

LA MENTE, ANTICIPACIÓN Y CAOS

Mihai Nadin

INTRODUCCIÓN

HISTORIA Y CONCIENCIA DE FUTURO

Admitámoslo: al asumir la ciencia, especialmente en sus formas computacionales, el papel rector en la transición fundamental desde la pragmática industrial a la postalfabetizada, se ha adueñado, como tema de la máxima importancia, de la mente humana. En efecto, mientras la psicología ahondó en las profundidades del cómo nos comprendemos los seres humanos a nosotros mismos y cómo comprendemos el mundo, las humanidades (ámbito que los alemanes llaman *Geisteswissenschaften*, los franceses, *sciences humaines* -otorgando el título una *Maitre ès lettres*- y los anglosajones, *humanities*) mantuvieron un firme dominio sobre la mente. La premisa era que *cogito*, esto es el pensar, que supone procesos mentales, define a la especie y a partir de ella a las humanidades. Con el tiempo, los especialistas y los investigadores en el campo de las humanidades importaron el vocabulario especializado de la física, las matemáticas, la química y la biología con objeto de describir la relación entre la mente y el cerebro. También aceptaron los avances de la investigación médica, si bien el cerebro era poco más que objeto de medidas superficiales, como el peso, el tamaño, etc., relacionadas con la pueril fascinación por el genio y la preocupación por las disfunciones cerebrales. La antropología, y, en menor grado, la historia, tenían firmes motivos para formular la pregunta: ¿Cómo

evolucionó la mente humana? e intentaron hallar la respuesta analizando las diversas formas en que la mente deja huella en lo que hacen las personas, en el cómo se constituyen las personas a través de sus actividades prácticas.¹ Cazar, recolectar, cultivar, comerciar, gobernar o trabajar en una fábrica son algunos de los ejemplos de autoconstitución ampliamente estudiados por los antropólogos y los historiadores. En cada uno de los actos de autoconstitución, la fuerza impulsora es la mente humana en interacción con otras mentes. De ahí que estudiar el pasado del ser humano equivalga a estudiar de qué modo interaccionan las personas (y por lo tanto, en el análisis final, las mentes).

Pero las cosas cambian a medida que entramos en la era de un marco pragmático, cuya estructura subyacente es el paradigma del procesamiento de la información, la creación de redes, la descentralización, la heterogeneidad, la distribución de tareas y el no-determinismo, por nombrar algunas de sus características. El ordenador, en sus numerosas formas posibles (desde la predominante máquina de Von Neumann, de un paso a la vez, hasta las máquinas masivamente paralelas, redes neurales, ordenadores ópticos, procesamiento de señales, biocomputación y pronto computación cuántica) encarna una parte de la nueva era. La genética, en cuanto que modelo basado en la información, pero cualitativamente distinto, es otra de las manifestaciones de esta era. La creación de redes —desde Internet, ahora trivial, y la World Wide Web distribuida hasta ese continuo, todavía incipiente pero en rápido desarrollo, de ubicua computación sin cables otra expresión de esta era. Pero, por encima de todo, esta nueva era se caracteriza por la sólida expropiación de la mente por parte de las ciencias —la ciencia cognitiva, la inteligencia artificial, la vida artificial, la neurocomputación, el mapeo del cerebro y

* Me alegra que mi texto, *Mind - Anticipation and Chaos*, publicado originalmente en inglés y en alemán en una prestigiosa colección de Belsar Press, 1991, en cuya lista de autores figuran varios Premios Nobel, esté disponible en castellano y que los lectores de H.A.F.O. sean los primeros en conocerlo. La razón de mi alegría es la esperanza de que den Uds. vida a las nociones que propongo en el libro. Una teoría no vale ni la tinta que se emplea en ponerla en el papel si no tiene repercusión en las experiencias prácticas.

¹ La autoconstitución es un término que introduce en *The Civilization of Illiteracy*, que también se presenta en este número de H.A.F.O. a través del artículo de Frederic Chordá.

otras. Las ciencias tomaron a su cargo la mente, mientras los antropólogos y los historiadores aprovechaban la oportunidad de integrar el procesamiento de datos, convirtiéndose principalmente en los "contables" del pasado o en un nuevo tipo de "narrador" que deriva los relatos de los documentos.

Los científicos prometieron —y no soy quién para juzgar cuánta ignorancia e impertinencia contiene esa promesa— describir sus misterios. En 1970 Marvin Minsky, figura destacada en el campo de la inteligencia artificial, afirmaba: "Dentro de tres a ocho años dispondremos de una máquina dotada de la inteligencia general de un ser humano medio. Quiero decir una máquina que podrá leer a Shakespeare, engrasar el motor de un coche, hacer política, contar un chiste y pelearse. En ese momento la máquina podrá educarse a sí misma con fantástica rapidez. Al cabo de pocos meses habrá alcanzado la categoría de genio y pocos meses después su poder será incalculable".² Minsky hablaba en serio, tan en serio como lo es hoy el experimento de esos investigadores que enganchan cerebros de ratones a un ordenador para ver cómo afecta el aprendizaje al crecimiento cerebral, sin comprender que el aprendizaje es interacción mental, no estimulación eléctrica del cerebro. Dado que esos científicos afirman saber mucho de hardware, de programación, de seccionar cerebros y de describir —matemáticamente, lógicamente o computacionalmente— cómo piensan los seres humanos acerca de las cosas (*¡el sentido común* como tema de estudio de los informáticos!), ese conocimiento basado en la máquina constituyó la base de su fatuo optimismo.

Al repasar estas líneas, escritas para los lectores de una publicación centrada en la antropología y la historia por una persona que pertenece a la comunidad científica, estaría justificado preguntarme si no seré un irresponsable miembro de la tripulación que se apresura a huir de un soberbio Titanic, repleto de las maravillas tecnológicas de que disponemos hoy, que choca contra un iceberg y se hunde lentamente. No, no vaticino la extinción de la ciencia computacional. En cada nuevo aparato, veo la promesa de un futuro emocionante. Además, aguardo con entusiasmo la próxima fase de la computación. Tan pronto como la tecnología digital supere la infancia en que actualmente se halla, la humanidad experimentará una auténtica transformación que la afectará aún más profundamente que lo que ésta la ha

² Véase "The Virtual Duck and the Endangered Nightingale", *Digital Media*, Junio 5 1995, ps. 68-74.

afectado hoy. El resultado más asombroso será la confirmación del papel dominante de las mentes humanas en acción. Es decir, el conocimiento humano desempeñará un papel mucho mayor que el que jamás haya desempeñado en la historia. Estas líneas son una manera de explicar, y también de defender, por qué la antropología, la historia y otras disciplinas humanistas volverán a adueñarse de la mente.

Las mentes existen tan sólo en plural. Leerán esta afirmación en el texto. La repito aquí porque hoy en la constitución de las mentes humanas interaccionamos con mentes que fueron —el tema que con pasión eligieron ustedes— y con mentes que serán el auténtico, a mi juicio, tema de la historia. El diálogo es únicamente una de las formas a través de las cuales tiene lugar esa interacción.

La antropología y la historia tienen, en el peor de los casos, que explicar la modificación de la dinámica de la interacción mental a lo largo del tiempo, en las numerosas formas de diálogo con las que ésta se ha expresado. En el mejor de los casos, la explicación debe dar testimonio de la naturaleza anticipatoria de los procesos mentales. Si el modelo que actualmente predomina (es decir, el determinismo físico de Descartes y Newton) sigue siendo la "ideología" implícita, la espina dorsal de la antropología y de la historia, tan sólo averiguaremos *qué* ocurrió y *en qué momento* y llegaremos a interpretaciones fáciles de manipular. El fascismo y el comunismo no desaprovecharon sus respectivas oportunidades de manipular la historia; la nueva democracia comercial de la llamada economía de libre mercado y el nuevo orden mundial están activamente dedicados a la tarea de violar la historia ante nuestros propios ojos y, a veces, con nuestra propia participación. La característica anticipatoria de la mente es importante para ustedes porque permite abrir la puerta de los porqués. Sin esta pregunta yo, personalmente, no veo justificación alguna ni para la antropología ni para la historia, ni para ningún otro esfuerzo humano dirigido a la investigación y el desarrollo. Cuando afirmo que el tema de la historia es el futuro, no el pasado, lo hago con plena conciencia de la naturaleza provocadora de mi afirmación, pero también con sentido de la responsabilidad. Dado que las experiencias del pasado han dejado a todos los efectos de confirmar el noble aforismo de Santayana, "Los que no aprenden de los errores del pasado están condenados a repetirlos", se presenta ante nosotros la esperanza de que los historiadores aborden el futuro emprendiendo el camino de la anticipación, que conecta las experiencias de la autoconstitución humana a través de respuestas a la pregunta ¿por qué? Al fin y al cabo

los seres humanos siempre se constituyen a sí mismos en anticipación de algo: de una vida mejor, del amor, de los hijos, del orden social, de unos objetivos políticos, de un buen rendimiento en el deporte, del reconocimiento artístico o literario, de la mejora de la comunicación. Este estado futuro, expresado a veces en documentos utópicos o incluso en experiencias prácticas utópicas, tiene repercusión en el estado actual de las cosas. El futuro tiene repercusión en el presente y, por lo tanto, en la historia.

Mientras escribo estos pensamientos me llega una importantísima observación científica de un congreso de historia natural en el que han participado geólogos, paleontólogos, biólogos, etc. Cito de una ponencia sobre la evolución de los mamíferos:

"Es característico que el ritmo de cambio sea mayor millones de años antes y después del cambio climático que durante éste. Esta pauta indica que el control climático sobre la evolución de los mamíferos es mucho más complejo de lo que se suponía, que es posible que los controles bióticos intrínsecos sean mucho más importantes que los controles ambientales extrínsecos".³

Ustedes, en calidad de historiadores, reconocerán inmediatamente en esta cita que el futuro impulsa el presente, afirmación que también es cierta respecto a revoluciones, a las instituciones sociales y a la evolución de las estructuras de poder, entre otras cosas. Concretamente, la historia podría, y debería, centrarse en las correlaciones, tarea dificultosa para quienes hasta ahora han considerado que la flecha de la historia tan sólo puede desplazarse desde el pasado, a través del presente, y hacia el futuro. Hay más y mejor historia en el camino opuesto. No tengan prisa. La mente humana opera con absoluta naturalidad en ambas direcciones.

Dejen que los tecnofanáticos y los científicos inmaduros prosigan con su espectacular obsesión por el *cómo*. El mundo se alegrará de que esa obsesión obtenga como resultado un progreso tecnológico. ¡Pero no se rindan, antropólogos, historiadores y humanistas! Al contrario, vuelvan a manifestar su interés por la mente y conviértanla en su objetivo central. Porque si nadie lo hace, es posible que acabemos disfrutando del más asombroso de los mundos, pero en un estado de melancolía a escala no menos asombrosa. A menos que preguntemos y

³ Véase "Does climatic change drive mammalian evolution?", en *Geophysical Society of America Today*, Vol. 9 N° 9, Sept. 1999, ps. 1-7.

averigüemos ¿por qué hacemos lo que hacemos? —trabajar, amar, comer, discutir, participar en deportes, vestir a la última moda, construir ciudades, ir a la guerra y mucho más—, estamos condenados a sumirnos en una depresión capaz de erradicar nuestra especie antes de que lo logre cualquier catástrofe física, incluidas las de muy diversa índole fabricadas por el hombre.

ANTICIPACIÓN MENTAL Y CAOS

Muchas personas preferirían morir a pensar.
En realidad es lo que hacen.
Bertrand Russell

Las mentes tan sólo existen en relación con otras mentes.⁴

⁴ La palabra inglesa MIND, pese a derivar su origen de la voz altogermánica *Gimunt*, es en mi opinión intraducible. Por este motivo, al publicar un texto paralelo inglés-alemán considero apropiado "transplantar" al alemán la palabra MIND, de la misma manera que se han transplantado al inglés GESTALT y otras voces alemanas.

La premisa básica/rectora explica el tema del libro. No es de extrañar que la atención que suscita la inteligencia artificial haya vuelto a centrarse en el pensamiento y particularmente en la plurifacética relación existente entre conocimiento, experiencia y memoria; aquí analizamos el sustrato de la actividad espiritual del hombre, su naturaleza/sentimientos, no sólo su alma, elementos todos ellos integrados dentro del ámbito de la palabra MIND, de igual modo que forma y expresión, e incluso percepción, se hallan integrados en el término GESTALT.

El texto describe la mente como configuración, de lo cual se sigue que la inteligencia es proceso. Se expone la tesis de que, contrariamente a las teorías deterministas imperantes hoy en la ciencia, la filosofía, el arte y la historia, el pensamiento no es una mera reacción hacia el mundo exterior sino que forma parte de los procesos dinámicos de la objetificación humana y que el pensamiento/la mente lo que hace, de hecho, es anticipar la realidad.

Se establece una analogía entre el ordenador y lo humano, en la que el cuerpo humano se equipara al hardware, mientras que los programas (el conocimiento, la capacidad técnica, la sensibilidad y el aprendizaje artístico, etc.) componen el *software*, encargado de resolver problemas. Pero esta analogía es defectuosa desde varias perspectivas, puesto que el ser humano es su propio problema y siempre genera nuevos problemas en los que, a través de la praxis, proyecta su ser y su autoconstitución en la realidad.

Las raíces del conocimiento humano se encuentran en los procesos/ acontecimientos de la vida, no en los procesos lógicos, estéticos o de otra índole. Participamos en la creación de la realidad por el hecho de que continuamente expresamos nuestra propia realidad (estructura biológica, sentimientos, habla, etc.) a través de acciones socialmente integradoras. En este sentido la mente, en contacto con otras mentes, es nuestra reprogramación y reestructuración. Por lo tanto, no existe la mente individual o

La afirmación de que las mentes tienen tan sólo una existencia relacional contiene matices de crítica pues sugiere que es preciso trascender el modelo que describe las operaciones de la mente según sus distintas funciones para adoptar un modelo basado en las relaciones *dinámicas*. Sólo podemos averiguar lo que es la mente si consideramos la interacción entre varias mentes. Adoptando una formulación aún más tajante ello equivaldría a declarar que conocer la mente significa saber cómo interaccionan las mentes.

No es difícil identificar la progresión de sistemas explicativos importantes que tratan de analizar cuestiones relativas a la mente. A veces se los denomina "filosofías" o, en el caso de quienes tienen fuerte propensión a la cultura europea, *Weltanschauung*, y encarnan tendencias históricas de mayor amplitud ya que se encuentran integrados en la actividad práctica del ser humano. No es de extrañar que el modelo de información-procesamiento sea el más reciente de la serie, pero sí resulta sorprendente que ciertas explicaciones previas, algunas de las cuales se remontan a las culturas conocidas más antiguas —hebraica, griega, egipcia, china, india⁵, etc.—

aislada (o aislable), sino tan sólo mentes que llevan a cabo el proceso de identificación mutua.

