



Universidad Nacional Autónoma de México

Facultad de Estudios Superiores Iztacala

**EDUCACIÓN ESPECIAL Y REHABILITACIÓN: EL SISTEMA
NERVIOSO VISTO DESDE LAS CIENCIAS DE LA COMPLEJIDAD**

T E S I S
QUE PARA OBTENER EL TÍTULO DE
LICENCIADA EN PSICOLOGÍA
P R E S E N T A (N)

ORTIZ GÓMEZ IRERI ALEJANDRA

Director: Mtro. JESÚS LARA VARGAS

Dictaminadores: Mtro. JOSÉ RENÉ ALCARÁZ GONZÁLEZ

Mtra. CAROLINA ROSETE SÁNCHEZ





Universidad Nacional
Autónoma de México



UNAM – Dirección General de Bibliotecas
Tesis Digitales
Restricciones de uso

DERECHOS RESERVADOS ©
PROHIBIDA SU REPRODUCCIÓN TOTAL O PARCIAL

Todo el material contenido en esta tesis esta protegido por la Ley Federal del Derecho de Autor (LFDA) de los Estados Unidos Mexicanos (México).

El uso de imágenes, fragmentos de videos, y demás material que sea objeto de protección de los derechos de autor, será exclusivamente para fines educativos e informativos y deberá citar la fuente donde la obtuvo mencionando el autor o autores. Cualquier uso distinto como el lucro, reproducción, edición o modificación, será perseguido y sancionado por el respectivo titular de los Derechos de Autor.

ÍNDICE

Introducción

1. Ciencias de la complejidad y su impacto en la psicología
2. El Sistema Nervioso desde los planteamientos de Heinz von Foerster.
 - 2.1. Heinz von Foerster y su papel en las ciencias de la complejidad.
 - 2.2. Sus aportaciones a las ciencias de la complejidad: cibernética de segundo orden y metaepistemología.
 - 2.3. Funcionamiento del cerebro desde su perspectiva.
3. El Sistema Nervioso desde el pensamiento de Edgar Morin.
 - 3.1. Edgar Morin y su papel en las ciencias de la complejidad.
 - 3.2. Pensamiento Complejo de Edgar Morin.
 - 3.3. Dimensión cultural del conocimiento.
 - 3.4. Funcionamiento del Sistema Nervioso desde su perspectiva.
 - 3.5. Procesos cerebrales y computacionales.
 - 3.6. El proceso del lenguaje visto desde Edgar Morin.
 - 3.7. El Sujeto y su cerebro
 - 3.8. Los siete operadores del pensamiento complejo.
4. El Sistema Nervioso desde los planteamientos de Humberto Maturana.
 - 4.1. Humberto Maturana y su papel en las ciencias de la complejidad.
 - 4.2. Maquinas vivientes.
 - 4.2.1 Determinismo Estructural.
 - 4.2.2 Máquina autopoietica.
 - 4.3. Teoría Biológica del conocimiento
 - 4.4. Su noción de emoción, pensamiento y lenguaje.
 - 4.4.1 La recursividad en el lenguaje.
 - 4.4.2 Lenguaje y autoconciencia.
 - 4.5. Funcionamiento del Sistema Nervioso desde su perspectiva.
 - 4.5.1 La neurona.
 - 4.5.2 Sistema Nervioso como un sistema cerrado.
 - 4.5.3 Arquitectura del Sistema Nervioso.
 - 4.5.4 Estados Referenciales.

4.5.5 Áreas generadas por las múltiples funciones del Sistema Nervioso Central

4.5.6 Organización del Sistema Nervioso

5. Ciencia Clásica y Ciencias de la Complejidad.

5.1. Implicaciones en la rehabilitación psicológica de niños con lesión neuromotora.

5.1.1. Nivel 1. Anatomía Cartesiana.

5.1.2. Nivel 2. Neuropsicología de Luria.

5.1.3. Nivel 3. Incorporación de las Ciencias de la Complejidad.

Conclusiones y Prospectivas

Referencias Bibliográficas.

INTRODUCCIÓN

El Sistema Nervioso es uno de los sistemas más complejos del cuerpo humano, ya que influye de manera importante en las funciones corporales y cognitivas. Este se encuentra formado por el tejido nervioso que se encuentra constituido por células neuronales y células gliales. Su principal tarea es la comunicación entre distintas zonas de nuestro organismo que depende directamente de las propiedades y reacciones químicas, físicas y morfológicas de las neuronas.

Una neurona es la unidad celular funcional del sistema nervioso, ya que éstas procesan y almacenan la información proveniente del exterior; los neurólogos investigan las innumerables funciones del sistema nervioso en términos de morfología, fisiología y bioquímica de las neuronas y sus interconexiones.

Luria (1979) explica que nuestro cerebro juzga el resultado de cada acción en relación con el plan básico y pone fin a la actividad cuando llega a la terminación satisfactoria del programa; este mecanismo es aplicable a las formas de comportamiento elementales involuntarias (tales como es el respirar o andar), al igual que a las voluntarias y complejas (tales como leer, escribir, tomar decisiones y resolver problemas).

La organización del Sistema Nervioso es un proceso de comportamiento complejo que comprende cierto número de estructuras cerebrales, las cuales juegan un papel específico y coordinado. Por lo tanto, al tener una lesión en alguna estructura cerebral, se espera que haya cambios en el comportamiento (Luria, 1979).

