ARBOR Ciencia, Pensamiento y Cultura
Vol. 197-800, abril-junio 2021, a609 | ISSN-L: 0210-1963
https://doi.org/10.3989/arbor.2021.800011

RESEÑAS-ENSAYO

REVIEW-ESSAYS

Copyright: © 2021 CSIC. Este es un artículo de acceso abierto distribuido bajo los términos de la licencia de uso y distribución *Creative Commons Reconocimiento 4.0 Internacional (CC BY 4.0).*

Cuando las mariposas del alma baten sus alas

LABoral Centro de Arte y Creación Industrial
27 noviembre 2020 - 24 abril 2021

Los debates acerca de la inteligencia artificial se centran mayoritariamente en la posibilidad de que una máquina pueda suplantar a un ser humano, ya sea imitando la capacidad de raciocinio de las personas, como proponía Alan Turing en su artículo fundacional sobre la inteligencia de las máquinas (Turing, 1950: 434), o bien desarrollando una conciencia propia y elevando su capacidad intelectual a niveles sobrehumanos, algo que según vaticina el futurista Ray Kurzweil debería ocurrir en 2029 (Kurzweil, 1999: 161). La inteligencia artificial como disciplina de investigación científica se inició de hecho con la premisa de que «todo aspecto del aprendizaje o cualquier otra característica de la inteligencia puede, en principio, describirse de tal forma que una máquina pueda simularla» (Moor, 2006: 87). Esta fue la propuesta inicial de la conferencia que tuvo lugar en el Dartmouth College de New Hampshire en 1956, en la que el científico de la computación John McCarthy acuñó el término *inteligencia artificial*. Partiendo de este planteamiento, la pregunta acerca de si las máquinas pueden pensar ha llevado a considerar cómo se puede imitar la inteligencia humana por medio de complejos algoritmos y finalmente esbozar la posibilidad de que, una vez convertida la inteligencia en una cuestión de cálculo matemático, los ordenadores sean capaces de pensar mucho más rápido y en términos mucho más complejos de lo que somos capaces los seres humanos. Si bien estas cuestiones son fascinantes, dejan de lado otra manera en la que las tecnologías de inteligencia artificial se relacionan con el cerebro humano, no ya para suplantarlo, sino para comprenderlo mejor.

Hoy en día, la rama más conocida de la inteligencia artificial es la del aprendizaje automático (*Machine Learning,* o ML), que parte de la propuesta de Turing acerca de la posibilidad de enseñar a un programa informático como se enseña a un niño o una niña, facilitándole numerosos ejemplos y reglas esenciales, y guiando su aprendizaje por medio de refuerzos positivos y negativos. Los programas de ML, en lugar de ejecutar siempre las mismas instrucciones, son capaces de modificar los parámetros del modelo que les ha sido dado, adaptando el resultado a las respuestas que reciben, o incluso detectando patrones o cadenas de sucesiones de eventos por medio de un análisis estadístico (Alpaydin, 2016: 27). Notablemente, la técnica más ampliamente utilizada de aprendizaje automático se inspira en la estructura del cerebro humano: las redes neuronales artificiales (*artificial neural networks,* o ANN) son modelos computacionales formados por miles (o millones) de unidades que procesan datos individualmente y se conectan entre sí, unas facilitando el resultado de sus cálculos a las otras. Estas unidades de procesamiento, denominadas *neuronas*, se estructuran en capas, facilitando un procesamiento de datos tan complejo que resulta prácticamente imposible determinar su funcionamiento exacto, y en lugar de ello se va ajustando el modelo, activando ciertas neuronas o potenciando las conexiones entre ellas, para lograr el resultado deseado (Alpaydin, 2016: 89). De esta

manera, la red neuronal artificial se entrena suministrándole datos, si bien la manera en que el programa aprende y lo que sucede exactamente en su estructura interna siguen siendo una incógnita.

