

EL NUEVO PARADIGMA FILOSÓFICO DE LA INTELIGENCIA ARTIFICIAL

Sergio Jiménez Cruz¹

La GNR es la fusión entre genética, nano-tecnología y robótica teniendo en cuenta que para su construcción trabajamos a escala nano-métrica manipulando átomos (un nanómetro es la mil millonésima parte de un metro). En opinión de Nicolás² García, estos robots pueden ser artificiales en tanto son robots pero, a su vez, naturales en tanto comparten las propiedades de la vida. La nanotecnología parece presagiar las intuiciones de artistas y pensadores postmodernos donde la simulación de lo real y lo real tiende a confundir sus fronteras.³ El propio Jean Baudrillard afirmaba que: «*Es la generación, mediante modelos, de un real que no tiene origen ni realidad: es hiperreal. El territorio ya no precede al mapa ... Es ... el mapa el que precede al territorio*». Anteriormente, a finales del XIX, un autor no excesivamente conocido, Samuel Butler⁴ denuncia en una línea *luddita* las tendencias de la tecnología: 1) la progresiva miniaturización de la maquinaria, volviéndose más versátil y con menor consumo energético 2) la posibilidad de suplantar otras áreas supuestamente restringidas a lo humano, como la inteligencia. En este aspecto, Butler deduce que las máquinas adquirirán capacidades inteligentes y 3), provocará la rápida evolución de las máquinas, con un incremento en el ritmo de mejora de los diseños pues cada invento supone una especie que aparece y se extingue. Por último 4), S. Butler predice que el auge de las máquinas tendrá como efecto la simbiosis vital en la

¹ Sergio Jiménez Cruz. Licenciado en Filosofía y Ciencias de La Educación por la Universidad Hispalense, (Sevilla, España) y profesor en el IES Victoria Kent (Marbella) Málaga. E-mail. Deleuze2007@Gmail.com

² Por ello E. Drexler sugiere que es posible que nos veamos obligados a competir con los robots nanotecnológicos en una lucha por la supervivencia. Nicolás García cree que al igual que los mamíferos placentarios eliminaron a la mayoría de los marsupiales en unos pocos miles de años y de forma semejante a como los *H. Sapiens* exterminan numerosas especies, los *nanorobots* pueden sugerir un contexto estratégico nuevo. Este pesimista panorama es sugerido por M. Crichton en su obra *Presa*.

³ Films como *Minzy* o *Transformer* evocan las palabras de estos conocidos autores postmodernos pues los robots nanotecnológicos parecen animales o alienígenas robotizados que fusionan lo artificial y lo natural.

⁴ S. Butler, S. (1999). *Erewhom un mundo sin máquinas*, Barcelona: Abraxas,. La edición original data de 1872. Erewhon es un juego de palabras similar a utopía, del griego *ou topos*, sin lugar; en igual forma significa *no-where*, no-lugar. Samuel Butler sigue la tradición utópica de Platón, en la *República*; Francis Bacon en la *Nueva Atlántida*; La *Ciudad del Sol*, de Campanella. El título también hace referencia al escritor anarquista William Morris que en su obra *Noticias de Ninguna Parte* desarrolla un ensayo de ficción en clave del socialismo utópico. Esta obra de finales del XIX abre paso a una corriente pionera desarrollada en el siglo XX, la *distopía*, o utopía negativa; no en vano Samuel Butler influye sobre la obra de Aldous Huxley, *Un mundo Feliz*, y *1984*, de George Orwell.

que se halla inmersa la humanidad, pues nuestra especie no puede desprenderse de dichos constructos artificiales sin gran perjuicio para la supervivencia; porque, de hecho, en la medida en que la humanidad adquiere más poder sobre la naturaleza y, aparentemente, sobre las máquinas y la tecnología en general, nuestra dependencia genera una mayor esclavitud y sometimiento respecto de lo que inventamos. No es de extrañar que las máquinas, curiosamente, sean concebidas como una especie de ser vivo que se deja esclavizar para dominar más férreamente.

Por todo ello, si Descartes aporta una concepción mecanicista del cuerpo y de los entes biológicos, Butler, por el contrario, sugiere una interpretación biológica de los entes mecánicos y artificiales. Esta noción, como veremos, es precursora de la nanotecnología.

