



Revista de Psicología

ISSN: 0716-8039

revista.psicologia@facso.cl

Universidad de Chile

Chile

Santibáñez H., Guy
Funciones Integrativas Gnósticas del Sistema Neuroendocrino
Revista de Psicología, vol. XIII, núm. 2, 2004, pp. 125-146
Universidad de Chile
Santiago, Chile

Disponible en: <http://www.redalyc.org/articulo.oa?id=26413210>

- Cómo citar el artículo
- Número completo
- Más información del artículo
- Página de la revista en redalyc.org

redalyc.org

Sistema de Información Científica
Red de Revistas Científicas de América Latina, el Caribe, España y Portugal
Proyecto académico sin fines de lucro, desarrollado bajo la iniciativa de acceso abierto

Funciones Integrativas Gnósticas del Sistema Neuroendocrino

Integrative Gnostic Functions of the Neuroendocrine System

Guy Santibáñez-H.*

Resumen

Entendemos por conocimiento un fenómeno psicológico que resulta de la interacción entre un ser viviente y sus medios. El resultado de esta interacción consiste en el procesamiento de las informaciones que el medio entrega al ser viviente. Este procesamiento tiene lugar en el Sistema Neuroendocrino, el cual tiene a su cargo la regulación de los procesos de ajuste de los individuos de una especie al medio de pertenencia.

Las funciones interactivas entre el individuo y un medio externo específico forman parte de la Actividad de Integración del Sistema Neuroendocrino, que origina tres funciones específicas: reactividad, plasticidad y subjetividad. Estas son las funciones genotípicas, automáticas-reflejas incondicionadas, las funciones fenotípicas aprendidas, propias de la experiencia individual y las funciones virtuales, también fenotípicas, pero pertenecientes al ámbito subjetivo de los individuos.

Toda adquisición de hábitos de adaptación implica una porción de conocimientos. El más elemental aprendizaje, como un reflejo condicionado, está determinando la habilidad de los individuos para operar con conocimientos.

La adquisición de cualquier conocimiento exige un aprendizaje que está determinado por un fenómeno psicobiológico básico.

Este fenómeno incumbe a todos aquellos seres obligados a adaptarse a un medio externo para subsistir. El conocimiento es una condición que crea la habilidad de los individuos para reflejar virtualmente los acontecimientos que ocurren en el medio en general, y en especial aquellos que adquieren una significación importante en la actividad adaptativa.

El conocimiento es un proceso psicológico, producto de las funciones de integración del Sistema Neuroendocrino, que sucesivamente permiten a un ser vivo reconocer a un fenómeno, suceso u objeto integrante de un medio(externo, interno, subjetivo); generar un reflejo subjetivo de este fenómeno, suceso u objeto; conservarlo en sus sistemas némcicos; manipularlo, predecir un comportamiento tanto espontáneo como inducido; operar de una manera virtual sobre el objeto, es decir, planificar a futuro las manipulaciones que eventualmente puedan modificar intencionalmente al objeto, fenómeno o suceso; desarrollar habilidades para reproducirlo, y en su última fase, recrearlo.

Todo proceso de interacción "individuo-medio" está basado en una condición básica: la existencia de una función individual que permite reproducir, reflejar determi-

* Profesor titular, Departamento de Psicología, Universidad de Chile. gsantiba@uchile.cl

nados eventos que tienen lugar en este medio. En estas condiciones, puede tener lugar la adaptación. En otros términos, la adaptación implica conocimientos, y los conocimientos son producto del aprendizaje. Hay un trío de fenómenos psicológicos que trabajan interactivamente: Percepción, Conocimiento, Aprendizaje.

Palabras claves : *Conocimiento, Aprendizaje, Percepción, Actividad Integrativa del Sistema Neuroendocrino.*

Abstract

Knowledge corresponds to a psychological phenomenon that is the result of the interaction between a living being and its environments. This interaction leads to a processing of information that the environment sends to the living being. The processing takes place within the Neuroendocrine System, that regulates the adjustment of the individuals of the species to their environment.

The interactive functions between the individual and, specifically, an external environment, are part of the Integrative Activity of the Neuroendocrine System, that gives origin to three specific functions: reactivity, plasticity and subjectivity. These are: unconditioned genotypic automatic-reflex functions, phenotypical learned functions linked to individual experience, and virtual functions, also phenotypical, but belonging to the subjective sphere of the individual.

It must be stressed that every acquisition of adaptive habits implies a certain amount of knowledge. The most elemental learning process, such as a conditioned reflex, is determined by the ability of the individual to operate with knowledge. In any case, the acquisition of any knowledge requires learning.

On the other hand, the acquisition of knowledge is determined by a basic psychobiological phenomenon. This phenomenon refers to all the beings forced to adapt to an external environment in order to survive.

Knowledge is a condition that creates the ability of individuals to virtually reflect the events occurring in the environment in general, especially those that acquire an important significance in adaptive activity.

Knowledge is a psychological process, product of the integrative functions of the Neuroendocrine System. These functions successively allow a living being to: recognize a phenomenon, event or object that is part of an environment (external internal, subjective); generate a subjective reflex of this phenomenon, event or object; store it in one of its mnemonic systems, manipulate it; predict a spontaneous as well as an induced behaviour; operate in a virtual manner on the object, that is, plan for the future the manipulations that may eventually intentionally modify the object, phenomenon or event; develop abilities to reproduce it, and, in the last phase, recreate it.

It is evident that every "individual-environment" interaction is based on a fundamental condition: the existence of an individual function that permits the reproduction, reflection of certain events that take place in this environment. Adaptation takes place under these conditions. In other words, adaptation implies knowledge, and knowledge is a product of learning. There are three psychological phenomena that function interactively: Perception, Knowledge and Learning.

Key Words: *Knowledge, Learning, Perception, Integrative Activity of the Neuroendocrine System.*

Introducción

Entendemos por conocimiento, un fenómeno psicológico que resulta de la interacción entre un ser viviente y los medios con los cuales interactúa este ser viviente. El resultado de esta interacción consiste en el procesamiento de las informaciones que el medio entrega al ser viviente. Este procesamiento tiene lugar en el Sistema Neuroendocrino, sistema que tiene a su cargo la regulación de los procesos de ajuste de los individuos de una especie al medio de pertenencia. Este ajuste se lleva a cabo gracias a la acción coordinada de los procesos subjetivos y los procesos efectores, es decir, por las funciones psicológicas del Sistema Neuroendocrino (SNE).

Las funciones interactivas entre el individuo y, específicamente un medio, forman parte de la Actividad Integrativa del Sistema Neuroendocrino, la cual origina tres funciones específicas: reactividad, plasticidad y subjetividad, es decir, las funciones genotípicas automáticas-reflejos incondicionados-, las funciones aprendidas, fenotípicas, propias de la experiencia individual y las funciones virtuales, también fenotípicas pero pertenecientes al ámbito subjetivo de los individuos. (Konorski, 1968; Santibáñez-H., 1986).

Considerando estas funciones desde el punto de vista ontogénico, los tres niveles funcionales parecen presentarse en secuencia.

La subsistencia de una especie parece estar asegurada si los individuos que la integran pueden sobrevivir en las diversas condiciones que configuran el medio ecológico y la estabilidad del medio interno. Esta subsistencia demanda el ejercicio de las funciones integrativas del SNE.

Las reacciones genéticamente determinadas aseguran el equilibrio del medio interno, por tanto regulan la supervivencia vegetativa, gracias a una regulación mayoritariamente automática. (Koref y Santibáñez-H., 1986).

Un buen número de especies, en los primeros tiempos de su existencia reciben el auxilio de sus genitores para subsistir. Luego son desplegados los sistemas funcionales de aprendizaje, relacionados con el medio externo, lo cual permite desarrollar habilidades de control sobre este medio, sin los cuales no se subsiste.

Toda adquisición de hábitos de adaptación implica una porción de conocimientos. El aprendizaje más elemental, como un reflejo condicionado, está determinando la habilidad de los individuos de operar con conocimientos. El reflejo condicionado mismo, implica el reconocimiento del estímulo condicionado, además de conocer de una manera de predicción las consecuencias que señala la presencia de este estímulo: predice la secuencia de un segundo estímulo, el incondicionado y la propia reacción asociada a ésta secuencia. Todos, elementos relevantes en el proceso de adaptación.

El aprendizaje involucra fenómenos de generalización y de diferenciación. Esta función compleja integra una serie de funciones simples. Por ejemplo, diversos tipos de memoria, activación de las funciones de atención, reacciones de enfoque, evocación, activación de los procesos subjetivos como la conciencia y otros.

El aprendizaje es una función que forma parte de la actividad integrativa del SNE. Es la base fundamental de sustento de los procesos gnósticos. Se puede sostener, sin temor a equivocarse, que todo proceso gnóstico descansa sobre los pilares del aprendizaje. Esta condición es válida tanto para la actividad gnóstica empírica como para lo epistémico.

Desde la perspectiva de la adquisición de habilidades gnósticas, hay una serie de circunstancias que pueden condicionar el proceso de adquisición de un conocimiento.

Mencionaremos dos circunstancias perfectamente delimitadas:

En una, se trata de generar el conocimiento de un fenómeno, lo que, de alguna manera, tiene interés pero que, fuera de ser percibido como interesante, no es conocido. Se hace entonces necesario encontrar las condiciones para conocerlo.