También la estructura del cerebro ha sido un misterio hasta que, en la última década del siglo XIX, Santiago Ramón y Cajal logró obtener las primeras imágenes nítidas de las células cerebrales. El renombrado científico propuso la teoría de que las neuronas son células individuales que envían y reciben información, sentando así las bases de la neurociencia moderna. Su interés por el arte y la fotografía tuvieron un peso decisivo en este descubrimiento, tanto en el desarrollo de la fotografía en color como en los detallados dibujos que contribuyeron a convencer a la comunidad científica y a difundir su *doctrina de la neurona*. Talentoso escritor, sabía expresar la belleza de la fisiología del cerebro y la excitación que sentía en su labor investigadora, como describe con evocadoras imágenes en este pasaje de sus *Recuerdos de mi vida*:

> «¡Como el entomólogo a caza de mariposas de vistosos matices, mi atención perseguía, en el vergel de la substancia gris, células de formas delicadas y elegantes, las misteriosas mariposas del alma, cuyo batir de alas quién sabe si esclarecerá algún día el secreto de la vida mental…! (Ramón y Cajal, 1917: 156).»

Esta poética denominación de las neuronas es la que inspira el título de la muestra *Cuando las mariposas del alma baten sus alas,* que ha comisariado Karin Ohlenschläger para LABoral Centro de Arte y Creación Industrial en Gijón (Asturias). Las palabras del premio Nobel, que tan acertadamente entrelazan los ámbitos de la ciencia y el arte, sirven a la comisaria para abordar el desarrollo de la inteligencia artificial desde la perspectiva de la neurociencia, y canalizar esta reflexión a través de un conjunto de obras de arte que son, en muchos casos, fruto de la colaboración entre artistas visuales, ingenieros y científicos. Este enfoque transdisciplinar es común en el arte de nuevos medios, que Ohlenschläger ha explorado en sus múltiples vertientes a lo largo de su dilatada trayectoria profesional, en numerosas exposiciones que arrojan luz sobre aspectos de los sistemas biológicos, medioambientales, sociales e informacionales que conforman la realidad en la que vivimos. En este sentido destaca *banquete*, un longevo proyecto curatorial desarrollado junto a Luis Rico desde principios de la década de 1990, que se completa con tres grandes exposiciones dedicadas a las relaciones entre los procesos biológicos, sociales, tecnológicos y culturales. En la última muestra de la trilogía, *banquete_nodos y redes* (2008), Ohlenschläger y Rico conectan la teoría neuronal de Ramón y Cajal con las observaciones de Manuel Castells acerca de la sociedad de la información y el conocimiento, incidiendo en el carácter abierto y dinámico de ambas estructuras, la neuronal y la social, formadas por nodos independientes pero comunicados entre sí. La comisaria pone entonces de relieve las conexiones que se pueden establecer en los diferentes niveles de la vida, de las células a las ciudades, así como entre los procesos naturales y artificiales:

> «Las fronteras entre la vida biológica y tecnológica se han vuelto borrosas con el advenimiento de la nanotecnología y la convergencia de la microelectrónica, de modo que las redes atraviesan y extienden su madeja desde nuestro interior hasta todo el ámbito de la actividad humana, transcendiendo las barreras de espacio y tiempo. De igual forma que los circuitos neuronales son cambiantes –tal y como señalaba Cajal–, también las redes de organización entre átomos y moléculas lo son, así como las redes de relaciones entre personas, comunidades y culturas (Ohlenschläger, 2008: 21).»

Partiendo de esta perspectiva, la selección de obras artísticas basadas en investigaciones en neurociencia e inteligencia artificial no debe interpretarse como una mera ilustración de conceptos científicos, sino más ampliamente como una reflexión acerca de los procesos que hacen posible que percibamos nuestro entorno, nos comuniquemos, aprendamos y experimentemos emociones. La muestra trasciende los límites de ambas disciplinas por medio de obras que plantean aproximaciones muy diversas al estudio de la actividad cerebral, empleando recursos que incluyen organismos vivos, robots y programas de aprendizaje automático, así como formatos que van de la escultura a la instalación interactiva, proyección de vídeo, concierto y performance. De la misma manera en que, al describir las neuronas como «mariposas del alma», Santiago Ramón y Cajal no se refiere a los lepidópteros, sino que busca elaborar una imagen evocadora que le permita expresarse más allá de las palabras, los artistas adoptan diferentes estrategias para suscitar una reflexión que no podría lograrse con la mera exposición de un conjunto de datos. Una breve exploración de algunas de las piezas incluidas en la exposición nos ofrece claves para entender de qué manera el encuentro entre arte y neurociencia aporta nuevas perspectivas para entender la inteligencia artificial.