La psicología contemporánea se encuentra muy influenciada por los paradigmas empiristas, los cuales solamente ven una realidad universal y similar para todos, además de que su existencia es independiente a su observador (Ruiz, 1998); en dicha visión, la mente humana solo funge el papel de receptor pasivo del orden externo, lo cual ha dado como resultado una crisis profunda y ha surgido una

convergencia interdisciplinaria que está abriendo el campo a una perspectiva completamente contraria: la de las ciencias de la complejidad y la biología de la cognición (Ruiz, 1998). En la medida en que ambas perspectivas alternativas conciben al organismo viviente en términos de su complejidad, se hace énfasis en la autodeterminación y autoorganización; así como en el curso de evolución y desarrollo abierto y flexible de dichos organismos.

Ahora bien, como la disciplina en la que se enfoca este trabajo es la rehabilitación psicológica, será prudente explicarla al igual que el rol del psicólogo en dicha área.

La rehabilitación psicológica es el estudio y la aplicación de principios psicosociales al comportamiento de las personas que tienen alguna discapacidad física, cognoscitiva del desarrollo o emocional; es una especialidad que tiene como fin utilizar el conocimiento psicológico para aplicarlo en la adaptación individual y social de personas con alguna discapacidad; sin embargo, debido a que algunas de las personas como son las que tienen parálisis cerebral, acuden a rehabilitación con el fin de “habilitarse” debido a las limitaciones que tienen físicas y cognitivas en su medio social mejor debería ser llamado “habilitación psicológica”.

Esta disciplina también conocida como la psicología de la rehabilitación surge a partir de la Segunda Guerra Mundial debido a que se tuvo que atender a muchas personas mutiladas y personas de la tercera edad con alguna discapacidad física, por ende se hizo evidente la necesidad de considerar los factores psicológicos y sociales en el tratamiento de las personas con alguna discapacidad.

Uno de los principales objetivos que tiene el psicólogo de la rehabilitación es el de asistir a las personas con discapacidades congénitas o adquiridas para lograr su óptimo funcionamiento psicológico, físico y social. Por ello el psicólogo debe minimizar el impacto de la discapacidad, optimizar las habilidades de afrontamiento, favorecer la recuperación de roles familiares, disminuir el impacto de la situación de discapacidad, reestructurar el proyecto de vida de cada uno de los individuos con alguna discapacidad y favorecer el proceso de adaptación.

El presente proyecto se encuentra orientado de manera teórica pretendiendo la comprensión del estudio del cerebro de una forma transdisciplinaria, es decir integrando los últimos avances epistemológicos de las ciencias de la complejidad, para ello se retomará a sus tres principales fundadores: Heinz von Foerster, Edgar Morin y Humberto Maturana. Así mismo, se reconducirá todo ello a sus aportaciones potenciales en la rehabilitación psicológica de infantes con problemas neuromotores.

Bajo este contexto, en su contrastación epistemológica, será necesario abordar el paradigma cartesiano que rige actualmente a todo el ámbito occidental en la educación, la política, la economía y la filosofía, como también en la comprensión del funcionamiento del sistema nervioso, tema central del presente trabajo. Ahora bien, respecto a dicho funcionamiento, del cerebro únicamente se estudiará la parte neurológica comprometida con los trastornos psicomotores en niños con Parálisis Cerebral Infantil (PCI) Espástica.

Retomando a las ciencias de la complejidad, las cuales se vincularán a la explicación del Sistema Nervioso superando al paradigma cartesiano que estructura y gobierna a la medicina de hoy en día.

En base a ello y de acuerdo a Morin (2002) respecto al rubro de “las Ciencias de la Complejidad”, indica que es un nombre otorgado al campo que abarca a la teoría del caos y los fractales, a la cibernética de segundo orden, a los sistemas dinámicos, no lineales y adaptativos; sin embargo, en nuestros días, no existe una teoría unificada de la complejidad que pueda sintetizar y sistematizar de forma explícita y detallada los aspectos fundamentales de las distintas teorías, métodos y algoritmos de complejidad elaborados en el marco de dicho enfoque.

Debido a lo expuesto anteriormente, el presente trabajo teórico ahonda en las potenciales aportaciones que le brinda a la psicología (ya sea de manera directa o indirecta), y en ello se considerará a los tres principales constructores de las ciencias de la complejidad: Heinz von Foerster, Edgar Morin y Humberto Maturana.

1. CIENCIAS DE LA COMPLEJIDAD Y SU IMPACTO EN LA PSICOLOGÍA

La complejidad es concebida como una perspectiva novedosa aunque secundaria dentro de la ciencia contemporánea. Ésta es considerada nueva en el campo de la ciencia debido a su característica principal, que es el estudio de la complejidad la cual implica un quiebre o discontinuidad en la historia de la ciencia, específicamente en la racionalidad científica (Rodríguez y Leónidas, 2011). La complejidad introduce en el terreno de las ciencias una racionalidad post-clásica que habilita e incorpora problemas ignorados por el pensamiento científico, como son cuestiones de caos, desorden, no linealidad, no equilibrio, incertidumbre, contradicción, autoorganización, entre otras (Segal, 1994).

