

EL ARTE: LÍMITE DE LA INTELIGENCIA SINTÉTICA

ART: THE LIMIT OF SYNTHETIC INTELLIGENCE

Fernando Parra Rodríguez
Universidad de Jaén

Resumen: *Desde el autómeta flautista creado por Jacques Vaucanson en el siglo XVIII hasta los sistemas automáticos actuales de composición musical, son numerosos los esfuerzos realizados en la disciplina denominada Inteligencia Artificial o Sintética con el objetivo de crear máquinas que imiten el comportamiento humano y que puedan ser calificadas de inteligentes y, en particular, que sean capaces de crear arte. Veremos en este trabajo que las diversas definiciones de arte están asociadas a la conciencia del creador: el artista ha de ser plenamente consciente de su obra y conocer a ciencia cierta el objetivo que persigue con su creación. En un breve repaso por la historia de la Inteligencia Sintética, veremos que nuestra tecnología actual se encuentra muy alejada de esta premisa y que, en mi opinión, el arte resulta una frontera inalcanzable en la actualidad para una máquina.*

Palabras clave: *Inteligencia Artificial, Algoritmos evolutivos, Redes neuronales, Autómeta, Aprendizaje automático.*

Abstract: *From the flute player automata created by Jacques Vaucanson in the eighteenth century to the actual automatic music composition systems, numerous efforts in the discipline known as Artificial Intelligence were made to create machines that mimic human behaviour and, in particular, able to create art. We will see in this paper that the various definitions of art are associated with the consciousness of the creator: the artist must be fully aware of his work and know the purpose of his creation. In a brief review of the history of Artificial Intelligence, we will see that our current technology is far away from this*

premise and, in my opinion, art is today an unattainable frontier for a machine.

Key words: *Artificial Intelligence, Evolutionary algorithms, Neural networks, Automata, Automatic learning.*

1. INTRODUCCIÓN

El concepto filosófico que conocemos como “Arte” no tiene una definición única. Según José García Leal¹, podemos distinguir hasta cuatro distintas, pero todas ellas tienen un elemento, a mi parecer, común, a saber, la intencionalidad:

- *Definición institucional:* sostiene, entre otras cosas, que “un artista es una persona que participa conscientemente en la construcción de una obra de arte”.
- *Definición intencional:* “Lo que hace que algo sea una obra de arte es la intención del autor”.
- *Definición funcional:* “Ciertos objetos son artísticos cuando ejercen la función de expresar sentimientos, imitar la realidad, satisfacer las necesidades espirituales de un pueblo histórico, simbolizar lo inaprensible, etc.”
- *Definición simbólica:* “La definición de arte a la que nos acogemos declara que lo que hace de algo una obra de arte es su específica condición simbólica y esa especificidad deriva de la construcción sensible del símbolo y de los procedimientos o modos de simbolización”.

Notemos que en estas definiciones aparecen los términos: “*conscientemente*”, “*intención*”, “*expresar sentimientos*” y “*construcción sensible*”. Todos ellos indicativos de la intencionalidad y consciencia del autor, al menos en lo que se refiere a la creación artística, es decir, de las definiciones anteriores podemos inferir que no puede existir el arte sin una participación expresa y consciente del autor.

Todo aquello que es utilizado en la construcción de una obra artística, y no tiene consciencia, cae dentro de la categoría de herramientas que el autor utiliza para realizar su trabajo: con un pincel se crea arte, pero el pincel, aunque “colabora” en la creación artística, no es consciente de lo que hace. El razonamiento es extensible a cualquier otro objeto que se comporte sólo como una herramienta: instrumentos musicales, martillos, cinceles, sistemas informáticos de ayuda, etc. sin que importe en absoluto la complejidad funcional de los mismos. A la luz del razonamiento anterior, parece ahora más sencillo apreciar como simples herramientas lo que no es otra cosa que una larga serie

¹ José GARCÍA LEAL, *Filosofía del arte*, Madrid, Síntesis, 2002.

