

## NUEVOS CONCEPTOS EN NEUROCIENCIAS

*...jamás sabremos de dónde nos viene el Saber entre tantas posibles fuentes: ver, oír, observar, hablar, informar, contradecir, simular, imitar, desear, odiar, amar, tener miedo y defenderse, arriesgarse, apostar, vivir y trabajar juntos o separados, dominar por posesión o por maestría, doblagar el dolor, curar enfermedades o asesinar por homicidio o guerra, sorprenderse ante la muerte, orar hasta el éxtasis, hacer con las manos, fertilizar la Tierra, destruir...*

*...y nos inquieta no saber hacia cuáles de estos actos, de estos verbos, de estos estados o hacia qué otras metas ignoradas, ahora se apresura, sin el saber..."*

MICHEL SERRES

HISTORIA DE LAS CIENCIAS

Desde hace pocas décadas, los fenómenos complejos como son las neurociencias y las ciencias sociales han experimentado notables cambios en sus concepciones fundamentales, desde que se poseen nuevas herramientas del tipo de las contenidas en la teoría de los sistemas dinámicos. Esta manera de abordar los problemas contrasta fuertemente con el modo de la ciencia clásica, determinista y simple.

Una de las diferencias más significativas tiene que ver con el tiempo. Para la ciencia clásica, conocer las ecuaciones del movimiento permitía predecir el comportamiento de un sistema en condiciones ideales. Si se podían establecer las condiciones iniciales, se podían calcular los estados subsecuentes del sistema elegido para estudio; si se conocía el sistema en cualquier momento, se podían calcular sus condiciones iniciales, su estado actual y sus estados por venir. A esto se le denomina la reversibilidad del tiempo. Las ecuaciones también nos sirven para establecer un pasado o un futuro. Sin embargo, esta manera de ver las cosas comenzó a mostrar vacíos e inconsistencias desde finales del siglo pasado, particularmente para sistemas muy pequeños (física de partículas subatómicas) y para los muy grandes (astrofísica). A pesar de la detección de estos vacíos, no se conocían herramientas matemáticas para acceder a nuevas descripciones. El vacío se hizo más crítico cuando se demostró que también existía para comprender los fenómenos de escala humana.

Uno de los avances más prominentes dentro de la teoría de los sistemas dinámicos es el estudio de los fenómenos complejos, para los que existe una irreversibilidad del tiempo: dados dos sistemas con condiciones iniciales lo más similares que se quiera, a largo plazo el estado de cada uno de ellos será diferente e impredecible. Para abordar estos estudios se requiere de matemáticas más cualitativas que cuantitativas, pero permite comprender el comportamiento de sistemas reales.

Uno de los autores que expone maravillosamente la complejidad de la naturaleza es Ilya Prigogine, premio Nobel en 1977 por sus estudios de termodinámica para sistemas abiertos (que intercambian masa y energía con el entorno) en condiciones

alejadas del equilibrio (1). Estos estudios tratan, precisamente, de la flecha del tiempo como variable inmanente del comportamiento de estos sistemas, que nos interesan de manera especial porque su campo predilecto de aplicación son los seres vivos. Si bien se están realizando estudios en múltiples especies de plantas y animales, nos centraremos en el ser humano. Para tal propósito convendría continuar con una pregunta:

### ¿Qué nos hace humanos?

En términos biológicos actuales, buscar el elemento o la estructura donde residen aquellas potencialidades, aquellos atributos que nos tipifican, nos lleva inevitablemente al sistema nervioso y en particular a nuestro cerebro. De él depende que podamos adoptar una postura erecta, tener manos prensiles, el desarrollo del habla y el lenguaje, la posibilidad de interacciones sociales, las expresiones individuales espirituales y artísticas y, por supuesto, la posibilidad de hacer ciencia (2).

Poseer tales capacidades implica un esmerado y prolongado crecimiento y desarrollo del cerebro, para el cual el nacimiento sólo representa un “pequeño” accidente, necesario para que opere un cambio de ambiente y para que una pléyade de estímulos provenientes del entorno extrauterino, sobre todo los provenientes de “otros cerebros”, permitan su máxima complejidad. Así, se podrán construir modelos de comprensión del mundo y modificar ese mundo de acuerdo con sus necesidades adaptativas (3).