En la otra circunstancia, el fenómeno es conocido. El conocimiento está largamente socializado, pues es socialmente necesario. Hay que entregarlo a la generación de recambio. Entre ambas condiciones hay una serie de circunstancias intermedias.

En la primera circunstancia mencionada es necesario generar conocimiento; en la segunda, adquirir un conocimiento que está “hecho”. En ambas circunstancias hay básicamente involucrados procesos de aprendizaje.

En el primer caso, cuando se genera un conocimiento, se utiliza una tecnología de investigación—el método científico—que consiste en ir sometiendo al objeto de estudio a situaciones controladas, las cuales permiten obtener información sobre aspectos específicos.

Las maniobras experimentales equivalen a preguntas dirigidas al objeto sometido a estudio, el cual responde con reacciones. El experimentador tiene que aprender a organizar sus preguntas de manera que sus maniobras experimentales se ajusten a lo que pretende conocer del objeto. Debe además aprender a captar las respuestas del objeto examinado, a organizarlas de una manera ordenada y coherente, a repetirlas hasta que se las considere satisfactorias. Sin embargo, no basta pensar que lo aprehendido del objeto es necesariamente un reflejo subjetivo exacto del curso factual del fenómeno estudiado. Es necesario verificar el resultado, para lo cual hay que organizar una serie de preguntas expresadas en maniobras experimentales.

En síntesis, el Conocimiento epistemológicamente fundado, demanda un aprendizaje complejo de diversos ámbitos, no solamente para obtener el conocimiento, sino para certificar su veracidad.

Al tratarse de un “conocimiento hecho”, la situación es diferente. En estas condiciones se está expuesto a aceptar que el conocimiento ha sido correctamente establecido como tal. Por lo tanto, todo aprendizaje descrito más arriba en términos generales, no ocurre. Información sobre la génesis de este conocimiento puede ser leída, o escuchada. Tal vez con un pequeño esfuerzo se puede repetir una lección, aún con brillantez, lo cual no llena el vacío debido a la falta de experiencia en generar conocimientos. El conocimiento lectivo no es suficiente para transmitir una actividad que implique una operación por parte del estudiante o aprendiz. Cualquier comportamiento, por sencillo que sea, se aprende muchísimo más rápido por imitación que a través de descripciones verbales. Sin embargo, al repetir se aprende repitiendo, al operar se aprende operando.

De todas maneras la adquisición de cualquier conocimiento exige un aprendizaje. Esto sugiere, a quien esté interesado en la problemática envuelta en la adquisición, validez y perfección de los conocimientos, de preocuparse de los fenómenos psico-fisiológicos intrínsecamente envueltos en el proceso de gnosogénesis.

Por otra parte, la adquisición de conocimientos está determinada por un fenómeno psicofisiológico básico. Este fenómeno no incumbe exclusivamente al *Homo sapiens*, sino a todos aquellos seres obligados a adaptarse a un medio externo para subsistir. Es la habilidad para reflejar el medio externo. Nos referimos a las representaciones subjetivas, es decir virtuales, del medio en el cual se vive y sobrevive. Mientras mayor es la habilidad para generar una representación virtual del medio externo, mayor es la probabilidad de adaptarse y de sobrevivir.

Estas características de los procesos que conducen al conocimiento sugieren fuertemente que la actividad gnóstica es un proceso psicofisiológico, y en consecuencia, que las condiciones de optimización del cultivo del

conocimiento antes que nada debe ser remitido a su condición de fenómeno psicobiológico como corresponde a toda interacción de los individuos y el medio al cual concurren.

Ahora bien, el conocimiento es una condición básica de la habilidad de los individuos de reflejar virtualmente y operar sobre los acontecimientos que ocurren en el medio en general, y en especial aquellos que adquieren una significación importante en la actividad de adaptación.

I. El Conocimiento como Integración de Aspectos Parciales de Procesos Informacionales: El Concepto de Cuanto Gnóstico

Considerando la actividad gnóstica en una perspectiva tanto evolutiva como del desarrollo individual, se llega a la conclusión que ella constituye un elemento importante de la adaptación.

La adaptación requiere como una condición básica en la "interacción individuo-medio": el individuo al reaccionar a las variaciones del medio ecológico tiene necesariamente que reflejar estas variaciones, lo cual es una condición fundamental para poder responder con éxito a las demandas de adaptación a este medio.

La habilidad de reflejar el medio es indispensable para tener éxito de adaptación. Esta se transmite genética y culturalmente, lo cual asegura la estabilidad de adaptación.

Las reacciones genéticamente determinadas se conocen como "reacciones instintivas", mientras que las transmitidas culturalmente son aprendidas.

Cualquier reacción o actividad del organismo que no se practica se deteriora. Esto incluye funciones básicas como, por ejemplo, la actividad sensorial de un sistema receptor. La falta de ejercicio determina el aniquilamiento de una función sensorial y por su-

puesto, la inhibición de todas las reacciones que se basan en esa función. Hay numerosos experimentos los cuales indican que la privación temporal de la visión produce varios trastornos de la percepción. Si la privación se prolonga, se puede producir degeneración de la vía visual.

El ejercicio constante de una situación perceptiva, determina, al contrario, una eficiencia funcional expresada de diferentes maneras: menor tiempo de reacción, mejor configuración perceptual, una mayor eficiencia efectora, entre otras. Todo lo cual indica un mayor rendimiento funcional de los sistemas funcionales envueltos en la interacción individuo-medio.

La determinación genética de un "proceso" psico-biológico, no necesariamente debe expresarse directamente en una actividad bio-psicológica concreta. La determinación genética se concreta en consonancia con las exigencias adaptativas del medio. Implica una disposición, la cual es iniciada por las exigencias de adaptación al medio. La habilidad para hablar es una disposición genéticamente determinada. Pero la lengua que una persona habla está culturalmente determinada. El medio impone la lengua que se aprende. Esta determinación es un proceso de aprendizaje.

Probablemente el Homo sapiens puede configurar verbalmente cualquier lengua que la especie haya utilizado o creado en el curso de su evolución.

El aprendizaje de una lengua es un proceso de autorregulación que conduce a seleccionar las expresiones verbales que son aceptadas por el medio en la configuración de una palabra. Al excluir por inhibición otras emisiones rechazadas por el medio que interfieren en la correcta modulación de las palabras. Este proceso de autorregulación es específico para cada lenguaje, genera un sistema funcional y permite progresar rápidamente en la adquisición de la lengua correspondiente.

Puede suceder que una persona adquiera de una manera simultánea más de un lenguaje. En este caso hay un sistema funcional complejo, que probablemente envuelve más de un subsistema para operar cada lenguaje. Conocemos el caso de una niña de corta edad (3 años) criada en un ambiente trilingüe. Mientras jugaba con su perrito alguien le preguntó: “¿Qué animal es este?”. La respuesta fue muy interesante: “ein Hund” para mi abuelita, “a dog” para Miss X., “un perro” para Raquel. La interlocutora podía elegir el nombre que convenía a su condición idiomática. Las contribuciones que hemos mencionado a lo largo de este trabajo ponen en evidencia el rol fundamental del SNE en el proceso del conocimiento.

La adquisición de conocimientos se produce gradualmente tanto a nivel del individuo como de la especie. Esta idea ha sido tratada extensamente por Fuster (2000) en un extenso trabajo.

Fuster (2000), considera diversos aspectos de los procesos gnósticos, tales como percepción, inteligencia, lenguaje y atención. Analiza datos provenientes de la experimentación animal, los cuales permiten captar las bases neuronales de estos procesos.

Fuster descubrió en la corteza prefrontal de monos, un grupo de neuronas que mantiene su actividad durante el retardo entre la acción de un estímulo y la respuesta motora. Estas observaciones fueron enriquecidas por las contribuciones de Hiroaki Niki, quien algún tiempo después, describió una segunda clase de neuronas las que incrementan su actividad en el período de retardo. Ambos tipos de células están dispersas en la mayor parte de la corteza prefrontal. Han sido encontradas también en la corteza parietal. Son los elementos neuronales responsables de la memoria de trabajo. No está aún dilucidado si esta actividad es mantenida por la acción de circuitos reverberantes o simplemente son productos de las propiedades mnémicas de las neuronas individuales.

Fuster considera que el cerebro es una red neuronal que envuelve vías de procesamiento paralelos. Hipotéticamente postula como un elemento básico de los procesos cognitivos algo que llama “*cognit*”, palabra con la cual alude a un elemento de conocimiento que está almacenado en la red neuronal. En cada sistema funcional la red neuronal almacenaría un mayor número de representaciones elementales que configurarían un “*cognit*”. No todos los “*cognits*” serían iguales. Fuster sostiene, por ejemplo, que los “*símbolos*” están presentes en “*cognits*” de alto rango, producidos por la convergencia de “*cognits*” de menor jerarquía. La parte esencial subyacente de los procesos cognitivos estaría integrada por la activación de diferentes redes, organizadas en jerarquías que representarían la estructura de los bloques de conocimiento. Fuster pone claramente en evidencia la interacción entre procesos subjetivos genéricamente llamados “*mente*” y las funciones del SNE. Esta idea de Fuster no deja de ser interesante, especialmente si se tiene en consideración que “*mente*” es una forma genérica de designar la actividad subjetiva cuya función es la representación subjetiva del medio externo, medio interno y del medio subjetivo, además de la posibilidad de operar sobre datos de información provenientes de estos medios. En todo caso, este medio virtual es una función de la actividad neuronal. Sin funciones neuronales no hay procesos subjetivos, no hay “*mente*”.