de objetos curiosos que, a primera vista, parecen crear arte por sí mismos. Veamos algunos ejemplos:

- *Melomics (genomics of melodies)*²: es un sistema computacional creado para la composición automatizada de música sin la intervención humana. El sistema aplica algoritmos evolutivos. Un poco más adelante aclararemos el concepto.
- *The Painting Fool*³: software desarrollado con el objeto de generar arte pictórico automático.
- *Sound Machines 2.0*⁴: se trata de un quinteto de cuerda robótico cuya habilidad consiste en “escuchar” piezas musicales, generalmente interpretada en un piano, y reinterpretarlas con añadidos.
- *EMI (Experiments in Musical Intelligence)*⁵: software que es capaz de crear nuevas composiciones basándose en otras ya realizadas.

Todos estos equipos o sistemas (y muchos otros) son capaces de generar pintura, música, etc. de una manera relativamente convincente para el profano pero, ciertamente, como máquinas realizadas con la tecnología actual, carecen absolutamente de la conciencia de que están creando una obra de arte. Son sólo herramientas de ayuda para la creatividad humana, pero nada más.

Tal vez la siguiente comparación pueda parecer burda, pero en esencia es el razonamiento anterior el que la guía: los oboes fueron integrados plenamente en la orquesta durante el siglo XVI. Originalmente disponían sólo de dos llaves, lo que hacía difícil su manejo y fue sólo a partir del siglo XIX cuando se incorporan poco a poco todos los complejos mecanismos de llave de los oboes actuales. ¿Acaso un oboe actual es menos digno como herramienta para crear arte por el hecho de ser más sencillo de usar que su antecesor barroco? Responderemos que, obviamente, no es así: el oboe es sólo un instrumento independientemente de su complejidad.

Por supuesto, todos estos sistemas, al carecer de consciencia, son incapaces de respondernos acerca de las motivaciones que los han impulsado, la condición simbólica de lo creado, etc. por lo que difícilmente pueden crear arte. Naturalmente, este hecho no resta mérito alguno a los constructores de tales sistemas; todo lo contrario, son magníficos exponentes de la creatividad e ingenio humanos.

² Grupo de estudios de biomimética, Universidad de Málaga. “Melomics.” <http://geb.uma.es/melomics/melomics.html> (recuperado el 11 de octubre de 2014).

³ The Painting Fool. “Technical papers.” <http://www.thepaintingfool.com/papers/index.html> (recuperado el 11 de octubre de 2014).

⁴ Festo. “Sound Machines 2.0 artistic human-machine interaction.” http://www.festo.com/cms/en_corp/12712.htm (recuperado el 11 de octubre de 2014).

⁵ David COPE, “Experiments in Music Intelligence”, en *Proceedings of the International Computer Music Conference*, San Francisco: Computer Music Association, 1987. Del mismo *Experiments in Musical Intelligence*, Madison, WI, A-R Editions, 1996.

2. BREVE HISTORIA DE LA INTELIGENCIA SINTÉTICA

La historia de los intentos de la Humanidad por crear seres artificiales o sintéticos semejantes en todo a un hombre es casi tan antigua como la propia Humanidad. Consideraremos que los primeros intentos con cierto éxito se desarrollan a partir del siglo XVIII debido a los grandes avances en la ciencia de relojería. Uno de los constructores más famosos de autómatas, como se les llamaba entonces, fue Jacques Vaucanson⁶ (el famoso pato de Vaucanson), pero también Friedrich Von Kanuss, Pierre Jacket-Droz, etc.

Fueron capaces de construir ingenios mecánicos de enorme complejidad, algunos con apariencia humana, capaces de pintar, escribir frases, tocar la flauta, etc. A fin de cuentas, en esa época y sobre todo a partir de Descartes, se concebía al mundo como un gigantesco mecanismo de relojería. La mente humana pertenece al mundo, por lo que debe de ser también un mecanismo susceptible de reproducir; de ahí los intentos con los autómatas.