---

(1) PRIGOGINE, I.; NICOLIS, G., **La estructura de lo complejo**, Alianza Universidad, 1997; PRIGOGINE, I.; STENGERS, I., **Entre el tiempo y la eternidad**, Alianza Universidad, 1994.

(2) SHEPHERD, G., **Neurobiology**, Oxford University Press, 1988.

(3) LEVITAN, I., KACZMAREK, L., **The Neuron. Cell and molecular biology**, Oxford University Press, 1997.

Podemos hacer un paralelo entre la ontogenia y la filogenia del cerebro humano. Para que en el curso de la evolución pudiera surgir una estructura tan compleja y refinada, no se necesitó un crecimiento lineal en tamaño y organización. Una vez más debemos ignorar la línea recta. La anatomía comparada nos revela que entre las distintas especies hay aumento de áreas cerebrales en forma independiente, y que una misma función puede estar mediada por diferentes tractos o vías de conexión entre neuronas. Esto introduciría el concepto de plasticidad filogenética. En realidad, no hay un tracto o centro "típico" para una función dada. Por otro lado, estructuras similares en grupos diferentes no provienen de una forma ancestral común, esto es, son homoplásticas (4).

Sí podemos afirmar que en la evolución de las especies animales multicelulares el sistema nervioso surge temprano para garantizar dos atributos en estrategias de regulación del organismo: velocidad y especificidad. Señales rápidas y específicas se logran por medio de una red electroquímica, que es precisamente la característica del tejido nervioso. De esta manera el tiempo entre la detección de un estímulo interesante y la respuesta adecuada es el mínimo posible, logrando una gran ventaja adaptativa (5).

Las neuronas son células individuales con numerosas ramificaciones, que se conectan con las ramificaciones de otras mediante las sinapsis. Estas sinapsis permiten que una neurona afecte a otra, bien sea mediante moléculas químicas (neurotransmisores) o bien mediante impulsos eléctricos, estos últimos

---

(4) SHEPHERD, G., **Neurobiology**, Oxford University Press, 1988.

(5) CARPENTER, R.H.S., **Neurofisiología**, Editorial Manual Moderno, 1998.

propiciados por el paso de iones (partes disociadas de una molécula o un compuesto con carga eléctrica neta) a través de la membrana celular. Estas conexiones no son, de ningún modo, estáticas, sino que se modifican permanentemente con la experiencia. Algunas modificaciones son de carácter transitorio, mientras que otras lo son a largo plazo. La clave de la dinámica cerebral está en esta capacidad de remodelación sináptica.

En el niño, algunos esbozos arquitectónicos y la localización definitiva de las células nerviosas están programados genéticamente, pero la ejecución adecuada del plan de migración puede ser afectado por interferencias contingentes, como pueden ser infecciones, tóxicos, medicamentos, etc. Esta migración ocurre en la vida intrauterina, entre el tercer y el sexto mes de gestación aproximadamente. Los niños con trastornos importantes de la migración neuronal manifiestan durante su vida fenómenos epilépticos y trastornos del aprendizaje, entre otros (6).

Por lo tanto, no es inadecuado afirmar que el cuidado del cerebro se inicia en la preconcepción. Las condiciones físicas y psicológicas de la madre son cruciales. Sin embargo, los cambios más dramáticos ocurren después del nacimiento, cuando se lleva a cabo una simbiosis cerebro-medio sin la cual no es posible concebir la organización biológica de esta descomunal red celular. El medio proporciona los estímulos indispensables para las sucesivas modificaciones del tejido nervioso en términos de organización, y éste, a medida que se desarrolla, adquiere la capacidad de seleccionar los estímulos, en gran parte de acuerdo con lo que su cultura le ofrece, instaurando una retroalimentación

---

(6) BERG, B., **Principles of Child Neurology**, McGraw-Hill, 1996.

positiva (7). Esto es, a más y mejores estímulos corresponde una mayor organización de la red, lo que permite asimilar nuevos estímulos de una manera más compleja. En las distintas etapas se irán modificando las maneras de percibir, de pensar, de actuar, y



en un amplio sentido, esta dinámica será constitutiva del hombre durante toda su existencia. Es muy importante el hecho de esta retroalimentación positiva, ya que los sistemas con dicha característica tienen propiedades dinámicas no lineales (las condiciones iniciales pueden originar evoluciones impredecibles y el estado final del sistema será desproporcionado con su inicio).