cellF (2015), la propuesta de Guy Ben-Ary (véase figura 1), constituye un ilustrativo ejemplo de un proceso que

ARBOR Vol. 197-800, abril-junio 2021, a609 | ISSN-L: 0210-1963 https://doi.org/10.3989/arbor.2021.800011

va del método científico a la manifestación cultural. El artista e investigador ha creado un *alter ego musical* por medio de una red neuronal biológica creada con células de su cuerpo. Por medio de una biopsia, se obtuvieron células madre que posteriormente se convirtieron en neuronas y se cultivaron en una placa de Petri equipada con electrodos. Este organismo vivo, capaz de recibir estímulos y producir respuestas, es conectado a unos sintetizadores analógicos que convierten en impulsos eléctricos la música interpretada en directo y generan sonido a partir de las reacciones de las células neuronales. En conjunto, el tejido vivo, los sintetizadores y la estructura metálica que los contiene forman un instrumento musical autónomo, que no requiere de programación ni

Figura 1. Guy Ben-Ary, *cellF* (2015). Instalación. Sintetizadores analógicos, red neuronal orgánica, estructura de metal.

Vista de la exposición en LABoral Centro de Arte y Creación Industrial, 2021. Foto: Marcos Morilla.

Figura 2. María Castellanos y Alberto Valverde, *Beyond Human Perception* (2020). Instalación, documentación del concierto para humanos y plantas y visualización de los datos recogidos.

Vista de la exposición en LABoral Centro de Arte y Creación Industrial, 2021. Foto: Marcos Morilla.

ordenadores (Moore *et al*., 2016: 31). Para realizar este proyecto, Ben-Ary ha colaborado con siete expertos en diferentes disciplinas tales como neuroingeniería, neurociencia, genómica, ingeniería eléctrica, música y artes visuales. La pieza, que tiene una fuerte presencia escultórica, constituye por tanto una demostración de las posibilidades de las biotecnologías y la ingeniería, pero es también un fascinante artefacto post-humano (puesto que es controlado por células humanas vivas, siendo en sí una máquina) que se expresa en un lenguaje tan cercano a las emociones como es la música. Al insertar un proyecto de neuroingeniería en un contexto artístico, Ben-Ary abre la posibilidad de una reflexión crítica sobre las biotecnologías y también un cuestionamiento de los límites de la creatividad humana.

Otra pieza que emplea organismos vivos y propone una reflexión a través de la música es *Beyond Human Perception* (2020) de María Castellanos y Alberto Val-

ARBOR Vol. 197-800, abril-junio 2021, a609 | ISSN-L: 0210-1963 https://doi.org/10.3989/arbor.2021.800011

Figura 3. Marco Donnarumma, *Amygdala* (2016-18), del ciclo de 7 Configuraciones. Piel orgánica, cabello de artista, cera, placa de computadora FPGA, software de IA personalizado (redes neuronales adaptativas, algoritmos de aprendizaje por refuerzo), servomotores, chasis de aluminio, gabinete de servidor de grado industrial reutilizado. En colaboración con Ana Rajcevic y el Neurorobotics Research Laboratory, Beuth Hochschule, Berlín.

Vista de la exposición en LABoral Centro de Arte y Creación Industrial, 2021. Foto: Marcos Morilla.

verde (véase figura 2). En esta video instalación, los artistas muestran los resultados de un experimento de medición de la actividad cerebral en humanos (a través del registro de ondas EEG) y la respuesta de una serie de plantas (por medio de un sensor desarrollado por los artistas) mientras escuchan música interpretada en directo. Los datos recogidos por los sensores en plantas y humanos dan forma a una visualización en la que pueden compararse sus reacciones, representadas por dos toroides compuestos por numerosas burbujas que crecen, se encogen y desplazan constantemente, en respuesta a los estímulos que reciben. Notablemente, en ocasiones la planta muestra una mayor actividad que el humano, y de hecho la pieza busca transmitir una visión post-antropocéntrica, en la que el mundo vegetal se muestra como un agente

Figura 4. Birk Schmithüsen, *Speculative Artificial Intelligence / Exp. #2 (conversation)* (2019). Instalación interactiva de inteligencia artificial.