A mediados del siglo XX, con el avance en la tecnología de los ordenadores digitales, se abandonó la analogía entre mente y artilugios mecánicos, debido al mayor conocimiento en materia de biología, pero fue inevitable establecer un paralelismo entre la mente y los ordenadores, ya que estos permitían realizar cálculos mucho más rápidamente que nosotros y, en cierto modo, se regresó a la analogía entre mente y máquina, que sigue perdurando en la actualidad. El matemático británico Alan Turing introdujo en el mundo científico esta tendencia a raíz de la publicación de su artículo "*Maquinaria computacional e inteligencia*"⁷ en 1950, en el que afirmaba que una máquina computacional sí que puede ser capaz de pensar, lo que marcó un intenso debate entre lo que comenzó a llamarse Inteligencia Artificial (IA) y psicología. John Von Neuman⁸, algo posteriormente, trató de imitar el comportamiento del cerebro humano mediante sistemas computerizados. No logró avanzar demasiado debido a que nuestro conocimiento del cerebro en aquella época, e igualmente ahora, era demasiado rudimentario. Un poco más adelante, por desgracia a mi parecer, McCulloch⁹ y Minsky¹⁰ consideraron que la idea de imitar el comportamiento físico del cerebro debería de abandonarse y que, dando por supuesto alegremente que existen unas leyes que gobiernan el pensamiento, estas deberían de encontrarse entre las leyes que gobiernan la información y no entre las leyes que gobiernan la materia. A raíz de lo anterior, se formularon una serie de proposiciones gratuitas, tales como que el pensamiento puede producirse fuera del cerebro humano, naturalmente, en una máquina; que

⁶ Gabi WOODS, *Living Dolls: A Magical History of the Quest for Mechanical Life*, London, Faber & Faber, 2003.

⁷ Alan M. TURING, "Computing Machinery and Intelligence", en *Mind* 59 (1950) 433-460.

⁸ John VON NEUMAN, *The Computer and the Brain*, New Haven, Yale University Press, 1958.

⁹ Warren S. MCCULLOCH, *Embodiments of Mind*, Cambridge, MA, The MIT Press, 1965.

¹⁰ Marvin MINSKY, *Neural Nets and the Brain Model Problem*, Ph.D. dissertation, Universidad de Princeton, 1954.

el pensamiento puede ser comprendido de manera formal y científica; y que la mejor forma de entenderlo es a partir de ordenadores digitales.

Hacia los años sesenta y setenta, esta forma de pensamiento propició desarrollos tipo *top-down* en los sistemas que trataban de imitar el comportamiento de la mente humana basándose en las anteriores premisas. La labor de investigación se centró en esos años en los siguientes paradigmas:

- *El motor de inferencia*: es el mecanismo encargado de procesar la información. Dado que el pensamiento humano puede ser comprendido científicamente ¿qué mejor candidato para modelarlo que la lógica matemática?
- *Bases de conocimiento*: se busca la manera de sistematizar y representar de forma simbólica cualquier tipo de conocimiento. Un ordenador es una máquina de procesamiento simbólico, a fin de cuentas.
- *Métodos de aprendizaje*: se crean mecanismos capaces de conseguir incorporar información nueva a la base de conocimiento a partir de la “*experiencia*” del sistema.