Si mediante una selección adecuada de estímulos, pretendemos encausar, hasta donde ello es posible, el desarrollo de cerebros infantiles para que adquieran habilidades intelectuales y afectivas sobresalientes, no debemos entonces olvidar, parafraseando a J.J. Rousseau, que el niño no es un adulto en miniatura. Y si queda comprendida la reflexión onto-filogenética, debemos asumir que distintas estrategias, distintos estímulos en diferentes contextos, pueden llevar a la construcción adecuada de ideas y a un eslabonamiento creativo y eficaz.

Además de los requerimientos biológicos, es necesario que se tengan en cuenta los modos de socialización del niño, para que sea capaz de “ver”, de sentir, el llamado del mundo para el desarrollo de su pensamiento. Estudios psicológicos han demostrado que la figura del adulto (padre, madre, guía, preceptor,

---

(7) El término retroalimentación fue acuñado por Norbert Wiener en su obra Cibernética o el control y comunicación en animales y máquinas. Tusquets Editores, 1998.

maestro), no es definitiva ni suficiente para entender el mundo. La socialización entre pares (léase entre niños) es la que permite la construcción e interiorización de normas, valores y reglas. El adulto suscita, propone, y dispone espacios de socialización para que el niño interactúe con los que pueden ver el mundo como él. Esto le permite ir formulando preguntas y respuestas provisionales a sus inquietudes, que se irán independizando de su repertorio sensoriomotriz inmediato, tomar distancia y perfeccionar sus capacidades cognitivas, perceptivas y motoras (8).

En la interacción social se debe apelar a procesos neurales que dan cuenta del llamado pensamiento verbal. Sin un código que permita establecer categorías de diferenciación, no es posible potenciar la capacidad mental.

Al operar los seres humanos como observadores, hacemos diferenciaciones en el lenguaje. *“En efecto, cualquier cosa que se diga es dicha por un observador u observadora, a otro observador u observadora, que podría ser él mismo o ella misma, y el observador es un ser humano. Esta condición es, al mismo tiempo, nuestra posibilidad y nuestro problema, no un constreñimiento”* (9). Por lo tanto, la posibilidad de conocimiento es proporcional al dominio de códigos que permitan formularlo, demostrarlo, refutarlo, invalidarlo, de acuerdo con los procedimientos que la cultura utiliza para determinar la realidad. Y nuestra cultura privilegia los procedimientos propuestos por los científicos.

---

(8) MUGNY, G., PÉREZ, J., **Psicología social del desarrollo cognitivo**. Anthropos, 1988.

(9) MATURANA, H., **La realidad: ¿Objetiva o construida?**, Vols. I y II. Anthropos, 1996.

El conocimiento no se impone: *“los observadores nunca escuchamos en el vacío, siempre aplicamos algún tipo de criterio de aceptabilidad a lo que sea que oigamos”*(10).

Aquí se nos expresa algo válido para la red neural y para la red social: el fenómeno de autoorganización de los sistemas complejos alejados del equilibrio. Maturana lo expresa como “autopoyesis”, que quiere decir autocreador. Si se observa espontáneamente el comportamiento de un sistema alejado del equilibrio, como es el cerebro humano, aparecerán fenómenos de coherencia con correlaciones de largo alcance (más allá de lo que puede explicar la vecindad de sus elementos constitutivos). Es otra manera de decir que el todo no es equivalente a la suma de sus partes.