Vista de la exposición en LABoral Centro de Arte y Creación Industrial, 2021. Foto: Marcos Morilla.

ARBOR Vol. 197-800, abril-junio 2021, a609 | ISSN-L: 0210-1963 https://doi.org/10.3989/arbor.2021.800011

activo y sensible, al mismo nivel de las personas que participan en esta experiencia. Como es habitual en el trabajo de Castellanos, los elementos que forman parte del proyecto, sensores y otros dispositivos, han sido diseñados con formas orgánicas que contribuyen a integrar la tecnología en un entorno de apariencia extrañamente natural. Al igual que en la pieza de Ben-Ary, en este proyecto se combina la escultura con una acción performativa, integrando así la propuesta en un contexto claramente artístico.

La exploración de lo post-humano adquiere un carácter más provocador en la instalación *Amygdala* (2016-18) de Marco Donnaruma (véase figura 3). Compuesta por un bastidor de aluminio, habitualmente empleado para alojar servidores en centros de procesamiento de datos, una piel orgánica elaborada por el artista, un brazo robótico equipado con un cuchillo, y un programa de inteligencia artificial, la pieza contrapone la vulnerabilidad del cuerpo humano a la fría efectividad de la máquina. El brazo robótico, controlado por un programa de aprendizaje automático, ejecuta sistemáticamente un ritual de purificación inspirado en las tribus de Papúa Nueva Guinea, África y Asia oriental que consiste en cortarse la piel siguiendo patrones específicos. La red neuronal artificial interviene aquí controlando los gestos del robot en respuesta a la flexibilidad o dureza que percibe en la piel, cuyo tono rosáceo se asemeja al de una persona blanca o un cerdo. Visualmente, la instalación resulta particularmente violenta y recuerda a las prácticas artísticas del accionismo vienés de los años sesenta, con figuras como Hermann Nitsch o Günter Brus elaborando rituales de sangre y castigo corporal. Con todo, en este caso el *performer* no es un artista preso de una pasión dionisíaca, sino un programa que ejecuta sistemáticamente una acción de auto mutilación con el firme propósito de aprender del proceso y repetirlo sin descanso.

Entrando en el ámbito de lo puramente computacional, otras obras se basan en sistemas artificiales que no obstante integran al espectador como ser vivo implicado en el proceso. Birk Schmithüsen plantea en *Speculative Artificial Intelligence / Exp.#2 (conversation)* (2019) una relación dialógica entre dos sistemas de inteligencia artificial independientes, uno de los cuales, con forma de dodecaedro equipado con siete altavoces, se expresa por medio de sonidos, y el otro, con forma de esfera compuesta por una maraña de LEDs, por medio de luz (véase figura 4). Cada cual es capaz de captar las señales emitidas por el otro y elaborar una respuesta, que gradualmente adquiere un lenguaje propio, a medida que se establece una cierta correspondencia entre el tipo de sonidos que produce el dodecaedro y las zonas de la esfera que se iluminan. Aquí se da un aprendizaje tanto entre las máquinas, como en quien las observa y trata de identificar las claves de la conversación. Si bien el artista plantea un sistema de comunicación cerrado entre las dos máquinas, la presencia de las personas puede afectar al proceso al bloquear las señales sonoras y visuales o introducir posibles errores de interpretación (Schmithüsen, 2020). La pieza fue creada en colaboración con el Centro de Inteligencia Artificial de la Universidad de Oviedo en Gijón, incorporando así las investigaciones de este grupo de científicos al ámbito de la creación artística, en una instalación que permite comprender de forma instintiva cómo estas dos máquinas aprenden a establecer lo que los humanos describiríamos como una forma de empatía.