1. El reto de la conciencia corporalizada

Una característica de los nanorobots es su interacción con el mundo real. Esta es la línea de investigación más actual de la IA y, como señala R. A. Brooks, no puede haber genuina inteligencia artificial, si asimismo no es *vida artificial*, es decir, cumple las exigencias comentadas anteriormente. En consecuencia, para R. A. Brooks no hay conciencia si no hay cuerpo, ya sea natural o artificial que la sienta y, para ello, es pertinente un equipamiento sensorial y motor que interactúe con el medio para absorber energía y auto-repararse, hecho que no ejecutan las inteligencias artificiales de hoy día. H. Putnam analiza la metáfora del cerebro introducido en una cuba, *brain-in-a-vat*, como sinónimo del estado funcional donde puede encontrarse un cerebro aislado de cualquier estímulo externo. Desde la perspectiva de R.A. Brooks, dicho cerebro podría poseer inteligencia pero carecería de mente o en términos funcionales, de un interfaz programático que vinculara el exterior y el interior. De ahí que, a juicio de este autor, la presencia o ausencia de conciencia no dependería tanto del *hardware* inicial, sino de su situación en un mundo real, lo que define Brooks como *situación en un contexto*, así como la *incardinación* en un cuerpo, aunque éste tenga un origen artificial. Desde esta perspectiva, que no separa abruptamente lo natural y lo artificial, un ser humano y el *T-1* del film *Terminator* dispondrían de mente, en cambio, un cerebro aislado en una cuba y un ordenador personal carecerían de ella. Desde otra perspectiva contraria, Peter Lloyd sugiere que puede haber seres conscientes enormemente estúpidos, como un insecto o un cangrejo y ordenadores muy inteligentes, pero sin conciencia. La inteligencia no implica la conciencia ni viceversa.

2. La noción del yo y la vida artificial

Dudamos con frecuencia si asignar una conciencia a animales cercanos emocionalmente a nuestro ser, como los primates. Incluso dudaríamos si asignar conciencia a una ameba o una célula. Lo que está claro, no obstante, es que la conciencia no tiene porque estar ligada a la inteligencia en la naturaleza. Y, en cambio, en los objetos artificiales que diseñamos podemos ver dispositivos que resuelven problemas, una IA ausencia total de conciencia y sentimientos. Si la conciencia está ligada a la vida, la única posibilidad que hay de conectarla a la inteligencia artificial es crear precisamente *vida artificial*. El análisis de Peter Lloyd es probablemente más esclarecedor que la de aquellos reduccionistas o fisicalistas que niegan la realidad de la conciencia debido a la carencia de un referente concreto del fenómeno en la propia estructura del cerebro. De esta forma, volvemos en nuestra máquina filosófica del tiempo a una cuestión que data de la tradición empirista y racionalista. D. Hume quien, de forma coherente, se vio en la tesitura de negar la existencia de una substancia detectable como es el yo, la conciencia. Varios siglos después, el conductismo explica el algoritmo de cómo se relaciona la caja negra con el entorno, pero pone entre paréntesis el hecho de que la conciencia exista pues es

un mero nombre que carece de referente, en una línea paralela a la filosofía analítica del lenguaje. De este modo, el *yo* va asociado a aquel conjunto de pensamientos que suceden en el cerebro sin unidad ni cohesión. Sin embargo, en oposición al empirismo y el conductismo, quizás es más honesto admitir que no podemos explicar el mecanismo de la conciencia que simplemente negar la existencia del *yo*, como nombre carente de sentido, como apuntaba David Hume, o como un mero suceso metafísico que exige la navaja de G. Ockham de los procesos que denominamos carentes de sentido, pero que en realidad son ininteligibles, aunque no para Steve Pinker.