*“El observador u observadora, acontece en la praxis de vivir en el lenguaje, y él o ella se encuentran a sí mismos en la experiencia de acontecer en tal calidad realmente, con anterioridad a cualquier reflexión o explicación. El observador u observadora está dentro de la experiencia de observar como una condición de arranque constitutiva y a priori en el momento de reflexionar, explicar o hablar. Por lo tanto, el observador y el acto de observar, como experiencias, no requieren de explicación o justificación cuando suceden. En efecto, todas las experiencias suceden de hecho, y en ese sentido no pueden discutirse; sólo pueden no creerse, o uno puede afirmar que no están adecuadamente diferenciadas. Es precisamente en el dominio de las explicaciones donde surgen los conflictos. Las explicaciones tienen lugar en la praxis de vivir del observador, y también*

---

(10) *Ibid.*

*constituyen experiencias. Sin embargo las explicaciones, en tanto que experiencias, son experiencias de segundo orden en el sentido de que son reflexiones del observador, en su praxis de vivir en el lenguaje acerca de su praxis de vivir. En este contexto la realidad no es una experiencia, es un argumento dentro de una explicación” (11).*

Sintetizando un poco, podemos decir que nuestras potencialidades cognoscitivas y sociales dependen de una red dinámica compleja de células neurales, organizadas jerárquicamente, con las de más alto nivel ubicadas en la superficie del cerebro (la corteza cerebral). Estas células muestran un atributo que las hace atípicas en comparación con las células de cualquier otro órgano: una célula del hígado tiene un perfil funcional similar a cualquiera de su mismo tipo. Si sabemos lo que hace una sola célula, sabremos cómo funciona todo el órgano. Por el contrario, si “conocemos” una neurona, nada nos dice sobre cómo opera otra. Su valor reside en la capacidad de diferenciación. Pero una neurona no vale por sí misma, sino por la manera como esté conectada con otras (en promedio unas 10.000). Esa es una de las razones por las cuales desconocemos todas las propiedades de un cerebro. Es dramático el reto de un cerebro tratando de comprenderse a sí mismo.

Para tener una idea más clara de la complejidad cerebral, imagínese una red de billones de microprocesadores (cada neurona es un microprocesador), conectados en serie y en paralelo, y con un perpetuo cambio en el diseño de sus conexiones propiciado por la experiencia (a esto último se le denomina plasticidad cere-

---

(11) *Ibid.*

bral). Somos conscientes de los resultados de tamaña operación, pero no de los pasos internos para conseguirlo. Muchas de las cosas que sabemos las inferimos de las consecuencias de daños selectivos en áreas específicas. Este método es difícil, ya que las consecuencias de una lesión no definen, necesariamente, la operación en condiciones normales.

El panorama hasta aquí esbozado podría interpretarse como una posición filosófica racionalista. Sin embargo, la complejidad del cerebro y los atributos logrados durante la evolución no dependen solamente de nuestra capacidad de razonar, sino también de la complejidad de nuestras emociones. La misma red neural da cuenta de nuestro modo de pensar y de nuestra capacidad de afectación.

Al subsistema cerebral que da cuenta de nuestras emociones se lo denomina sistema límbico. Una excelente revisión anatómica y fisiológica se encuentra en la obra de Jean Didier Vincent (12). Este sistema consta de complicadas interconexiones de núcleos (agregados de neuronas cerebrales subcorticales), de las que dependen nuestras sensaciones de hambre, sed, saciedad, ira, temor, y la conducta sexual. Hasta no hace mucho tiempo se tenía la comprensión de que aunque en el hombre había evolucionado su capacidad de pensar, conservaba sin embargo atributos "primitivos" que eran entendidos en términos de instintos. Buena parte de los conflictos humanos se podían deber a la tensión permanente entre la propensión a satisfacer los instintos y el control de esta propensión por parte de la corteza cerebral.

---

(12) V INCENT, J.D., *Biologie des passions*, Editions Odile Jacob, París, 1994.

Sin embargo, debemos abandonar esta hipótesis ya que estudios de anatomía comparada han revelado que también las estructuras del sistema límbico se han desarrollado de una manera especial en el humano (13).