Sin duda, concebir el funcionamiento de las redes neuronales inspira imágenes de una actividad frenética, de impulsos eléctricos que pasan de una neurona a otra a través de las sinapsis, en rápidos destellos como los que produce una de las piezas de Schmithüsen. Pero la actividad cerebral también se da en momentos de reposo, como señala Emmanuel Gollob en su instalación interactiva *Doing Nothing with AI 1.0* (2019). Una intrigante escultura compuesta por un brazo robótico y un colorido envoltorio de espuma cubierto por miles de espinas se yergue ante la persona que la observa, esta última equipada con un sensor EEG (véase figura 5). La escultura responde a los datos recogidos por las ondas cerebrales de dicha persona, a quien el artista invita a calmar su mente. Se produce así un diálogo entre ambos, a medida que un programa de aprendizaje automático desarrolla una coreografía de movimientos de la escultura en respuesta a la actividad cerebral de la usuaria. La pieza propone una interacción que paradójicamente que basa en una ausencia de acción, a la vez que incide en la experiencia de enfrentarse a un ser artificial que presenta comportamientos inteligentes y cuestiona de esta manera nuestra visión antropocéntrica.

Completando la selección de obras de *Las mariposas del alma,* cabe destacar dos piezas que vuelven a colocar a los humanos en el centro de la atención de la inteligencia artificial, si bien como simples objetos de análisis. Las personas se convierten aquí en materia prima para procesos de aprendizaje que, en última instancia, nos llevan a considerar la progresi-

ARBOR Vol. 197-800, abril-junio 2021, a609 | ISSN-L: 0210-1963 https://doi.org/10.3989/arbor.2021.800011

Figura 5. Emanuel Gollob, *Doing Nothing with AI 1.0* (2019). Instalación interactiva de inteligencia artificial. Uso de IA generativa (GAN), robótica en tiempo real, mediciones de EEG, espuma y palillos de dientes. Con la colaboración de Kuka Robots.

Vista de la exposición en LABoral Centro de Arte y Creación Industrial, 2021. Foto: Marcos Morilla.

va pérdida de intimidad en una sociedad dominada por la recopilación y procesamiento de datos para desarrollar mejores sistemas de inteligencia artificial (Agrawal, Gans y Goldfarb, 2018: 214). En primer lugar, la instalación y performance *Kissing Data* (2018) de los artistas Karen Lancel y Hermen Maat propone una visualización de la actividad cerebral de dos personas que se están besando, así como la de otros participantes que las observan, y la traducción de dichos datos en una composición musical algorítmica (véase figura 6). La pieza establece un espacio claramente escenográfico en el que los participantes se ven llevados a expresar su afecto con un contacto físico íntimo en público y rodeados por la información sonora y visual que genera dicha actividad. En este sentido, la configuración escogida por los artistas se aleja claramente de los objetivos científicos de una recopilación de datos, puesto que el entorno mismo

ARBOR Vol. 197-800, abril-junio 2021, a609 | ISSN-L: 0210-1963 https://doi.org/10.3989/arbor.2021.800011