⁵ Egipto: El conocimiento de la anatomía, manifiesto en la experiencia del embalsamamiento, junto con el conocimiento matemático y mecánico, constituye un contexto favorable para tratar de analizar la mente. Creían que el ser humano está compuesto por varios elementos independientes: el cuerpo natural, el cuerpo espiritual, el corazón, el doble, el alma, la sombra, la envoltura intangible del cuerpo, la forma, el nombre. El cuerpo (*khat*) se pudre (las piedras devoran la carne; *sarcófago*, la palabra griega que designa a los ataúdes de piedra utilizados por los egipcios, significa "que come la carne"). El cerebro, que al morir no tiene sangre, no se considera demasiado importante. El corazón es el centro de la vida y el origen del bien y del mal. La mente (*khu*) viaja al cielo en cuanto concluyen las plegarias entonadas junto al cadáver. El contexto religioso es muy fuerte. Los dioses (en Egipto y Babilonia) hablan, muestran una inteligencia y unas pasiones de índole humana y respetan unas normas morales.

Grecia: Debido principalmente a que es un conjunto de tentativas no sistemáticas de comprender el cuerpo humano, la herencia griega es en realidad una enorme colección de metáforas. Homero alude a la ubicación de las funciones cognitivas o emocionales utilizando asociaciones concretas (el pensamiento y el sentimiento de los hombres está conectado con los pulmones *-phrenes-*, término que después designará al diafragma en general). Alcmacon, filósofo natural presocrático, de hacia el siglo V a.C., muestra interés por el ojo (y demostró que estaba conectado con el cerebro). Empédocles y Demócrito presentaron analogías con objetos exteriores al cuerpo humano. Con el transcurso del tiempo, la investigación superó el estadio de la contemplación y como sabemos por el Corpus hipocrático se diseccionaron y estudiaron cuerpos de animales. Aristóteles, de quien hemos heredado la premisa del modelo representativo, consideraba el corazón como centro de toda nuestra vida y llegó a relacionarlo con los sentidos del gusto y del tacto; al tratar de explicar el sueño describió el desplazamiento de ciertas

se vean simplemente traducidas a términos de procesamiento de información o sean redescubiertas en nuevas explicaciones ofrecidas en alguno de los dialectos del lenguaje de la ciencia contemporánea de la información o en lo que ha dado en llamarse "jerga informática".

Al igual que la teoría del "big bang" para el inicio del universo, el lenguaje de la mente (*lingua mentis*) es una noción relativamente antigua, reavivada en ese contexto en que las ciencias y las humanidades se convierten cada día más en disciplinas computacionales. Evidentemente, los intentos de producir modelos computacionales de la mente (sean algorítmicos o conexionistas) están a la orden del día.

sustancias entre el corazón y el cerebro. Los biólogos alejandrinos Herófilo y Erasístrato, del siglo III a.C., dan las primeras descripciones de la estructura del cerebro, del corazón, del ojo (en el que identifican cuatro diafragmas) y del sistema nervioso. Rufo y Galeno prosiguieron esta línea de investigación y comunicaron los efectos de las incisiones en las facultades animales.

India: Su tradición puede resumirse diciendo que tiene por objeto estudiar cómo debe describirse, educarse y desarrollarse la mente a fin de alcanzar la meta de la iluminación. El contexto conceptual, notablemente uniforme, deriva de la interacción con inquietudes de tipo religioso. *Samsara* -el ciclo de la reencarnación- es la noción de que todo ser humano vive varias vidas, que pueden desarrollarse aquí o en cualquier otro lugar. *Karma* -acción- es la idea de que la acción causa *samsara* y la experiencia que la acompaña; la naturaleza moral de una acción determina la felicidad o el sufrimiento que de ella se derivarán. *Moksa* -liberación (nirvana en el budismo)- alude a la huida desde el *samsara* hasta un estado de libertad final y conocimiento transcendental. La actividad mental siempre está relacionada con una valoración moral. Parece que, idealmente, el ser humano desea calmar la mente (yoga es el cese de la actividad mental), activada por la presencia del ser real (llamado "purusa", persona). La conjunción del purusa y del aparato sensorial se equipara a la de dos hombres, uno cojo y otro ciego, incapaces por separado de moverse y ver, pero capaces juntos de progresar (y alcanzar la iluminación). Es evidente que esta sucinta presentación esquematiza un sistema filosófico superior probablemente a cualquier otro en complejidad e implicaciones.

China: Las primitivas ideas chinas se apoyaban en explicaciones animistas. Confucio y sus seguidores propusieron un sistema filosófico basado en el pensamiento correlativo. Los objetos y fenómenos del universo se consideraban pertenecientes a grupos y aparecían gobernados por principios superiores. Los cambios de grupo se producían de uno en uno y en relación con otros. El ejemplo más conocido es el del Yin y Yang, que muestra el cambio de las relaciones emparejadas. Otros sistemas aludían a las Cinco Fases, utilizadas en entidades correlacionadas divisibles por cinco, los Diez Tallos Celestiales y las Doce Ramas Terrenales (éstas empleadas para calcular el calendario). Lo físico y lo emocional se consideran formando una unidad. En cuanto a las cuestiones relativas a la mente el enfoque es orgánico. El corazón, o la mente (*xin*), se opone a las cosas (*xu*). El estudio de la mente (*xin xue*) sugiere que el ser humano debe esforzarse en alcanzar la sabiduría. La ausencia de dicotomía cuerpo-alma es probablemente la característica más sorprendente de esta tradición.

Hace siglos que el hombre intenta reproducir los rasgos características de la mente. El interés actual depende de buena parte del trabajo realizado en el pasado por científicos, médicos, biólogos, químicos, filósofos e incluso artistas y escritores.⁶ Algunos de los programas informáticos de mayor éxito, así como algunas de las redes neuronales más convincentes que muestran esa cualidad concreta de la mente que llamamos "inteligencia", se basan en explicaciones y descripciones que se remontan a una época en que la tecnología no podía llevar a cabo más que una actividad mecánica. Si mencionamos aquí este hecho no es para desacreditar el valor de los logros alcanzados por la investigación actual, sino para indicar que la obsesión del hombre por la mente ha dado como resultado una impresionante acumulación de observaciones, datos, hipótesis, teorías e incluso diseños de máquinas mentales.

La dificultad no reside en el hecho de que no dispongamos del conocimiento suficiente para basar en él nuestro trabajo, sino en que la historia de este tema está tan sobrecargada⁷ que el esfuerzo principal ha de consistir en eliminar lo inútil, lo insignificante y lo que puede inducir a error. Cosa, me temo, más fácil de decir que de hacer, porque lo que realmente no sabemos es *por qué* queremos conocer la mente y *qué* queremos hacer con ese conocimiento.

Entre las múltiples razones que explican nuestro deseo de conocer la mente, la más característica de este momento es la esperanza de que en cuanto sepamos mejor cómo funciona la mente podremos comprender mejor la inteligencia y la creatividad y a partir de ese punto, averiguar cómo utilizar dicho conocimiento. Está claro que el hombre no sólo construirá artefactos dotados de características definibles como "inteligentes", sino que también deducirá del conocimiento de la mente todos los aspectos de la existencia en los que ésta participa. Todo ello exige que analicemos con mayor detalle los diversos niveles en que tiene lugar nuestra percepción y comprensión de la mente.

⁶ JOHN MILTON. "La mente es su propio lugar y en sí misma/ puede hacer un cielo del infierno y del infierno, un cielo."

PERCY BYSSHE SHELLEY: "Las cavernas de la mente son oscuras y sombrías, o están invadidas por una luz extraordinariamente brillante, pero que no resplandece más allá de las puertas de entrada".

⁷ Véase *The Oxford Companion to the Mind*, RICHARD L. GREGORY, Ed. Oxford University Press, 1987. p. 856.

LOS NIVELES DE LA MENTE

Existen varios niveles que nos permiten descubrir realidades relativas a la mente. Uno es el nivel individual: ¿Cómo funciona *mi* mente? Pero inmediatamente surge la pregunta: ¿Cuándo? ¿En qué momento? Porque el funcionamiento de las mentes en general es algo que no existe. Las mentes son circunstanciales y sabemos, gracias a la observación sistemática o mediante pruebas anecdóticas, que las grandes mentes, identificadas como tales por su capacidad creativa, fracasan a veces al tener que manejar asuntos triviales. Y existen también mentes a las que jamás se les ha supuesto la menor aportación creativa, capaces de manejar casos extremos con un rendimiento máximo. Si conocer la propia mente individual significa comprender de qué modo nos relacionamos con los demás, en tanto que individuos, de ello se sigue que tales casos extremos corresponden a una situación concreta, en la que lo disponible (el potencial humano) y lo necesario (en un momento dado) se corresponden. La realidad de nuestra existencia —a nivel biológico, social o cultural— y la dinámica de nuestra experiencia se ponen de manifiesto en la praxis humana. Sabemos quiénes somos, es decir, conocemos nuestras mentes en virtud de que tenemos conciencia de lo que hacemos.

El segundo nivel está representado por nuestra interacción con los demás. Ello significa comprender que por mucho que queramos hallar una mente humana universal, siempre encontraremos mentes —mentes individuales— que son diversas e irreductibles a otras. La abstracción de la mente, que el hombre ha intentado alcanzar mediante un análisis complejo de lo que es común a varias mentes que interaccionan, es una consecuencia que deriva de pasar por alto la naturaleza específica de los contextos como factores determinantes del funcionamiento de las mentes humanas. Defino la mente como el sentido (el sexto sentido) del contexto. Las mentes sólo pueden comprenderse dentro de su realidad dinámica. Una mente atascada en una circunstancia concreta de su interacción con otras mentes deja de ser una mente. La realidad subyacente a la constitución y a la interacción de la mente es la de un proceso.

El tercer nivel corresponde a las categorías de la mente. Como hemos visto, estas categorías son resultado de las circunstancias de la existencia y el trabajo humano y pueden definirse mediante el concepto más amplio de la experiencia. Las categorías de la mente son las categorías de las experiencias distinguibles, y pueden expresarse a través de las formas distintivas de la inteligencia que

muestran los seres humanos en su vida práctica (véase Gardner⁸). La variedad de la praxis humana y su dimensión racional inherente reflejan en primer término nuestra propia diversidad. Tan sólo ahora empezamos a darnos cuenta de que el concepto de un denominador común —la inteligencia— era bastante ingenuo.

El cuarto nivel es el de la identidad, esto es, el de la interacción real entre las mentes. Refleja la condición relacional de nuestras mentes en el sentido de que éstas son los medios de la interacción y del intercambio de información, relacionada con la experiencia humana. Las relaciones lógicas describen de qué modo se relacionan entre sí diversas entidades (de igual o de distinta naturaleza). Por extensión, las relaciones describen la naturaleza de cualquier cosa que una o aleje nuestras mentes. La lógica de las relaciones, y no la lógica formal o simbólica (más apropiada para describir las funciones de nuestra mente), es un medio adecuado para describir la naturaleza de la interacción entre las mentes. No obstante, antes de describir una cosa debemos comprenderla.

Es la segunda vez que aparece en estas páginas la noción de comprensión y también la segunda vez que me siento obligado a subrayar los peligros inherentes a los mecanismos explicativos previos. En ambos casos el peligro reside en el concepto de representación, tan arraigado en el pensamiento occidental, así como en la filosofía implícita en que éste se basa (fundamentalmente el dualismo de Descartes⁹), que sirve de fundamento a la casi totalidad de los esfuerzos contemporáneos por reproducir la mente. ¿Son las mentes representacionales? ¿Trabajan con representaciones? ¿Generan las mentes representaciones?

En primer lugar, si no establecemos una definición que nos permita ponernos de acuerdo, el concepto de representación como tal puede inducir a error. Yo considero la representación como el acto de re-presentar, es decir, de volver a presentar algo con la salvedad de que esa presentación puede ser totalmente distinta de lo que representa, pero que aun así puede entenderse como relacionada de algún modo con ello. Para aprovechar los resultados que la representación ha hecho posibles —desde los signos

⁸ HOWARD GARDNER. *Frames of Mind: The Theory of Multiple Intelligences*. Nueva York, Basic Books, 1983.

⁹ "El mismo problema... debe ser representado por completo a la imaginación mediante diagramas pues de ese modo será percibido con mayor claridad por el intelecto". RENÉ DESCARTES. *Rules for the Direction of the Mind*. 1628.

pictóricos hasta el formalismo matemático— no quiero rechazar totalmente esta noción, pero debo redefinirla con objeto de evitar sus limitaciones intrínsecas (en particular el dualismo y el método reduccionista que el dualismo introduce como principio universal).

La representación supone un acto de reconocimiento: se considera que el presentador (esto es, un nombre, una fotografía, un acento) es algo relacionado con lo que representa (alguien que lleva ese nombre, se parece a la fotografía, habla con ese acento) y que como tal supone una relación. Las representaciones pueden tener distintas funciones: la evocación, la estimulación, la información y la asociación, entre otras, que no siempre se encuentran bajo el control total del codificador y que no siempre son transparentes para los que participan en la descodificación de una representación.

En cuanto que tales, las representaciones son dispositivos funcionales que constituyen el mecanismo subyacente del conductismo. Una buena tipología sistemática de las representaciones fue la propuesta por Charles Sanders Peirce¹⁰: 1/ las representaciones basadas en la interacción directa entre lo representado y el representante (llamadas "representaciones indécicas" e ilustradas por las huellas dactilares, la dirección del viento o el gesto de señalar como sentido del movimiento); 2/ las representaciones basadas en el parecido (llamadas "representaciones icónicas" e ilustradas por una fotografía o un dibujo de alguna persona, o un gráfico); y 3/ las representaciones basadas en convenciones establecidas, llamadas "símbolos".

Las mentes son expertas en el procesamiento de todos y cada uno de esos tipos de representación pero las mentes humanas, identificadas en el contexto de la cultura, son especialmente hábiles en el procesamiento de símbolos. Esta afirmación lleva consigo la inmediata y necesaria distinción de que los símbolos no son convenciones arbitrarias; están constituidos y presentados por mentes en interacción y son representaciones dinámicas. Efectivamente, los signos indécicos son estables y son resultado de las inducciones (observaciones en el tiempo). Las representaciones icónicas, aunque se ven afectadas por el tiempo, conservan una serie de correspondencias entre lo representado y la verdadera representación; son consecuencia de las comparaciones, por ejemplo, a través de la deducción. Los símbolos surgen como abducción (hipótesis)

¹⁰ CHARLES SANDERS PEIRCE. *The Collected Papers of Charles Sanders Peirce* (C. HARTSHORNE Y P. WEISS, Eds.) Cambridge, MA. The Belknap Press of Harvard University Press. 1931.

cuando, en la interacción entre las mentes, se alcanza una masa crítica.

La representación como modelo de la mente conduce al conductismo y halla justificación en una evaluación conductista. En pocas palabras, el conductismo comprueba que una cosa es una comprensión de una descripción (en este caso, la teoría representacional de la mente) si se comporta como si tuviera esa descripción. La circularidad del argumento de la comprensión afecta a la significación del argumento. Proyecta un concepto de la mente basado en representaciones mentales discretas que corresponden a un mundo bastante estático. En una sección posterior dirigiré mi crítica contra esta cuestión.

LA MASA CRÍTICA

La relación entre las mentes se torna constitutiva de cada una de ellas cuando se alcanza una masa crítica. Así las mentes se identifican en el mundo físico, en el entorno social, en el reino espiritual y en un contexto cultural (definidos como artificiales, es decir, como productos del arte humano en el sentido más amplio del término). Éste es el macronivel de nuestra mente.