El elemento anatómico que muestra una mayor transformación es un complejo de núcleos situados en el lóbulo temporal del cerebro, denominado la "Amígdala". Su tamaño y su cantidad de conexiones son únicos en nuestra especie. Surge entonces la pregunta de cuál sería la presión evolutiva que determinó este cambio. En las membranas de las neuronas de la amígdala, se han encontrado receptores (proteínas) para casi todas las sustancias que los hombres han utilizado en todas las épocas, entre otras razones para proporcionarse placer (el placer de comunicarse con sus dioses o sus ancestros por ejemplo) (14). El placer es una forma mucho más elaborada que el instinto y nos permite apreciar que el hombre no manifiesta simplemente la sensación de hambre, sino que expresa apetitos y un deleite asociado a su satisfacción. Sir John Eccles, un eminente neurocientífico, propuso la hipótesis de que la capacidad de sentir placer obedeció primero a una estrategia de supervivencia de la especie. En otras especies de primates, las crías minusválidas son sistemáticamente abandonadas y los esfuerzos de la colectividad se dedican a proteger y cuidar a las crías normales. El hombre tuvo que pagar un precio por el rápido crecimiento del cerebro y en consecuencia de la cabeza en el período fetal: sus crías debían nacer precozmente con un sistema nervioso aún muy inmaduro, ya que el tamaño de la cabeza es el factor crítico para que el parto

---

(13) ECCLES, J., *Évolution du Cerveau et Création de la Conscience*, Champs. Flammarion, Paris, 1994.

(14) ADAMS, R., VÍCTOR, M., *Principles of Neurology*, McGraw-Hill, 1997.

pueda desencadenarse en forma normal. Esta inmadurez requiere de procesos de crianza muy prolongados. Para efectos prácticos, el recién nacido humano es minusválido y se necesitan enormes períodos de espera para que pueda, por ejemplo, desplazarse con autonomía. Se cree que sin la capacidad de placer, el abandono de las crías habría sido sistemático con la inevitable extinción de la especie.

Estructuras como la amígdala, substrato anatómico de la capacidad de placer, afecta con sus conexiones a otros grupos de neuronas relacionadas con funciones como la percepción, la motricidad y el pensamiento. El placer vinculado a estas operaciones actuaría como un potenciador no lineal de nuestras capacidades. Si ampliamos el símil descrito con el hambre y el apetito, el hombre puede expresar su apetito como formas muy elaboradas de procesamiento con componentes culturales como son la estética y el erotismo, en lo que conocemos como la dietética y la gastronomía. Por otro lado, hoy ya es aceptable hablar de inteligencia racional e inteligencia emocional como dos aspectos indisociables de este concepto.

Para complementar estas aseveraciones, cada día se conocen mejor los elementos biológicos de las enfermedades mentales. Millones de personas manifiestan síntomas de depresión y se sabe que los grupos de neuronas que sintetizan un neurotransmisor llamado serotonina están directamente implicados en esta anomalía (15). De hecho, lo que hacen los fármacos antidepresivos es potenciar la acción de este neurotransmisor. La depresión como anomalía afectiva deteriora los procesos cognoscitivos, perceptivos, la memoria, los patrones de sueño-

---

(15) *Ibid.*

vigilia, el apetito sexual, etc. Por las características de la sociedad actual no es padecimiento exclusivo de adultos, y se detecta, lo que es preocupante, en edades escolares cada vez más tempranas.

Sabemos que hay factores endógenos de la depresión con fuerte predisposición genética, pero no debemos subestimar los factores ambientales. Como el cerebro es un órgano directamente dependiente de la experiencia, ésta puede traducirse en modos anómalos de operaciones fisiológicas. Pero si entendimos bien el concepto de lo no lineal o dinámica compleja, dos niños expuestos a condiciones del entorno similares no manifestarán las consecuencias de esta exposición de la misma manera. Por ejemplo, uno podría deprimirse y el otro no.

Hemos visto el placer como un aspecto funcional adquirido en la evolución que potencia los atributos que nos identifican como humanos. ¿Es posible establecer otros logros evolutivos potencializadores de las capacidades del sistema nervioso, si bien no necesariamente exclusivos?

De hecho, ya se han determinado. A medida que los primeros mamíferos surgieron, el tipo de operaciones complejas que adquirieron implicaba un aumento considerable de sus cerebros, hasta un tamaño inadecuado en relación con su tamaño corporal. Para solucionar este problema surge un novedoso modo funcional: la capacidad de soñar. Esta capacidad se puede demostrar, pues en etapas profundas del sueño, cuando nuestro cerebro manifiesta contenidos oníricos (ensoñaciones o sueños), el patrón de actividad eléctrica de la corteza cerebral es característico, con una actividad rápida similar a cuando estamos despiertos, acompañada de movimientos oculares igualmente rápidos. Si un ser humano se somete voluntariamente a no soñar

