelligence: The truth about AI from the people building it*. Birmingham: Packt Publishing Ltd, 2018.

Flasiński, Mariusz. "History of Artificial Intelligence" en *Introduction to artificial intelligence*. Mariusz Flasiński, 3-13 Cham: Springer International Publishing, 2016.

Frenzel, Max. "NeuralFunk – Combining Deep Learning with Sound Design". *Towards Data Science*, 25 de octubre de 2018. <https://towardsdatascience.com/neuralfunk-combining-deep-learning-with-sound-design-91935759d628>

Gadamer, Hans-Georg. "El juego como hilo conductor de la explicación ontológica" en *Verdad y Método*. Hans-Georg Gadamer, 143-181 Salamanca: Ediciones Sígueme, 2005.

Galanter, Philip. "Generative art theory", en *A Companion to Digital Art*. Christian Paul ed.,. 147-155. Chichester, West Sussex: John Wiley & Sons, 2016. doi:10.1002/9781118475249.

Goldie, Peter, and Elisabeth Schellekens. *Who's Afraid of Conceptual Art?* Abingdon, Oxon, UK: Routledge, 2010.

Gombrich, Ernest H. "La conquista de la realidad: Primera mitad del siglo XV", en *La Historia del Arte*. Ernest H. Gombrich, 224-245. Madrid: Debate, 1995.

Goodfellow, Ian. "NIPS 2016 Workshop on Adversarial Training - Ian Goodfellow - Introduction to GANs". Video de YouTube, publicado el 17 de febrero de 2017. <https://www.youtube.com/watch?v=RvgYvHyT15E>

Goodfellow, Ian, Yoshua Bengio y Aaron Courville. "Historical trends in deep learning" en *Deep Learning*, Ian Goodfellow, Yoshua Bengio y Aaron Courville, 12-26. Cambridge MA: The MIT press, 2016.

Graf, Vanessa. "Prix Ars Electronica 2019: Artificial Intelligence & Life Art" Ars Electronica Blog (Blog) 16 de enero de 2019. <https://ars.electronica.art/aeblog/en/2019/01/16/prix-ai-life-art/>

Graham, Beryl y Sarah Cook. "Space y Materiality" en *Rethinking Curating: Art after New Media*. Sarah Cook y Beryl Graham eds., 51-85 Cambridge MA: The MIT Press, 2010.

Grau, Oliver. *MediaArtHistories*. Cambridge MA: The MIT-Press. 2007.

Han, Byung-Chul. "Big Data" en *Psicopolítica*. Byung-Chul Han, 85-113. Barcelona: Herder, 2014.

Harari, Yuval Noah. "la nueva agenda humana" en *Homo Deus: A brief history of tomorrow*, Yuval Noah Harari, 11-82. Barcelona: Debate. 2016.

Himmelsbach, Sabine. "Entangled realities living with Artificial Intelligence", en *Entangled realities living with Artificial Intelligence*, editado por Sabine Himmelsbach y Boris Magrini. 60-65 Basel: Christoph Merian Verlag, 2019.

Isola, Phillip, Jun-Yan Zhu, Tinghui Zhou y Alexei A. Efros. "Image-to-image translation with conditional adversarial networks". En *Proceedings of the IEEE conference on computer vision and pattern recognition*, pp. 1125-1134. 2017. <https://arxiv.org/abs/1611.07004>

Jones, Jonathan. "I've seen more self-aware ants! AI: More Than Human – review". *The Guardian*, 15 de mayo, de 2019. <https://www.theguardian.com/artanddesign/2019/may/15/ai-more-than-human-review-barbican-artificial-intelligence>

Jordahn, Sebastian. "Phillipe Starck, Kartell and Autodesk unveil 'World's first production chair designed with artificial intelligence". *Dezeen*, 11 de abril de 2019. <https://www.dezeen.com/2019/04/11/ai-chair-philippe-starck-kartell-autodesk-artificial-intelligence-video/>

Karras, Tero, Samuli Laine y Timo Aila (2019). "A Style-Based Generator Architecture for Generative Adversarial Networks". En *Proceedings of the IEEE Conference on Computer Vision and Pattern Recognition*, pp. 4401-4410. 2019. <https://arxiv.org/pdf/1812.04948.pdf>

Kwastek, Katja. *Aesthetics of interaction in digital art*. Cambridge MA: The MIT Press, 2013.

Kwon, Seoyun J. ed., *Artificial neural networks*. Engineering Tools, Techniques and Tables. New York: Nova Science Publishers, Inc, 2011. <http://search.ebscohost.com.ezproxyegre.uniandes.edu.co:8888/login.aspx?direct=true&db=nlebk&AN=439593&lang=es&site=ehost-live>.