Supongamos que conocemos la estructura y las funciones del cerebro como ordenador biológico y podemos clonar células neuronales con la estructura funcional del lóbulo frontal o extraemos una porción de cerebro que podemos mantener con vida sumergido en un fluido vital. Dicho ordenador biológico nos ayuda a procesar información y resolver problemas. Lo hemos obtenido por ingeniería genética a partir del cultivo de células de un ser excepcionalmente inteligente cuya lucidez no nos ha abandonado del todo al estar presente en la estructura de su *córtex* original ¿Podríamos decir que tiene conciencia este ordenador? En opinión de R. A. Brooks, un cerebro sin conexiones con el mundo exterior vive en un limbo que no podemos denominar consciente.⁵ De otro lado, al operar con una muestra incompleta de nuestro cerebro y carecer de los centros procesadores más primitivos como el hipotálamo, la amígdala, la hipófisis, etc., este cerebro clonado adolecería del centro procesador emocional que nos caracteriza por nuestro comportamiento instintivo heredado de los reptiles. Asimismo, al no poseer el cerebro mamífero, también estaría privado de las emociones gregarias, jerárquicas y territoriales de los vivíparos, como sugiere A. Damasio. Da la impresión que nuestro ordenador biológico procesaría información, resolvería problemas inteligentemente, pero no sería consciente. La conciencia actúa probablemente como sistema operativo innato, como *Human Windows Operation System*, que interrelaciona todos los núcleos parciales, sensoriales y los capacita para el nuevo aprendizaje de programas o algoritmos útiles para la supervivencia. Desde esta perspectiva, podríamos definir la conciencia como el encendido, el momento de apretar el botón *on* e interconectar todos los sub-niveles. Este programa gestor, *Main program*, parece ser gestionado en parte por el lóbulo frontal, en tanto nos informa la neurología de las patologías asociadas a traumatismos de dicho lóbulo. En síntesis, da la impresión que incluso la hipótesis de la IA blanda, que supone una perfecta emulación del comportamiento humano, se vería resquebrajada no porque dispusiera de un constructo material diferente al ser humano ni por carecer del halo mágico de espiritualidad que hemos llamado *alma*, sino por carecer de conciencia. Roger Penrose, por el contrario, apela a la no computabilidad de los procesos biológicos.

De otro lado, además, la IA carece de conciencia porque no está incardinada en un medio cambiante donde tiene que interactuar con E-R, adaptarse y sobrevivir. Es decir, la IA carece de la conciencia no porque sea artificial y disponga de constructos originales de tipo material, sino porque carece de cuerpo. La aportación de este punto de vista radica en enjuiciar la carencia de mente de una máquina, no por su carácter artificial, sino por su deficiente estructura material y su carencia de interacción con el ambiente, como señala R. A. Brooks. Por otro lado, otros autores opinan que somos más artificiales de los que pensamos como queda manifiesto, para ser más precisos, en la obra *Natural Born Ciborg*.⁶ Andy Clark sostiene que todo el constructo cultural y técnico es una prótesis invisible sin la cual no podemos autodefinirnos como humanos. De ahí que considere que somos *ciborg* desde el

⁵ Brooks, R. A. (2003) *Cuerpos y máquinas, de los robots humanos a los hombres robots*, trad. De Guillermo Solana, Barcelona: Ediciones B.

⁶ Clark, A. (2003). *Natural-Born-Ciborg. Minds Technologies, and the Future of Human Intelligence*, New York: Oxford University Press.

paleolítico o, al menos, desde la invención de las primeras herramientas y el lenguaje para categorizar la realidad. Desde esta perspectiva, el ser humano es más artificial de lo que parece. Este hecho lo acerca al mundo artificial en la medida en que la cultura es una prótesis de Inteligencia artificial que impregna todo nuestro cerebro, no como *hardware*, sino como *software* que reconexiona todo el cableado de nuestro cerebro. Por otra parte, las IA en sentido estricto, robots y ordenadores, carecen de conciencia por una insuficiente arquitectura que no los aproxima siquiera a los insectos. El funcionalismo, pues, es un tenue acercamiento entre el parecido de la mente y la IA, que intenta disolver las diferencias entre inteligencia y conciencia, pero que en su lado más positivo admite el constructo material de ambos entes, los técnicos y los biológicos.