La masa crítica sólo puede definirse en relación a las circunstancias de la interacción, lo cual explica por qué defino la mente como el sentido del contexto. No estoy hablando de cifras (cuántas mentes componen la masa crítica) ni tampoco pienso en una simple suma o en una medida de longitud (longitudes de mentes en una serie).

La masa crítica —metáfora tomada en préstamo a la física nuclear— corresponde a la naturaleza y a la complejidad de las relaciones que se establecen entre las mentes. La masa crítica que conduce a las relaciones, a través de las cuales se identifican las mentes, depende de la naturaleza de la interacción, de las características de los sujetos que interactúan y de la naturaleza de las relaciones que se establecen. Es un coeficiente dinámico que resulta del mundo compartido por unas mentes que interactúan entre ellas. Este mundo compartido integra, pero no se puede reducir al espacio de la co-presencia física (si es que la hay), al tiempo como intervalo de la interacción o a cualquier convención compartida que componga el sistema simbólico. La co-presencia física no da como resultado la identificación y la expresión de las mentes. Además, en circunstancias concretas, la co-presencia física podría incluso impedir la constitución dinámica de la mente. Piénsese

solamente en aquellas manifestaciones masivas (en el III Reich de Hitler, en la Plaza Roja durante la época de Stalin y después, en los años 60, en universidades de todo el mundo, o en cualquier ritual de odio, intolerancia y fanatismo de nuestro mundo de hoy, de activismo oportunista) que nunca han constituido otra cosa más que una expresión del instinto, la irracionalidad y el dogmatismo. Pero los ejemplos negativos, salvo que permiten aprender con rapidez una lección relacionada con el sentido de algunos sucesos, no constituyen una teoría aunque sí pueden convertirse en argumentos para llegar a construirla.

Apartándonos de los ejemplos negativos y dirigiéndonos hacia la experiencia positiva adquirida, sabemos que se alcanza una masa crítica en la educación (obviamente no representada por un aula repleta de alumnos en la que el profesor se halla sustituido por una sofisticada instalación de vídeo), en la formación de una comunidad (que comparte valores religiosos, políticos o culturales) o en la fundación de una familia. Sócrates estaba convencido de que la educación es una relación de uno a uno, la única mediante la cual se forma una mente. Platón¹¹ creía conocer el tamaño óptimo del estado ideal y la forma óptima de gobierno en los que se constituirían interrelaciones para el bien de todos. Las utopías se construyen sobre el supuesto de que existe una norma general para alcanzar y mantener la masa crítica. Yo, personalmente, quisiera evitar toda formalización para establecer la masa crítica, pero no sin decir que la razón que me impulsa a ello no es la falta de confianza en las representaciones formales.

El macronivel en que se alcanza (o no se alcanza) la masa crítica está relacionado con el micronivel (el del cerebro). Como veremos, la complejidad del cerebro se refleja parcialmente en el número de sus componentes y en la red de interacciones que se establecen entre ellos. Se trata de un conjunto de elevada cardinalidad (el número de miembros es excepcionalmente elevado) y por consiguiente los miembros (en este caso las neuronas y las sinapsis) pierden identidad. No obstante, el mapa de conexiones refleja lo que definiremos como experiencia individual (en particular, el aprendizaje). Las posibilidades de alcanzar la masa crítica aumentan cuando las mentes interactúan sobre el telón de fondo de las experiencias compartidas. La relación entre el macronivel y el micronivel puede definirse a través de lo que procesan realmente nuestras mentes una vez que se encuentran establecidas en la interacción a través de la cual se

¹¹ PLATÓN. *La República*.

alcanza la masa crítica.

¿QUÉ TIENE DE ERRÓNEO EL PARADIGMA DE LA REPRESENTACIÓN?

"Sabemos más de lo que somos capaces de decir"
*Michael
Polanyi*

Esta pregunta vuelve a poner sobre la mesa la cuestión de la representación, asunto crítico no sólo porque construimos máquinas para procesar representaciones —la premisa es que una buena representación de un problema constituye ya una solución— sino porque algunos creen que si comprendemos lo que son las representaciones comprendemos lo que es la mente. ¿Cuánta representación puede tomar parte en el intento de una mente de conocerse a sí misma? ¿Es la mente parte de la mente que desea conocer, o sufre algún tipo de división, como si fuera una copia (representación) de sí misma proyectada en la realidad virtual cuyo original contempla la copia y hace algunas inferencias? O bien, para continuar con el argumento original (que es la existencia de la mente tan sólo en relación con otras mentes), ¿es la interacción una representación o una realidad? (Evidentemente las representaciones constituyen una realidad en sí mismas, incluso como realidades virtuales). Esta serie de preguntas puede prolongarse, si bien el espacio de nuestras dudas empieza a desprender olor a especulación.

Peirce¹² definía la intuición como una "cognición no determinada por una cognición previa", es decir, no representacional. También afirmaba que la noción que tenemos de nosotros mismos es el resultado de una inferencia. Dado que no se basa en un conocimiento previo, esta inferencia debe ser resultado de otra cosa —precisamente de la *instanciación*—, esto es, de representaciones de nosotros mismos antes de que las externalicemos, antes de que las compartamos con los demás, antes de que se conviertan en nuestro lenguaje o en cualquiera de los sistemas de signos (visual, auditivo, olfativo, etc.) que utilizamos. Este proceso es un proceso de autoconstitución que llevan a cabo nuestras mentes al interactuar cuando nos proyectamos a nosotros mismos en la realidad de nuestra existencia física. El micronivel de la mente es el nivel de esa autoconstitución, que no es representacional sino experiencial, y que posee una

pauta de autosimilitud y la condición de una configuración dinámica. En otras palabras, no existe una estructura lógica inherente sino tan sólo una proyección de lo que es inherente en el entorno de nuestra existencia. Esta existencia tiene la naturaleza de un continuo, que exige que seamos, que encarnemos, nuestras representaciones.

Todos estos elementos se describirán con mayor detalle aún. Permítaseme empezar con el carácter anticipatorio de nuestras mentes. La realidad física del ser humano (en una palabra, nuestro cuerpo) es mucho más estable que la realidad de la mente. Tuvieron que pasar millares de años para que notásemos cambios de estatura, anatomía y fisiología, así como cambios concomitantes de las funciones del organismo. En cambio, se tarda muy poco tiempo en notar los cambios de la mente. Podría decirse que el "hardware" (el cuerpo) es relativamente invariable. De todos modos nuestra relación con el mundo tiene lugar a distintos niveles, uno de los cuales es el nivel del cuerpo. Hay interacciones directas, como las que se manifiestan en el ritmo de nuestro movimiento cuando subimos una montaña o caminamos por una superficie helada. Y hay relaciones mediadas, como las que establecemos con otros seres humanos o con las herramientas (sean materiales o espirituales) que empleamos. Las herramientas se definen aquí como los artefactos que utilizamos en nuestra experiencia práctica, tanto si esta experiencia tiene lugar en el entorno biofísico de nuestra existencia o en el entorno conceptual de nuestra existencia espiritual. En ambos casos nuestra mente se halla presente en cuanto que sustancia de nuestra autoconstitución continua. Nos proyectamos a nosotros mismos en la comprensión de las circunstancias: tanto si nos preguntamos ¿por qué aminoro el paso cuando subo una montaña? como si lo hacemos sin preguntárnoslo; tanto si tardamos un rato en entender lo que nos dicen los demás; tanto si nos reflejamos en la naturaleza de las herramientas que utilizamos o simplemente las usamos para alcanzar algún objetivo. Encarnamos tanto las interacciones directas como la interpretación de las relaciones mediadas, proyectando así nuestro sentido de continuidad sobre el telón de fondo de unos contextos que varían. Cada opción nuestra previa a una acción, nace en un terreno de infinitas posibilidades que se caracterizan en función de las relaciones potenciales a través de las cuales se constituyen e identifican las mentes.

La teoría matemática de los sistemas dinámicos introduce, entre otros, el término de "configuración". A la vista del significado que tiene actualmente esta palabra en el campo de la informática —la estructura

¹² C.S. PEIRCE. *Collected Papers*, 3. 567.

de un sistema y las conexiones entre sus componentes-, las mentes pueden, a mi juicio, describirse apropiadamente como configuraciones sucesivas, todas ellas en anticipación de sucesos y acontecimientos y que respetan pautas de similitud (que explican la noción de personalidad) y de escalamiento (que explican la noción de los tipos humanos).

Las mentes existen en anticipación a las contingencias, a los contextos futuros, otra razón para que me atreva a llamarlas "el sentido humano del contexto". La cuestión de la autosimilitud —cómo y hasta qué punto perciben las mentes la semejanza- y sus repercusiones se analizará en detalle cuando se aborden las dimensiones de la mente. Antes, permítaseme analizar con mayor finura y detalle el aspecto configurativo y sus consecuencias.

En realidad, el micronivel de la dinámica de la mente no puede dissociarse de la realidad biológica del cuerpo y el cerebro humanos. Pero como posiblemente el lector ya habrá notado, mi interés se centra en la mente, no en el cerebro o en el cuerpo, aun cuando esté de acuerdo en que para entender la mente humana es necesario conocer el cuerpo y el cerebro. No obstante, es demasiado temprano, dada la línea de pensamiento que sigo, para abordar el nivel biológico, especialmente porque la realidad física del cerebro y el complejo funcionamiento del organismo (en particular del sistema nervioso) son condiciones necesarias pero no suficientes para que se produzca la aparición de la mente.

Incluso el intento de explicar el funcionamiento del cuerpo humano sin explicar el papel que desempeña la mente en el rendimiento específico del cuerpo no consigue llevarnos más allá de lo que ya han explicado con anterioridad las teorías mecanicistas del ser humano. La naturaleza de los procesos biológicos del cerebro y la del funcionamiento del organismo hacen que las inferencias que hacemos a partir de esos procesos en relación a la mente sean relevantes tan sólo en el contexto de la interacción mental (como en el aprendizaje, la evaluación, la planificación, etc.) Si existen leyes que gobiernan el macronivel de las relaciones mentales, es, por decirlo con suavidad, sumamente improbable que las derivemos del micronivel, es decir de las leyes de la macroestructura o microestructura biológica. Me atrevería a aventurar la hipótesis (y después a proporcionar datos obtenidos en la investigación) de que las mentes conducen el cerebro y el cuerpo y determinan la naturaleza de los procesos biológicos aceptables o inaceptables.

Esto refleja la naturaleza autopoyética¹³ de la totalidad del ser humano, es decir, el carácter autoconstitutivo de nuestra existencia. No somos representaciones sino entidades biológicas que constituyen sus características en el curso de la experiencia práctica. De ahí que sea totalmente irrelevante considerar al ser humano como una "máquina" que produce representaciones, a menos que amplíemos el concepto de representación obligándole a incluir la proyección de nuestra propia experiencia y constitución en la entidad representante y consideremos la representación como un continuo, esto es como un proceso no digital sino analógico.

Así pues, si formamos parte de nuestras representaciones y también de nuestra interpretación de las representaciones, lo que en verdad hacemos es conferirles la realidad de nuestra existencia. Al mismo tiempo convertimos la existencia del mundo en dependiente de nuestra autoconstitución. Tales representaciones ya no son relevantes como entidades individuales, sino como redes que corresponden a la totalidad del contexto en que se generan. Estas redes no reflejan el contexto tal y como aparece sino tal y como nosotros lo anticipamos en función de nuestras necesidades, deseos y esfuerzos.

Las mentes existen en anticipación de imágenes, sonidos, acontecimientos mitemágicos, ceremonias políticas, principios jurídicos y síntomas (meteorológicos, médicos, mecánicos, etc.) La abstracción de una enfermedad (una red de síntomas asociados y etiquetados/categorizados de acuerdo con la experiencia) y la tipología de los síntomas son producto de configuraciones mentales. Tienen tendencia a cambiar tan pronto como nuevas experiencias prácticas relacionadas con el desequilibrio biológico, así como con nuestros intentos de corregirlo, justifican dicho cambio. La enfermedad como tal no existe; tan sólo existe la "huella dactilar" de un desequilibrio biológico, la interpretación del desequilibrio como elemento de la constitución de la mente y de la tentativa de corregirlo mediante una experiencia práctica controvertida (conocida hoy con el nombre de "medicina"), que de este modo se convierte en elemento integrante de la interacción mental. El tiempo meteorológico, por poner otro ejemplo, no es bueno o malo con independencia del contexto dentro del cual nos interese averiguar algo

¹³ "Lo que proponemos es que el mecanismo que hace que los seres vivos sean sistemas autónomos es la autopoiesis." Véase HUMBERTO R. MATURANA, FRANCISCO J. VARELA. *The Tree of Knowledge. The Biological Roots of Human Understanding*. Boston y Londres, New Science Library. 1987, p. 48.

relacionado con él.

Este contexto puede ser práctico (el tiempo en cuanto que relacionado con la agricultura, con el transporte marítimo, con el lanzamiento de un satélite) o simbólico (cómo relacionamos las emociones con las tormentas o la paz con una fina y prolongada lluvia de primavera). Un último ejemplo: los mitos están constituidos para propósitos prácticos y la magia se convierten en una dimensión de nuestra existencia cuando las mentes seleccionan, de entre todas las configuraciones anticipatorias, las que relacionan lo comprendido (de nuevo una red de comprensiones) con una experiencia que supera y trasciende al ser humano.

Los que están acostumbrados a interpretarlo todo como representación de algo y no como una experiencia humana constituida, que interpretamos convirtiéndonos en parte integrante de ella, suelen preguntar hasta qué punto es adecuada la representación en lugar de continuar la experiencia. Las mentes como configuraciones existen en anticipación a toda imagen o texto en el sentido de que se apropian de esas imágenes o textos y los convierten en elemento integrante de la dinámica de nuestra propia experiencia.

Respecto de lo anticipado, las mentes nunca son neutrales. Podrían constituir deseos, objetivos, esperanzas, prejuicios o cualquier otra cosa que intervenga en el modo en que salvamos la distancia entre estados presentes y estados futuros. Este presente puede confirmarse o bien puede conducir a nuevas configuraciones, como las que corresponden a los guiones apropiados para el peor de los casos: "Prepárate para..." Tengo la suposición de que cuando Heráclito (citado por Diógenes) dijo: "Mucho conocimiento no enseña a comprender" seguramente pensaba que las cosas o los acontecimientos no los comprendemos almacenando, recuperando o emparejando conocimientos, sino "lanzando redes diversas" en anticipación de preguntas, situaciones y decisiones que es preciso tomar.

Es probablemente necesario insistir en el significado de esta crítica de la representación. Sugiero que nuestra teoría de la representación debe fundamentarse en la idea de que las representaciones tan sólo reflejan una pequeña parte de nuestra experiencia y que, para comprender mejor nuestra propia naturaleza y los parámetros de nuestra existencia, es preciso que consideremos no sólo los mecanismos reflexivos sino también los mecanismos constitutivos y comunicativos que se relacionan con la experiencia humana.