(se le despierta cada vez que el electro-encefalograma indica que lo va a hacer), en pocos días presenta severas desorganizaciones de sus pensamientos y de sus emociones. Estos efectos son reversibles si se le permite soñar nuevamente. Por lo tanto, se puede afirmar que la capacidad de soñar implica un avance evolutivo para poder tener cerebros mucho más capaces, sin tener que incrementar proporcionalmente su tamaño. Todos los mamíferos soñamos y representamos las especies más inteligentes. Aún no sabemos exactamente cómo es el papel regulador del sueño para la calidad operativa de la red. Pero sabemos muy bien que es imprescindible. Nuestro cerebro no descansa en los períodos fisiológicos de inconsciencia. Es interesante que no todo el tiempo que estamos dormidos soñemos, sino que lo hagamos por períodos de aproximadamente veinte minutos. La dinámica del contenido de los sueños no sigue un patrón lógico, espacial o temporal reconocibles. Tampoco el estado de vigilia es continuo en cuanto a su calidad. Tenemos períodos de vigilia paradójica en los que nos distraemos, nos ausentamos del entorno, imaginamos, recordamos, etc. En promedio, cada noventa minutos tenemos un intervalo de unos quince a veinte minutos de máxima concentración y atención. Estos intervalos no son tan prolongados ni rigurosos en los niños. Estas ausencias fisiológicas son importantes también para la regulación del pensamiento y las emociones.

Otra adquisición evolutiva se manifiesta exclusivamente en los humanos. Las capacidades del hombre, comparadas con otros mamíferos, requerirían de un tamaño cerebral mucho mayor que el que poseemos. Si buscamos qué propiedad nueva surge con nuestra especie que pudiera explicar esta economía de tamaño, encontramos que nuestros hemisferios cerebrales son asimétricos anatómicamente y fisiológicamente. Cada uno de ellos es complementario del otro y necesitan estar ampliamente conectados entre sí,

en especial por una estructura denominada cuerpo calloso. Esta asimetría se manifiesta por la dominancia de un hemisferio para una determinada función. La más significativa es la del hemisferio cerebral izquierdo que, para la mayoría de los humanos, es dominante para el lenguaje. El hemisferio derecho es dominante para funciones no verbales, como la orientación espacial (16).

Dentro de los aspectos más sobresalientes, los humanos expresamos una dominancia manual (diestros o zurdos), una dominancia ocular, una dominancia sensitiva que coincide con nuestra preferencia manual, además de la señalada dominancia para el lenguaje. El hecho de que los dos hemisferios estén ampliamente interconectados explica, entre otras cosas, la unicidad de nuestra conciencia, nuestra sensación de individualidad. Esto se ha podido demostrar en humanos sometidos a cirugías con el ánimo de aliviar formas severas de epilepsia, consistentes en la sección del cuerpo calloso. Estos sujetos pueden, literalmente, tener dos conciencias: la del hemisferio derecho y la del hemisferio izquierdo. Cada uno de ellos “desconoce” las experiencias del otro.

Ahora bien, cada uno de los hemisferios no realiza operaciones en forma global. Más bien poseen diferentes áreas, cada una de ellas encargada de aspectos funcionales distintos. Si pensamos en un ejemplo de actividad cerebral compleja, como es la lectura, ésta implica la activación de múltiples áreas de ambos hemisferios. No hay algo así como un “centro” de la lectura. Por un lado está el aspecto visual en el lóbulo occipital; además, el aspecto espacial en el lóbulo parietal, el aspecto de la motricidad

---

(16) *Ibid.*

de los globos oculares en el lóbulo frontal, el aspecto lingüístico, y finalmente procesamientos en áreas “inespecíficas” en los distintos lóbulos, que tienen que ver con nuestra capacidad de abstracción, de síntesis, de análisis, múltiples formas y tipos de memorias, los aspectos motivacionales, etc. En realidad una persona lee con todo su cerebro. Pero nótese que los aspectos lingüísticos no son exclusivos de la lectura, como tampoco los movimientos oculares o la orientación espacial. Es la conjunción de estos aspectos debidamente coordinada la que puede configurarse como lectura, pero estos mismos aspectos pueden participar en otras configuraciones (ver televisión por ejemplo). Cuando uno se enfrenta a un problema como es la dislexia o dificultad para leer, debe preguntarse qué aspecto o aspectos funcionales pueden estar comprometidos: se trata de un problema visual, un problema espacial, un problema lingüístico, etc.