Fuster propone que el “*conocimiento*” y el “*aprendizaje*” en cualquiera de sus formas tienen un “*desarrollo temporal*” que permite: cambio de volumen, de cantidad, etc. La dinámica del conocimiento implicaría la integración de estos “*cognits*”, que serían algo así como “*cuantos de conocimiento-aprendizaje* hasta llegar a un límite que permite configurar conocimiento”. Es decir, predecir algunas o la totalidad de los cambios de sus objetos frente a condiciones ambientales variables a su desarrollo propio, conocer su estructura interna, la dinámica de sus características

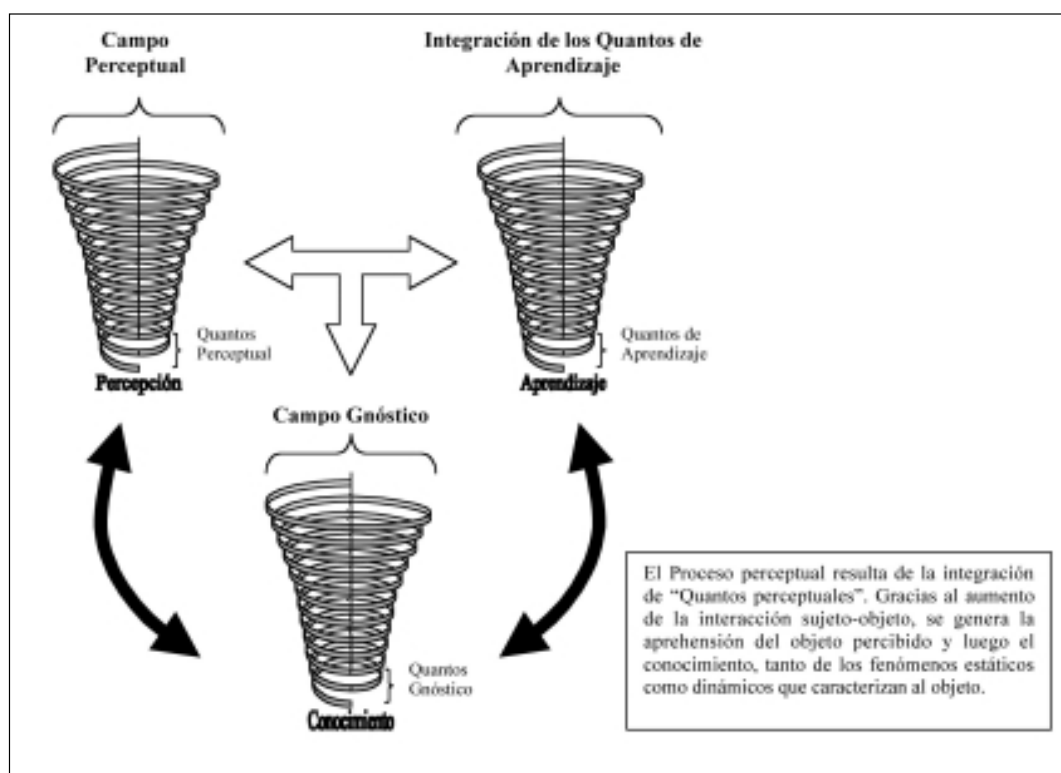
funcionales, y por último, reproducir el objeto, o “hacer” el objeto.

El análisis de la actividad neuronal pone en evidencia la unidad funcional del aprendizaje y del conocimiento. Puede postularse que son un mismo proceso. Conocer es un aprendizaje. Aprender es adquirir un nuevo conocimiento. En alemán, hay un verbo-Kennenlernen-en el cual los dos procesos son considerados integrados, algo así como “aprender a conocer”. Ilyenkov (1982) al exponer los puntos de vista de Marx sobre el problema del conocimiento y, especialmente, sobre la armazón epistémico del Capital, sostiene que el proceso del conocimiento es una transformación interactiva entre el objeto de conocimiento y su reflejo subjetivo-

comportamental. Esta interacción conduce en las primeras percepciones de un objeto a reflejar sólo algunos de los aspectos de este, de manera que estas percepciones son meras abstracciones de la realidad.

En la medida que sucesivas percepciones van captando más y más rasgos concretos del objeto, la percepción abstracta va enriqueciéndose con un mayor número de elementos de representación que le permiten reflejar al objeto en su concreción. Esto es lo que Marx llama la transformación de representaciones abstractas en representaciones concretas. Este punto de vista de Marx queda muy bien sentado en bases neuronales en la contribución de Fuster (Ver Figura 1).

Figura 1. Interacción entre Percepción-Aprendizaje-Conocimiento



II. Las Bases Funcionales de la Reflexión Operacional del Medio Externo: Integración Psiconeural de los Procesos Gnósticos.

No podemos dejar de lado las clásicas contribuciones de P.K. Anojín al análisis de este problema. Este autor soviético dedicó una importante parte de su tiempo al estudio del procesamiento cerebral de la información obtenida del medio externo. El enfoque de Anojín es el tratamiento de la interacción “medio-individuo”: incluye información experimental en la que confluyen diversos campos: el desarrollo de la herencia pavloviana, neuropatología, desarrollo embrionario (neurogénesis) y los sistemas funcionales, entre otros.

Presentaremos sucintamente las contribuciones de Anojín (1970) que se refieren al problema del “continuo químico del cerebro”, como el reflejo de la realidad y luego exponaremos sus contribuciones a la descripción de los sistemas funcionales que constituyen un modo muy razonable de integrar los fenómenos fisiológicos con los fenómenos subjetivo-conductuales.

El “Continuo Químico del Cerebro” como Mecanismo del Reflejo de la Realidad

EL SIGNIFICADO DEL REFLEJO ANTICIPATORIO DE LA REALIDAD

Los procesos de representación y adaptación de los seres vivos correspondientes al medio externo son una prueba más de la existencia de la habilidad de ellos para reflejar la realidad de una manera activa. En relación a la evolución de los organismos, se puede afirmar que este reflejo es un fenómeno activo. Aún los seres menos evolucionados ejercen una acción sobre el medio externo para tratar de ajustarlo a sus necesidades. El uso de herramientas es un elemento que contribuye a esta adaptación a las condiciones externas.

En apoyo de esta idea cabe recordar la habilidad del cerebro para responder actualmente a las exigencias de un viaje u otro evento que se realizará en el futuro. Esta habilidad se expresa en diversas formas y conduce a la configuración de una proyección anticipada de diversas perspectivas de nuestras funciones psicológicas. La anticipación es una consecuencia de la proyección a futuro de lo que sucede actualmente con el objeto de la predicción, de lo que se conoce de este.

La relación de un organismo con las leyes del medio externo es un problema de excepcional interés. Una ley fundamental, como la del *Continuo Espacio-Temporal (CET)* de los sucesos, ejerce una decisiva influencia sobre las características estructurales y funcionales de un organismo. Todos los organismos, aún los más primitivos, están sujetos a estas leyes (Anojin, 1962a)

El CET supone el movimiento de la materia, movimiento que tiene lugar en una corriente continua de relaciones entre causas y efectos. En esta corriente, los organismos vivos están incorporados con todas sus reacciones peculiares.

Una cuestión importante es que, a pesar de la continuidad de flujo al cual están incorporados los organismos, estos operan sobre la base del movimiento continuo-discontinuo de la materia.

La investigación tradicional del comportamiento está básicamente centrada en el aislamiento psicofisiológico de un episodio vital del organismo y hacer de este episodio un punto de partida para un análisis científico, cuestión importante para el análisis psicofisiológico de las relaciones “organismo-medio”. Solamente a través del análisis cuidadoso de las leyes que gobiernan las relaciones de la vida con las leyes de la materia inorgánica se pueden conocer las relaciones del organismo viviente con el comportamiento.

La representación anticipada de la realidad es una de las posibles formas de representación en un proceso al cual el organismo, utilizando la experiencia del pasado, se adapta activamente a los inminentes sucesos del futuro.

Con referencia a la evolución, se puede afirmar que la representación de la realidad ha sido siempre un proceso activo del organismo.

En los niveles evolutivos superiores, la representación deriva en una acción directa, que opera sobre el medio para facilitar o permitir la adaptación. Hay que distinguir las reacciones automáticas (genotípicas) de los procesos subjetivos que generalmente encierran una planificación. El SNE tiene entonces la capacidad de anticipar acontecimientos futuros como respuesta a estímulos que son operantes actualmente en el presente. La actividad anticipada se ejerce también en la perspectiva de la puesta en acción de automatismos.

¿Cómo se lleva a cabo esta representación anticipada de la realidad?

En el curso del Siglo XX, la Física y otras ciencias han puesto en evidencia la dialéctica de procesos “continuos-discontinuos” que el desarrollo de los sucesos en la realidad del mundo, acontece sobre la base de un movimiento “continuo-discontinuo” de la materia. Este fenómeno envuelve tanto la materia inorgánica como la materia viva. Los organismos vivos elaboran la discontinuidad de este movimiento en conformidad con la significación bio-psicológica de los sucesos individuales. Todo fenómeno, vivo o inanimado, se encuentra en un cambio constante, en un continuo espacio-temporal de tres dimensiones.