Morin (2004), quien es uno de los representantes de las ciencias de la complejidad, entiende la complejidad como un nuevo paradigma científico emergente, el cual involucra una nueva manera de hacer y entender la ciencia llevando más allá los límites y criterios de científicidad como son los principios rectores del mecanicismo, el reduccionismo y el determinismo.

Así mismo, debemos tener presente que la complejidad se ubica en una zona marginal del saber científico contemporáneo, por lo que las teorías y métodos asociados a “la complejidad” no entran dentro de los campos científicos o disciplinares actuales; sin embargo, este desconocimiento no se encuentra presente en el área de la materia y las ciencias de vida, campos en los cuales es posible rastrear la prehistoria de las ideas científicas de lo que hoy es denominado: teorías o ciencias de la complejidad (Rodríguez y Leónidas, 2011).

El nombre “ciencias de la complejidad” es un nombre otorgado al campo que incluye en su formación científica a las teorías de los sistemas complejos como son los sistemas dinámicos, los sistemas no lineales, los sistemas adaptativos, la teoría del caos y los fractales (Morin, 2004); sin embargo, hasta el día de hoy no

existe una teoría unificada de la complejidad que sintetice y sistematice de manera explícita y detallada los aspectos fundamentales de las distintas teorías, métodos, algoritmos de complejidad elaborados en el marco de las ciencias.

Las ciencias de la complejidad son el resultado de una creación, no siempre directa, consciente y deliberada, sin embargo incorpora buenas coincidencias, capacidad de ver relaciones y tipos de relaciones donde no las había (Maldonado y Gómez, 2010).

En Latinoamérica comenzó a estudiarse el pensamiento sistémico como son los enfoques y estudios sistémicos; en donde resaltaron autores como von Foerster, von Bertalanffy, G. Bateson y F. Capra y Humberto Maturana, a pesar de que todos ellos trabajaban en distintos contextos. Después de que en la sociedad fue abordado el tema de lo sistémico, dio un giro hacia la complejidad: sistemas complejos, pensamiento complejo y enfoques de complejidad, ya que se volvieron el centro de atención dentro del sector público y privado; en esta segunda temática la principal referencia es Edgar Morin quien es el creador del pensamiento complejo (Maldonado y Gómez, 2010).

Al referirnos a la temática de las ciencias de la complejidad, no solo abarcamos los sistemas, fenómenos o comportamientos complejos, sino que también nos enfocamos en los sistemas de complejidad creciente. El trabajo de las ciencias de la complejidad se ha venido trabajado recientemente en **EEUU**; los primeros institutos se crearon a finales de los años 70's: en 1978 se creó el Centro de Estudios para la Dinámica No-Lineal dentro del Instituto La Jolla; en el año de 1980 fue fundado el Instituto Santa Cruz para la Ciencia No-Lineal (nacida a partir del Colectivo de Caos de Santa Cruz); en el mismo año también surgió el Centro para Estudios No-Lineales en el Laboratorio Nacional de Álamos; en 1981 se creó el Instituto para la Ciencia No-Lineal en la Universidad de California en Davis; y finalmente en 1984 surgió el más reconocido de todos los Centros e Instituciones: El Instituto Santa Fe (SFI), el cual se encuentra consagrado específicamente a las Ciencias de la Complejidad (Maldonado y Gómez, 2010).

A partir del surgimiento de la SFI hasta la fecha, van alrededor de treinta años trabajando y estudiando de manera activa y sistemática el tema de la complejidad; a pesar de que relativamente lleva poco tiempo, ha habido progresos impresionantes y crecientes, por lo que nos referimos a una revolución científica tanto en el plano teórico y tecnológico.

Las ciencias de la complejidad representan una revolución en el conocimiento, además de que contienen numerosas teorías, varios modelos explicativos, una amplia gama de conceptos y métodos y aportan una pluralidad de respuestas. El mundo de las ciencias de la complejidad se ocupa de las transiciones orden-desorden, así como lo plantea Maldonado y Gómez (2010): *“¿por qué el orden se rompe? y [...] ¿Cómo es posible que a partir del desorden sea posible el otro orden? (Pp. 48)”*.

Ahora bien, respecto a la psicología, ésta se encuentra muy influenciada por los paradigmas empiristas, los cuales solamente ven una realidad universal y similar para todos, donde su existencia es independiente a su observador. En esta visión, la mente humana solo funge el papel de receptor pasivo en un orden extremo, lo cual ha dado como resultado una crisis profunda y ha surgido una convergencia interdisciplinaria que está abriendo el campo a una perspectiva completamente contraria: la de las ciencias de la complejidad y la biología del conocimiento (Ruiz, 1998).

Dependiendo de la proporción en que dichas perspectivas conciben al organismo viviente en términos de su complejidad, se va haciendo mayor énfasis en la autodeterminación y la autoorganización, así como en el curso de la evolución y desarrollo abierto y flexible de dichos organismos (Ruiz y González, 1997). Por ende, uno de los elementos básicos para este enfoque sería el de hacer un cambio en la noción de realidad y del mismo observador.