Por primera vez tratan de encontrarse aplicaciones prácticas de lo que se había aprendido hasta entonces, sin mucho éxito, por cierto. En los años ochenta se vive una época de gran euforia en los ambientes de investigación e industriales, totalmente injustificada y basada en simples expectativas. Se teoriza que los “*sistemas expertos*”, que no son otra cosa que motores de inferencia lógica equipados con una base de conocimientos adecuados, serán capaces de sustituir a la mente humana en cualquier tarea que requiera un conocimiento especializado. El gobierno japonés lanza a bombo y platillo la noticia de que es inminente la aparición de los ordenadores inteligentes de quinta generación. Naturalmente, todo este esfuerzo no condujo a nada útil, por la sencilla razón de que ni se disponía entonces, ni se dispone ahora de un modelo para la mente humana. El funcionamiento de la mente humana no se rige en absoluto por la lógica matemática ni tampoco la información está separada de los “*procesos*” que la tratan. Es una unidad indivisible que el desarrollo de la supuesta inteligencia artificial nunca tuvo en cuenta. Hacia mediados de los ochenta, toda esta parafernalia teórica cayó en el descrédito y se abandonaron las antiguas líneas de investigación que parecía que eran un callejón sin salida. Se adoptaron nuevos puntos de vista; algunos más prometedores o, por lo menos, con más sentido práctico o industrial.

Pero, hasta tal punto llega el descrédito que se abandona incluso el ampuloso término de Inteligencia Artificial y se adopta el nuevo de “*Soft Computing*”, sin traducción directa al español y que resulta menos pretencioso que el anterior. Se denomina *Soft Computing* a una mezcla no homogénea de técnicas *top-down* y *bottom-up* empleadas para tratar básicamente problemas de control de procesos. En el fondo, no son más que formas de encontrar una solución aproximada a un problema complejo del que no tenemos un modelo exacto.

En el año 1965, el matemático Lofti Zadec¹¹ desarrolla el concepto de “*lógica difusa*” o “*fuzzy logic*”. Los valores lógicos que puede tomar una variable ya no son numerables, como en el caso de la lógica proposicional o la de predicados, sino que pueden variar continuamente entre dos determinados valores, habitualmente el valor cero que significa falso y el valor uno que significa verdadero. De esta forma pueden modelarse proposiciones que se aproximan mucho más al pensamiento humano. Por ejemplo, un hombre que no tiene un solo cabello en su cabeza es, evidentemente calvo y un hombre con cabello espeso no lo es, pero ¿es calvo el que sólo tiene cien cabellos? ¿Y el que tiene mil? Existe pues toda una gradación de la calvicie: calvo, casi calvo, con poco pelo, medio calvo, nada de calvo, etc. Se retoman pues los antiguos conceptos de motor de inferencia, pero sustituyendo la antigua lógica matemática tradicional por la nueva lógica difusa. Se revive también el antiguo concepto de “*Redes neuronales*”, dispositivos que tratan de imitar el comportamiento del cerebro al nivel celular. Aunque fueron desarrolladas en los años cuarenta, se abandonaron pronto debido a que no se conocían técnicas adecuadas para conseguir el aprendizaje de las mismas, hasta el año 1986 en que se comienza a emplear el algoritmo de aprendizaje de retropropagación ideado por Rumelhart y McLellan¹². En el fondo, una red neuronal no es más que un sistema de reconocimiento de patrones bastante eficiente. Naturalmente, una red neuronal no es una representación exacta de un cerebro biológico, debido a que no conocemos el modelo exacto de funcionamiento de las neuronas y resultaría hoy día imposible construir una red artificial con la densidad neuronal del cerebro humano.

Se idean también nuevos mecanismos de aprendizaje inspirados en modelos biológicos, a los que se denomina con el nombre común de *metaheurísticos*. Por ejemplo, los algoritmos genéticos o evolutivos, cuyo nombre puede inducir a confusión: no se trata de que el algoritmo en sí evolucione o se automodifique en el transcurso de su ejecución; más bien, lo que evoluciona es la información que maneja el algoritmo y que se codifica y trata como un gen biológico (se permite la recombinación y la mutación). Existe una variante en la que el algoritmo sí que se automodifica de forma guiada por una función de coste para alcanzar un cierto fin (procesos óptimos).