Este es un aspecto esencial de la existencia de la vida terrestre. Por ello se puede sostener que la relación de lo viviente con el mundo exterior es un procesamiento de la información por el SNE a nivel celular de los seres altamente evolucionados. La información proviene del continuo de influencias en las cuales no hay brechas intermitentes en el continuo espacio-tiempo.

Este punto de vista se puede sostener en atención a dos hechos básicos:

1. Prácticamente las funciones nerviosas que se ocupan de sucesos ambientales muy compactos y de duración muy corta, funcionan en tiempos más largos y son significativamente más compactos que el curso de los sucesos espacio-temporales.
2. Por otra parte, los fenómenos del continuo espacio-temporal pueden estar separados entre sí por grandes distancias, y sin embargo, son procesados en el mismo cerebro y por el mismo conjunto de células.

El microespacio cerebral y el microespacio del medio externo son reflejados por las redes neuronales en dimensiones microespacio-temporales.

¿Cómo el organismo puede reproducir el CET en micro-dimensiones?

Este es un fenómeno central de la evolución de los organismos vivos. No es posible dejar de lado esta característica de la evolución, consecuencia de la cual el Homo sapiens ha alcanzado la capacidad de coger en pequeños intervalos, fenómenos y sucesos que tienen lugar en dimensiones terrestres o siderales. Esto ha sido posible gracias a los procesos moleculares de las neuronas, que reciben y reflejan la grandiosa escala del universo, a través de los órganos efectores que captan el curso del continuo espacio-temporal del medio externo.

EL ORDENAMIENTO DE LO VIVO EN LAS LEYES DEL MUNDO INORGÁNICO

Pero no sólo los procesos subjetivos cerebrales reflejan el medio externo. *Las estructuras orgánicas de los seres vivos obedecen a las leyes que rigen los fenómenos inorgánicos y no sólo reflejan, sino que son la continuación del mundo inorgánico que los ha generado.* Recordemos los puntos de vista Anojin (1970) sobre este punto.

El ordenamiento de los procesos vivientes (seres vivos) a las leyes básicas del mundo inorgánico está claramente establecido. Más aún, este ordenamiento resulta de la integración de procesos químicos inorgánicos en conjuntos funcionales que presentan propiedades diversas de las exhibidas por los conjuntos orgánicos. Los procesos vivientes en el curso de la evolución se han adaptado a las demandas del universo inorgánico. Más aún, son una consecuencia de este.

La gravitación, que con mucho antecede a la existencia de lo vivo, es una condición que mantiene un orden en todas las galaxias. Los seres vivos han evolucionado adquiriendo y desarrollando diversas maneras de adaptarse a las condiciones gravitacionales: desde permanecer inmóviles todo su ciclo vital, hasta mostrar diversos modos de desplazarse.

Se puede afirmar que el desarrollo de la materia viva en su totalidad, incluyendo su organización estructural-funcional y las interconexiones neuronales, se ha producido con el condicionamiento de la gravitación del planeta. El comienzo de este suceso tiene lugar en el período de emergencia de los procesos vivos.

Similar desarrollo tienen los órganos de los sentidos, los cuales están adaptados a los diversos tipos de energía existentes en el medio externo. En un amplio sentido tenemos que ver con un auténtico reflejo (reflexión) de las leyes del mundo inorgánico, a las cuales están sometidos todos los organismos vivos de nuestro planeta y a las cuales se enfrentan de variadas maneras. Puede afirmarse que las leyes del mundo inorgánico rigen irrestrictamente la estructura de los seres vivientes.

Sobre la base de estas leyes fundamentales, el movimiento de la materia está controlado por factores constantes, el Espacio y el Tiempo. Estos son factores constantes, los cuales ya al comienzo de la vida tienen efecto determinante sobre los seres vivos.

La materia viva, bajo las condiciones del mundo de la materia inorgánica y a través de la adaptación a las relaciones espacio-temporales existentes ha sido el factor decisivo en la conservación de la vida en el planeta.

El Continuo Espacio-Tiempo como Factor de la Adaptación Bio-Psicológica

Las habilidades adaptativas de los animales, son puestas en juego por necesidades que emergen circunstancialmente. Tratamos la acción de un estímulo sobre el organismo como una simplificación artificial que permite considerar las reacciones de este como actos discretos y también, como acciones discretas de factores externos al organismo.

Los conocimientos que diferentes ciencias han aportado sugieren una conclusión:

Los acontecimientos que tienen lugar en el mundo son una consecuencia de la existencia de una condición básica, el movimiento continuo-discontinuo implicado en la materia.

Esta es una ley absoluta tanto de la materia inorgánica como de la materia viva.

La “condición psicobiológica” adquiere de esa manera una complementación determinada por el carácter intermitente de los diferentes componentes de este movimiento de la materia, lo que adquiere una significación que es dependiente de ese movimiento.

No todos los componentes de la “funciones continuas-intermitentes” de la materia tienen la misma significación para la supervivencia de los animales. Hay componentes que carecen de toda significación. Por ejemplo, en condiciones habituales, la aparición de un gran animal tiene una significación evidente, mientras que la caída de las hojas o el movimiento del un río no tienen mayor significación. Existen entonces muchos diferentes tipos de CET, de continuidad: el espacio-temporal. Unidimensional (dirección del movimiento entre dos puntos), o bien, continuo bidimensional, entre tres puntos del es-

pacio. Si el movimiento se establece entre cuatro puntos del espacio tendremos “un continuo tridimensional”.

Nosotros podemos registrar el continuo en el “microespacio-microtiempo” del cual dispone el organismo.

Cada cuerpo vivo o no vivo se encuentra interrumpidamente en un ininterrumpido continuo tridimensional. Esto plantea una condición de existencia a cada ser viviente de la tierra. Las relaciones de la materia viva con el mundo exterior son una fuente ininterrumpida de información que ingresa a los niveles superiores de la evolución de la vida—que el SNE elabora como “continuo de influjos”.

Los tiempos durante los cuales se desarrollan las funciones del SNE son de mucho mayor duración y más compactas que los intervalos mínimos que transcurren durante los acontecimientos del “CET” en el mundo externo. Por otro lado, pese a que algunos sucesos del mundo externo que transcurren durante el CET pueden estar muy distantes, son captados y reunidos en un mismo SNE y en las mismas neuronas.

Por ejemplo, aviones que vuelan desde el horizonte son captados por nuestra mirada en su movimiento durante pocos segundos de su CET. Nuestras neuronas han registrado el proceso en una escala de Microespacios y Microtiempos de una manera continua. Gracias a las funciones de los procesos neuronales del cerebro, el fenómeno viene reflejado en cortos instantes.

Es precisamente ese fantástico mecanismo, creación de lo vivo, que permite que grandiosos intervalos del CET aparezcan reflejados en escalas microscópicas que lo reproducen. Esto es un aspecto importante para la evolución de la vida en la tierra.

Gracias a este campo proyectivo de carácter bio-psicológico, una enorme dimensión del mundo externo es reflejada en una reacción molecular del tejido nervioso. Esto ha

determinado captar el mundo en su diversidad, en toda su riqueza, en un pequeño pedazo de la sustancia cerebral. Esto se debe a la estructura molecular de las neuronas, que con ayuda de los diversos órganos de los sentidos permiten coger los procesos que tiene lugar en el medio y reflejarlo.

Concepto de los “Continuos Químicos” de los Procesos Cerebrales

Ha llegado el momento de considerar a la arquitectura del mundo en la perspectiva de las leyes del CET.

Desde esta perspectiva resulta que la experimentación con la interacción “individuo-medio” en animales, por ejemplo, implica interrumpir o interferir el flujo Espacio-temporal propio de la vida del animal. Esta es una interferencia de los procesos que tienen lugar en el SNE del animal, quedando de este modo sometido a las exigencias propias de los investigadores. El animal es sometido a una especie de aislamiento en el que predominan, en forma perentoria, las condiciones que surgen del experimento. La significación del estímulo es un factor predominante en la activación de la reacción que se estudia. Esta situación permite indudablemente establecer la conexión entre un estímulo predominante del campo de las percepciones y la respuesta efectora a la cual ha sido ligado.

El estímulo es solamente la señal previamente preparada por el SNE consistente en la integración de diversos procesos.

La investigación psicofisiológica organizada sobre la base de un aislamiento artificial de los procesos neuronales envueltos en reacciones particulares, para su estudio se desligan del contexto integrativo de las funciones cerebrales espacio-tiempo propias del ser viviente. Esto conduce a una visión discontinua tanto del medio externo como de los procesos psicofisiológicos que se trata de estudiar.

La utilización de “un” estímulo para observar, por ejemplo, el comportamiento, es solamente una forma de desencadenar una reacción que es una manifestación de un proceso complejo, producido por diversos factores que permanecen integrados como una totalidad. La respuesta perseguida ha sido denominada por Anojin “integración previa a la ejecución” (“Pre-release integration”). Es la integración virtual previa a la ejecución de una acción la que se manifiesta en la acción de numerosas conexiones neuronales, que se forman durante los intentos o ensayos que se van integrando en una síntesis gradual. Este no es un proceso discontinuo en el cual ocurren todos los enlaces de los detalles (conexiones neuronales, relaciones excitatorias) de este continuo entrelazamiento. “Consecuentemente podríamos caracterizar la vida total de un ser vivo como una manifestación de los principales elementos vitales, los cuales emergen del continuo real de los fenómenos vivos y observados por el animal”.