Dicho cambio propone que veamos la relación observador-observado de una manera distinta, ya que tener acceso solo a una realidad que se encuentre independiente al observador no puede aceptarse tan fácilmente, debido a que no

solo existe una sola realidad como se había estado pensando desde hace siglos gracias a nuestro pensamiento cartesiano, ahora debemos aceptar una posición completamente contraria: aceptar tantas realidades como formas de vivir emerjan de cada ser o tantas realidades como dominios de explicaciones el observador pueda proponer (Maturana, 1987 citado en Ruiz y González, 1997).

2. EL SISTEMA NERVIOSO DESDE LOS PLANTEAMIENTOS DE HEINZ VON FOERSTER

2.1 Heinz Von Foerster y su papel en las ciencias de la complejidad

Una vez descritas las Ciencias de la Complejidad, considerando a uno de sus antecesores, se abordará a continuación las aportaciones de Heinz von Foerster respecto al Sistema Nervioso Central iniciando para ello con su biografía.

Heinz von Foerster (1911-2002) fue un físico nacido en Austria, que tuvo una fuerte inquietud multidisciplinar por lo que enfocó sus estudios en la psicología, la filosofía, la lingüística y la sociología. Dedicó su vida profesional al campo de la cibernética que fue de gran importancia para desarrollar su teoría del constructivismo radical y a la cibernética de segundo orden (misma que se abordará más adelante).

Durante su estancia en el país de Estados Unidos trabajando en la Universidad de Illinois, tuvo la oportunidad de crecer profesionalmente y personalmente junto a grandes científicos como fueron John von Neumann, Norbert Wiener, Humberto Maturana, Francisco Varela, Gregory Bateson y Margaret Mead.

Al hablar del constructivismo de von Foerster, nos referimos a la afinidad de dos temas centrales: cómo conocemos lo que conocemos y una permanente preocupación por el estado actual del mundo y su humanidad.

A lo largo de su vida profesional, este autor analizó al Sistema Nervioso Humano desde distintas perspectivas: como enfoque histórico, la evolución del Sistema Nervioso y la estructura y la función de la neurona como componentes básicos del sistema nervioso (Segal, 1994). A continuación, explicaré de manera breve cada uno de los enfoques para tener un mejor entendimiento de su postura dentro de las ciencias de la complejidad.

En cuanto al enfoque *histórico*, lo utilizaba como material anecdótico con el que ilustraba los debates sobre la localización de la conciencia humana. En este enfoque von Foerster (1998) realiza una descripción detallada sobre el órgano corporal responsable de la conciencia humana y sus funciones mentales superiores, desglosando tres hipótesis en el decurso histórico:

- Los cardiocentristas, quienes colocaban al espíritu o conciencia humana en el corazón (encabezada por Aristóteles).
- Los cefalocentristas, quienes ubicaban la conciencia humana en el cerebro. Alcmenón de Crotona, Hipócrates y Galeno, principalmente, insistían que el cerebro era la sede de nuestra actividad mental y emocional.
- Los reticulistas, encabezado por René Descartes, creían que el Sistema Nervioso se encontraba compuesto de tubos interrelacionales distribuidos a través del cuerpo, cuyo objetivo era el de transportar la esencia vital del cuerpo.

El segundo enfoque, *la evolución del Sistema Nervioso*, hace referencia a la evolución del internuncial que conecta nuestros sistemas sensorial y motor.

Fulton (1981, citado en Segal, 1994) comenzó su tratado de neurobiología en donde hacía una estimación de las etapas del desarrollo evolutivo del Sistema Nervioso donde afirmaba la interacción entre los sistemas sensorial y motor y del funcionamiento de éste como un ordenador.

El autor Segal (1994) plasma en su texto que von Foerster da una breve explicación de esta segunda perspectiva para tener una mejor exposición didáctica: los protozoos elementales y las esponjas primitivas se encuentran entre los primeros animales que mostraron la facultad motriz; éstos tienen una unidad motriz independiente y su movimiento resulta de pequeños elementos contráctiles. Sus comportamientos sensorial y motor son interdependientes. Dentro del Sistema Nervioso se presentan unas células neuronales que separan los conectores entre los sensores y los músculos del animal; dichas células conectoras reciben el nombre de internunciales: mensajero intermedio; las señales internunciales de distintos activadores pueden integrarse y representar un ordenado elemental. El

internuncial consta de células sensoriales especializadas que solo responde a un agente universal, es decir la actividad eléctrica de los axones aferentes que tienen sus terminaciones a su alrededor.

Dicho enfoque evolutivo presenta una imagen novedosa del Sistema Nervioso: conjunto de sensores (células neuronales especializadas) y unidades motrices (músculos, esqueletos) unidos entre sí para una red de células sensoriales universales; en su mayoría, los sensores se destinan a percibir los impulsos procedentes de otros axones neuronales, en otras palabras estamos sintonizados con nuestro propio sistema.

Finalmente se encuentra el tercer enfoque en el que explica cómo la estructura y la función de la neurona son componentes básicos del Sistema Nervioso; el enlace entre los sistemas motor y sensorial no es independiente, lo cual nos sugiere que el sistema nervioso funciona como un sistema cerrado. La clausura (tema el cual se explicará con mayor detalle más adelante) del sistema sensoriomotor en el sistema nervioso sugiere que el movimiento es un cambio en la percepción sensorial y que un cambio en la percepción sensorial genera necesariamente movimiento.