3. Un modelo evolutivo de la conciencia y la IA

En consecuencia, la IA carece de las nociones de conciencia porque sólo hemos diseñado modelos incompletos de cerebros humanos, con una arquitectura insuficiente, o usando una terminología de Claude Levy-Strauss, con una estructura diferente. Imaginemos el experimento mental de H. Putna (el trozo de cerebro metido en una cuba) que actúa como microprocesador analógico paralelo conectado a un interfaz, pero que adolece de los equivalentes microprocesadores para cumplir otras funciones que realiza el cerebro humano ¿Dónde está el *chip* de hipotálamo? ¿Y el *chip* sexual? Hemos de suponer que su incompleta arquitectura emuladora, en tanto que *chips* o trozos de cerebro metidos en una cuba, sea la causa que incapacite a la máquina para ser consciente, ya que carece de cuerpo y de directrices básicas instintivas. En este intento de acercamiento a la naturaleza, los robots que emulan la *vida artificial* son dotados, no de programación compleja como *Deep Thought* con una arquitectura descendente donde la sabiduría del programador aporta conocimientos para resolver los problemas atendiendo a una base de datos. Por el contrario su conducta se sustenta en unas directrices básicas que actúan como instintos a través de una arquitectura ascendente. Desde esta perspectiva, las directrices básicas producen comportamientos emergentes no previstos en el programa básico pues aparecen por la interacción entre individuos de la misma especie y en un medio determinado. La vida artificial para R. A. Brooks también debe disponer de directrices de supervivencia: orientación hacia las fuentes de energía, un *kit* sensorial y un comportamiento motriz. En esta línea, la nanotecnología debido a su inmersión en el mundo real quizás puede representar una genuina IA futura, dotada no sólo de capacidad de proceso sino de interacción con la realidad. Las IA de hoy día carecen de tales directrices y, desde un punto de vista materialista, la construcción de una IA consciente supondría dotarla de propiedades semejantes a la de la vida biológica, unas directrices de alimentación, supervivencia, equipo sensorial, motriz y la implementación de un *software* básico de instintos/programas que las capaciten para la interacción con el medio y con los de su especie. Si la conciencia ha surgido por evolución, como dice Brooks, fundamentalmente porque tenemos cuerpo y somos animales con mayor resolución de problemas que el resto, el problema del *Cogito Cartesiano* encuentra otra solución bajo esta luz. No *pienso luego existo*; si no *soy, luego pienso*, como sugiere A. Damasio. Soy, pues, un cuerpo incardinado en un contexto en el cual tomo conciencia, parcial, probablemente, con una información escasa, pero suficiente para sobrevivir. No es de extrañar que Brooks describa sus modelos de robots como vida artificial, no como IA. No obstante, dichos *robots* están dotados deficientemente para resolver problemas y pueden disponer de menos aptitudes que las de cualquier insecto. A esta altura, los logros de nuestra ingeniería no alcanzan siquiera la capacidad de resolución de problemas que cualquier insecto sí podría resolver con mayor eficacia y rapidez. Obviamente parece que la tecnología orgánica ha dotado a los animales durante millones de años de evolución de eficaces dispositivos de los que carecen las máquinas. Da la impresión que Samuel Butler era

quizás demasiado pesimista respecto al futuro de la humanidad y demasiado optimista respecto a la capacidad de evolución de las máquinas. En conclusión, si deseamos construir IA con conciencia, verdadera inteligencia, debemos construir cuerpos, haciéndoles adaptables al medio. Pero, ¿implicaría que fueran conscientes? En el *film IA*, los humanos destrozan en un circo a autómatas humanoides sin ningún escrúpulo, mostrando en acciones e imágenes la postura de R. Penrose y J. Searle. Además, el término conciencia, como inteligencia emocional en un contexto dado, queda bastante lejos pues la noción vida artificial parece conducirnos hacia lo orgánico en la medida en que queremos subsanar las deficiencias de la IA dura y conservar sus premisas materialistas. Hoy día, las IA parecen estar muy lejos de la vida como tal, tanto por la carencia de complejidad como por la carencia de directrices, pues vida implica los procesos de replicación de modelos que incluyen la capacidad de herencia y variación, como ha señalado John Von Neuman al enunciar sus teorías de los autómatas.⁷ Es probable que la nanotecnología absorba el concepto de vida artificial y la noción de autómata replicante. Y, por otra parte, dada la interacción de un sistema complejo de nanorobots esta circunstancia implicaría la emergencia de conductas no previstas en el programa originario.

5. Robots con sexo, la aportación de la nanotecnología

¿Son compatibles los esquemas de replicación biológica con una *Máquina de Turing*? Un robot nanotecnológico, además de exigir una miniaturización molecular debería cumplir la capacidad de cómputo. Además atendiendo a la necesidad de producción económica de los prototipos necesita aplicar la técnica de los ensambladores. Tal técnica significa que unos robots producen a otros semejantes, es decir, se *re-producen*. Los autómatas replicantes deberían, primero, contener una descripción física de su estructura, segundo, las instrucciones para fabricar una unidad, y en tercer lugar, poseer las instrucciones para pasar del segundo paso al primer estado. Posteriormente a la *teoría de los autómatas* se ha descubierto que las células contienen información para manejar estos programas en el ARN y ADN. De hecho, tanto una célula como un virus, o una mujer, contienen el programa del autómata replicante. Pero ¿podemos distinguir un límite entre lo vivo y lo computacional? ¿Dónde podemos encontrar el límite entre lo natural y lo artificial? Tales dudas se apoyan en las estructuras que encontramos en la naturaleza pues son semejantes a sus homólogas cibernéticas. Más allá de la analogía, B. Mazlish sostiene que la tecnología artificial no es más que una prolongación de la tecnología biológica que, al fin y al cabo, es en realidad una maquinaria muy compleja, lo que supone invertir el paradigma mecanicista. De hecho, el programa de auto-clonación de los virus informáticos funciona como una máquina de Von Neumann: invaden un sistema, toman elementos prestados y se multiplican a costa de su huésped. En este aspecto, el virus informático actúa de forma semejante a un aminoácido o a un ser vivo y, no en vano, definimos a tal programa auto-clonante *virus*, conteniendo el programa informático características comunes similares al ser biológico. Las diferencias, quizás, estriban en que uno se desarrolla sobre un substrato material, real, y el otro sólo es información virtual comunicable que pulula en un ciberespacio inaprensible y que, *a priori*, parece indigente de cierto grado de realidad ontológica.