“El organismo (SNE) registra todo aquello que va determinando su vida: éxitos-fracasos-reforzadores-inhibidores.” Todos estos fenómenos están interconectados por el real continuo de fenómenos y procesos, algunos de los cuales carecen de significación pero de todas maneras son nexos en el “continuo real del mundo” (Anojin 1971).

La integración se refiere a una conexión de elementos neuronales que se han organizado como una interrupción del continuo, por ejemplo: durante el correr del día cuando se lleva a cabo un experimento, sin embargo, la cadena ininterrumpida del acontecimiento no permite que interrupción alguna pueda alterarlo o detenerlo.

Resulta claro que los sucesos del mundo externo solamente puedan tener una significación de una manera transiente y de un modo ordenado en elementos discretos. En realidad se desarrollan en un auténtico CET (Anojin 1949a).

En la vida de un animal, todos los sucesos se organizan en una secuencia o cadena de sucesos que integran el CET, independientemente de si estos sucesos sean o no vitalmente importantes. El CET aparece como una secuencia de recuerdos o vivencias en accidentes en los cuales las personas han estado en peligro de muerte, por ejemplo, de ahogarse.

Estas informaciones son almacenadas por procesos moleculares neuroquímicos específicos, cuyos efectos se van acumulando en sucesivos episodios. Esto puede suceder con diferentes episodios emocionales. El significado más importante de estos procesos es que, desde el punto de la actividad subjetivo-comportamental, en determinadas condiciones, la concatenación episódica no aparece claramente; ello puede verse alterada por la acción directa de episodios que responde a las necesidades adaptativas urgentes. Sin embargo, siguiendo asociaciones activadas e el plano subjetivo, aparece claramente la *concatenación histórica* de los acontecimientos activados. La actualización de la activación, es decir, la evocación de los recuerdos acumulados en la memoria de una manera concatenada, emergen como resultados de la puesta en marcha de asociaciones de acontecimientos concatenados en una serie integrada al CET.

La Neurofisiología pone en evidencia procesos moleculares neuroquímicos puestos en acción por acontecimientos del medio externo. Estos procesos bioquímicos ocurren en el cerebro. Permiten generar una ilimitada cantidad de reacciones conductuales. Es interesante hacer notar un hecho: *la subjetividad consciente no es continuamente activa como el comportamiento*; es por ello que el CET comportamental no es reflejado perceptualmente.

“La tecnología de la investigación permite no solamente registrar zonas extensas de las diferentes estructuras nerviosas, sino que también es posible registrar la actividad de los millones de neuronas que componen el

SNE. Catorce mil millones de neuronas parecen componer el SNE. Esta cantidad de unidades celulares participan en procesos delicados y sutiles que resultan del reflejo del medio externo. Si se tiene en consideración que cada neurona en promedio, hace 5000 contactos con otras neuronas y células de los sistemas receptores sensoriales, y sobre una misma neurona convergen seis diferentes canales de información, es difícil de imaginar la cantidad de variables que el SNE puede procesar” (Anojin 1971).

La “sabiduría del cerebro” no sólo implica “qué cantidad” de parámetros debe procesar, sino que también “cómo” el cerebro es capaz de reflejar todas las propiedades del CET, del mundo en su dinámica y en sus particularidades cualitativas.

“La ley universal del mundo inorgánico—el desarrollo de los acontecimientos en “Continuo Espacio-Temporales” conduce, a lo largo de la evolución de la materia viva, a que el cerebro de los animales se genere como un órgano especial para la adaptación y la reflexión del medio. El cerebro tiene una actividad que corresponde completa y totalmente a los componentes de la actividad de ese CET. Todas las formas y variaciones del comportamiento, como también la elección opcional, la acción de juzgar, clasificar las particulares etapas y componentes de ese Continuo, son elementos a través de los cuales los organismos vivos son incluidos en las leyes de la naturaleza sin excepción” (Anojin, 1970).

El estudio de la variabilidad del SNE es un punto de partida importante para considerar el problema de lo relativo a su conformidad con ciertas leyes “Los creadores de la Teoría Cuántica, proponen un programa para investigar cualquier suceso, aún el más pequeño fenómeno (en el marco de las leyes absolutas del mundo). Esta afirmación tiene validez de una manera perentoria en el estudio de la evolución de la vida en la tierra” (Anojin 1978, pag. 136).

En la evolución de la vida todo es relativo y cambiante, con claras relaciones con las leyes que rigen la naturaleza. Esto es evidente en la evolución del sistema nervioso, especialmente del cerebro.

Es interesante considerar cómo las estructuras y funciones cerebrales se ajustan al continuo multidimensional del ambiente, lo cual asegura la continuidad de las especies. Más aún, es necesario considerar que esa adaptación compromete las unidades neuronales en cuyo medio protoplasmático se deja sentir. La adaptación tiene un carácter integral permanente, debido a que la neurona integra al sistema funcional, su propio sistema de descargas funcionales que también son permanentes.

Prácticamente, por cada movimiento de un animal, o por cada configuración del comportamiento, el CET del medio externo activa los receptores en intervalos de microtiempo y, en consecuencia envuelve los elementos neuronales del cerebro.

Todas las funciones del SNE están limitadas a las exigencias relacionadas con el CET absoluto, que ponen en acción las propiedades funcionales de las neuronas.

Una peculiaridad de las neuronas es la variabilidad funcional, es decir, la versatilidad para reaccionar a la variedad de impulsos aferentes que desencadenan respuestas variadas.

Hay neuronas que se activan con la presencia de un determinado suceso, otras que dejan de funcionar frente a la misma condición, otras aún no varían su actividad espontánea. Cada entrada de información al SNE produce un conjunto de acciones sobre un cierto número de neuronas, de manera que se configura un modelo neuronal de respuesta. Estos conjuntos neuronales pueden seguir activados después de haber reaccionado a la estimulación, de manera que una nueva estimulación encuentra a estas neuronas activas. Ellas se incorporan o permanecen en

la configuración neuronal efectiva cuando la estimulación se repite, o es seguida de un nuevo estímulo. Este fenómeno tiene lugar en condiciones naturales.

Los componentes individuales del Continuo–espacio–temporal externo puede actuar en ámbitos auditivo–visual en cortos intervalos; en consecuencia, la superposición de la actividad neural permanece constante, siendo un factor significativo para la función del SNE. De esa manera el cerebro permanece activado durante la acción del CET, lo que asegura el contacto continuo del organismo con diferentes estadios operacionales del CET.

Con esto hay que poner de relieve la actividad funcional de las neuronas y sus modos de expresión. Las diferentes formas de energía que emergen de las neuronas son consecuencias de los procesos químicos inducidos por las excitaciones que afectan a las neuronas (Magistretti, 2002).

La gran mayoría de las neuronas están envueltas realmente en un Continuo químico real, que es la transducción de la continuidad de los sucesos espacio–ambientales. El continuo espacio temporal del medio ambiente “esto es sin duda alguna la base absoluta sobre la cual descansa, la totalidad de la grandiosa pluralidad de las manifestaciones y estructuras del cerebro” (Anojin, 1971).

“Estos procesos están interrelacionados y representan una cadena ininterrumpida de procesos químicos fluctuantes de momento a momento, desencadenados por variadas estimulaciones. Es justamente la huella de estas fluctuaciones de los estímulos, que se expresa en descargas de las neuronas, lo que representa el nexo conectivo en el transcurso CET, es decir, el nexo entre lo fue antes y lo que vino después”.

“En eso consiste, en nuestra opinión, la estructura neuropsicológica, estructura subyacente al continuo químico del SNE”.

“En efecto, la evolución del SNE ha generado la propiedad de activar la totalidad del sistema: la generalización garantiza una de las funciones más importantes: las actividades subjetivo–comportamentales, basados en la generación de señales (Anojin, 1971).

El Comportamiento como un Continuo de Resultados

La evolución del SNE configura un interesante conjunto de normas de desarrollo. La evolución de las estructuras del SNE se adapta de una manera impresionante y absoluta a las leyes del CET. Este continua adaptación de procesos bioquímicos sugiere que el SNE, en el transcurso de la evolución, ha desarrollado:

Estructuras especiales, las cuales interactúan entre sí. La función de estas estructuras es la reproducción virtual del CET del mundo externo, incluyendo episodios que representan momentos importantes de la experiencia vital.

El SNE, producto de la evolución, ha permitido a los seres vivos la adquisición de aprendizajes, basados principalmente en el carácter de señal de algunas de las informaciones.

La generación de señales es la base de los procesos de aprendizaje. Este fenómeno se produce en forma esquemática de la siguiente manera: si llegan al SNE una cierta cantidad de estímulos que son diferentes para el organismo, este los registra. Si carecen de significado la señal no activa más que una reacción de enfoque sin mayores efectos.

Por el contrario, si la señal tiene una significación–produce dolor o es una experiencia peligrosa–es registrada en diversas partes del SNE: desde luego, en el sistema neuronal responsable de la reacción de enfoque, además de las zonas que se activan por el dolor–algún centro emocional–y queda inscrita en los sistemas como “una señal dolorosa”, con significación.