2.2 Sus aportaciones a las ciencias de la complejidad: cibernética de segundo orden y metaepistemología.

Primero se comenzará abordando qué es la cibernética, cómo surgió y su desarrollo posterior, para así indagar más a fondo en la cibernética de segundo orden, la cual es una de las aportaciones más importantes que hizo Heinz von Foerster a las ciencias de la complejidad.

La palabra cibernética fue escuchada por primera vez por Platón y utilizada por André Marie Ampere para referirse a los medios de gobierno. La cibernética se desarrolló como ciencia transdisciplinar que estudia el control y el autocontrol,

además de que es conocida como la ciencia de la eficacia de la acción. Existen dos tipos de cibernética: la de primer orden y la de segundo orden.

La de primer orden hace referencia a los sistemas que no cambian sus objetivos mientras no se les den nuevas instrucciones. Dichos sistemas son prediseñados, mecanicistas y controlados, poco aptos para la representación de sistemas sociales complejos que evolucionan y cambian automáticamente.

En cuanto a la cibernética de segundo orden, fue acuñada por primera vez por Heinz von Foerster en su trabajo titulado "Cybernetics of cybernetics" en el año de 1970. Esta cibernética se ocupa del observador como parte fundamental de lo observado, por lo que su principal tarea es la de que el observador se explique así mismo, lo cual viene a ser: la cibernética de la cibernética, que hace referencia a los sistemas que son capaces de modificar su objetivo o finalidad por si mismos sin la necesidad de ser guiados por alguien o algo desde fuera del sistema. Así, esta segunda cibernética es considerada una ciencia de acción donde los mecanismos de comunicación y control permiten que el sistema pueda replantear continuamente su camino para alcanzar su principal objetivo.

La cibernética introduce la idea de circularidad a través del concepto de retroalimentación o *feedback*, el cual rompe con el esquema que se había estado utilizando: la ciencia newtoniana clásica, donde los efectos y las causas se encadenan de manera lineal (causa → efecto). La circularidad se encuentra de la retroalimentación negativa, que permite la autoregulación del sistema disminuyendo las perturbaciones; mientras que la retroalimentación positiva amplifica dicha desviación.

En cuanto a la correlación de la cibernética y las ciencias sociales, Norbert Wiener se mostró convencido en sus investigaciones que el comportamiento humano, de animales y de máquinas puede explicarse mediante los principios de la cibernética: la comunicación y el control de la entropía a través del aprendizaje mediante la retroalimentación.

Después de haber desarrollado el tópico de la cibernética de segundo orden -su mayor aportación a las ciencias de la complejidad- comenzaré con la explicación de su segunda mayor aportación: la metaepistemología o una nueva epistemología.

La posición de Heinz von Foerster siempre fue constructivista y la explica dando dos declaraciones: primeramente que todo es inventado y nada es descubierto, lo cual implica que uno se tiene que hacer responsable de su invento y lo que éste conlleve; y segundo, al hablar de una nueva epistemología señala que el constructivismo es en sí mismo una epistemología que tiene que dar cuenta de sí misma al igual que el constructivista, quien también tiene que dar cuenta de sí mismo (von Foerster, 1998). Concluyendo ambas declaraciones, al tener una posición constructivista tiene que dar cuenta de sí mismo y responsabilizarse de su invento.

Existen ciertas dificultades básicas que deben ser superadas por el constructivismo, por lo que von Foerster (1988) explica algunas.

La primera hace referencia a nuestra cultura occidental y a la preocupación que ésta tiene por poseer una estrategia explicativa ante los hechos, la cual recibe el nombre de causalidad. El recurso a una estructura causal en las explicaciones sigue llevándose a cabo a pesar de la advertencia de Ludwig Wittgenstein: “la creencia en la causalidad es superstición”, explica von Foerster en 1998.

Otra dificultad es la autorreferencia, von Foerster (1998) sostiene que las aseveraciones autorreferenciales conducen a paradojas, las cuales no deben verse en ningún discurso científico gracias a una regla aristotélica en la que se explica que las proposiciones deben ser verdaderas o falsas, no existe una tercera posibilidad. Dicha dificultad puede verse en su primera declaración acerca de su epistemología constructivista ya que tiene que dar cuenta de sí misma, es decir que es una aseveración autorreferencial.

Una tercera dificultad es la referida a la noción de realidad por lo que von Foerster (1998) se remonta a Platón y el diálogo entre Sócrates y Glauco con la metáfora

de la cueva, en la que se explica que lo que vemos no es la realidad, sino que son sombras de otra cosa, de la cual nosotros nunca podremos hacernos una idea de que es: lo que Sócrates explica es que lo que vemos no es la realidad, sino que detrás de esa cosa hay algo real, lo cual nunca conoceremos, es decir que solo vemos lo que nosotros interpretamos y no es una sola realidad ya que todos pueden ver cosas distintas.

2.3 Funcionamiento del cerebro desde su perspectiva

En este apartado se comenzará por explicar qué es la neurona, cuál es su estructura y funcionamiento, para luego indagar de manera más profunda en la perspectiva que tiene von Foerster sobre el funcionamiento del Sistema Nervioso.

La neurona es una unidad elemental en nuestro organismo, la cual se encarga de procesar y transmitir la información dentro del Sistema Nervioso (Aguilar, 2011); ésta se conforma de un cuerpo celular o soma, de numerosas dendritas, un axón y botones terminales o terminales axónicos.