Estos tres aspectos están conectados entre sí y corresponden a la condición relacional de nuestra existencia integrada. Nuestra vida práctica, sea física o espiritual, siempre presupone una relación básica triádica: los elementos relacionados (*a* y *b*, tales como dos individuos, grupos o entidades mayores) y la relación en su determinación concreta. Por consiguiente, no podemos limitarnos a interpretaciones de representaciones (suficiencia, en principio) sino que en la interpretación hemos de considerar nuestra propia proyección (la proyección de nuestra realidad biológica, social, cultural, etc.), así como la comunicación que en ella tiene lugar. Por decirlo con otras palabras, las representaciones (en particular las mentes) no son exclusivamente continentes de información o de conocimientos relativos a cosas o acontecimientos; se completan a través de nuestra participación en la interpretación de esas representaciones y se comparten a través de sucesivos actos de comunicación. Esta integridad tiene lugar en todo caso concreto que exija nuestra vida práctica y da como resultado la proyección de nuestro cambio continuo en un continuo de expectativas, deseos y esfuerzos cambiantes.

Así, cada una de las mentes existe en anticipación a las representaciones, en el sentido de que es una perspectiva a través de la cual se interpretan las presentaciones y es también un ejemplo de aproximación (que es su comunicación) con fines prácticos. Las mentes también segmentan el continuo y definen terrenos concretos dentro de los cuales pueden alcanzarse la coherencia y la integridad. Esta segmentación corresponde a exigencias prácticas y también representa una forma de anticipación. Los terrenos concretos resultantes son configuraciones de distinta naturaleza, que poseen una dinámica limitada pero aun así perceptible. Una vez constituidos, se mantienen en relación con el continuo de la práctica humana y constituyen un marco referencial.

Las mentes facilitan la comprensión de contextos en el sentido de que encarnan la pre-comprensión (que podríamos denominar prejuicio siempre y cuando eliminemos la connotación negativa de este término) o la intencionalidad, así como las condiciones de la existencia según las cuales reconocemos cualquier contexto dado. Las mentes buscan en el terreno de lo posible y nos permiten elegir, de tal modo que lo posible se convierte en real en el caso de la interacción entre mentes. Las mentes aluden a acciones y son el centro de nuestra actividad y no sólo de nuestra existencia contemplativa (el "cogitare", como la llamó Descartes). Por lo tanto, las mentes tienen una naturaleza práctica, que se encarna en las

configuraciones anticipatorias a través de las cuales adquieren vida cuando las personas interactúan al tiempo que proyectan su propia identidad en el entorno de su existencia. La iniciativa, la adaptabilidad y el deseo humano de saber son resultado de la interacción con los demás y se apoyan en nuestra dote biológica. Pero hallan expresión en el hecho de que somos lo que comprendemos de los demás.

Respecto de mi afirmación de que las mentes existen en anticipación de acciones y acontecimientos del mundo, y no meramente como reacción a dichas acciones y acontecimientos, pueden utilizarse dos métodos que la demuestran: 1/ el análisis de datos pertinentes con relación al tema; 2/ el análisis de los procesos de nuestra continua autoconstitución e identificación.

Ambos incorporan el cerebro a la imagen que acabamos de trazar. (La sección titulada Mentes y Cerebros es sin duda lugar más apropiado para presentar los argumentos en que se fundamentan mis afirmaciones).

Como ya se ha dicho, existe un importante elemento de continuidad -captado en la categoría de sinequismo (de *synechism*, término utilizado por Peirce para designar la doctrina de la continuidad y uniformidad en el universo)- que integra las distintas configuraciones que componen nuestras mentes. Leibniz¹⁴ propuso una máxima que puede aplicarse para entender de qué modo se alcanza la continuidad de las configuraciones: "*Natura non fecit saltus*" (La naturaleza no da saltos). La fase de preparación que mantienen nuestras mentes en sus sucesivas reconfiguraciones elimina, efectivamente, los saltos.

En cuanto que realidad funcional dinámica, nuestra mente mantiene lo que Pylyshyn¹⁵ llamó un "transductor", un "puente que conduce desde lo físico a lo simbólico". Aceptando esta sugerencia, propongo que el transductor está compuesto, entre otros, por un componente de relaciones cableado. En el proceso de reconfiguración continua de nuestras mentes el transductor mantiene el reloj cognitivo sincronizado con la realidad física. Anticipando las repercusiones prácticas del modelo de la mente que propongo, puedo decir que los fenómenos de envejecimiento (de individuos, instituciones, naciones, etc.) pueden considerarse como fenómenos de desincronización y de pérdida progresiva de la capacidad de anticipar y

reconfigurar. Los niños (y todas las formas nuevas de organización), situados en el extremo opuesto del espectro, evolucionan hacia la condición de la anticipación, es decir, aprenden la interacción y de este modo "aprenden" sus propias mentes, adquiriendo la capacidad de evaluar (y autoevaluarse) y también técnicas de planificación.

COHERENCIA E INTEGRIDAD

La coherencia y la integridad humanas, que nuestras mentes buscan, son resultado de la dinámica de las configuraciones sucesivas y de la autosimilitud. Esta coherencia e integridad no se conservan de manera homogénea en todas nuestras experiencias prácticas. La experiencia que utiliza contextos visuales es muy distinta de la práctica lingüística y de la experiencia de los sonidos, de los olores, etc. Por ejemplo —y voy a limitarme a lo visual, en particular a los colores- las camelias blancas deberían verse azules y los narcisos amarillos deberían verse verdes cuando se contemplan a la luz azulada del amanecer. Pero vemos esas flores blancas y amarillas, respectivamente, porque nuestra mente diluye la luz verdadera con la luz del color complementario. La coherencia y la integridad de la experiencia visual no se basan en la coherencia y la integridad del mundo físico sino en la coherencia de nuestras experiencias y por ello en la coherencia de nuestras mentes relacionales.

Las experiencias con el lenguaje son la prueba más clara de lo que acabo de afirmar. Tal y como dice Quine,¹⁶ las frases se enfrentan al test de la experiencia "como un cuerpo colectivo", no una a una. Así pues, el lenguaje encarna el mismo mecanismo relacional y no expresa, al contrario de lo que algunos creen, estados funcionales del cerebro (como deseos, creencias, etc.) Las mentes son relativamente independientes del mundo físico pero dependen de los procesos a través de los cuales se las identifica relacionamente.

Ello es aún más evidente si consideramos los sucesos dinámicos. Un ejemplo que frecuentemente se utiliza es el de la pelota de tenis en movimiento hacia el tenista. Ciertamente, las mentes (de los jugadores, de los espectadores) son independientes de la pelota que se mueve. Pero una vez que la anticipación del movimiento de la pelota queda confirmada a través de la información sensorial, una extraordinaria actuación de nuestra mente permite que

¹⁴ LEIBNIZ. *New Essays on Understanding*. 1704.

¹⁵ ZENON W. PYLYSHYN. *Computation and Cognition: Toward a Foundation of Cognitive Science*. Cambridge, MA/Londres. MIT Press. 1984, p. 292.

¹⁶ WILLARD VAN ORMAND QUINE. *Word and Object*. Cambridge, MA. MIT Press. 1960.

el jugador interactúa con la pelota de una manera sumamente concreta, que, una vez más, es anticipada por los espectadores con numerosas variaciones. (En realidad los espectadores "juegan" su propio juego). En el mundo físico cuanto más próxima está la pelota, mayor es la imagen en la retina. Pero en su anticipación configuratoria las mentes controlan la "curvatura" de las "lentes" permitiendo que se produzca una gradual convergencia de los ejes de los dos ojos. En consecuencia se genera una copia fantasma de la pelota que se acerca, reducida en proporción a la proximidad de la pelota real y así pues vemos una pelota de tamaño constante. Por consiguiente estamos preparados para golpearla de acuerdo con los objetivos anticipados. El genio de un tenista es el genio de la anticipación, no el de la reacción. El hecho de que al final de un juego los espectadores estén a veces tan cansados como los jugadores corresponde a su participación a través de la mente, esto es, a sus configuraciones anticipatorias, puesto que no sólo registran pasivamente lo que ocurre en la pista sino que "juegan" el juego en su infinidad de posibilidades.

Efectivamente, las mentes no son mecanismos de causa y efecto, no son dispositivos deterministas y, cosa mucho más importante a la vista del enfoque actual tendente a emular a la mente mediante máquinas, la mente no es —o no sólo es— un instrumento para solucionar problemas. La obsesión por la representación nos ha inducido a creer que las mentes se activan mediante los problemas que afrontan los individuos y que la prueba final del rendimiento de una persona reside en la manera de abordarlos. En realidad las mentes generan problemas en la medida en que generan nuestra existencia consciente en un mundo de interacciones que dan expresión a nuestra identidad. La interacción humana no es fortuita. Siempre hay un elemento de acuerdo, una obligación recíproca que puede definirse como un compromiso, algo a lo que nos comprometemos.

Las mentes participan de nuestros compromisos recíprocos, como se demuestra en nuestra vida práctica de actividad espiritual o física, haciendo posibles, e incluso necesarios, dichos compromisos una vez que se perciben como característicos de un ámbito sistemático. En este universo de compromisos, la interacción de nuestras mentes se actualiza en el proceso de generar alternativas y ampliar el abanico de posibilidades de elección. Por eso no definiría la actividad de una colmena como prueba de la existencia de la mente de las abejas, que actúan en un ámbito sistemático cerrado. Si en él hubiera

mentes presentes, ese ámbito cambiaría y se generarían alternativas. Como en cualquier universo de anticipación, el universo de las mentes es incompleto y abierto. Todas nuestras máquinas —mecánicas, neumáticas o eléctricas— son por su propia naturaleza, la de ser construcciones del hombre, completas y cerradas.

Cuando la norma de la representación, y por consiguiente el funcionamiento basado en esas normas, son las únicas que se consideran (pasando por alto los niveles constitutivos y de comunicación), el sistema se reduce hasta que alcanza la integridad y puede cerrarse. Las mentes generan y fundamentan distinciones de lenguaje, de comportamiento o de cualquier forma de interacción humana.

Las mentes no distinguen en un mundo preexistente sino que constituyen las distinciones como un modelo de alambre tridimensional del mundo. En este modelo de alambre tridimensional las mentes proyectan las propiedades pertinentes a la experiencia humana en tanto que relacionadas con el contexto. Para alguien que jamás haya experimentado el tenis, el objeto que se acerca no es una pelota y la acción que requiere no es una bolea o un revés sino algo relacionado con la experiencia de evitar una roca que cae o una piedra lanzada por un enemigo. Las mentes no sólo mantienen el tamaño de la pelota sino que también lo recomponen, mientras se mueve tras de la red, como un objeto tridimensional percibido como tal sin que obstruyan su visión los dibujos de la red. En realidad, lo que consigue la actividad de nuestra mente es que percibamos objetos tridimensionales puesto que en nuestros ojos su imagen no es sino una proyección bidimensional. A la vista de la excepcional importancia de lo visual en la interacción que se da entre las mentes muchos han atribuido características mentales a los ojos o los han considerado una prolongación del cerebro.

La constitución y la continua reconfiguración de nuestras mentes tiene lugar en forma de nuevas experiencias que física y espiritualmente forman parte de, desarrollan y hacen que "lo que está en desacuerdo consigo mismo concuerde consigo mismo" (de nuevo Heráclito). Es decir, no sólo comprometen al ser humano sino que también se convierten en algo comprendido. La comprensión y la dinámica de la comprensión por parte de nuestra mente es lo que llamamos "inteligencia". En el marco de la representación, la comprensión y la solución de problemas están relacionadas. Toda nuestra experiencia con herramientas (anticipación de nuevas circunstancias, nuevos objetivos y nuevas acciones

prácticas) es resultado de la comprensión, que es el contenido de la inteligencia. En el paradigma de la constitución, la comprensión pertenece a nuestra naturaleza y a nuestra mente. En la comunicación, la comprensión corresponde a lo que nos une y permite la participación.

La dinámica de la interacción de las mentes confiere a nuestra inteligencia la naturaleza de los procesos, a veces integradores, otras diferenciadores y muy a menudo sintetizadores. Las matemáticas de la ramificación (por ejemplo el proceso de Galton-Watson, el proceso de Markov en los espacios de Hausdorff) y de la difusión (como en el movimiento browniano) son seguramente los instrumentos más fieles de análisis cuantitativo de la procesualidad de la inteligencia.

Más relevante para la comprensión de la inteligencia como proceso son las diversas formas prácticas de la experiencia humana, entre las cuales la educación tiene excepcional importancia. Anticipando las observaciones con que concluyo este artículo, dedicadas a las repercusiones prácticas de estas ideas, permítaseme señalar que una educación centrada en la solución de problemas y que pase por alto los aspectos de síntesis y comunicación es un camino seguro para la neutralización de la inteligencia. Una educación de esta índole pasa por alto la significación del aspecto configuracional de las mentes y el carácter anticipatorio de los procesos a través de los cuales nacen las mentes con la comprensión (conciencia) de su funcionamiento.

El tránsito de las antiguas civilizaciones hebrea y griega a la civilización romana queda sucintamente expresado a través del cambio de enfoque que supone el paso del *logos* a la *ratio*. Pensar como lenguaje es muy distinto a pensar como racionalización. La comprensión, tanto si es lógica (a través del uso adecuado de normas formales de lenguaje), racional (a través del descubrimiento de la *ratio*, la medida de las cosas o de los sucesos y la deducción extraída de ella hacia la funcionalidad) o intuitiva (no mediada por un conocimiento previo) tiene lugar en el tiempo. En el transcurso del proceso de la comprensión la mente compara constantemente las comprensiones de los demás (expresadas en el lenguaje, la racionalidad o la intuición).

Al fin y al cabo la comprensión es el nivel inicial de la interpretación de todo cuanto resulta pertinente para nuestra vida. Requiere la actividad cooperadora de las mentes en interacción y encarna "el beneficio de la duda". (Aceptamos una comprensión tras descontar las diferencias en las medidas aplicadas o en las

intuiciones. Putnam lo llama la "caridad" en la interpretación). Todo lo que esto afirma es que la inteligencia y la mente no son una y la misma cosa y que la inteligencia es un requisito previo para la acción futura. Ello convierte a la inteligencia en un tema válido para el campo llamado inteligencia artificial, en contraste con la mente, que requiere una estrategia explicativa distinta.

Comprender significa alcanzar niveles abstractos de explicaciones que faciliten la selección de una opción concreta en nuestra práctica humana. En lo que hacemos está presente un nivel de abstracción, constitutivo, que explica por qué la imitación de las herramientas que utilizamos nunca será suficiente para reproducir la misma actividad. La iniciativa es muy posiblemente el más abstracto de todos los componentes de nuestra vida práctica. Probablemente el arte ilustra a la perfección el proceso a que me refiero. El acto de pintar, bailar, o cantar es enormemente abstracto. El resultado —la imagen, la danza o la canción determinada— es enormemente concreto e individual (sustrato de originalidad). Poseer el pincel de Picasso o poder fabricar pinceles idénticos al de Picasso no convierte al individuo que lo posea o los fabrique en un Picasso. La abstracción de cada ejemplo de su proceso de pintura escapa hasta de la más compleja explicación. La pintura no se convierte en un ejercicio de inteligencia reproducible sino que sigue siendo una forma de proyectar la propia experiencia en forma de nuevas experiencias.