⁷ Neuman, J. Von. (1980). "Teoría de los autómatas" en *Perspectivas de la revolución de las computadoras*, selección de Zenon W. Pylyshyn, Madrid: Alianza Universidad, p.157: *En particular, si un autómata tiene la facultad de construir otro, debe haber una disminución de la complicación desde el origen a lo construido. Es decir, si A puede producir B, entonces A debe haber contenido una descripción completa de B. Para hacerla efectivo, debe haber además varias disposiciones en A que cuiden que esta descripción sea interpretada y que las operaciones de construcción que se exige sean llevadas a cabo. Por lo tanto, en este sentido, cuando un autómata produce otro autómata, parece que debe esperarse cierta tendencia degeneradora, alguna disminución de la complejidad. Vid ., Pp 131-163.*

Sin embargo parece que la nanotecnología está dispuesta a superar esta frontera entre información y mundo real. Sin embargo este obstáculo parece superable.

6. La auto-reproducción de autómatas

Hemos señalado anteriormente el modo en que las máquinas replicantes de Von Neumann han inspirado la *Teoría de los Autómatas* celulares cuya estructura fue aplicada al descubrimiento de Watson y Crick. La comunicación de información es un fenómeno que anexiona los sistemas celulares y las IA. Con el ADN como ejemplo hoy día la IA nanotecnológica mediante la ayuda de los ensambladores⁸ de nanorobots permite la replicación de entes microscópicos dotados de funciones complejas y con capacidad de autorreplicación. En este sentido la técnica de los ensambladores ya cuestiona un problema clásico de la filosofía de la técnica: las consecuencias del diseño tecnológico. J.V. Neumann proporciona una explicación general. La primera objeción teórica que encuentra en la posible reduplicación de autómatas surge a partir de las máquinas de Turing quien deduce que un autómata no puede producir otro autómata de similar complejidad que aquel que lo produce, sino no es en grado inferior. El autómata productor necesita disponer del doble de tamaño y la complejidad que la copia⁹. Por último, Von Newman sugiere que además de una propiedad biológica como la invariancia, que el autor ha aplicado a la construcción de autómatas artificiales, puede también poseer otra característica como es la posibilidad de variación o cambio:

“Pequeñas variaciones del esquema precedente también nos permiten construir autómatas que puedan reproducirse y construir otros además. (Tal autómata ejecuta de manera más específica lo que probablemente es una -si no la- función típica de genes, auto-reproducción más producción -o estímulo de producción- de ciertas enzimas específicas.)”¹⁰

En este sentido la naturaleza ha resuelto el problema no mediante un sistema binario, sino en base 4, con el ADN implementado se puede acumular informaciones con órdenes para la replicación, que admitan la variación y fidelidad al mismo tiempo.

7. La inserción de la IA nanotecnológica en el mundo real. *Blade Runner*

En el *film Blade Runner* se cuestiona lo que es propiamente humano a la vez que se mancilla nuestra concepción de un ser humano individual como acontecimiento único e irreplicable en la historia. En las escenas de *Blade Runner* las células de los

⁸ Kauffman S., (1996). “Self-replication: Even Peptides Do it” en *Nature*, nº 382, pp. 496. Vid la concordancia entre los péptidos orgánicos y los ensambladores artificiales.