Klingemann, M. "Trapping the Accident. En FITC Amsterdam". Video de Youtube. 2019a https://www.youtube.com/watch?time_continue=781&v=uE3qOi09MfA

Klingemann, Mario. Correo electrónico, comunicación personal 2019b, 9 de agosto. Transcripción en el Anexo 4.

Klingemann, Mario. Correo electrónico, comunicación personal. 2019c, 9 de Agosto. Transcripción en el Anexo 5.

Klingemann, Mario. "Uncanny Mirror by Mario Klingemann". Video de Vimeo, 2019d. <https://vimeo.com/336559940>

Kuhn, Thomas S. *La estructura de las revoluciones científicas*. México: Fondo de cultura económica, 2004.

Lakoff, George y Mark Johnson. *Metaphors we live by*. Chicago: University of Chicago press, 2003.

Leopoldseder, Hannes, Christine Schöpf y Gerfried Stocker. *Ars Electronica 2017 Festival for Art, Technology, and Society*. Linz: Hatje Cantz, 2017.

Magrini, Boris. "Building New Paradigms: A Brief History of Artificial Intelligence and Art" En: *Entangled Realities Living with Artificial Intelligence*, eds., comp, Sabine Himmelsbach y Boris Magrini, 95-107. Basel: Christoph Merian Verlag. 2019

Manovich, Lev. *AI Aesthetics*. Moscow: Strelka Press, 2018.

McCarthy, John. "The lighthill debate (1973) – part 4 of 6". Video de YouTube. <https://www.youtube.com/watch?v=pyU9pm1hmYs&feature=youtu.be&list=PLhThm05V6bZPbfbAyzFEU-qVT-OkpwLA&t=158>

McCulloch, Warren S y Walter Pitts. "A logical calculus of the ideas immanent in nervous activity" *The bulletin of mathematical biophysics* Volumen 5, no. 4 (1943): 115-133. <https://doi.org/10.1007/BF02478259>

Mitchell, W. J. Thomas, and Mark B. N Hansen. *Critical Terms for Media Studies*. Chicago: University of Chicago Press, 2010.

Mitchell, Robert. *Bioart and the Vitality of Media*. Seattle: University of Washington Press, 2015.

Murray, Janet y Janet Horowitz. *Hamlet on the holodeck: The future of narrative in cyberspace*. Cambridge, MA: The MIT Press, 1997.

Murphy, Robin. *An Introduction to AI Robotics Intelligent Robotics and Autonomous Agents*. Cambridge, MA.: The MIT Press, 2000.

Moragas, Miguel de. *Interpretar la comunicación: estudios sobre medios en América y Europa*. Barcelona: Editorial Gedisa, 2011.

Nielsen, Michael. *Neural Networks and Deep Learning*. Determination Press, 2015.
<http://neuralnetworksanddeeplearning.com/>

Nabil Boughnim y Bernard Yannou. "Using Blueprinting Method for Developing Product-Service Systems", 2005.

Offert, Fabian. "Past, present and future of AI art", *The Gradient*, 18 de Junio de 2019.
<https://thegradient.pub/the-past-present-and-future-of-ai-art/>.

Ordóñez, Javier, Víctor Navarro y José Manuel Sánchez Ron. *Historia de la Ciencia*. Madrid: Espasa Calpe, 2005.

Pato, Joseph N. y Millett, Lynette I. eds., Whiter Biometrics Committee; National Research Council. *Biometric Recognition : Challenges and Opportunities*. Washington, D.C.: The National Academies Press, 2010. <https://doi.org/10.17226/12720>.

Richárd, Nagyfi. "The differences between Artificial and biological Neural Networks". *Towards Data Science*, 04 de Septiembre de 2017.
<https://towardsdatascience.com/the-differences-between-artificial-and-biological-neural-networks-a8b46db828b7>

Robertson, Jean y Graig Mc Daniel. *Themes of contemporary art, visual art after 1980*, 2 ed, Oxford University Press, 2010.

Rosenblatt, Frank. *Principles of neurodynamics. perceptrons and the theory of brain mechanisms*. No. VG-1196-G-8. Cornell Aeronautical Lab Inc Buffalo NY, 1961.

Russell, Stuart y Peter Norvig. *Artificial intelligence: a modern approach*. Malaysia: Pearson Education Limited, 2010.

Rutherford, Donald. *Philosophy and language in Leibniz*. En Jolley, Nicholas, ed. *The Cambridge Companion to Leibniz*. Cambridge University Press, 1995.

Salen, Katie y Eric Zimmerman. *Rules of play: Game design fundamentals*. Cambridge, MA: The MIT Press, 2004.

Scaruffi, Piero. *Why machines are not Intelligent*. Amazon Press, 2018.

Scolari, Carlos. "Hacia una teoría de las hipermediaciones" en *Hipermediaciones: elementos para una teoría de la comunicación digital interactiva*. Carlos Scolari, 273-293. Barcelona: Editorial Gedisa, 2008.