Otro ejemplo de modelo de aprendizaje inspirado en modelos biológicos es la Inteligencia de Enjambre (*PSO algorithm: Particle Swarm Optimization*), que es otra técnica computacional evolutiva ideada por Eberhart y Kennedy¹³ en 1995, basada en la simulación del comportamiento social de un conjunto

¹¹ Lofti ZADEC, “Fuzzy sets and systems”, en *System Theory*, Brooklyn, NY, Polytechnic Press, 1965, pp. 29-39

¹² James L. McCLELLAN, David RUMELHART, “Distributed memory and the representation of general and specific information”, en *Journal of Experimental Psychology: General*, 114 (1985) 159-88

¹³ James KENNEDY, Russell EBERHART, “Particle Swarm Optimization” en *Proc. IEEE Int'l. Conference on Neural Networks (Perth, Australia)*, IEEE Service Center, Piscataway, NJ, 1995, pp. 1942-1948.

de pájaros en una bandada. Se observó que una bandada de pájaros (también sirve para enjambres de insectos o bancos de peces) es más eficiente a la hora de encontrar comida que un solo individuo y que la información intercambiada entre individuos de una bandada era muy sencilla, del tipo: *mantente a una cierta distancia de mi o sígueme si ves que cambio de dirección; eso es porque posiblemente he encontrado comida*. El algoritmo es muy sencillo de implementar y resulta muy adecuado para tratar con problemas de optimización (encontrar el máximo o el mínimo de una función en un espacio multidimensional) de los que no conocemos una expresión cerrada para la función a optimizar.

Otro ejemplo: las colonias de hormigas (*ACO Algorithm: Ant Colony Optimization*)¹⁴, que es una variante del anterior, pero basada en el hecho de que una hormiga al recorrer un determinado camino va dejando tras de sí feromonas que atraen a otras hormigas pero que se evapora con el tiempo. Y, por último, tenemos también otros algoritmos para clasificación de patrones y aprendizaje basados en conceptos de probabilidad: *Redes Bayesianas*, *cadena de Markov*, etc. e incluso algunos más exóticos basados en la teoría del caos. Lo habitual en estos casos es utilizar una combinación de estas diversas técnicas, como por ejemplo: un motor de inferencia basado en lógica difusa y un sistema de aprendizaje basado en algoritmos genéticos. Veamos, en forma muy resumida mediante un ejemplo, cómo sería su funcionamiento. Imaginemos que pretendemos diseñar un sistema que sea capaz de distinguir, a partir del llanto de un bebé, cuál es su estado anímico, es decir, si tiene hambre, sed, está molesto, le duele algo, etc. Buscaremos, en primer lugar, una buena cantidad de grabaciones de llanto de bebé que estén asociadas a una situación concreta. Esta información la obtendremos de un experto en el tema.

Esta información (las grabaciones de sonido y su información asociada, lo que le ocurre al bebé) forman la base de datos de conocimiento. El siguiente paso sería buscar una serie de patrones en el sonido que podamos asociar con el estado anímico del bebé: intensidad sonora, rango frecuencial de la señal sonora, intensidad de los armónicos secundarios, etc. Con estos patrones o parámetros podemos crear reglas de lógica difusa (nunca existirá una correspondencia exacta entre patrones y estado anímico) al estilo de: *si la intensidad del sonido es alta y si en la señal acústica existen frecuencias altas (nótese lo difuso de alto), entonces el niño le duele un poco la tripa*. En realidad, nosotros no vamos a construir las reglas lógicas, sino que partimos de una serie de reglas aleatorias que vamos a tratar como si fuesen el código genético de una célula (codificamos la información de cada regla difusa en un "gen"). Con estas reglas aleatorias, evaluamos cada uno de los registros sonoros de la base de conocimiento y obtenemos un resultado. Seguidamente, valoramos cada una de las reglas en función de lo que el resultado se aproxima a la realidad. Tendremos algunos resultados mejores y otros peores, claro. Descartamos las peores reglas y dejamos sólo las mejores. El hueco dejado por las peores se

¹⁴ Marco DORIGO, Mauro BIRATTARI, Thomas STÜTZLE, "Ant colony optimization", en *Computational Intelligence Magazine*, IEEE, 1/4 (2006) 28-39.