La infinitud del proceso de la comprensión (desafío a nuestra inteligencia) y de la interpretación es resultado de la condición experiencial del producto y no de sus llamadas "características representacionales". Lo mismo puede decirse de cualquier otra manifestación de la práctica humana. El arte ha sido idealizado en la tradición del romanticismo, y el artista, elegido como poseedor de una existencia excepcional. No obstante, comprender la mente significa también comprender la diversidad de las mentes y de las circunstancias según las cuales algunas pueden considerarse más importantes o significativas que otras. Eso también forma parte del proceso que llamamos "inteligencia".

MENTES Y CEREBROS

Hasta aquí he evitado, pero no excluido, aludir al cerebro. La pregunta, sencilla, de la relación del cerebro con la mente ha quedado parcialmente contestada cuando he dicho que las mentes determinan la naturaleza y el alcance de los procesos biológicos. Pero esta respuesta es demasiado general

y probablemente insuficiente. Mientras se llevaba a cabo esta investigación y se proponían unas hipótesis de trabajo (basadas fundamentalmente en una premisa semiótica), me llamaron la atención unos datos procedentes de la investigación sobre el cerebro (como los que se obtienen a través de MANSCAN -siglas correspondientes a Mental Activity Network Scanner-, del EEG Systems Laboratory) y en particular unos recientes resultados relativos a los procesos biológicos del cerebro pertinentes para el aprendizaje.

1. DESARROLLO SINÁPTICO Y APRENDIZAJE

Poco después de la Segunda Guerra Mundial, Donald Hebb (*Organization of Behavior*, 1949) indicó que el uso repetido de unas neuronas concretas -permítaseme recordar que un cerebro normal está compuesto por alrededor de cien mil millones de neuronas conectadas por medio de axones a otras células del cerebro- produce una modificación a largo plazo en su estructura y facilita la futura transmisión de información entre ellas (como puede leerse en la literatura médica o en cualquier obra aceptable de psicología). El uso al que aludía Hebb es el aprendizaje. También se preguntó de qué modo sostienen el pensamiento las estructuras neurales (pregunta que debe entenderse enmarcada en la opinión de que las estructuras neurales forman el medio en que se materializa la inteligencia humana). Posteriormente William Greenough, que trabajaba con animales recién nacidos a los que sometía a entornos complejos, observó modificaciones dendríticas y sinápticas. También descubrió que privar de estimulación a un cerebro en desarrollo afecta al número de sinapsis e incluso a su tamaño. Sin embargo, tan sólo muy recientemente un grupo de investigadores de la Universidad de Toronto (Ted L. Petit¹⁷ comunicó los resultados en 1987) ha podido demostrar que el aprendizaje causa un efecto directo en la configuración de las neuronas e influye en su maduración.

Pero antes de continuar con las pruebas biológicas que sustentan mis ideas relativas a la mente es preciso hacer dos observaciones:

1. Los cambios que afectan al estado de la mente no se desencadenan partiendo de la materia cerebral hacia la mente, sino que las modificaciones biológicas del cerebro aparecen inducidas desde la propia mente.

¹⁷ Véase *Neuroplasticity, Learning and Memory* (N.W. MILGRAM, C.M. MACLEOD, T.L. PETIT, Eds.). Nueva York, Alan R. Liss, Inc. 1987.

2. Estos cambios dan como resultado nuevas configuraciones biológicas; es decir, la red relacional de las mentes, a través de la cual se expresa cada una de las mentes individuales, determina la configuración del cerebro.

En las páginas que siguen cumpliré la promesa de abordar la cuestión de las configuraciones variables, que corresponde a la mente y al cerebro, y también el aspecto de la naturaleza anticipatoria de la mente. Dentro de este marco presentaré un modelo dinámico de la mente. Las consecuencias prácticas de este modelo original se comentarán cuando se analice el estado actual de las investigaciones en el campo de la inteligencia artificial.

De cada base de neuronas situada en el cerebro nacen dendritas, que tienen forma de ramas retorcidas y sustentan numerosas prolongaciones espinosas conocidas con el nombre de espinas dendríticas. Las células están conectadas con otras células y los axones emiten unas señales químicas que son captadas por las espinas dendríticas. Los puntos de contacto —las sinapsis- permiten que se produzca la conexión. Una neurona estimulada absorbe calcio a través de pequeños poros y lo introduce en el terminal axónico. El influjo obliga a las vesículas sinápticas a liberar neurotransmisores hacia el vacío existente entre el disco presináptico y el postsináptico, los cuales activan el costado dendrítico permitiendo que la información se transmita desde una célula a otra. Está demostrado que los periodos de estimulación de las neuronas del hipocampo van acompañados por una repentina proliferación de sinapsis y un aumento de su diámetro y curvatura. En resumen y en palabras de Petit, "el desarrollo sináptico es una reacción directa a la experiencia del aprendizaje". La afirmación de Petit lleva implícita la distinción entre el nivel de descripción (el procesamiento de la información neuronal para quienes consideran los procesos mentales como una clase de las transformaciones del procesamiento de la información) y el nivel de abstracción que alcanza el ser humano en la vida práctica. El aprendizaje es una de las interacciones a través de las cuales se constituyen las mentes.

El papel que desempeña la mente en la aparición de cambios en el cerebro está reconocido en los datos proporcionados a través de los experimentos, como los comunicados por Petit *et al.* Es probable que a través de la estimulación apropiada de las neuronas puedan también simularse otras formas de interacción (la evaluación y la planificación). La consecuencia directa de dicha estimulación es el aumento de la capacidad de las neuronas de recibir y transmitir

información (afirmación que alude al nivel de la descripción). Aumentar el número de sinapsis en una neurona equivale realmente a aumentar el número de canales de interacción con otras neuronas.

La interacción de la mente con otras mentes al nivel de abstracción que exigen determinados esfuerzos prácticos complejos requiere que se multipliquen los canales de interacción entre las neuronas. Además, el aumento del tamaño de las sinapsis y el aumento de la curvatura del disco sináptico puede provocar la aparición de nuevos neurotransmisores y generar nuevos receptores o poner al descubierto los que se hallan ocultos en la membrana postsináptica. El aumento del grosor de las espinas dendríticas aumenta la capacidad de transporte de dichas espinas, con lo cual aumenta la probabilidad de que el mensaje neuronal que cruza la sinapsis llegue al núcleo de la célula. Así pues, la actividad mental no sólo consiste en utilizar todos los recursos del cerebro sino incluso en multiplicarlos.

La mente no es resultado de reacciones bioquímicas, sino del nivel de abstracción que requieren las exigencias de la existencia práctica del ser humano. Nuestro potencial mental y la plasticidad de las neuronas (la capacidad de hacer que surjan nuevas sinapsis cuando se hallan activadas a un nivel superior al normal) están obviamente interrelacionados. El aprendizaje, como experiencia humana continuada, la evaluación y la planificación ya no son experiencias abstractas sino factores determinantes del desarrollo de la mente.

LA AUTOORGANIZACIÓN

El cerebro es de por sí "alógico y arracional" (véase Margolis).¹⁸ Si una teoría del cerebro es, al fin y al cabo, una teoría física (o biofísica) sumamente difícil, mucho más difícil de formular es una teoría de la mente, precisamente a causa del nivel de actividad en el que puede definirse la mente. Sabemos que el lenguaje da por cierta la existencia de la mente; que el uso que hacemos de la palabra en contextos distintos apenas si indica la identidad "cerebro = mente"; que nuestra existencia, aun cuando esté determinada en muchos aspectos por nuestro rango biológico, es mucho más amplia que éste; que al esforzarnos por comprender nuestro propio funcionamiento somos capaces de reflexionar sobre nosotros mismos, casi separando nuestros pensamientos sobre el pensar del acto mismo del

¹⁸ HOWARD MARGOLIS. *Patterns, Thinking and Cognition. A Theory of Judgement*. Chicago, University of Chicago Press, 1988.

pensar. En resumen, parece que implícitamente reconocemos, junto con el metarreino, el orden superior de la actividad de la mente (con respecto a la del cerebro).

Está claro que en mi argumento existe cierta circularidad, derivada del hecho de que otorgamos a la mente la categoría de los artefactos intelectuales característicos del metanivel, entre los cuales, al menos uno (la mente misma), constituye realmente el objeto de nuestro interés y análisis. Pasar por alto esta circularidad equivaldría a condenar la empresa, añadiendo un ejemplo más a la larga lista de teorías centradas en torno al *homúnculo* (si hay algo que no entendemos o no logramos identificar, ¡lo hace el *homúnculo*!). Reconocer tal cosa sin tratar de influir en su circularidad es gnoseológicamente ineficaz. De manera que la tarea —y muchos otros investigadores han emprendido esta tarea— consiste en dirigirse a su base misma para analizar si la naturaleza circular del argumento no constituye en sí misma una fuente adecuada para comprender mejor el asunto que nos ocupa. El cerebro no "conoce" el mundo en que vivimos ni tampoco nuestro mundo interno. La mente, sí. Y el origen de esta actividad "clasificadora" no es el *homúnculo* sino otras mentes o, hablando de manera más general, nuestra existencia en la red de relaciones que constituyen nuestra experiencia vital (en la cual y a través de la cual proyectamos nuestra identidad biológica).

Evidentemente, lo que D'Arcy Wentworth Thompson¹⁹ llamó "la función del crecimiento" es probablemente la característica primordial del cerebro, al menos en las fases iniciales de su ontogenia. Tal y como han demostrado algunos investigadores, en los nueve meses que preceden al nacimiento se determina la disposición de los componentes del cerebro ("en la superficie de las neuronas brotan dendritas, que se ramifican en todas direcciones y se superponen a otras dendritas", véase Levine.²⁰ Después, a través de la modificación de la fuerza de las sinapsis se forman grupos funcionales. Además, también se sabe que tiene lugar una drástica fase de "podado": llegamos a la infancia con poco más de la mitad del número de sinapsis que teníamos ocho meses después de nacer.

El aumento de la complejidad del sistema del cerebro es sintomático de lo que se ha denominado

¹⁹ D'ARCY WENTWORTH THOMPSON. *On Growth and Form*. Cambridge, University Press. 1968. (Nueva edición del original de 1917).

²⁰ DANIEL S. LEVINE. "Survival of the Synapse", en *The Sciences*, Noviembre-Diciembre, 1988, ps. 46-52.

"autoorganización" y explicado con el lenguaje de los sistemas dinámicos, o lo que H. Haken llamó "sinérgica", Ilya Prigogine "sistemas disipativos" y Maturana y Varela "autopoiesis". El aumento de la organización es consecuencia de la entropía disipadora de un sistema de estas características hacia el entorno. Estos sistemas son materia de investigación en el campo de los estudios sobre vida artificial y prolongación de las matemáticas de los sistemas dinámicos.

La información es una pálida descripción de la organización: los mensajes de elevado contenido informativo son bastante desorganizados. El mensaje, que afecta a la intensidad y la dirección de las sinapsis, queda "grabado", "cableado", en ese sistema profundamente redundante que constituye nuestro cerebro. El valor de los mensajes que intercambian nuestras mentes en el marco de las interacciones que llevamos a cabo al trabajar, aprender, ejercitar, etc., está representado por lo que costaría (si pudiéramos describir el cambio de organización mediante entidades mesurables) derivar un contexto mental mínimo (de sólo dos experiencias humanas distintas) o, imitarlo con algún dispositivo de procesamiento computacional o neuronal, ¿qué tipo de computación o procesamiento neuronal se requeriría a fin de llegar a la misma configuración?

El enorme número de variables necesarias para describir el sistema biofísico del cerebro no es constante puesto que, como hemos visto, a lo largo de la vida de un individuo tienen lugar cambios (de número, intensidad y dirección de las sinapsis). En el lenguaje de la teoría de los sistemas dinámicos, las variables que describen el sistema pueden representarse como coordenadas en un espacio de estado abstracto, generalmente llamado "espacio fase". De ahí que contemplemos un espacio fase con un número cambiante de variables necesarias para describir el cerebro como un sistema. Me atrevería a afirmar que debe existir un espacio metafase (un nivel superior del espacio fase) con un número finito de variables que definen el estado del espacio de las variables cerebrales (esto es, el cambio que sufre el cerebro).

Las descripciones matemáticas del sistema cerebral y las descripciones de la mente son por naturaleza abstracciones simplificadoras. La carga de interpretación de cualquier descripción matemática deriva de la tensión existente entre lo abstraído y la abstracción. El cerebro, como sistema que se autoorganiza, baja su entropía hacia el entorno. Su estado cambia continuamente. En cierto modo el

cerebro es un conjunto de cerebros, cada uno de ellos dotado de su propio estado. Dentro del cerebro es probable que algunos modos dominen a otros, por lo que la estabilidad puede alcanzarse en estados de simetría rota (como el predominio de lo verbal o lo visual). Lo que sabemos gracias a la investigación biológica es que el aprendizaje tiene lugar (a través del mecanismo de la mente) y que si se produce una lesión en el lugar asociado con una función aprendida, esa función se pierde. Si la lesión se produce antes de que se haya aprendido, el aprendizaje todavía es posible, es decir, el sistema redistribuye los recursos. Esta observación clínica tiene importancia para comprender mejor lo que denomino la "doma del cerebro", esto es la transición del caos al orden.²¹

La autoorganización como concepto matemático (producto en sí mismo de mentes en interacción) apunta hacia el comportamiento colectivo. Los cambios que sufren las coordenadas del espacio fase dan como resultado comportamientos cuantitativamente distintos. Todo lo cual suena atractivo ya que, efectivamente, notamos dichos cambios en el espacio fase del cerebro y notamos también la no linealidad del proceso. El peligro reside en que tomemos el producto de las mentes y lo usemos como entrada (*input*) de otras mentes, sin saber si lo que ocurre es un procesamiento acorde con las premisas del modelo matemático o acorde con el tema al que lo aplicamos. Por ese motivo sugiero que consideremos el espacio metafase que define el estado del espacio fase. Todo esto suena más complicado de lo que es, pues en realidad se reduce a determinar que si los estados del cerebro cambian, el cambio se produce bajo el control de la mente. Además, en lugar de tratar de configuraciones fijas, tratamos de configuraciones variables que derivan de la necesidad de operar de acuerdo con las normas de optimización.

LA EXPERIENCIA

El registro del control por parte de la mente del espacio fase del cerebro es nuestra experiencia. Con el transcurso del tiempo muestra unas propiedades características del caos. Algunas experiencias son totalmente lineales, pero la mayoría giran en torno a atractores: puntos fijos, ciclos límite y, en particular, "atractores extraños o caóticos". Los atractores de punto fijo corresponden a experiencias en las que el

²¹ CHRISTINE A. SKARDA Y WALTER J. FREEMAN. "How Brains Make Chaos in order to Make Sense of the World", en *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 10, nº 2, 1987, ps. 161-173.

estado inicial (la condición de arranque) conduce a lo que se denomina una "cuenca de atracción" (una zona de posibilidades que finalmente lleva al sistema a una resolución definida). Cuando buscamos una palabra para un crucigrama, el conjunto dentro del cual la buscamos es la cuenca de atracción; la palabra que hallamos es el punto fijo.