Skansi, Sandro. *Introduction to Deep learning*. Springer, 2018.

Shanken, Edward A. "Survey" en *Art and electronic media*. Edward A. Shanken, ed., 12-51. Phaidon Press, London, 2009.

Shanken, Edward A. ed.,. *Systems*. Cambridge MA: The MIT press, 2015

Shannon, Claude Elwood. "A mathematical theory of communication". *Bell system technical journal* 27, no. 3 (1948): 379-423.

Stalder, Felix. "The deepest of black. AI as a social power", En *Entangled realities living with Artificial Intelligence*. Himmelsbach, Sabine y Boris Magrini, eds., 126-134 Basel: Christoph Merian Verlag, 2019.

Stoker, Gerfried. "Prix Ars Electronica 2019: Artificial Intelligence & Life Art" Entrevistado por Vanessa Graf, 16 de enero de 2019.

Sutter, Michel. Entrevistado por Liliana González el 28 de julio de 2019. Grabaciones y transcripciones en el Anexo 3.

Thacker, Eugene. "Biomedica", en *Critical terms for media studies*, editado por William John Thomas, Mitchell y Mark B. N. Hansen. Chicago: University of Chicago Press, 2010.

Tribe, Mark, Reena Jana y Uta Grosenick. (eds.). *New media art*. Los Angeles: Taschen, 2006.

Taylor, Michael. *Neural Networks, A Visual introduction for beginners*. Blue Windmill Media, 2018.

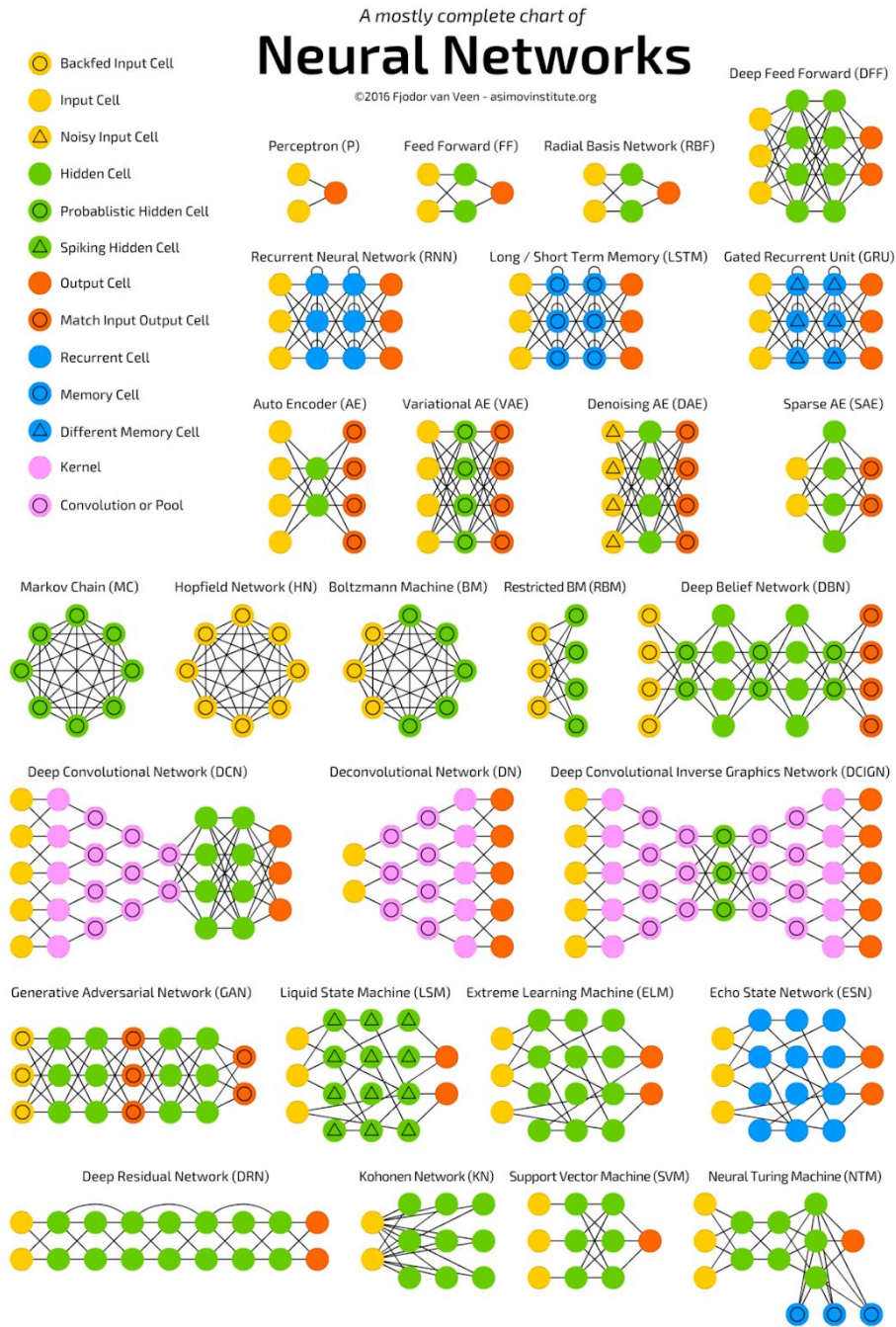
"What is Media Art?" Danube University Krems, Department of Image Science, Acceso el día 12 de septiembre de 2019. <http://www.mediacultures.net/mah/what-is-media-art/>