El soma contiene el núcleo y gran parte de la maquinaria que hace posible el funcionamiento vital de la neurona; las dendritas son parecidas a las ramas de un árbol y se extienden en todas direcciones, transportan señales desde otras neuronas al cuerpo celular (Segal, 1994). Debido a que una neurona tiene varias dendritas, hace posible recibir señales procedentes de millares de otras células nerviosas.

El axón es una estructura en forma de tubo largo y delgado de apariencia lisa recubierto por una vaina de mielina que transporta señales desde un cuerpo celular a otras neuronas, glándulas y músculos. El mensaje básico que conduce el axón lleva el nombre de *potencial de acción*, breve fenómeno electroquímico que comienza en el extremo del axón próximo al cuerpo celular y viaja hacia los botones terminales, los cuales son pequeños engrosamientos que se encuentran en ramificaciones finas al final de los axones (Aguilar, 2011).

Un axón se encuentra polarizado cuando hay un número desigual de iones de cloro, potasio y de sodio en relación con su membrana celular semipermeable, tanto interna como externa (esta diferencia da lugar al potencial de acción de la célula: su capacidad para generar un impulso nervioso). La distribución no aleatoria de iones conduce a un potencial de reposo eléctrico de la positividad externa en relación a la interna; al momento de reducir el potencial de reposo, el axón se despolariza (condición para la excitabilidad) y al incrementarlo se hiperpolariza o inhibe. Si la despolarización alcanza una dimensión suficiente, se genera un impulso nervioso, el cual implica un cambio temporal de la permeabilidad de la membrana a fin de que el sodio penetre y el potasio se desprenda.

Por otro lado, se encuentra el proceso de sinapsis, el cual se refiere a la comunicación entre neuronas, en otras palabras, una conexión funcional entre neuronas. Esta función permite la transmisión de una señal que recorre el axón para ser transmitida la neurona siguiente a través de las dendritas.

Un impulso eléctrico no salta de una neurona a otra, sino que su conexión se encuentra químicamente mediatizada, la cual se lleva a cabo por una sustancia llamada neurotransmisor, el cual es el responsable de la excitación o inhibición de la neurona que los recibe y contribuye a generar o no un potencial de acción (Aguilar, 2011), es decir, abren o cierran los poros de la membrana celular postsináptica. Los neurotransmisores incluyen sustancias como norepinefrina, acetilcolina, dopamina, epinefrina, indoleamina y serotonina.

Cada sustancia transmisora puede ser excitada o inhibida pero al mismo tiempo dentro de una sinapsis, es decir que o se da una sinapsis excitadora o una sinapsis inhibidora.

Ahora nos adentraremos en la explicación del funcionamiento sistema nervioso visto desde el enfoque constructivista de von Foerster, por lo que abordaremos primeramente cómo se encuentra constituido el sistema endócrino, ya que von

Foerster sostiene que éste tiene un efecto significativo sobre el sistema nervioso (Segal, 1994), para después centrarnos en este último y en su funcionamiento.

El sistema endócrino se constituye de glándulas que segregan hormonas dentro del flujo sanguíneo, entre las que se encuentran: la pituitaria, la tiroides, la paratiroides, el páncreas y las glándulas suprarrenales. Existen hormonas que actúan de manera directa sobre órganos específicos del cuerpo mientras que otras actúan sobre tejidos.

El sistema nervioso y el sistema endócrino son interdependientes entre sí, es decir, que cada uno actúa sobre el otro; en el cerebro, las glándulas suprarrenales (responsables de la producción de hormonas como la epinefrina y la norepinefrina) actúan como neurotransmisores y desempeñan un papel directo en el potencial postsináptico de acción neuronal.

Ambos sistemas fisiológicos efectúan una clausura en el sistema nervioso: la actividad del sistema nervioso afecta la actividad del sistema endócrino a través de la producción de hormonas y viceversa, el endócrino afecta el nervioso.

La clausura, según el enfoque de von Foerster (1998), se encuentra en el centro del funcionamiento sensoriomotor. El concepto de clausura es usado en tres áreas: en la termodinámica, en el álgebra y en el enfoque sistémico. Debido a los objetivos del trabajo y a las aportaciones de von Foerster, solo se explicará a continuación la clausura sistémica. Esta se utiliza cuando consideramos que un sistema es cerrado.

Von Foerster (1998) expone que una crítica de lo que podría suceder si se sostiene una noción de clausura sistémica. Comienza por explicar el concepto de autopoiesis el cual significa la hechura de uno mismo. Por ende, da una implicación filosófica de la noción de autopoiesis, es decir de la noción de autorreferencia o de dar cuenta de uno mismo:

“Si ustedes tiene un sistema autopoietico que genera su propia norma de control, entonces es autónomo. Autónomo quiere decir que él establece sus propias reglas, sus propias leyes. Pero cuando se tiene autonomía, se tiene la responsabilidad en ese

organismo. Él es el responsable de su autonomía, se tiene la responsabilidad en ese organismo. Él es el responsable de su acción, y en consecuencia, a partir de la noción de autopoiesis, vía autonomía, vía responsabilidad, se tiene una base para la noción de ética (von Foerster, 1998, 640)".