Lo que hemos referido de la actividad cerebral implica que este órgano requiere de grandes suplencias energéticas (17). Sin una adecuada y suficiente nutrición, el desarrollo y la organización del cerebro será deficiente. De hecho, la nutrición es una de las variables del entorno más importantes. La desnutrición crónica de tipo proteica o proteico-calórica puede llevar, incluso, al retardo mental en un niño. Las distintas etapas del neurodesarrollo tienen períodos críticos, es decir, si no se adquieren determinadas competencias en un tiempo específico, se adquieren anomalías irreversibles. Ésta es una prueba más del modelo de irreversibilidad del tiempo en la teoría de los sistemas dinámicos.

Los nutrientes se distribuyen en el organismo a través de la circulación sanguínea. De los cinco litros de sangre por minuto

---

(17) CARPENTER, R.H.S., Neurofisiología, Editorial Manual Moderno, 1998.

que bombea el corazón en el estado de reposo de un adulto, un litro por minuto (20%) se destina al cerebro (18). Esto indica su gran actividad metabólica.

Durante la vida intrauterina se obtendrán los nutrientes necesarios, así la madre esté desnutrida (lo que sin duda le acarreará a ésta un gran perjuicio). Al nacer, el alimento de mejor calidad será la leche materna. Luego el cerebro requerirá de una dieta balanceada con suficiente cantidad de proteínas, carbohidratos, grasas, vitaminas y minerales. Para que estos nutrientes sean utilizados se necesitan procesos de oxidación, por lo que una deficiencia de oxígeno será muy perjudicial. Por lo tanto, las personas con enfermedades respiratorias, anemia, en ambientes mal ventilados, tendrán un desempeño cerebral deficiente mientras estos factores no se corrijan.

El cerebro se considera, entonces, como un sistema termodinámicamente abierto pero organizativamente cerrado, o mejor autoorganizado, autopoyético. Del entorno nos llegan manifestaciones de la energía (luz, sonido, presión, moléculas químicas) que mediante receptores periféricos se transducen a señales nerviosas de tipo eléctrico. Estas señales se procesan para obtener patrones de configuración significativos, que si bien no corresponden al mundo exterior, permiten interactuar con él y modificarlo. El cerebro no es un espejo del mundo: toma elementos del mismo para crear un modelo. No se tiene un protocolo o procedimiento privilegiado para las formas de modelización. Cada niño, cada adulto utiliza estrategias diferenciales para obtener un logro. Las etapas que comprenden estas estrategias toman un tiempo de estabilización operacional individual. Las distintas

---

(18) *Ibid.*

épocas y culturas nos evidencian los distintos modelos de realidad que han imperado. Una realidad que es compartida, pero que por razones evolutivas y de supervivencia debe ser criticada y debatida.

El cerebro no tiene otra posibilidad funcional que la de ser creativo. Y no hay peor forma de violencia que la de tratar de constreñir o mutilar esta posibilidad. Lo contrario a la creación es la repetición. Por su arquitectura y dinámica el cerebro no puede repetir. Puede hacer “como” si repitiera, pero la flecha del tiempo es contundente. Nunca amanecemos con la misma red. Debemos mirar con preocupación las presiones homogenizantes que afectan las posibilidades cerebrales. Un sistema homogéneo es un sistema en equilibrio, dinámicamente muerto, donde no ocurre nada. Es mediante las tensiones diferenciales que podemos concebir un espacio, un tiempo, un problema. Se pueden tener consensos sobre modelos o estrategias, pero en ningún caso debemos privilegiar una sola forma e imponerla. Cuanto más numerosas sean las opciones, habrá más posibilidades de cambio y el cambio es algo inherente a la vida y al universo. Debemos ser cuidadosos para no agotar nuestro más importante recurso: el de la diversidad de los procedimientos y productos cerebrales. De esa diversidad depende nuestra probabilidad como especie.