El estado inicial —la definición y la información general— conduce a cuencas de atracción distintas según la persona. El atractor límite corresponde al moverse en un bucle como solución al espacio fase. El ejemplo clásico es la representación matemática del latido del corazón humano (Balthasar van der Pol, 1920). Parece que determinadas reacciones químicas y metabólicas de los organismos vivos explican el "reloj interior". La mente puede modificar las condiciones iniciales, por lo cual el reloj interior se adapta a las nuevas circunstancias. Más complejo es el atractor cuasiperiódico, que describe el regreso al mismo estado pero a diferente nivel. La memoria sería aquí un buen ejemplo (si bien algunos la sitúan en la categoría del ciclo límite). Los atractores extraños, que en realidad corresponden a caminos extraños, que divergen con notable rapidez, corresponden a una dinámica sumamente sensible de elección de los datos iniciales. Me arriesgaría a ejemplificarlo mediante lo que se denomina "inspiración" (en la investigación, en la tarea artística, etc.) o mediante la intuición. Una ligera variación de la condición inicial puede producir un resultado imprevisible (¡Eureka!). Existen muchos tipos de atractores que dan como resultado diversas formas de caos (entre cuasiperiódicos y no periódicos).

El caos parece poseer una estructura representada por la geometría de los atractores extraños. El espacio metafase comunica evidentemente el caos del caos, y como tal, puede considerarse un proceso de ordenamiento capaz de apuntar a secuencias espaciotemporales específicas.

Hasta el momento hemos reconocido (y mejorado) algunos mecanismos de descripción buenos, o como mínimo aceptables, pero aún no hemos abordado el verdadero proceso, esto es, no hemos proporcionado una explicación. Algunos lo han hecho, como Gerald Edelman,²² que introdujo un modelo neural darwiniano (selección de grupo neuronal). En realidad lo que dice —y otros lo han dicho anteriormente con un lenguaje distinto— es que se produce la competición a través de la inhibición selectiva (de una célula a otras, de un grupo a otros) y que sólo el mejor dotado (que resulta

ser el mejor enseñado) sobrevive. La especialización de determinadas zonas y la posición (una prolongación topológica hacia la geometría del cerebro) son de extrema importancia. Además en la red se pone de manifiesto un mecanismo intrínseco de autosimilitud. Así como no hay dos cerebros que tengan la misma red de sinapsis, está claro que lo que distingue a las mentes apropiadas no es el número de neuronas o conexiones sino su interacción con otras mentes cuando ésta tiene lugar en el proceso de autoconstitución del ser humano en la praxis.

Al papel de la experiencia —fortalecimiento o debilitamiento selectivo de las conexiones neurales— Edelman añade la hipótesis de la intervención de las moléculas de adhesión celular (CAM = *cell adhesion molecules*), pues la experiencia altera su distribución y, por consiguiente, el mapa de las sinapsis, y que el mecanismo que controla el proceso fluye según los principios darwinianos. Se trata de una metáfora de tan fuerte contenido que ni siquiera habría que rechazar su aspecto especulativo. Pero aun cuando se confirmase, tan sólo proporciona una descripción al nivel del objeto, sin abordar lo que es la experiencia (definitivamente algo más que una mera colección de estímulos) y, cosa aún más importante, sin abordar de qué modo influyen en el proceso la emoción, las convicciones, los motivos, etc.

¿CÓMO ANTICIPAN LAS MENTES?

Cada vez que se ofrecen explicaciones, como las que se acaban de mencionar, existe la posibilidad de hallar al *homúnculo* detrás de la explicación. Pues, en efecto, la mente, tal como la he definido, parece ser el *homúnculo*: "sabe" —o parece saber— cómo operar en el espacio fase del cerebro y optimizar su actividad. "Existe" en anticipación de acontecimientos y controla la identidad intelectual de la persona. Es hora ya de demostrar esta afirmación.

Quedó inicialmente establecido que el control neurológico del movimiento corporal se origina en la corteza cerebral. En 1930 Wilder Penfield provocó acciones mediante la estimulación eléctrica de electrodos conectados al cerebro de unos sujetos. Por otra parte Hans Kornhuber y Lüder Decke (1963) mostraron que los cambios de voltaje de las ondas cerebrales preceden a los movimientos. El llamado "potencial de disposición" es el momento anterior a la acción en que se mide la actividad neurológica. Ese momento es un periodo de 800 milisegundos, mucho más prolongado que el tiempo necesario para transmitir una orden desde la corteza motora al

²² GERALD M. EDELMAN. *Neural Darwinism: The Theory of Neuronal Group Selection*. Nueva York, Basic Books, 1987.

músculo.

El primer paso anticipatorio se interpretó de varias maneras ("¿Tiene el cerebro mente propia?") hasta que nuevas medidas, del periodo en que el sujeto tiene realmente conciencia de la intención de actuar, mostraron que ello se produce 450 milisegundos antes de la acción. Los 150 milisegundos finales constituyen un intervalo de reconsideración. Esta investigación final es obra de Benjamin Libet²³ (quien también trabajó con John C. Eccles, uno de los principales defensores de la realidad independiente de la mente). Mientras algunos se apresuraron a celebrar la prueba que demostraba la noción freudiana del territorio del inconsciente (en el que, según la teoría de Freud, está enraizada la voluntad humana), en el caso del modelo que propongo de la mente, ello proporciona la prueba de la naturaleza anticipatoria de la actividad mental.

Este intervalo relativamente amplio entre el inicio del movimiento y el movimiento mismo parece indicar que la mente existe como anticipación de acontecimientos y desempeña una función actualizadora que integra pautas de experiencias previas. Desde el espacio metafase al espacio fase del cerebro se desencadenan diversos acontecimientos posibles, de los cuales tan sólo se llevan a cabo, según las circunstancias, unos pocos (algunos, incluso, quedan interrumpidos poco antes de realizarse). Esto en cuanto a los datos.

Respecto de los procesos de nuestra autoconstitución, puede decirse que las mentes representan el medio de nuestra continua autoconstitución. En calidad de agentes de la interacción que mantenemos con otras mentes y con el mundo nos convierten en elemento integrante de esas interacciones. Recordemos que Peirce, en su semiótica, expresó esta idea, al definir al ser humano como parte integrante del signo que interpreta.

Cada selección de una opción para una acción (un proceso llamado *instanciación*) tiene lugar en un ámbito de infinitas posibilidades caracterizadas por las posibles relaciones a través de las cuales se constituyen e identifican las mentes. Desde el espacio metafase de la mente se presentan continuamente para que se ejemplifiquen, como nuevas configuraciones, mapas del espacio fase del cerebro.

²³ BENJAMIN LIBET. "Neural Destiny. Does the Brain Have a Mind of Its Own?", en *The Sciences*, Marzo-Abril, 1989. ps. 32-45.

"Unconscious Cerebral Initiative and the Role of Conscious Will in Voluntary Action", en *Behavioral and Brain Sciences*, vol. 8, n° 4, diciembre, 1985, ps. 529-539.

El "hardware" es en realidad variable y se utiliza de forma óptima. Todas estas configuraciones sucesivas anticipan acontecimientos y sucesos y respetan pautas de identidad, de autosimilitud (lo cual explica la noción de personalidad) y de escalamiento (lo cual explica la noción de tipología humana).

Pero no debemos perder de vista nuestras propias premisas. En efecto, si las mentes existen tan sólo en relación con otras mentes, no es una falsedad suponer que esta relación es del orden de uno (el cerebro que disipa la entropía) a muchos (las mentes) y por consiguiente de potencial autoconfiguracional. El crecimiento es resultado de la diferenciación, proceso a partir del cual se beneficia la dote biológica a lo largo de generaciones. Los cerebros no clasifican el mundo; lo reciben sea clasificado (y categorizado), a través del proceso de optimización desde el espacio metafase, sea en marcos exentos de coherencia, cosa que ocurre cuando las mentes todavía no lo han organizado de acuerdo con las normas prácticas que se establecen dentro de la interacción humana. El conocimiento de la interacción humana es necesario en la medida en que, para sobrevivir y prosperar, interaccionamos. El proceso de selección es ciertamente relevante, pero no al nivel de los grupos neuronales. En este proceso siempre hay algo (tiempo, lugares, acontecimientos, otras mentes) por delante de nosotros, de ahí un intrínseco esfuerzo anticipatorio.

MENTE Y CUERPO

Esa ha sido la primera parte del aspecto biológico de la historia de la mente. La segunda suscita aún mayor curiosidad. En 1885 Edwin Goldman y su discípulo Paul Erlich señalaron la llamada "división tabique" entre la sangre y el cerebro (existen, además, otros tabiques). El cerebro, aunque está conectado al aparato circulatorio, se encuentra protegido por una barrera selectiva. Dicha barrera es una estructura sumamente dinámica que permite que el cerebro intercambie sustancias con el entorno interno del organismo, sin poner en peligro su propia integridad biológica. El cerebro, controlado por la mente, tiene una categoría casi independiente respecto al resto del organismo. En circunstancias extremas (como las que permiten que el virus del SIDA cruce la barrera, atacando las neuronas y su soporte estructural —las células de neuroglia— y produciendo pérdida de la memoria, temblores, demencia y finalmente parálisis), la independencia del cerebro respecto del organismo cesa y por consiguiente atenúa la relativa independencia de la mente respecto al cuerpo. Por

desdichado que parezca este caso extremo (la barrera permite que el virus pase desde la corriente sanguínea al cerebro pero cierra la entrada a los únicos medicamentos que parece que inhiben la actividad del virus en otros puntos del organismo), no hace sino mostrarnos con más claridad el hecho de que la mente no es de naturaleza biológica, sino semiótica, cultural. Parece mantener la existencia al margen del cuerpo pese a ser coextensiva a nuestra realidad física. Esta observación explica, por ejemplo, el misticismo que rodea la mente. (Huelga decir que la civilización occidental desconoce todo misticismo relacionado con el cuerpo).

La relativa independencia de la mente con respecto al cuerpo alude al hecho de que algunas características de la interacción de nuestras mentes pueden asociarse a las funciones corporales. Por ejemplo, las cápsulas suprarrenales (que tienen el aspecto de una coma gruesa y están situadas encima y dentro de los riñones) desempeñan un importante papel en nuestro estado de alerta. La velocidad a que interaccionan nuestras mentes y la profundidad de la interacción pueden aumentar gracias a la incorporación de adrenalina a la corriente sanguínea o reducirse por obra de las secreciones de endorfina que tienen lugar durante las infecciones. Ello ocurre bajo el control de la mente y como expresión de las necesidades percibidas durante la interacción, necesidades para cuya satisfacción la mente recurre a todo el potencial del cuerpo. Además, nuestros cuerpos reciben la mayoría de la información que define el contexto físico. Cuando se halla aislado del mundo (es decir, privado de luz, sonido y otros datos sensoriales), el cuerpo deja de sustentar la interacción de la mente con otras mentes, lo cual tiene extrema importancia para mantener la integridad del organismo y evitar la autodestrucción.

Que el debate mente-cerebro/mente-cuerpo perdure actualmente en los dialectos de la teoría de la información y la teoría informática, así como en el lenguaje de la genética, da testimonio de nuestra continua aceptación de la epistemología de la representación (que se ha ampliado, también, a la genética). Pero es exactamente en esta coyuntura, en la que hemos construido máquinas de altísima eficacia manipulativa, cuando podemos liberarnos de la hegemonía de este modelo epistemológico, cosa que no ocurrirá si propusiéramos tan sólo explicaciones no representacionales de la mente, de los genes o del mundo. Debemos integrar los aspectos comunicativos, no representacionales y representacionales y hacer que esas explicaciones de carácter más global formen parte de nuestra nueva

experiencia práctica.

LA AUTOSIMILITUD DE LAS MENTES

Ya hemos aludido a la identidad (y definido la autosimilitud como la expresión de la identidad). La autosimilitud de nuestras mentes, sobre la que descansa finalmente la categoría de la personalidad, sugiere nuevos modos de modelar la mente e incluso de prolongar la investigación con la ayuda de herramientas matemáticas. Al describir la mente como un un proceso de configuraciones anticipatorias hago referencia implícitamente a la topología (dentro de la cual las configuraciones, en cuanto que formas, desempeñan un importante papel), aunque las mentes se caractericen por la irregularidad y la fragmentación, no por la regularidad y la conexión topológicas.

Al igual que las líneas de la costa, las mentes son "quebradas", "tortuosas", "enmarañadas" ("Oh, qué enmarañada telaraña tejemos/Cuando empezamos a practicar el engaño", dice el poeta), "en forma de hidra", "ramificadas", por usar los adjetivos proporcionados por Benoit Mandelbrot, que fue el primero en introducirnos en la geometría de esas formas. En gran medida también recuerdan el movimiento browniano (de partículas en suspensión en un líquido). La dirección de la línea recta, que une las porciones ocupadas por una partícula en dos instantes muy próximos en el tiempo, resulta que varía con absoluta irregularidad a medida que disminuye el tiempo entre los dos instantes.

En ambos casos —líneas de la costa y trayectorias del movimiento browniano— tratamos de lo que se llama en álgebra (del árabe *jabara*, que significa "atar") una "función sin derivada", que significa una curva de la que no puede extraerse una tangente. Los litorales y las trayectorias del movimiento browniano se describen mediante lo que Mandelbrot llama "fractales" (que aluden a que las cosas son quebradas o irregulares, por oposición al álgebra, esto es, el estudio de cómo están las cosas continuamente unidas). A mi juicio —y no tardaré en exponer los argumentos que sustentan mi razonamiento— podemos hablar de una geometría fractal de la mente, como hizo Mandelbrot en su obra, tan merecidamente elogiada, *La geometría fractal de la naturaleza*,²⁴

²⁴ BENOIT B. MANDELBROT. *The Fractal Geometry of Nature*. San Francisco, W.H. Freeman & Co. 1982, p. 460. Véase también *Chaos, Fractals and Dynamics* (P. FISCHER, W.R. SMITH, Eds.) Nueva York/Basilea, Marcel Dekker, Inc. p. 261. Del Prólogo: "Caos es una palabra utilizada a menudo para describir el complejo comportamiento de los sistemas dinámicos no lineales..." (pág. iii).

aludiendo a las formas y fenómenos de la naturaleza. (A modo de paréntesis añadiré que pedí permiso a Mandelbrot para parafrasear su título y que él cortésmente me sugirió que por qué no acuñaba mi propia metáfora. Con toda la razón, evidentemente).