Wilson, Stephen. *Information arts: intersections of art, science, and technology*. Cambridge MA: MIT press, 2002.

ANEXOS

ANEXO 1:

Infografía de conjunto tipologías de arquitecturas de redes neuronales artificiales.



Anexo 1. Van Veen, Fjodor. Infografía de conjunto de tipologías de arquitecturas de redes neuronales artificiales, 2017. Disponible en: "The mostly complete chart of Neural Networks, Explained" Medium Towards Data Science. <https://towardsdatascience.com/the-mostly-complete-chart-of-neural-networks-explained-3fb6f2367464> Acceso 20 de Agosto de 2019)

ANEXO 2: Entrevistas

Entrevista A: Fortmann, Andrea. 2019. Entrevista realizada por Liliana González. Exposición Entangled Realities, Living with artificial intelligence. HeK, Basel. Julio 28, 2019. Audio. (min. 9:54) https://drive.google.com/open?id=1hdIEvuG0OdVZGeZZq9p0NlepD4XRY__w

Entrevista B. Sutter, Michael. 2019. Entrevista realizada por Liliana González. Exposición Entangled Realities, Living with artificial intelligence. HeK, Basel. Julio 28, 2019. Audio. <https://drive.google.com/open?id=1zY0CugYPh5QSRsFNRkvBeafY3tTRKfJh>

ANEXO 4: Comunicaciones personales A

Correo Electrónico, Boris Magrini - Yves Blondeel

From: **Boris Magrini** <[REDACTED]>
Date: Fri, 9 Aug 2019 at 18:17
Subject: HeK Basel - Entangled Realities: Answers to your questions.
To: <[REDACTED]>
Cc: Patricia <[REDACTED]>

Dear Yves Blondeel,

Thank you for visiting our exhibition and for your questions about Mario Klingemann's work. I have addressed your questions to the artist, to make sure that I could answer you with precision.

Here below are the answers to your questions.

Concerning the duration of the data captured by the cameras, the data storage for the training is a buffer of 1000 frames. The older a frame is, the higher is the probability that it will be overwritten by the latest camera image. The data is retained until it is overwritten.

Concerning the reboot, the computer is turned off every evening. This is not necessary for the work, but it wastes less energy.

The work does not store anything in the cloud, it is not even connected to the internet. What is retained on the local hard drive are snapshots of the trained models. Every few hours a backup of the current model is saved. But this model does not store the faces of individual people, but rather it's general idea of the audience's appearance.

I hope you are satisfied with these answers and I look forward to seeing you again at HeK!

Kind regards
Boris Magrini

Boris Magrini
Kurator / Curator
HeK
Haus der elektronischen Künste Basel
House of Electronic Arts Basel

ANEXO 5: Comunicaciones personales B

Correo Electrónico: Boris Magrini - Liliana Gonzalez (Lilibalister)

HeK Basel - Entangled Realities: Answers to your questions.

BM

Boris Magrini <[REDACTED]>

Vie 9/08/2019 4:25 PM

Usted; Patricia



Dear Lili Balister,

Thank you for visiting our institution and for travelling all the way from Colombia to see our exhibition Entangled Realities, as you mentioned in your comment. You are curious to know which kind of GAN's are used in Mario Klingemann's work and I have addressed your question to him. Here is his reply:

"The GANs I use are derived from the pix2pix and pix2pixHD architectures, but are custom hybrids of the two based on my own research. The reason is that in order to get a relatively fluid response time at that resolution the models involved need to be faster than the default versions. In total there are 3 GANs at work all the time: one that transforms the camera image to a sketch, one that turns the sketch into a face again (which is the one that is learning) and one for Super-Resolution."

You also mentioned that you are writing a thesis on this work, if you have any other questions, please feel free to get in touch with me.

All best wishes for your thesis and I look forward to seeing you again at HeK!

Kind regards
Boris Magrini

—

Boris Magrini
Kurator / Curator
HeK
Haus der elektronischen Künste Basel
House of Electronic Arts Basel
Freilager-Platz 9, 4142 Münchenstein/ Basel, CH

hek.ch