Por supuesto que esta “inscripción” implica la activación de procesos bioquímicos específicos responsables de la memorización, de la activación de los efectos emocionales y de todo el bagaje psicofisiológico que eso implica. Las condiciones bioquímicas se desplazan a través de los contactos neuronales las que estaban definidas antes de la reacción dolorosa; Sin embargo, la concatenación de elementos neuronales son una consecuencia de los efectos correspondientes. En otras palabras, los componentes químicos están presentes antes de la reacción, constituyendo una anticipación real al CET.

La capacidad ilimitada de movimiento de traslación—característica de muchos organismos vivientes—crea una condición facilitatoria de la actividad de adaptación de los animales, sin alterar la interacción entre el organismo mismo y el CET ambiental, que satisface todo requerimiento de movimiento.

El movimiento ha sido una condición básica para la mayor parte de los estados evolutivos sobre la tierra. El progreso de la vida ha creado las condiciones subjetivo-conductuales por una parte, debido a la evolución del SNE que naturalmente incluye los procesos neuronales y bioquímicos y, por otra, una activa, dinámica relación con el medio externo. En cada fenómeno adaptativo puede mostrarse que esto es el resultado de la incorporación del organismo al CET, lo cual es al mismo tiempo un eslabón de la cadena de estas superposiciones.

Los fenómenos “subjetivos—comportamentales” que conducen a un resultado lo cual implica una inserción en el CET, y *el establecimiento de una evaluación del resultado*. Esta evaluación se lleva a cabo por medio de la aferentación por los resultados de retroalimentación. Dicho de otra manera, *los organismos vivos elaboran sus acciones por una continua evaluación de las acciones ejecutadas lo que contribuye a mantener la continuidad histórica de cada ser vivo*. Esta evaluación tiene un significado en la creación de las condiciones

necesarias para futuras reacciones anticipatorias disparadas por componentes futuros o lejanos del CET.

En el mundo circundante existen secuencias de sucesos separados por intervalos específicos. Muchos de estos estímulos son neutrales, carecen de significación para el Organismo. Sin embargo, algunos de los componentes del CET pueden atentar improvisadamente contra la integridad del organismo. Estos producen una activación de cierta duración en un sinnúmero de neuronas. Si en el curso de esta excitación algunos de los sucesos sin significación para el organismo entran al circuito excitado, se produce una contaminación de esta señal indiferente. Es decir, los cambios protoplasmáticos de las células activadas, por ejemplo, por el dolor, reciben los efectos de los estímulos neutrales, se produce entonces una generalización. El estímulo indiferente adquiere con la estimulación generalizada de la Formación Reticular Ascendente Activante y del Hipotálamo, un comportamiento interesante: cada vez que el estímulo indiferente entra en acción, necesariamente envuelve la activación generalizada, que incluye la activación dolorosa. Esto indica que desde un punto de vista protoplasmático hay una interacción de los efectos de ambos estímulos, que operan bioquímicamente en los dos grupos celulares.

Esto tiene lugar en el momento en que se entrelazan los procesos químicos de los estímulos neutrales con los de la activación dolorosa.

El efecto de estímulos organizados en una determinada secuencia desencadena una secuencia integrada de reacciones.

En otras palabras, se trata de una auténtica anticipación de los procesos cerebrales específicos desencadenados por los componentes del CET del mundo externo.

Desde la perspectiva del comportamiento es, según Pavlov, una reacción “señal” o una reacción anticipada.

La acción de un CET sobre el cerebro, tanto de los animales como del *Homo sapiens*, produce una continuidad de procesos bioquímicos que tienen una importante significación biológica. Sin lugar a dudas, el CET es la base de toda configuración subjetivo-comportamental, es decir, tiene significación en el pensar y en el hacer (Anojín 1978, pág. 140).

“En síntesis, la secuencia ininterrumpida de sucesos del mundo externo reflejada en el campo reflexivo bio-psicológico como una secuencia intermitente, refleja acontecimientos, sucesos importantes, los cuales están separados temporalmente pero, gracias al continuo de resultados comportamentales poco significativos, vienen ligados entre sí (Anojín 1970).

III. Sistemas Funcionales y Autorregulación de los Organismos

Los procesos de autorregulación de los organismos vivientes ocuparon a Anojín desde los años 30, prestando atención al problema de cómo los organismos vivos regulan la acción de las diferentes corrientes informacionales. La cuestión envuelve problemas como la utilidad, la significación que una cierta información pueda tener para el organismo. Lo cual implica que la información, al circular tiene que ser regida por algún tipo de regulación: la autorregulación.

Se entiende por sistema funcional una combinación de procesos previos y mecanismos generados en la dinámica de la interacción con el medio que terminan por conducir a situaciones de adaptación. Los sistemas funcionales pueden incluir estructuras muy alejadas unas de otras, tanto desde el punto de vista de la distancia anatómica como funcional. De este modo pueden constituirse los sistemas de autorregulación básicos en la adaptación.

Los sistemas funcionales no se limitan solamente a la corteza cerebral o al cerebro. Se configuran en lo que Anojín llama “la interacción entre la periferia y el centro”.

Los impulsos que interviene no sólo se originan en un centro y ejercen una acción en un órgano periférico, sino que también sucede lo inverso. La “aferencia” de origen periférico opera sobre un centro. Este genera actividad “eferente”, la cual activa algo en la periferia generadora de impulsos “re-aferentes” de retroalimentación.

A pesar de las diferencias cualitativas de las distintas funciones que estos sistemas regulan, los sistemas funcionales tienen conformaciones, estructuras anatómicas análogas. Esta es la mejor demostración que estos sistemas obedecen a un principio organizativo general que asegura un efecto adaptativo.

Síntesis aferentes

Hay sistemas funcionales sencillos y complejos. En los sistemas funcionales complicados, participan ciclos de regulación, la activación es más bien compleja. Tomemos, por ejemplo, el sistema funcional de la respiración. Cada descarga de los nervios diafragmáticos o intercostales no es algo que sucede al azar. La intensidad de la excitación en cada descarga, responde a la necesidad instantánea de oxígeno, y es dependiente de la concentración de anhídrido carbónico. El cambio de ritmo respiratorio representa el esfuerzo del organismo para sobrepasar la dificultad.

Todas las situaciones mencionadas, al operar sobre los receptores de los sistemas funcionales correspondientes, son integradas de una manera perfecta. El resultado de esa integración es excitar las motoneuronas, las que descargan con ajuste a las necesidades momentáneas. Esto determina, por ejemplo, que los músculos respiratorios se contraigan de un modo específico y los pulmones reciban la cantidad de aire requerida.

En estas condiciones, en un objeto aparentemente tan simple como es una motoneurona de la médula, tenemos una síntesis de al menos siete diversos tipos de excitaciones originadas en diversas fuentes y convergentes

sobre una neurona, por ejemplo, la convergencia de múltiples aferencias sobre la alfa motoneurona del sistema motor de la médula.

Aceptadores de Acciones

Anojin y Strez (1933) en experimentos realizados en perros, observaron un hecho interesante: un perro normalmente entrenado en un reflejo condicionado alimenticio, bien consolidado, era reforzado con pan. En una sesión, el refuerzo fue cambiado. En vez de pan, el animal recibió un buen trozo de carne. Al contrario de lo que los experimentadores esperaban, el animal, al enfrentarse con la carne hizo una fuerte reacción de enfoco, negándose a ingerir el nuevo refuerzo y alterando el curso del entrenamiento.

Este y otros comportamientos similares han inducido a pensar que la carne, como estímulo, con propiedades aferentes determinadas, era inadecuada para reemplazar al pan, que poseía una connotación aferente específica para activar una acción ligada a estas propiedades. El estímulo condicionado no desencadenaba una excitación en la dirección de un centro alimenticio inespecífico, sino, en primera línea a un centro específico que era activado, lo que impedía que la reacción llegara a su término. El rechazo del refuerzo indicaba que la acción era afectada en función de una finalidad concreta adquirida en la experiencia real.

Génesis de los Sistemas Funcionales

El concepto de sistemas funcionales está fundamentalmente basado en los resultados de los experimentos sobre la adaptación compensatoria de los disturbios funcionales del organismo (Anojin, 1935).

Estos estudios han mostrado que en las funciones alteradas, por ejemplo, funciones incompletas, cada restablecimiento de un efecto positivo útil, implica la movilización de una importante cantidad de elementos fisiológicos. Los elementos que han sido mo-

vilizados, aunque muy a menudo están situados en diferentes partes del Sistema Nervioso Central o en órganos periféricos, siempre van ligados entre sí en una integración funcional. Esta amplia comunidad funcional localizada en diversas estructuras y procesos para conseguir un efecto de adaptación, ha sido designada como Sistema Funcional (Anojin, 1935).

Se diferencian varias clases de sistemas funcionales con diferentes grados de variabilidad, es decir, con diversas posibilidades de cambiar su estructura de base y utilizar la plasticidad de diversos sectores del Sistema Nervioso central. Así, el sistema funcional de la respiración presenta una plasticidad muy pequeña, compuesta ampliamente por componentes estables desde el nacimiento, limitada a un pequeño número de componentes centrales y periféricos.