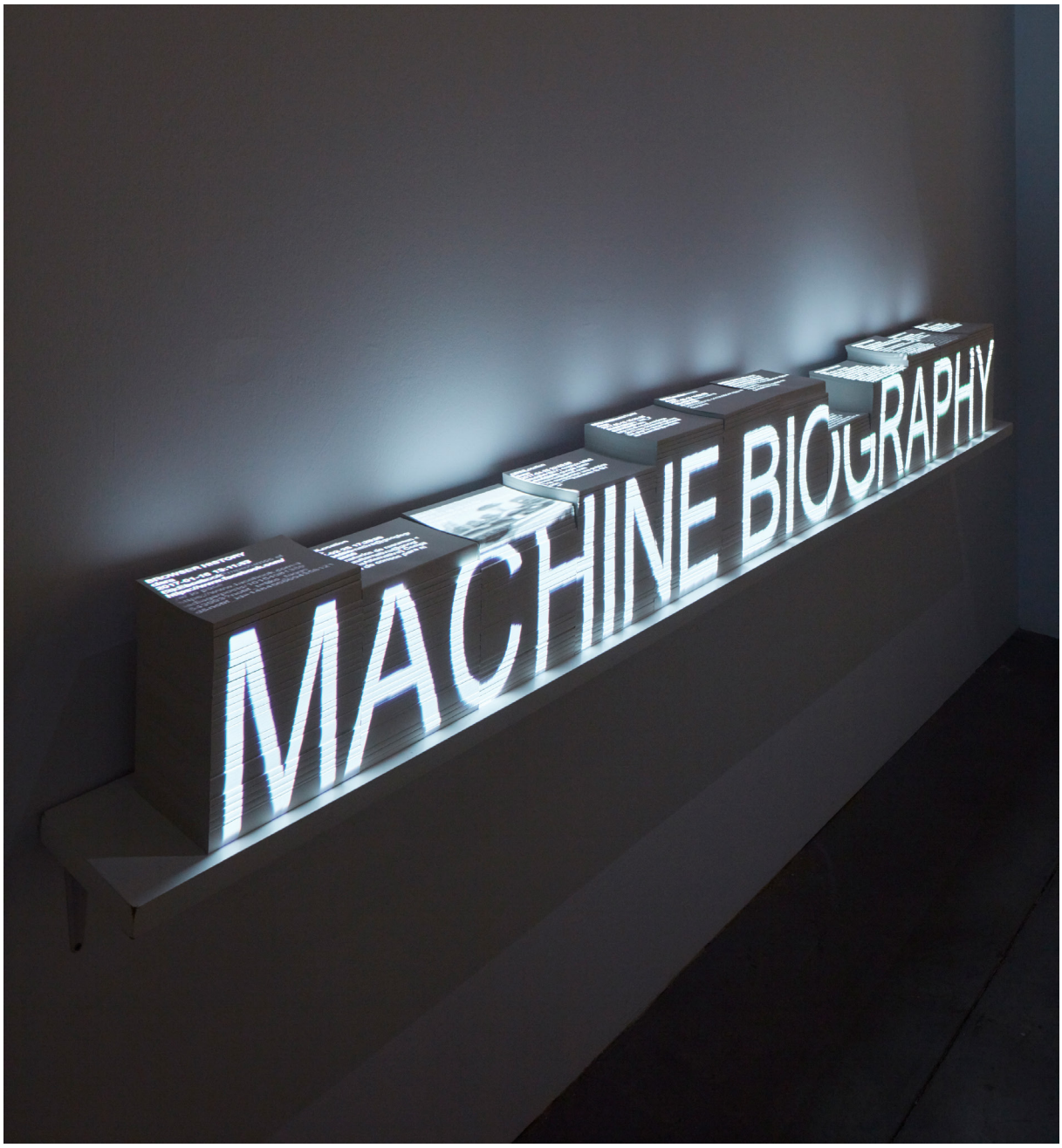
Figura 6. LANCEL/MAAT, *Kissing Data* (2018). Vídeo de la performance interactiva e instalación de datos espaciales.

Vista de la exposición en LABoral Centro de Arte y Creación Industrial, 2021. Foto: Marcos Morilla.

modifica las actitudes de los participantes y afecta a los resultados (Lancel, Maat y Brazier, 2019: 17). En vez de esto, se crea un acto performativo que contrapone la intimidad del beso a los gráficos y la música que genera, haciendo patente la manera en que nos vemos sometidos a una creciente invasión de nuestros espacios privados, mientras que nuestras experiencias personales son cuantificadas y convertidas en datos que una máquina puede procesar.

El último nivel de este proceso lo constituye la posibilidad de predecir nuestras acciones por medio de una inteligencia artificial. Clara Boj y Diego Díaz plantean esta posibilidad en una pieza que especula con su propio futuro. En 2017, los artistas, que forman un matrimonio con dos hijos, instalaron en sus teléfonos móviles un programa que registró su localización en cada momento, mensajes privados, fotografías y vídeos a lo largo de un año. Con esta información elaboraron un

Figura 7. Clara Boj & Diego Díaz, *Machine Biography* (2020). 365 libros, diversos algoritmos de Deep Learning y proyección.