Después de dicha explicación, dicho autor pasa a explicar la idea de clausura sistémica, la cual es una cuestión de si uno puede encontrar un formalismo más riguroso donde las nociones explicadas anteriormente sean demostradas y estudiadas desde un enfoque más formal. Para dicho estudio existe un formalismo hecho a la medida para la autorreproducción y autirreferencia:

"Este aparato formal es conocido como la teoría de la función recursiva. La esencia de este aparato [...] es que una función está determinada o es definida por lo siguiente: si un operador está actuando sobre la función, la función está siendo generada (von Foerster, 1998, 640)";

lo cual es una especie de operador bootstrapping, es decir una técnica para cargar un programa en una computadora por medio de instrucciones iniciales las cuales permiten la introducción del resto del programa desde un lector: "*al efectuar alguna función y dicha operación produce la función* (von Foerster, 1998, 640)"; lo cual es la definición de una función a través de un operador y la maquinaria que permite la computación de dichas cosas es llamada *funciones recursivas*.

Para terminar dicha crítica, el autor se remonta a la siguiente afirmación: "*Si ustedes ven más de cerca esta noción de sistema cerrado [...] de autopoiesis, encontrarán que solo existe este sistema* (von Foerster, 1998, 641)", es decir que no existe lugar para nada mas en dicha representación.

Por otra parte, Segal (1994) resalta que el científico von Foerster ve al sistema nervioso como un "sistema increíble", ya que si la posición de equilibrio se ve perturbada en cualquier punto, intervienen las polaridades del axón, el interior se vuelve positivo y el exterior negativo. Todas las cargas eléctricas en las proximidades de la perturbación se dirigen rápidamente hacia la posición intentando compensar dicho cambio de polaridad, lo cual produce perturbaciones adicionales que se extienden a lo largo del axón de manera similar a una onda.

Cuando una célula sensorial receptora que reacciona al contacto se le aplica cierta presión, se puede observar una respuesta visible al ojo humano; mientras que si se le aplica menos presión a la ejercida anteriormente, sólo se podrán observar pequeños impulsos, los cuales son microscópicos y viajan a través del axón (Segal, 1994). El potencial de acción de la neurona opera sobre la base de principio de todo o nada, es decir que o se excita o no se excita.

Hechas estas descripciones, se pasará ahora a la explicación del funcionamiento del sistema nervioso central desde la perspectiva de von Foerster. En su ensayo “Por una nueva epistemología” publicado en la revista *Metapolítica en 1998*, comienza por abordar a los organismos multicelulares primitivos como son las esponjas, ya que al examinarlos explica que se puede ver que existen órganos aún más pequeños en su superficie, los cuales tienen la capacidad sensorial hacia la salinidad en tanto que las células contráctiles (los cuales reciben el nombre de motorones independientes), no se encuentran conectados al sistema; si dicho efecto independiente es expuesto a una salinidad en particular, se contrae y cambia toda la superficie del animal. Por ello cuando hay un cambio sensorial también se presenta un cambio en la superficie motora, ya que todo animal se aleja de dicho lugar y al alejarse, los sensores experimentan un cambio de sensación: “Este es el nudo sensoriomotor básico, que es la base del desarrollo de una epistemología cognoscitiva (von Foerster, 1998: 636)”.

Después de esta etapa, viene una segunda etapa en el desarrollo: la separación entre sensación y acción, en donde uno puede percibir una sensación en una parte mientras la acción tiene lugar en otra (la fibra que hace posible dicha experimentación es la fibra motora cognoscitiva).

Von Foerster (1998) destaca que la parte importante en la organización del Sistema Nervioso Central es cuando la acción y la sensación se encuentran separadas y cuando entre ambas partes se diseminan otros sensores llamados *internunciales*: es decir, los mensajeros. Dichos sensores reciben señales de varios sensores, que integran para luego actuar en el extremo del motor. Cuando dicha separación de la actividad de los sensores y los motores se ve interrumpida

por un elemento integrador, es ahí cuando surgen las primeras etapas de la computación, en el sentido, no cuantitativo sino de “considerar en conjunto” de una interacción (von Foerster, 1998). Al dividir cualquiera de dichos sensores, se encuentra la secuencia de pulsos eléctricos o señales.

La intensidad de dichos estímulos se encuentra representada por la frecuencia de dichos pulsos; es decir, que si solo hay poca excitación, habrá una frecuencia más lenta de pulsos. Dicha regla es muy sencilla:

“La intensidad de los estímulos está representada por la frecuencia de la descarga, lo cual lleva a un teorema muy importante: el principio de la codificación indiferenciada. De acuerdo con este principio, la actividad de una célula nerviosa codifica sólo la intensidad de la perturbación y no la naturaleza del agente físico que la produjo (von Foerster, 1998: 637)”.

Al llevarse a cabo una acción en dicha región, von Foerster (1998) explica que el sistema ha cambiado: por la actividad nerviosa y debido a los cambios en el sistema endócrino: “Es una computadora nueva y diferente. Siempre que la computadora ha computado, ésta ha cambiado (von Foerster, 1998: 637)”; la cual es considerada por el autor como una noción de máquina de Turing, una máquina no trivial.