⁹ Neuman, J. Von (1980). “Teoría de los autómatas” en *Perspectivas de la revolución de las computadoras*, selección de Zenon W. Pylyshyn, Madrid: Alianza Universidad, pp. 157-158, “«Construir» debe entenderse en el mismo sentido que antes. El autómata constructor se supone situado en un depósito en el que todos los componentes elementales en grandes cantidades están flotando, y efectuará su construcción en ese medio. No es necesario preocuparse sobre cómo un autómata inmutable de esta clase puede producir otros mayores y más complejos que él. En este caso el mayor tamaño y la mayor complejidad del objeto construido se reflejará por presunción en un tamaño aun mayor de las instrucciones que han de ser suministradas” “En particular, si un autómata tiene la facultad de construir otro, debe haber una disminución de la complicación desde el origen a lo construido. Es decir, si A puede producir B, entonces A debe haber contenido una descripción completa de B. Para hacerlo efectivo, debe haber además varias disposiciones en A que cuiden que esta descripción sea interpretada y que las operaciones de construcción que se exige sean llevadas a cabo. Por lo tanto, en este sentido, cuando un autómata produce otro autómata, parece que debe esperarse cierta tendencia degeneradora, alguna disminución de la complejidad.”

¹⁰ Neuman, J. Von, (1980). “Teoría de los autómatas”, *op.cit* pp.162-163.

seres artificiales aparecen firmadas microscópicamente con la rúbrica de su constructor. En este sentido, el *film* es una intuición certera sobre las implicaciones de la nanotecnología, referencia que no aparece en libro original de Philip Dick *¿Sueñan los andróides con ovejas eléctricas?* En el film la robótica, la IA, y la nanotecnología junto a la genética permiten cuestionar los problemas citados sobre la IA y la filosofía de la mente orientándonos hacia la solución más verosímil. De una forma inesperada R. Scott se convierte en filósofo de la mente.

8. Redes neuronales de McCulloch-Pitts y ordenadores moleculares

La nanotecnología está siguiendo el camino de las redes neurales y el conexionismo para diseñar microscópicos pero potentes ordenadores de computación que quizás usemos periféricamente o internamente.¹¹ Esta concepción fue sugerida al diseñar una IA que sigue el paradigma de nuestro cerebro. McCulloch-Pitts trata la neurona como una caja negra con dos umbrales. La aportación de este autor es la superación del prejuicio que impedía la consideración de poder emular o imitar el funcionamiento de las neuronas con un procedimiento eléctrico. Una red nerviosa puede ser descrita como un esquema electrónico. Por tanto la simulación de una red similar a la neuronal tendría que producir efectos similares a la de la red original (Desde una posición cercana a la IA dura, no habría obstáculo *a priori*, al salvar la estructura básica funcional). La IA en los sistemas perceptivos serán equivalentes en la medida que refleje las redes originales básicas, pero para ello habría que darle un catálogo de instrucciones desde un enfoque ascendente. Esto es un error, como ha sugerido R. A Brooks, si no se tiene en cuenta el cuerpo la red neuronal no funciona pues no está situada en un contexto real.

9. La explicación emergente

La nanotecnología se puede insertar en el marco teórico de la *Teoría interaccionista* y la *Teoría del Caos y la Complejidad*, así como en la *Teoría de Sistemas dinámicos*. La explicación emergente parte del supuesto de la interacción organismo-ambiente, donde los resultados de la conducta no son atribuibles a los componentes internos o al sistema, lo cual implicaría un mecanicismo determinista. En esta línea Steel,¹² (1992), sugiere que asociamos la emergencia con conductas inesperadas, no programadas y que se debe al éxito adaptativo de la interacción entre organismo y ambiente. Los patrones resultantes son diferentes y no se deben a las propiedades que caracterizan a los componentes iniciales, sino a la naturaleza fractal de la realidad. Steel distingue entre variables controladas e incontroladas. Las variables controladas o (VC) se refieren a conductas o propiedades que se ven directamente producidas por los organismos. Las variables incontroladas, o (VI), pueden ser producidas indirectamente. Las VI emergen mediante la interacción en un sistema estimulado por un ambiente,¹³ en este caso, Steel cita un robot que puede controlar la velocidad, una variable controlada (VC), pero el robot no puede calcular la distancia, (VI), pero puede cambiar la dirección, que cambiará la velocidad y la distancia. Por otra parte Hofstadter¹⁴ describe el caso de un sistema operativo que falla cada treinta y cinco veces. No existe ninguna directriz marcada como *fallar cada 35 veces* pero surge de la interacción de un *hardware* determinado y este programa. En este caso Hofstadter habla de los sistemas internos y su relación con la VI. Pues el

¹¹ Véase la estructura del funcionamiento en paralelo del ordenador molecular de 17 átomos MSBN.

¹² Steels, L. (1994). "The Artificial Life Roots of Artificial Intelligence" *Artificial Life*, 1: 75-110.