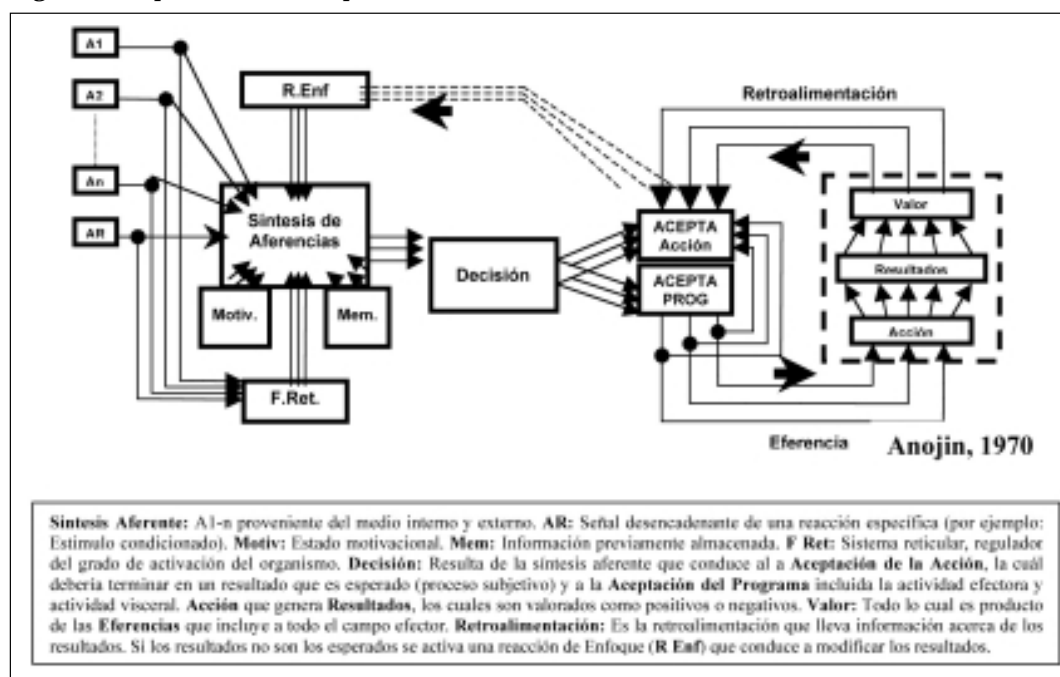
Por el contrario, los componentes del sistema funcional que permiten el movimiento en el espacio, tanto sus componentes centrales como periféricos (músculos) pueden organizarse de muchos modos diferentes. Así, una persona puede permanecer en un punto del espacio de muchas maneras diferentes como también moverse hacia una meta saltando en dos piernas, o en sus cuatro extremidades.

Anojin (1968) describe las siguientes características de los sistemas funcionales en cuanto a estructuras integrativas:

1. El sistema funcional es comúnmente una estructura "central-periférica" (de integración entre la periferia y un centro) y así se constituye un aparato de autorregulación. Mantiene su unidad funcional a través de una circulación cíclica y recíproca entre periferia y centro.
2. Cada sistema funcional se mantiene en acción hasta alcanzar el efecto de adaptación requerido. Esta condición final ocurre cuando la organización y la actividad se incluyen como una totalidad.

3. Otra característica importante de los sistemas funcionales, es la previa existencia de aparatos receptores, parte esencial de este sistema de retroalimentación, que calculan estimativamente el resultado de las acciones. Esos aparatos receptores pueden estar presentes al nacimiento, como los quimiorreceptores en el sistema respiratorio y en la boca o los *cosmoreceptores* en diversos sistemas funcionales que regulan la presión osmótica de la sangre. En otros casos, puede tratarse de una amplia estructura aferente del Sistema Nervioso Central que informa sobre los resultados de la acción en la periferia.
- Este tipo de unidad central, controla la función de los aceptadores del resultado de las acciones (Aceptadores de la acción). Estos aparatos eferentes "Aceptadores de la acción" tienen como principal característica aparecer durante el resultado de la acción. Ellos se desarrollan durante la formación de los sistemas funcionales que los organismos construyen para la adaptación a una situación.
4. Cada efecto de adaptación de los sistemas funcionales, es decir, el resultado de la acción genera una corriente de referencias que contiene los parámetros más importantes de la acción resultante, extremadamente detallados. Entonces los resultados más satisfactorios son incluidos en la re-aferentación, la cual puede ser calificada como la "aferentación sancionada", (Anojin, 1935).
5. Desde la perspectiva del comportamiento, los sistemas funcionales poseen una serie de otros complicados aparatos que juegan un papel importante (Anojin, 1967).
6. Los sistemas funcionales de los recién nacidos relacionados con los procesos de adaptación a los que se ven enfrentados, poseen las características ya señaladas, (en el párrafo anterior) y ponen de manifiesto que estas arquitecturas justamente entran en acción al nacimiento. De ello se deduce, que la unión de los sistemas funcionales necesarios para la supervivencia (principio de consolidación), está pronta a funcionar en un determinado momento antes del nacimiento. (Ver figura 2)

Figura 2. Representación Esquemática de un Sistema Funcional



Cuando al nacimiento todas las propiedades (antes mencionadas) de los sistemas funcionales se toman en consideración y se comprueba (constata) que los sistemas funcionales están prontos a funcionar, se llega a la (formulación de) la siguiente pregunta: ¿Cuáles son los mecanismos y por intermedio de qué procesos pueden los innumerables y diversos componentes de los sistemas funcionales, a menudo anatómicamente muy distantes entre sí, integrarse exitosamente en una unidad? La respuesta a esta pregunta se encuentra en los acontecimientos de tipo embriogénico.

Heterocronía del Crecimiento de los Sistemas Funcionales y la Sistemogénesis.

Cada sistema funcional, importante para la vida del recién nacido en el momento del nacimiento tiene que estar en condiciones que le asegure su supervivencia.

Anojin (1968), propone que la siguiente cadena de funciones debe estar madura:

- a. Aparatos receptores, los cuales que permiten captar los factores ecológicos que condicionan el desarrollo.
- b. Los aparatos de conducción de la información de la periferia que alimentan al sistema Nervioso.
- c. Las conexiones sinápticas-relaciones entre neuronas que determinan importantes integraciones de valiosos trozos de información de acciones (actividades) específicas.
- d. La totalidad del aparato aferente. La totalidad de la re-aferentación, refleja el grado de éxito de la acción de adaptación del recién nacido. En otras palabras, la retroalimentación informa de todos los parámetros envueltos en la acción de adaptación (adaptativa).

La particularidad biológica de la embriogénesis reside, precisamente, en la

maduración de los sistemas funcionales. El más pequeño defecto influye en una numerosa y diversamente localizada cadena de defectos incompatibles con los efectos de adaptación útiles. La adaptación muestra que las leyes de la selección natural favorecen los fenómenos eficientes o eficaces, lo que determina que los seres defectuosos sean eliminados.

De este modo, la heterocronía en el desarrollo de las estructuras del embrión, es un eficiente medio para la realización unificada y armónica del desarrollo ectogénico o desarrollo normal. La heterocronía en el desarrollo embrionario de cada estructura del recién nacido sirve a la principal tarea de la evolución: el equipamiento de los recién nacidos con sistemas funcionales bien desarrollados y en buenas condiciones de funcionamiento (Anojin, 1968).

Todas estas consideraciones han originado del nuevo concepto de "Sistemogénesis" para describir las regularidades en el desarrollo y maduración de los sistemas funcionales (Anojin, 1968).

La sistemogénesis se refiere al desarrollo cualitativo que permite localizar diferentes estructuras en la embriogénesis las que en conjunto se consolidan hasta convertirse en un acabado sistema funcional. Este opera integradamente para asegurar la supervivencia del recién nacido.

Los procesos naturales parecen obedecer a leyes que rigen para los organismos vivos la existencia de procesos continuos. Estos se van presentando en etapas sucesivas en las que se van insertando nuevos sistemas funcionales o se van produciendo cambios de los ya existentes. Estas etapas exigen cambios de los procesos de adaptación para responder a las exigencias de la vida post-natal.

La sistemogénesis, producto de un prolongado desarrollo filogenético, y la fijación hereditaria de progresivas formas de adaptación que este proceso genera, es una confirmación clara del cambio de los órganos y

de la estructura del organismo desencadenados por la evolución (Golubewa, 1938).

La Maduración de los Sistemas Funcionales

La maduración de diversos sistemas responsables de funciones básicas, de importancia vital para los recién nacidos, fueron estudiados por Anojin y sus colegas. Los sistemas funcionales fueron estudiados con técnicas en las cuales se correlacionaban la aparición de los fenómenos morfológicos con los funcionales, en procesos tales como mamar, respirar, estar suspendido, coger alimentos en aves, la relación entre andar y nadar en exolotes. Estos se realizaron en animales recién nacidos y algunos en embriones. Las investigaciones indicaron claramente que las funciones envueltas en la sobrevivencia estaban aseguradas por la acción de determinadas estructuras afectadas por la madurez y heterocrónica de diversas organizaciones neuronales.

Así, se ha hecho evidente el significado de estos procesos de maduración de los sistemas funcionales en la evolución. Este proceso es responsable de las relaciones entre las células del nervio trigémino y del nervio facial en la estructuración del sistema funcional responsable de la succión del pecho materno (Tilney y Riley, 1938).