Vista de la exposición en LABoral Centro de Arte y Creación Industrial, 2021. Foto: Marcos Morilla.

total de 365 libros que dan forma a la instalación *Data Biography* (2017), un archivo impreso de su vida privada que se ofrece al público para su consulta. Los datos recopilados durante este año han servido posteriormente para elaborar una segunda biografía automatizada, esta vez confiada a un programa de inteligencia artificial que predice las actividades que llevarán a cabo en 2050. *Machine Biography* (2020) es una instalación en la que los libros son ahora el espacio sobre el que se proyectan los textos generados por el programa de aprendizaje automático, que describe sistemáticamente los posibles futuros de la joven familia (véase figura

ARBOR Vol. 197-800, abril-junio 2021, a609 | ISSN-L: 0210-1963 https://doi.org/10.3989/arbor.2021.800011

7). Esta pieza ofrece un interesante epílogo a la exploración de los misterios del cerebro por medio del arte, la neurociencia y la inteligencia artificial. Nos sitúa en el punto en que los procesos computacionales, operando con una cantidad suficiente de datos, son capaces de predecir nuestras acciones futuras y, posiblemente, generar recuerdos que aún no hemos tenido.

Pau Waelder
Universitat Oberta de Catalunya

REFERENCIAS

Agrawal, Ajay; Gans, Joshua y Goldfarb, Avi (2018). *Prediction Machines: The Simple Economics of Artificial Intelligence.* Boston: Harvard Business Review Press.

Alpaydin, Ethem (2016). *Machine Learning. The New AI.* Cambridge, Londres: The MIT Press.

Kurzweil, Ray (1999). *The Age of Spiritual Machines. When Computers Exceed Human Intelligence.* Nueva York: Penguin Books.

Lancel, Karen; Maat, Hermen y Brazier, Frances (2019). EEG KISS: Shared Multi-Modal, Multi Brain Computer Interface Experience, in public Space. En: Anton Nijholt (ed.). *Brain Art: Brain-Computer Interfaces for Artistic Expression.* Berlín: Springer Verlag. Disponible en: https://www.researchgate.net/publication/333384287_EEG_KISS_Shared_Multi-modal_Multi_Brain_Computer_Interface_Experience_in_Public_Space [último acceso, 29 mayo 2021]. https://doi.org/10.1007/978-3-030-14323-7_7

Moor, James (2006). The Dartmouth College Artificial Intelligence Conference: The Next Fifty Years. *AI Magazine,* 27 (4): 87-91.

Moore, Darren; Ben-Ary, Guy; Fitch, Andrew; Thompson, Nathan; Bakkum, Douglas; Hodgetts, Stewart y Morris, Amanda (2016). cellF: a neuron-driven music synthesiser for real-time performance. *International Journal of Performance Arts and Digital Media*. 12 (1): 31-43. Disponible en: http://dx.doi.org/10.1080/14794713.2016.1161954 [último acceso, 29 mayo 2021]. https://doi.org/10.1080/14794713.2016.1161954

Ramón y Cajal, Santiago (1917). *Recuerdos de mi vida (Tomo II. Historia de mi labor científica)*. Madrid: Imprenta y librería de Nicolás Moya. Disponible en: https://www.gutenberg.org/files/60675/60675-h/60675-h.htm [último acceso, 29 mayo 2021].

Schmithüsen, Birk (2020). SpeculativeAI / Exp. #2 [INTERVIEW]. *Vimeo*. Disponible en: https://vimeo.com/383347527 [último acceso, 29 mayo 2021].

Turing, Alan M. (1950) Computing Machinery and Intelligence. *Mind,* 49: 433-460. https://doi.org/10.1093/mind/LIX.236.433

Ohlenschläger, Karin (2008). Nodos y redes. En: Karin Ohlenschläger y Luis Rico (eds.). *banquete_ nodos y redes.* Madrid: Editorial Turner y Sociedad Estatal para la Acción Cultural Exterior, pp. 19-30.