¹³ Andy Clark, *Ibíd.*, p. 266.

¹⁴ Hofstadter, D., (1985) *Metamagical Themas: Questing for the Essence of Mind and Pattern*, Harmondsworth : Penguin.

fenómeno emergente se debe a la interacción de un subsistema interno cuya conducta colectiva delimita el valor de la variable I. Es decir, los fenómenos emergentes son, pues, aquellos cuya raíz implica variables incontroladas (VI) que son más el producto de la actividad colectiva que de la acción causal de determinados componentes o sistemas de causas, como en el modularismo de J. Fodor. Hay que señalar que los errores de la *Artificial Intelligence* (AI) radican en una estrategia no adecuada. De hecho, conseguir los objetivos de conductas que alcancen las funciones de VI no ha sido una estrategia frecuente en AI y ésta va más allá de la teoría homuncular y la interactiva, aunque la presuponen. Atendiendo a la *Teoría del Caos*, Resnick, (1999), hace un experimento con vida artificial para conseguir termitas simuladas. En el experimento de Resnick¹⁵ las termitas virtuales recogen virutas y las apilan en montones. Una solución descendente a este problema, propio de un enfoque no conexionista serial, es diseñar un programa de termitas que les diga que amontone las virutas en determinados montones. Esta directriz es similar a una orden impartida por un gobierno respecto a sus súbditos. Sin embargo para ello necesitaría más memoria e información y es poco eficaz. En cambio podemos dar una o varias VC, variables controladas, que producen una conducta bajo control directo. Una solución emergente ascendente considera la conducta como un efecto combinado de dos reglas sencillas en un ambiente restringido: *si tú no llevas nada y golpeas una viruta, cógela* y *si tú llevas una viruta y golpeas otra viruta, suelta la que llevas*. En principio parece deducible que estén infinitamente vaciando y llenando montones. Pero no es el resultado experimental. Con dos mil virutas y tras veinte mil interacciones se organiza en treinta y cuatro montones. La cuestión es que hay conductas emergentes que bloquean el último montón. El último montón nuevo se elimina por el anterior. Esto implica un rasgo in-programado de bloqueo de las nuevas localizaciones que frena el des-amontonamiento infinito. Queda claro que la conducta de apilar no está directamente controlada por la VC, sino que es emergente pues cuando queda una última viruta de las dos mil, el último montón no es retroalimentado, sino eliminado.

En esta línea, las neuronas del cerebro, al igual que las termitas, poseen unas simples VC que en su interacción con el resto de las neuronas produce VI, que no están en las directrices bioquímicas y en las propiedades eléctricas de las neuronas. Por otra parte, las redes neuronales optimizan el proceso de aprendizaje aplicando algoritmos evolutivos, al igual que la Vida artificial (A- Life), lo que implica la selección natural para escoger el algoritmo óptimo que afina las cargas y los potenciales de acción respecto a la computación de un determinado aprendizaje en una red neuronal natural. En esta línea si las técnicas de VI, vida artificial son utilizadas en los robots nanotecnológicos para optimizar un algoritmo óptimo para realizar ciertas tareas, pero parece obvio el hecho de que toda la conducta de estos entes no esta bajo control, ni predicción. La nanotecnología híbrida pues estas simulaciones informáticas de la vida artificial con la interacción de los robots en el mundo físico, con resultados imprevisibles en un entorno caótico e imprevisible, como en *Presa*, de M. Chichton.

10. A modo de conclusión. El paradigma *mecanorganicista* de la nanotecnología

En principio, la nanotecnología¹⁶ nos ofrece la posibilidad de desarrollar *nanorobots*, pequeños microordenadores con capacidad motora, con una estructura subcelular, es decir, fabricados con elementos de una miniaturización mayor que las

¹⁵ Resnick, M., (1994). "Turtles, Termites and Traffic Jam: Explorations in Massively Parallel Microworld", en *MIT Press*, Mass: Cambridge Press.