rellena con una combinación mitad a mitad de la información procedente de las reglas mejores (es decir, construimos genes nuevos cada uno con la mitad de la información de sus “padres”) y repetimos el proceso iterativamente. Para mejorar el algoritmo, que puede quedarse encallado sin avanzar, se introduce un factor de mutación determinado, es decir, provocamos de cuando en cuando modificaciones al azar en las cadenas genéticas. Al cabo de un cierto tiempo, el sistema habrá extraído la información de su base de conocimiento de forma totalmente autónoma y habrá aprendido él solo a distinguir los distintos llantos de los bebés. El último paso consistirá en hacer que el sistema analice otros llantos, originalmente no contemplados en su base de conocimiento, y comprobar que, efectivamente, es capaz de indicarnos lo que le ocurre al bebé.

Las redes neuronales también pueden utilizarse en problemas parecidos el anterior, aunque la técnica de aprendizaje empleada es diferente. Podemos avanzar un paso adelante con las técnicas anteriores si configuramos un autómatas insectoide que lleve a cabo tareas como desplazarse por un terreno accidentado. En principio, no dispondremos de una base de conocimiento, sino que el propio autómatas la irá construyendo en su interacción con el mundo real. Imaginemos que dotamos a dicho autómatas de sensores que indiquen, por ejemplo: esfuerzo de los servomotores, posición de las extremidades, velocidad de desplazamiento, nivelación, etc. y configuramos un determinado conjunto de reglas difusas aleatorias que sean función del estado de los sensores anteriormente mencionados. Al cabo de un cierto tiempo, el autómatas aprenderá sólo a desplazarse, sin ninguna intervención humana. Naturalmente, si lo dotamos de la interfaz adecuada, podremos preguntarle en cada fase de su aprendizaje por lo que está haciendo; así, si le preguntásemos: *“¿Por qué realizas tal movimiento?”*, él podría respondernos: *“Porque la tensión en el servomotor de la extremidad tal es mínima y consigo mantenerme aproximadamente vertical”*. ¿Podemos deducir de lo anterior que el autómatas es consciente de lo que está haciendo? Lo cierto es que no puedo responder con claridad a la pregunta. Posiblemente, los defensores de la postura débil en inteligencia artificial dirían que sí. Si en lugar de utilizar un conjunto de reglas difusas utilizásemos una red neuronal, sería muy difícil que el autómatas respondiera a preguntas, porque no podemos deducir del estado interno de la red neuronal (un conjunto de valores numéricos conocidos como pesos y aplicados a cada neurona) el hilo de procesamiento que la máquina está realizando.

2. SITUACIÓN ACTUAL

Opino que, con la tecnología actual, podemos crear autómatas que dispongan del nivel de consciencia equivalente a la de un insecto (si se puede hablar de tal cosa), pero poco más y que serían necesarios muchísimos años de investigación para poder llegar a alcanzar el nivel de un mamífero tal

como un roedor, por ejemplo¹⁵. Los sistemas bioinspirados anteriormente mencionados presentan lo que se denomina “comportamientos emergentes”, es decir, comportamientos del sistema que no están explícitamente definidos en el algoritmo. Por ejemplo, en un símil biológico, una termita individual no sabe cómo construir un termitero, pero la comunidad, vista en su conjunto, sí que sabe. Volviendo a nuestro ejemplo anterior, el autómatas no sabe cómo andar ni existe ningún algoritmo que le indique a la máquina como realizar tal tarea; sin embargo, con el tiempo suficiente, será capaz de aprender a hacerlo solo.

El cerebro humano contiene unos 100.000 millones de neuronas y el número de sinapsis se estima en mil veces superior, es decir, una cifra de catorce órdenes de magnitud. Existen en el mercado chips que implementan en hardware redes neuronales, pero su capacidad actual ronda las 1.000 neuronas, o sea, una magnitud inferior en once órdenes al tamaño de un cerebro humano. Si tenemos en cuenta que una mosca de la fruta tiene unas 100.000 neuronas y que una lombriz intestinal tiene unas 300, está claro que andamos bastante lejos de poder simular (al menos en un solo chip) poco más que el cerebro de un gusano¹⁶.