Las mentes tienen una estructura infinitamente granular que muestra una noción de continuidad más general que la que conocemos en el espacio euclidiano. Los seres humanos, en cuanto que observadores de las mentes, intervenimos en su realidad. Las mentes están compuestas por configuraciones interminablemente incrustadas que muestran un tipo especial de infinitud interna. Las mentes poseen más de una dimensión, cuya determinación depende del grado de resolución. Mandelbrot se sirve de un ejemplo que puede aplicarse también a nuestro tema. Una pelota de cuatro pulgadas de diámetro, hecha con un cordel de 1/32 pulgadas de diámetro, muestra varias dimensiones efectivas distintas. Para un observador lejano la pelota aparece como un punto, es decir, de dimensión cero. A medida que la pelota se acerca se percibe como dotada de tres dimensiones. Si nos acercamos más vemos una masa de hilos unidimensionales. Si logramos acercarnos a la cortísima distancia de 1/10 del diámetro del cordel, cada hilo se ve como una columna y la imagen recupera su categoría tridimensional. A mayor proximidad cada una de las columnas desaparece gradualmente para convertirse en una fibra y la pelota se torna nuevamente unidimensional. El cruce de dimensión desde un valor a otro corresponde a la proximidad de nuestra observación. Con un microscopio electrónico volvemos a ver los puntos y así la pelota se vuelve otra vez de dimensión cero. De modo que nuestra evaluación depende de la relación del objeto con el observador.

En el caso de la mente eso es aún más evidente. Según nuestra interacción con las mentes observamos una sucesión de distintas dimensiones efectivas. No obstante, también hay un orden para las mentes, que puede expresarse mediante una relativa constancia a diferentes escalas y probablemente bajo desplazamiento. La autosimilitud corresponde a la constancia según la similitud geométrica normal; un sentido posibilístico (no el sentido estadístico de Mandelbrot) cubre la constancia bajo desplazamiento. Probablemente las mentes resultan mejor descritas mediante fractales automapeables y no escalables.

La propiedad de la autosimilitud (o la escalabilidad)

Kronecker, no previendo el poder de las fractales, pensaba que "Dios creó las integrales; el hombre creó todo lo demás."

está relacionada con la noción de la dimensión de la mente. Ésta es la única ocasión del texto en que se utilizará una formulación matemática elemental. (Dejamos de lado otras descripciones matemáticas).

En las páginas que siguen trataré de explicar, para los lectores poco aficionados a las matemáticas, qué es la autosimilitud y cómo puede aplicarse a la comprensión de la mente. Cada vez que utilice una fórmula matemática, lo haré acompañándola de una ilustración. Lo que declara la fórmula matemática es lo siguiente: todos los objetos pueden dividirse en partes iguales, escaladas por una relación correspondiente al total. El lector podrá comprobar que una línea, un cuadrado o un cubo pueden dividirse en líneas, cuadrados o cubos de menor tamaño. También podrá comprobar que un hiper-cubo, esto es un cubo en un espacio cuatridimensional, puede dividirse en partes idénticas, en este caso ocho cubos tridimensionales. Cada uno de los elementos de menor tamaño muestra la característica de la autosimilitud. Ilustro más a fondo la autosimilitud tomando una forma muy simple y construyendo una forma compleja que presenta la misma similitud. Presento la imagen de un cerebro con objeto de indicar que, aunque los cerebros tengan físicamente el mismo aspecto, están compuestos por componentes extremadamente complejos. Respecto a la mente, afirmo que cada una de las interacciones a través de las cuales se constituyen las mentes conserva, no el aspecto físico, sino más bien *la manera* en que se atraen unas a otras las mentes a través de dicha interacción.

Un objeto unidimensional (como una línea) puede dividirse en N partes idénticas, cada una de las cuales se escala por la relación $r = 1/N$ sobre el total, es decir

$$Nr^1 = 1 \quad (a)$$

Un objeto bidimensional (por ejemplo un cuadrado en un plano) compuesto por N partes similares, puede escalarse mediante un factor

$$r = \frac{1}{N^{1/2}} \quad (b)$$

$$Nr^2 = 1 \quad (c)$$

Un cubo puede dividirse en N cubos pequeños, escalados mediante una relación

$$r = \frac{1}{N^{1/3}} \quad (d)$$

$$Nr^3 = 1$$

Por generalización, para un objeto de N partes, cada una de ellas escalada mediante una relación r del total $Nr^D = 1$, de manera que la dimensión fractal D sea

$$D = \frac{\log N}{\log(1/r)} \quad (e)$$

lo que significa que un objeto autosimilar Ddimensional puede dividirse en N copias menores de sí mismo, de las cuales cada una de ellas se ha escalado mediante un factor

$$r = \frac{1}{N^{1/D}} \quad (f)$$

La dimensión fractal no tiene por qué ser un entero. (En el espacio euclidiano solamente puede ser un entero). La propiedad, que afirmo en este artículo, de que las mentes pueden parecer "posibilísticamente" similares, y ser al mismo tiempo diferentes en detalles a escalas diferentes, es importante para comprender la dinámica de las configuraciones de la mente. Bajo un escalamiento no uniforme, que seguramente constituye una descripción más ajustada de la mente como conjunto de procesos, tenemos en lugar de autosimilitud, autoafinidad, lo cual capta la similitud del proceso y no de las configuraciones.

¿Qué conseguimos, si es que conseguimos algo, siguiendo el camino de la geometría fractal? *Primero*, nos liberamos de la obsesión por hallar algún elemento final que explique la mente. Las mentes no son compuestos de mentes elementales, sino procesos infinitos que muestran propiedades relacionadas con la irregularidad y la fragmentación. *Segundo*, comprendemos la naturaleza subjetiva de cualquier tentativa para captar y medir las mentes.

Tercero, comprendemos que es exactamente proyectando redes fractales, es decir dotadas de las características que acabo de mencionar, cómo actúan nuestras mentes en anticipación a los acontecimientos.

Probablemente, la consecuencia práctica que se infiere de dicha comprensión es que nuestros intentos de comparar y medir las mentes eran fundamentalmente erróneos, puesto que buscaban regularidad y conectividad, como hacen los tests de cociente intelectual y como se empeñan en descubrir (al menos para terrenos parciales) la informática y la inteligencia artificial. Si realmente deseamos seguir midiendo lo que es inmensurable, sugiero que nos sirvamos de una dimensión fractal, que resultaría más apropiada que otros métodos. La dimensión fractal puede aplicarse como parámetro computable para el diseño de máquinas "inteligentes".

UNA DIRECCIÓN PARA LA ACCIÓN

A lo largo de todo este texto se ha aludido a las consecuencias prácticas del modelo de la mente que propongo, y en las secciones que siguen a continuación me centraré en algunas de ellas. Puesto que el modelo se basa en la comprensión (inteligencia) de la dinámica de la vida práctica del ser humano, corresponde considerar dichos aspectos prácticos. Muchos pueden abordarse o bien utilizando una metodología similar a la que utilizo o bien generando nuevas metodologías fieles al espíritu del modelo que se presenta aquí. Empezaré por el ordenador, la máquina que tantos quisieran convertir en sustituto de la mente o como mínimo usarla para explicarla. Como ya se ha dicho, hay grandes posibilidades de explicar la inteligencia, en el sentido preciso de comprensión que se ha introducido aquí, y de imitar decisiones inteligentes. No obstante, por lo que respecta a la mente, las explicaciones parecen en este momento menos prometedoras.

MENTES, ORDENADORES Y MEMORIA

La tecnología digital es tan omnipresente que, dentro de poco tiempo, podremos hablar de un híbrido: mente-ordenador-ser humano. La naturaleza de esta tecnología requiere no sólo que creemos circunstancias adecuadas para su mejor y más eficaz utilización sino también que no actuemos en detrimento, esto es causando el efecto contrario, del contexto del desarrollo creativo de nuestras mentes.

Norbert Wiener²⁵ calificó atinadamente a las máquinas que desempeñan funciones intelectuales como representativas de la segunda revolución (la primera, la de las "sombrias y satánicas fábricas"; la segunda, "destinada a devaluar el cerebro humano") y alertó con firmeza contra las nefastas repercusiones del uso de esas máquinas nuevas capaces de desempeñar funciones mentales. En calidad de padre de la cibernética, Wiener señaló acertadamente que en cuanto construimos y utilizamos herramientas (artefactos mecánicos) que sustituyen a las funciones de los brazos o incluso de la mente, nos colocamos en una posición de servidumbre. Se establece así una relación de dependencia y todo cuanto cedemos se refleja en un nuevo ordenamiento de nuestro sentido general de la responsabilidad. Servirse de las máquinas no es neutral.

1. LOS ORDENADORES Y LA REPRESENTACIÓN

Basados en el modelo representacional, nuestros ordenadores están compuestos por una CPU, una memoria interna y externa y unos dispositivos de entrada/salida (*input/output*) (que pueden ser procesadores). El procesamiento de las representaciones discretas, en particular de los símbolos, se lleva a cabo bajo el control de programas escritos en lenguaje formal.

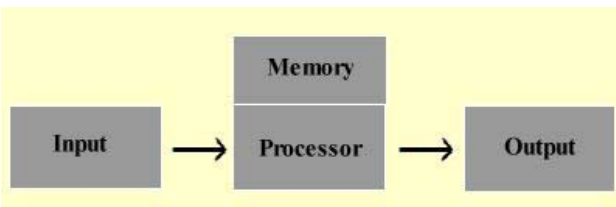


Figura 1.

Mientras se trate de una tarea repetitiva, dicha configuración es totalmente eficaz. Si el problema que se plantea es computable, podemos esperar el resultado al cabo de un periodo de tiempo razonable. Los progresos que se han hecho en la utilización del ordenador para resolver problemas que requieren triturar números inmensos, así como los que suponen utilizar computación simbólica, son enormes. Sin embargo, cuando aumenta la complejidad de la tarea - como ocurre en el análisis y generación de imágenes y sonidos de reconocimiento del lenguaje natural y en la construcción de los llamados sistemas expertos-

²⁵ NORBERT WIENER. *The Human Use of Human Beings-Cybernetics and Society*. Nueva York, Avon Books, 1967, p. 288.

observamos que no sólo necesitamos mejores algoritmos con objeto de alcanzar una eficacia y una calidad aceptables sino también unidades de CPU más potentes, hardware especializado (arquitectura de la máquina adaptada al tipo de computación), gran amplitud de memoria y una muy buena gestión de entrada/salida (*input/output*). De todos estos elementos elijo centrarme en la memoria del ordenador.

Hoy la memoria alcanza un abanico que abarca desde centenares hasta millares de gigabytes y, con el aumento de la memoria, surgen problemas de gestión de memoria, tiempo de restablecimiento, fiabilidad y complejidad. Parece que cuanto mayor es la memoria de que disponen los centros informáticos, más necesidades tienen quienes trabajan en ellos. En lugar de replantear sus programas tomando en consideración unas circunstancias restrictivas, prefieren la salida más fácil (sin que les importe lo cara que ésta pueda resultar). Esto que acabo de decir es algo bien conocido por los informáticos. Se dice que "hay más de una manera de resolver un problema informático. La primera siempre consiste en comprar más hardware, cosa que casi siempre constituye la solución equivocada", (véase W. F. Perry).²⁶

Permítaseme empezar con un ejemplo: Para almacenar imágenes generadas mediante visualización, la memoria necesaria ocupa mucho más espacio que los ficheros de impresión de las imágenes. Al surgir este problema los informáticos cayeron en la cuenta de que pueden almacenar los programas y que cuando se necesita una imagen basta con poner en marcha el programa y generarla. Pero surgen dificultades que señalan deficiencias en la estrategia aplicada. Un pintor de talento modesto consigue resultados mucho mejores utilizando menos memoria y halla menos problemas siguiendo de cerca el curso de su trabajo. Ni siquiera toda la potencia informática instalada en el mundo bastaría para imitar la producción entera de un pintor como Picasso, y ya no digamos para generar realmente una obra original, cuya creación representa una experiencia humana enteramente nueva. (Algunos utilizarían la tecnología del disco láser o los formatos digitales para almacenar esta experiencia).

La razón de este dilema de la memoria es que seguimos pensando en los ordenadores en términos representacionales, no como medio para la interacción con la mente humana o como herramienta

²⁶ WILLIAM E. PERRY. "Cleaning Up a Computer Mess", en *Computing Reviews*, 27: 6, Junio, 1986, p. 1

constitutiva, sino como elemento procurador de imitaciones; no como tecnología de la comunicación interactiva sino como rendimiento primordialmente funcional. Los ordenadores de que hoy disponemos —sean PCS o Crays, secuenciales o paralelos— están dotados de configuraciones fijas (adaptables dentro de un límite) y requieren, para funcionar, un *software* destinado a resolver problemas concretos y personas formadas para "comprender" su "lenguaje".

La alternativa que propongo es un ordenador dotado de configuraciones variables (secuenciales así como paralelas), incluso el *software*, susceptible de ser programado para utilizar tanta potencia informática como requiera el problema y provisto de una memoria de la magnitud necesaria para resolverlo. Las configuraciones variables son posibles en la medida en que en el *software* podemos abrir o cerrar circuitos en lugar de funciones. La totalidad de la arquitectura lógica booleana puede modelarse utilizando una lógica difusa en vez de una lógica nítida y bien definida. Una vez iniciados, los procesos podrían diseñarse para que fuesen su propia memoria a corto plazo, es decir que transmitiesen la información pertinente para el proceso, de manera similar a como emitimos señales de radio y televisión: cargadas de información sin la cual su recepción no es posible. Sería incluso mejor procesar, de manera similar a como hace la mente, para volver a crear información a medida que el proceso la requiera, no como esté predeterminado. Almacenar, comprobar la integridad de la información y emparejarla son acciones útiles tan sólo cuando no se convierten en objetivos en sí mismas.

Considerados en la abstracción de la computación —no en el contexto de la información procesada— el almacenamiento y la gestión de la memoria requieren recursos considerables. En las configuraciones variables el almacenamiento y la gestión de la memoria se convertirían, a través de programas y reglas, en aspectos de la "inteligencia" de los que dotamos al sistema. No sólo ahorraríamos dinero evitando una memoria excesiva —probablemente la partida más costosa de los ordenadores que poseemos actualmente— sino que también podríamos abordar problemas para los que todavía no disponemos de funciones computables. El uso de los ordenadores se aproxima a nuestras expectativas, a medida que aprendemos a interconectarlos. La interconexión también permitiría la recreación de datos, cosa que es necesaria para algunos procesos. Esto no es cuestión de protocolos de comunicación, creación de redes o servidores de archivos, sino de

interacciones programadas para que alcancen una "masa crítica" y de este modo logren el equivalente del proceso a través del cual se constituye la mente humana.

Insisto una vez más en que los sistemas abiertos son la única manera en que podemos utilizar la potencia de los ordenadores, porque en los sistemas abiertos puede alcanzarse la masa crítica de la interacción mental. A mi juicio los ordenadores son un medio (entre otros) para constituir la masa crítica de las mentes, es decir, para engendrar formas nuevas de la práctica humana. Lo que hemos aprendido de la experiencia de almacenar imágenes es que tenemos que programar procesos que contengan procedimientos con objeto de recrear, más que almacenar, datos. Hemos de generar alternativas interactivamente y no agotar un problema mediante la obtención de todos los valores, sean relevantes o no para la experiencia para la que utilizamos el ordenador.

La verdad es que los seres humanos memorizan poco. Utilizan muchos procedimientos para recrear información. Por eso se dice que no recordamos cosas sino recuerdos. También por eso los recuerdos de un mismo acontecimiento difieren tanto de una persona a otra. Generar nuestros propios recuerdos a medida que los necesitamos es un método mucho más eficaz que almacenarlo todo. Hemos de empezar a considerar la memoria como un medio pertinente no al nivel de la descripción (que siempre requiere mayor capacidad de almacenamiento) sino al nivel de la abstracción (que siempre conserva menos, pero conserva lo esencial).