La heterocronía no se limita al conjunto de los nervios craneanos. Si se investiga, de una manera detallada, el conjunto de los nervios, se encuentra que una interminable variedad de estadio de maduración pueden sucederse. Sin embargo, esta diversidad es una exigencia o condición general de la evolución: a partir del nacimiento se hace necesario construir los sistemas funcionales y asegurara de este modo la supervivencia del recién nacido.

Examinando el desarrollo funcional del nervio facial se ha observado que este nervio experimenta diversos estados funcionales que maduran en sucesión. Así por ejemplo, una vez que sus fibras han sinaptado con las fibras musculares del músculo orbitales

oris (músculo órbito-bucal) cuya contracción es responsable del vacío que permite la succión. Se observa que estas fibras se encuentran perfectamente delimitadas.

Mientras otras fibras de este nervio que conectan con los músculos de la cara no han completado aún las conexiones sinápticas correspondientes (Golubewa, 1961). Al examinar lo que sucede en el núcleo del facial se observa que las neuronas de este núcleo maduran y se diferencian en tiempos diferentes. Mientras los responsables de la succión están ya completamente diferenciados, las fibras que van a controlar otros músculos de la cara comienzan recién sus procesos de diferenciación.

Anojin en 1968 cita una serie de observaciones que muestra cómo los diferentes sistemas funcionales van madurando y diferenciándose de una forma secuencial. Se refiere al trabajo Shulejkina, una colaboradora suya quien estudió en seres humanos la maduración de la reacción de permanecer suspendido por los brazos. Desde los cinco meses de desarrollo intrauterino los embriones humanos muestran reflejo de aprehensión. Las terminaciones nerviosas de los nervios motores de los brazos responsables de los movimientos dactilares han alcanzado su madurez mucho antes de las terminaciones nerviosas relacionadas con los controles de otros músculos de los miembros superiores. (Shulejkina, 1958).

Las neuronas del asta anterior de la médula del octavo segmento del cuello maduran alrededor del sexto mes de embarazo, lo que permite la completa maduración de los movimientos de flexión de los dedos de la mano mientras que las neuronas del cuerno anterior del 5° segmento aún no se han diferenciado.

El desarrollo de las estructuras embrionarias según Anojin tiene lugar de una manera totalmente diferente a lo que el concepto de organogénesis propone, el cual, más o menos, sugiere que los órganos maduran regularmente en su totalidad.

Conclusiones

En este trabajo se intenta poner en un contexto concreto las consecuencias más importantes de la interacción individuo-medio. Entendiendo que esta condición afecta a todos los seres vivos, sin excluir al *Homo sapiens*.

Los individuos que conforman una especie subsisten en sus respectivos medios gracias a la capacidad de responder adaptativamente a las demandas ambientales. Esta adaptación involucra tanto reacciones genéticamente determinadas como y reacciones aprendidas mediante los procesos clásicos del SNE.

La adaptación involucra, sin duda alguna, la habilidad de reflejar los acontecimientos que conforman el ecosistema hecho que permite operar concretamente sobre el medio externo.

No obstante, es necesario subrayar que cada individuo, especialmente el *Homo sapiens* está confrontado al medio interno y al medio subjetivo, generadores de estímulos y demandantes de ser operados.

Tres funciones reacciones bio-psicológicas intervienen en este proceso: la percepción, el aprendizaje y el conocimiento. Anojin, (1970), pone de relieve que el continuo espacio-temporal condiciona todo el comportamiento de la materia viva. La aparición de la vida sobre la tierra hizo posible a la materia viva reflejar micro y macroprocesos que se manifiestan en el medio externo. Allí se gestan las premisas para los "pasos hacia el futuro" y sobre esa base general, un proceso adaptativo eficiente.

El campo bio-psicológico refleja activamente el continuo del mundo externo y esta motivación, construye "la necesidad de vivir", asegura la "mantención de la vida" a través de un nexo entre las condiciones de vida y estas formas básicas de reflexión. Se organiza así un "Continuo de Resultados", de manera

tal que los "pequeños" resultados abren el camino a los "grandes" resultados y a los enormes o "grandiosos" a los cuales se llega por un "continuo-subjetivo-comportamental de resultados", que se forman y acompañan a la vida desde su comienzo hasta su destrucción.

Todas las afirmaciones sobre la estructura de la interacción de los mundos inorgánicos y orgánicos, no son solamente construcciones teóricas sino que poseen un significado práctico.

Estas consideraciones deben ser tomadas seriamente en cuenta, porque están basadas en datos científicos firmemente establecidos, por quienes estén interesados en observar, discutir y analizar el problema del conocimiento. Esta discusión ayuda a comprender el trabajo cerebral, objeto de permanente interés en la investigación, pues proporciona elementos fundamentales en la génesis de los procesos de conocimiento.

Percepción, aprendizaje y conocimiento es la triada que hace posible la adaptación y, en consecuencia la supervivencia de los seres vivos. Estas tres funciones son producto de la experiencia y llevan consigo la organización, la génesis de los sistemas funcionales con los cuales los seres vivos enfrentan las vicisitudes emergentes en sus respectivos medios.

Referencias

- Anojin, P. K. , 1935 "El problema de Centro y Periferia en la actual fisiología de la actividad nerviosa. En: El problema de Centro y Periferia en la fisiología de la actividad nerviosa (en Ruso)" *Gor'ki* p:95-98.
- Anojin, P. K. , 1949a "Sobre el significativo rol de los factores externos en el desarrollo histórico de la actividad del Sistema Nervioso (en Ruso)". *Uspechi sovr. biol.* 28(4): 11-46.
- Anojin, P. K. , 1949b "Reflejos y sistemas funcionales como factores de la integración fisiológica (en Ruso)". *Fiziol. zurn. SSSR*, 35: 491-503

- Anojín, P. K. 1962a Reflexión anticipatoria de la realidad (en Ruso) *Vopr.Filos.* 7:97–11.
- Anojin, P. K. , 1962b “Teoría de los sistemas funcionales como punto de emergencia para la organización de la fisiología cibernética (en Ruso)”. *Biologiceskije aspekty kibernetiki. Izd. Akad. Nauk. SSSR* p. 74–92.
- Anochin, P. K., 1967 “Das funktionelle System als Graundlage der physiologischen Architektur des Verhaltens In: Abhandlungen aus dem Gabiet der Hirnforschung und Verhaltensphysiologie. Bures, J., Kostjunkt, G., Roy John, E., und Pickenhain L, (Hrsg). Band 1, 107 Fischer Verlag, Jena.
- Anojin, P.K., 1968 “*Biología y neurofisiología de los reflejos condicionados* (en Ruso)” Moskwa Pp. 546
- Anojin, P.K., 1970 “El continuo químico del cerebro como mecanismo del reflejo de la realidad (en Ruso)”. *Vopr. Filos.* 6:107–118
- Anojin, P.K., 1971 “Brain and Environment”. *Soviet Science Review* 2(6): 336–340.
- Anojin, P.K., 1978 *Beitrage zur allgemeinen Theorie des funktionellen System.* 1978. Brain and Behaviour Research. Monograph series. VEB Gustav Fischer Verlag. Pp. 320.
- Anojin, P.K. y Strez, E. 1933 “Acerca de la dinámica de la actividad nerviosa superior 3. Alteración de la elección debido al cambio del estímulo incondicionado”. *Fiziol. zurn SSSR*, 16: 280–294.
- Fuster, J. M., 2002 *Cortex and mind: Unifying Cognition.* Oxford University Press Pp 314.
- Golubewa, E. L. 1938 “Reflejos condicionados en cuyes recién nacidos (en Ruso)”. *Arch. biol. Nauka* 54:132–142
- Golubewa, E. L. 1969 “Características morfológicas del acto de mamar en la embriogenesis del hombre (en Ruso)” En: Problemas de fisiología y patología del Sistema Nervioso Central en la ontogénesis animal y humana (en Ruso). *Medgiz Moskwa* p.172–179.
- Ilyenkov, E. V., 1982 “*The dialectics of the abstract and the concrete in Marx's Capital*”. Progress Publishers. Moscow. Pp 294.
- Konorski, J., 1968 “*Integrative activity of the brain. An interdisciplinary approach*”. The University Chicago Press. Pp 531
- Koref, S. and Santibáñez-H, G. 1986 “Genetic determination and integrative activity of the brain” En: *Introduction to the physiopathology of neorotic states.* VEB Georg Thieme Leipzig p. 81–99.
- Magistretti, P. J. 2003 “Brain energy Metabolism”. *Fundamental Neuroscience* (2º Edition) p.339–360.
- Santibáñez, H. G., 1986 “Principal function of the neuroendocrine system:: the functional basis of the integrative activity of the brain. “En: *Introduction to the physiopathology of neurotic states.* Santibáñez H., G. and Lindermann M. (edit). VEB Georg Thieme Leipzig p. 43–75.
- Shulejkina, K. V., 1958 “El significado de la maduración heterocronica de estructuras embrionarias para el desarrollo de funciones normales de los recién nacidos (en Ruso)” *Akus i ginek* 34 (9): 14–23.
- Tilney, F. and Riley, H., 1938 “*The form and function of the Central Nervous System*”. Lewis London.

Fecha Recepción Artículo: 5 de noviembre de 2004

Fecha Evaluación Final: 7 de Enero 2005