La aproximación a la inteligencia sintética mediante técnicas *top-down* (lógica difusa) y *bottom-up* (redes neuronales) da lugar a distintas soluciones. En mi opinión, las técnicas *top-down* implican el conocimiento de un modelo del pensamiento humano, si tal cosa pudiera existir, que andamos muy lejos de conseguir porque no disponemos de guías fiables. Por el contrario, en la aproximación *bottom-up* sí que disponemos de modelos físicos del cerebro, aunque sean burdos. Es evidente que un cerebro animal no es sólo una red neuronal, sino que está compuesto de multitud de subredes interconectadas entre sí, cada una de ellas especializada en una determinada función. Tampoco tenemos claro que la retransmisión de impulsos electroquímicos entre las neuronas sea la única tarea que realiza el cerebro. Es posible que existan mecanismos ocultos o, al menos, no claramente explicados. El físico británico Roger Penrose¹⁷ hace algunas suposiciones respecto del papel que podrían jugar unas estructuras celulares de las neuronas denominadas “microtúbulos” que relacionarían el funcionamiento del cerebro con la mecánica cuántica pero, a mi parecer, este razonamiento es puramente especulativo y sin demostración alguna.

¹⁵ DARPA SyNAPSE Program. “Artificial Brains. The Quest to build sentient machines” <http://www.artificialbrains.com/darpa-synapse-program> (recuperado el 11 de octubre de 2014).

¹⁶ “Introducing a Brain-inspired computer. TrueNorth’s neurons to revolutionize system architecture”. <http://www.research.ibm.com/articles/brain-chip.shtml> (recuperado el 11 de octubre de 2014)

¹⁷ Roger PENROSE, *The Emperor’s New Mind: Concerning Computers, Minds and the Law of Physics*, Oxford, Oxford University Press, 1989.

3. CONCLUSIONES

Puede ser prometedor continuar las líneas de investigación en técnicas *bottom-up*, ya que existen evidencias de que la inteligencia de un sistema sintético es una propiedad emergente de este. Tal vez la consciencia también lo sea. Esta propiedad sólo puede desarrollarse si existe una interacción (real o simulada) entre el núcleo de procesamiento (llámese red neuronal o cualquier otra cosa) y el mundo exterior. No es posible programar al núcleo directamente porque no conocemos la relación entre los pesos de las conexiones neuronales y los procesos internos de alto nivel que ejecuta; ha de aprender mediante la experiencia, lo que no significa que no pueda ser clonado.

Con la tecnología actual, no podemos construir sistemas sintéticos que se aproximen ni de lejos a un ser humano, pero creo que disponemos del potencial para conseguirlo en un futuro lejano, de modo que volviendo a nuestra pregunta inicial, no podemos actualmente construir una inteligencia sintética que sea capaz de realizar obras de arte; deberíamos aproximarnos a la complejidad del ser humano (ningún otro ser sobre la tierra realiza obras de arte). Naturalmente, también podemos optar por la postura de los defensores de la Inteligencia Artificial débil. *Grosso modo*, se defiende que si un sistema parece inteligente, es inteligente. Las creaciones de *Melomics*, por ejemplo, pueden pasar por obras de arte si “no se lo contamos a nadie”. No creo que ningún crítico pueda detectar que la música ha sido creada por manos no humanas. Así, una máquina dotada con una base de conocimiento que simbolice la historia del arte (lo que se pueda incluir, claro), podría realizar composiciones mezclando tendencias y creando nuevas.

Para terminar, quiero recordar a Santiago Ramón y Cajal que en el capítulo “Preocupaciones del Principiante” de su libro *Consejos para jóvenes científicos* se hace eco de una frase del zoólogo francés Geoffroy Saint-Hilaire: “delante de nosotros está siempre el infinito”.