¹⁶ E. Drexler, *La nanotecnología: el surgimiento de las máquinas de creación*, Editorial Gedisa, S.A., Barcelona, 1993, y también, Chris Peterson y Gayle Pergamit, *Unbounding the Future: The Nanotechnology Revolution*, Quill, Nueva York, 1993.

propias células a escala atómica molecular. Cuando alcanzamos la barrera de lo microscópico, no es que hagamos un tratamiento mecanicista del cuerpo humano mientras pensamos en pequeñas máquinas que lo reparan, sino que *biologizamos* nuestra construcción del mundo artificial. Puede que la previsión de S. Butler no sea tan descabellada como parece en principio. La superación del burdo mecanicismo, entendida como construcción de artilugios gigantescos a semejanza de la maquinaria decimonónica industrial, nos redirige a un renovado paradigma de la IA y la tecnología en general derivándonos hacia un modelo de la biología y de la vida el cual tratamos de emular. Nos acercamos, pues, en estos límites a una progresiva ofuscación y disolución de las confusas fronteras de lo natural y lo artificial. El futuro cambio de paradigma es probable en la medida en que incorporemos a nuestros diseños artificiales elementos que antes habíamos señalado como característicos de la vida y que nos han servido para discernir lo natural de lo artificial, la inteligencia de la consciencia, a excepción de aquellos dispositivos que hemos denominado *vida artificial*. No obstante, hoy día, el diseño robótico actual evoca superficialmente a un insecto y es incapaz de adaptarse, sobrevivir en un medio externo, además es ineficaz para alcanzar otra de las propiedades de la vida: la sexualidad y la reproducción. Pero la nanotecnología apunta a la superación de tales obstáculos. La filosofía de la mente está en la tesitura de revisar el concepto máquina o admitir que los organismos biológicos son máquinas nanotecnológicas. Bajo los auspicios de S. Butler hemos analizado la tendencia a hibridar las nociones de redes neuronales, la auto-reproducción de autómatas de J.V. Neumann, la vida artificial de R.A Brooks y Andy Clark, y la emergencia en los sistemas complejos de la teoría del Caos de Resnick, Steel y Hofstadter. Tales modelos apuntan a una concepción híbrida entre biología, robótica y nanotecnología. Las perspectivas para los próximos treinta años ofrecen un escenario compartido por nano-robots, robots compuestos por millones de moléculas construidos por la GNR. La nanotecnología nos puede ayudar a confrontar la verosimilitud o falsedad de la hipótesis funcionalista en la medida que las neuronas puedan ser sustituidas por estas entidades y, por otra parte, pueden colaborar como herramienta en su estudio, descubrimiento y cartografía del *cableado* de los módulos del cerebro. En este contexto, el nuevo paradigma que ofrece la nanotecnología se debe a la fusión del paradigma mecanicista que concibe las máquinas como un mecanismo compuesto de partes con una determinada función en un sistema dinámico causa-efecto en un modelo simple, con el paradigma de la biología, que ha mostrado los seres vivos como sistemas que, a diferencia del modelo anterior, se ha caracterizado por una enorme complejidad estructural, con una serie de subsistemas dentro del sistema principal, al límite del caos, dotadas de vida y en continuo intercambio dinámico con el exterior y con capacidad de auto-reproducción. Obviamente, las diferencias entre ambos modelos han separado la biología de la física y de la ingeniería robótica, pero hoy día la denominada GNR está dispuesta a cambiar estas concepciones filosóficas previas.

BIBLIOGRAFIA

- Brooks R. A., (2003). *Cuerpos y máquinas, de los robots humanos a los hombres robots*, trad. De Guillermo Solana, Barcelona: Ediciones B.
- Butler, S. (1999). *Erewhom un mundo sin máquinas*, Barcelona: Abraxas. La edición original data de 1872.
- Clark, A. (2003). *Natural-Born-Ciborg. Minds Technologies, and the Future of Human Intelligence*. Oxford. New Cork: University Press.
- Darwin, C. (1990). *El origen de las especies*, Madrid: Alianza.
- Drexler, E. (1993) *La nanotecnología: el surgimiento de las máquinas de creación*, Barcelona: Editorial Gedisa, S.A.,
- Peterson, Chris y Pergamit, Gayle, (1993). *Unbounding the Future: The Nanotechnology Revolution*, Nueva York: Quill.

Kauffman, S. (1996). "Self-replication: Even Peptides Do it" en *Nature*, nº 382,
Hofstadter, D. (1985). *Metamagical Themas: Questing for the Essence of Mind and Pattern*, Harmondsworth: Penguin.
Resnick, M. (1994). "Turtles, Termites and Traffic Jam: Explorations in Massively Parallel Microworld", Mass: MIT Press, Cambridge,
Steels, L., (1994) "The Artificial Life Roots of Artificial Intelligence", en *Artificial Life*.
Neuman J. Von. (1980). "Teoría de los autómatas" en *Perspectivas de la revolución de las computadoras*, selección de Zenon W. Pylyshyn, Alianza Universidad, Madrid.