2. LO INCOMPUTABLE

En 1986 Peter Kugel²⁷ señaló que "observamos partes del pensamiento humano que parecen (a algunos) implicar algo más que computar y, a partir de ellas, tratamos de desarrollar modelos incomputables concretos". Para ello se aplica la teoría matemática de la incomputabilidad (teoría de la recursividad, si es que prueba y error suena excesivamente simplista). En efecto, es necesario que saquemos la discusión de ese contexto influido por prejuicios culturales y emocionales, en el que contemplamos la sustitución del ser humano por las máquinas, y la elevemos al rango de controversia teórica, ámbito en el que comparamos modelos de la mente (nivel de la abstracción) y no mentes *per se* (nivel de la

²⁷ PETER KUGEL. "Thinking May Be More than Computing", en *Cognition*, vol. 22, nº 2, 1986, ps. 137-198.

descripción). En tal contexto podremos comprender el error epistemológico en el que no cesamos de caer.

Repitamos: la mente existe tan sólo en plural. Las reconfiguraciones existen en anticipación a los problemas, no en reacción a ellos. La inteligencia es proceso.

En términos computacionales, podríamos conectar inteligentemente las máquinas, programar el uso óptimo de los recursos y mantener un proceso de reconfiguración que realmente convierta a cada ordenador en una pluralidad potencial de ordenadores.

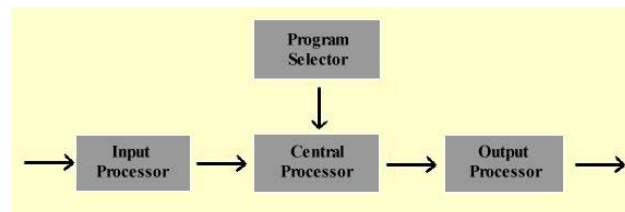


Figura 2.

El selector de programas, que de entre el conjunto de todos los programas compartidos disponibles elige los apropiados, se convierte aquí en un componente crucial. Kugel da como ejemplo "podría, por ejemplo, estudiar la situación y decidir que es el momento oportuno de utilizar el PROGRAMA PARA RECONOCER A LOS ANIMALES en lugar del PROGRAMA PARA APRECIAR LA BELLEZA". Como ocurre en el caso de las mentes humanas, la selección de un programa es una cuestión de contexto. Podemos permitirnos mantener el ordenador actual, máquina independiente del contexto, tan sólo mientras esa independencia no afecte el propósito práctico de la actividad que suponga la utilización de ordenadores. Propongo a la consideración del lector que un "Lunes negro" en la bolsa sigue siendo un accidente aceptable de esta abstracción del contexto, en comparación con una situación cualquiera en la que, en ausencia de consideraciones de contexto, los ordenadores lanzarían misiles nucleares. La naturaleza anticipatoria de las mentes humanas es resultado del contexto de interacción que define a esas mentes. Los contextos desafían el dominio y el absolutismo de la representación: son el espacio y el tiempo de la interacción dentro de la cual nuestra presencia proyecta experiencias teniendo en cuenta nuevas experiencias.

3. EL CONEXIONISMO

Los ordenadores jerárquicos secuenciales ejecutan,

a rapidísima velocidad, una operación cada vez. Son máquinas algorítmicas. Este *modus operandi* introduce numerosas restricciones, reflejadas, como hemos visto, en exigencias de memoria injustificables, ciclos de procesamiento, gestión de errores, etc. Para que un problema cualquiera quede resuelto en un ordenador de estas características es preciso que esté representado por una función computable y ha de ser tratable (solucionable con los recursos de computación disponibles en un periodo de tiempo aceptable).

Las redes neuronales (en realidad el conexionismo, familia de técnicas estadísticas destinadas a extraer de los datos correlaciones complejas, de orden superior) permiten realizar algunas computaciones no algorítmicas. El paradigma conexionista (inspirado, como sabemos, en la arquitectura neural) sustituye el proceso secuencial centralizado (jerárquico) por el proceso paralelo distribuido, basándose en el supuesto de que tendrá acceso a los procesos de cognición a niveles subsimbólicos.

La alternativa conexionista, encarnada en redes de unidades conectadas con interconexiones ponderadas, no es jerárquica. Emula, en la medida en que sea posible la emulación, y dentro de nuestro conocimiento relativo del cerebro, el "motor biológico", afirmando la capacidad de explicar el aprendizaje (y utilizar técnicas de aprendizaje para llevar a cabo algunas tareas). El paralelismo masivo, el almacenamiento distribuido de la información y las interconexiones asociativas contribuyen a la simulación de la inteligencia. Además, la dinámica de tales redes muestra ausencia de linealidad y comportamiento caótico, características que muchos asocian o atribuyen a la inteligencia humana. El hecho de que se centre en la realidad física y bioquímica del cerebro es probablemente el punto fuerte y el punto débil del conexionismo.

Como manifestó tan expresivamente Pagels,²⁸ se trata del síndrome de "El hombre que confundió el cerebro con la mente". Para expresarlo radicalmente, afirmo que si pudiéramos reproducir en detalle (¡al máximo nivel de detalle!) un cerebro tal y como lo vemos en un momento determinado en el tiempo (tomado de un cadáver o extraído de un ser vivo), el resultado del funcionamiento de esa reproducción del cerebro sería considerado inteligente, del mismo modo que al espléndido ornitóptero de Leonardo da Vinci se lo considera un pájaro o incluso un

²⁸ HEINZ PAGELS. *The Dreams of Reason. The Computer and the Rise of the Sciences of Complexity*. Nueva York, Simon & Schuster, 1988.

aeroplano. La emulación del cerebro como sistema de procesamiento de información, así como su emulación como red neural (en una escala realista, es decir, en el terreno de millares de millones de conexiones multicanalizadas de intensidades variables), es una tarea de construcción válida y dará sin duda como resultado la automatización de numerosas actividades intelectuales.

Pero nuestra comprensión del razonamiento humano, y finalmente nuestra capacidad de reproducirlo, no depende de la construcción del chip neuronal (que imita en silicón el comportamiento de las neuronas) y en cambio sí de las teorías integrativas apropiadas de la mente, o al menos de algunos aspectos esenciales de ella. Los computadores ópticos y, posteriormente, moleculares contribuirán sin duda alguna a que podamos comprobar un mayor número de las hipótesis de dicha teorías, a que podamos simularlas y finalmente a que llegue a ser posible el híbrido hombre-máquina que permita alcanzar logros aún mayores de nuestra inteligencia.

LA EDUCACIÓN

La educación es el segundo aspecto práctico que quisiera considerar. El amplio contexto de la educación está definido por la tendencia de pasar de la diseminación del conocimiento declarativo (de los hechos) a la diseminación del conocimiento procedimental (de las capacidades, de cómo realizar una acción). Educamos a las personas, de acuerdo con la lógica de la representación, como solucionadoras de problemas y reduccionistas. Rinden satisfactoriamente si el problema no se desvía demasiado del ejemplo aprendido o si puede reducirse a algún esquema preestablecido. Su rendimiento decrece de manera alarmante cuando les exigimos un esfuerzo creativo, esto es, cuando las reducciones o las permutas no son posibles.

La misma institución de la educación encarna idénticas características. Basada en la tradición, resulta apropiada para procesar a la gente, pero no se encuentra necesariamente en la condición de constituir un entorno adecuado para la interacción, el que se requiere para constituir mentes y no reducir a los seres humanos a la categoría de operadores.

Dentro de la educación institucional, a los estudiantes se les presentan compromisos establecidos en la experiencia pretérita (la entronización de la tradición). La institución como tal es una red de compromisos. Afirmo que en lugar de

contribuir a la constitución de las mentes, la institucionalización de la educación y su enfoque, centrado en el conocimiento procedimental, acaba impidiendo dicha constitución. Existen varios factores que determinan este proceso:

1. el ignorar la exigencia de la masa crítica como condición necesaria;
2. la ausencia de movilidad estructural, exigida por la necesidad de estimular las reconfiguraciones de la mente;
3. la adopción de una filosofía de solución de problemas, en lugar de una función de generación de problemas;
4. la obsesión por los medios de alcanzar unos objetivos sociales asumidos que acaban ocultando el propósito;
5. un impulso autopropagador, de tal manera que los factores externos aseguran la perpetuación de unas funciones socialmente discutibles.

Trataré brevemente cada uno de los aspectos que acabo de enumerar.

1. Alcanzar la masa crítica es un objetivo excepcionalmente complejo. La cuestión no es el número de estudiantes, sino las circunstancias de la interacción y la calidad (intensidad y amplitud) del proceso. La actitud feudal de las instituciones académicas refleja realmente la percepción de la necesidad de proporcionar un entorno para dicha interacción. El fallo se produce cuando la territorialidad se convierte en una cuestión en sí misma, no en algo relacionado con el mantenimiento de la calidad. La eficacia de la constitución de la mente trasciende la eficacia de la inversión en educación. Ahorrar o gastar dinero por motivos relacionados con la institución y no con su propósito educativo da como resultado la pérdida de mentes potenciales (porque las condiciones necesarias para el establecimiento de la interacción mental no se cumplen).

2. Una vez establecida la territorialidad, la tradición perpetúa la segmentación, independientemente de lo contraproducente que ésta sea. La imposibilidad de analizar con objetividad las tradiciones a las que pertenecemos (se nos aparecen como pertenecientes a nosotros, cosa que induce a error) da como resultado el efecto negativo de la tradición en el proceso de la constitución de la mente. Y cuando no hay tradiciones disponibles, se falsifican y se institucionalizan. Y a partir de ese momento se da

prioridad a la forma, no al contenido (la sustancia).

3. En consecuencia, la educación parece ir cada vez más rezagada con respecto a la realidad en lugar de consistir en el ejercicio de la iniciativa y en la creación de nuevas formas de la experiencia humana. La educación, que no ha comprendido la naturaleza de los procesos de la mente, se ha convertido en una industria de envasado o enlatado, un servicio. Se ve afectada por el síndrome del envejecimiento que, como ya he mencionado, afecta a la cualidad anticipatoria de la mente humana y de nuestras instituciones.

4. La tragedia es que la educación no se da cuenta de ello (o carece de la inteligencia necesaria para comprenderlo), puesto que el impulso autoperpetuador impide no sólo el aprendizaje sino también la autovaloración o el autoconocimiento (evaluación), así como la proyección de objetivos (planificación). En lugar de perseguir procesos de educación, persigue tecnologías de aprendizaje.

5. Está aceptado que sólo la institución de la educación representa el ideal educativo. Así pues, la característica más significativa de la educación —la experiencia práctica y útil porque tiene un propósito— queda abandonada. De hecho la educación se ha tornado parasitaria porque, dado que no ejerce ninguna función anticipatoria, es un medio de adiestramiento para la obtención de habilidades, no un contexto para la constitución y la interacción de las mentes. En lugar de diseminar la humildad del conocimiento y la duda, la educación disemina la impertinencia de la certeza que sus limitados objetivos de aprendizaje y funciones de servicio implican.

En conjunto, el proceso se caracteriza por una extraña circularidad. La educación afirma que la sociedad determina lo que la educación debe conseguir; y lo que consigue determina a la sociedad de acuerdo con la percepción de esa afirmación. Evidentemente existen maneras de modificar esta situación y mis sugerencias, al igual que mis críticas, son resultado del modelo de la mente que presento, y en particular de las repercusiones sociales de este modelo. La condición de la mente es la pluralidad y la interacción de las mentes es la forma concreta de esa pluralidad.

El *quadrivium*, que corresponde al contexto experiencial de la Grecia clásica, poseía dos disciplinas de anticipación práctica (la música y la astronomía), una de constitución (la aritmética) y una de representación (la geometría). En unas nuevas

circunstancias prácticas como las nuestras, tendríamos que poder ofrecer un "quadrivium" apropiado. La interacción no puede imponerse a las personas a través de la legislación; ha de ser resultado de la necesidad de su experiencia práctica y de las nuevas condiciones que ésta crea. Esta experiencia está segmentada debido a la división del trabajo y alienada debido a las mediaciones que intervienen en nuestras relaciones recíprocas.

Por consiguiente, la educación ha de construir redes de interacción que correspondan a la naturaleza de nuestras mentes y al cerebro y al cuerpo, cuyos procesos controla la mente. Hemos de dirigirnos a los componentes conscientes e intuitivos, hemos de educar la intuición y hemos de tener en cuenta la característica anticipatoria de la mente. La asimetría del cerebro individual corresponde a la asimetría de nuestra mente. La educación debe suspender la acción uniformadora que ejerce (a varios niveles) en los sujetos y adaptarse al individuo, dotado de sus características irreducibles. Evidentemente, el concepto de democracia, representación de un ideal abstracto, no puede, si se convierte en instrumento del oportunismo, servir de elemento estructurador a menos que realmente pretendamos reducir la diversidad de las mentes a dos o tres tipos aceptables.

Al igual que la mente, la educación tiene que anticipar los acontecimientos, no meramente seguirlos. Como la institución de la educación corresponde al cerebro (en su relación con las mentes), las condiciones del aprendizaje deben crearse de acuerdo con ello, de tal manera que el aprender ("matema" significa "lo que se ha aprendido") vaya seguido de una diversificación de las posibles interrelaciones, de un creciente número de canales de comunicación y del aumento de la capacidad de servir de fundamento a la interacción humana. Me atrevería a afirmar la necesidad de erigir una barrera similar a la que divide el cerebro y la sangre destinada a proteger a la educación de la sociedad (y de las oleadas políticas por las que atraviesa), hasta tal punto es necesario dicho escudo. Es indudable que la educación tiene que mantener intercambios con la sociedad, pero una barrera selectiva garantiza que se den las condiciones adecuadas para la constitución de la mente. La investigación fundamental, por ejemplo, no es posible sin dicha barrera selectiva. El equilibrio entre el modo en que apoyamos las funciones que dan prioridad a la representación (en particular la solución de problemas), las funciones constitutivas (en las que descansa la creación de nuevos valores) y la comunicación permitiría que la educación

desempeñase un papel muy superior al de sus necesidades de servicio.

Del estudio de la mente podemos extraer muchas más lecciones prácticas. Al fin y al cabo, lo que he tratado de decir es que la experiencia práctica es la vía de entrada a la mente. Las teorías nunca son mejores que las experiencias prácticas que proyectamos sobre ellas.

Traducción de Montse Conill

Cesión para su publicación en este sitio:

Subject: Re: Artículo M. Nadin

Date: Tue, 25 Feb 2003 16:35:48 +0100

From: lubeda@mail.bcn.es

To: "Victor M.Hernández L." <vheman@fractus.mat.uson.mx>

Profesor Víctor M. Hernández L.

Apreciado Profesor,

En nombre de la revista "Historia, Antropología y Fuentes Orales", le autorizamos la publicación del artículo de Mihai Nadin "Anticipación mental y caos"; siempre y cuando se cite su procedencia y dicha publicación se realice con finalidades de tipo académico.

Se lo comunicamos a los efectos oportunos, cordialmente,

Lluís Ubeda

Historia y Fuente Oral