3. EL SISTEMA NERVIOSO DESDE EL PENSAMIENTO DE EDGAR MORIN

3.1 Edgar Morin y su papel en las ciencias de la complejidad

Edgar Morin nació en París, Francia el 8 de julio de 1921 dentro de un núcleo familiar de origen judío sefardí. Debido a que su madre muere cuando Edgar tenía apenas 10 años, pasa a ser criado por su padre y su tía materna Corinne Beressi. Dicha pérdida tuvo un fuerte impacto en la infancia de Edgar por lo que intentó llenar ese vacío con literatura y se convirtió en un gran lector que examinaba libros con distintas temáticas. Dicho suceso puede verse como el origen más remoto de su espíritu autodidacta e investigador (característica principal en el transcurso de su vida).

Al cumplir 19 años entra a la universidad “La Sorbonne” con el objetivo de adentrarse más en la lectura, el cine, la música y la observación de la naturaleza y la sociedad, por ello comenzó sus estudios universitarios en la Facultad de Letras, en la de Derecho y en la Escuela de Ciencias Políticas, sin embargo, es forzado a interrumpir sus exámenes cuando Francia es invadida por el ejército alemán. En el año de 1940 huye a Tolouse, donde se dedicó al secretariado de la Asociación de los Estudiantes Refugiados. Finalmente, dos años después concluye sus estudios en “La Sorbonne” en Historia, Geografía y Derecho.

Escribió su primer libro “El año cero de Alemania” en el que narra cómo fue destruida Alemania de 1945 a 1946. Luego comenzó la escritura de su libro “El hombre y la muerte” en el cual Morin comienza la base de su cultura transdisciplinar: geografía social, etnografía, prehistoria, psicología infantil,

psicoanálisis, historia de las regiones, mitología, historia de las ideas y filosofía, principalmente.

En cuanto a su adentramiento en las Ciencias de la Complejidad, en el año de 1971 se inicia en el pensamiento de Heinz von Foerster, en la teoría de la auto-organización, por lo que también lee a los autores Prigogine, Serres y René Thom. Por la lectura de esta temática, concibe la idea de un libro que más tarde se llamaría “El método”, por lo que aprovecha su estadía de tres meses en Nueva York para redactar la introducción general.

Con el surgimiento de la revolución biogenética, estudió el pensamiento de estas teorías, las cuales dieron lugar al surgimiento de sus nuevas ideas: la teoría de sistemas y la teoría de la información.

A lo largo de su vida profesional, logró escribir más de 30 libros entre los que están: “El paradigma perdido: la naturaleza humana” en 1973, “El método I. La naturaleza de la naturaleza” en 1977, “El Método II. La vida de la vida” en 1980, “El Método III. El conocimiento del conocimiento” en 1988, “Introducción al pensamiento complejo” en 1990, “El método IV. Las ideas en 1991, entre otros.

Ahora, en cuanto al enfoque de Morin (2002) principalmente destaca el proyecto de difundir la noción de incertidumbre, es decir que cualquier cosa puede ocurrir en el momento que sea, que debemos estar atentos ante las ocurrencias de la naturaleza, como son los fenómenos que suceden en ésta, para así, poder tener una observación más abierta y sensible a los detalles, a los aspectos constitutivos abordados por el razonamiento y el pensamiento.

La complejidad puede verse en nuestro alrededor: en la realidad que percibimos los seres humanos, en la comprensión de nuestra existencia y nuestros conflictos internos (Paiva, 2004).

Morin (2002) nos explica que al tener conciencia de la complejidad, es más fácil que tengamos claro que jamás podremos tener un saber total, ya que “la totalidad es la no verdad”; por lo que la humanidad se verá entrenada para tener una actitud

de búsqueda constante (teniendo claro que nunca podrán llegar a la completud); sin embargo, se podrán tener aproximaciones y ser constante en el pensamiento acerca de por qué suceden las cosas que vivimos y observamos.

3.2 Pensamiento Complejo de Edgar Morin

Todo conocimiento se maneja a través de la selección o rechazo de datos: separa (desarticula), une (asocia, identifica) y jerarquiza (lo principal y lo secundario). Dichas operaciones son regidas por los principios “supralógicos” de organización del pensamiento, los cuales son principios ocultos que gobiernan nuestra visión de las cosas del mundo sin que tengamos conciencia de ello (Morin, 1991).

Actualmente vivimos bajo un principio de disyunción, reducción y abstracción, lo cual podemos llamarlo como un paradigma de simplificación, que ha permitido desde el Siglo XVII los enormes progresos del conocimiento científico, sin embargo, sus consecuencias han sido nocivas y comenzaron a salir a la luz a partir del Siglo XX. Tales consecuencias privan a la ciencia de toda posibilidad de conocerse, de reflexionar sobre sí misma y de concebirse científicamente así misma.

De hecho, el principio de disyunción ha aislado de manera radical entre sí a los tres grandes campos de conocimiento: la biología, la física y la ciencia del hombre. La manera en que quisieron remediar dicha disyunción fue a través de otra simplificación: la reducción de lo complejo a lo simple: de lo biológico a lo físico y de lo humano a lo biológico (Morin, 1991). Por ende, hemos llegado a una inteligencia ciega que ha venido destruyendo los conjuntos y las totalidades al mismo tiempo que aísla todos los objetos de sus ambientes, por ello, es evidente que no se puede concebir un lazo entre lo observado y su observador.

Por tal situación nos preguntamos ¿qué es la complejidad? Morin (1991) la explica como un tejido de eventos, acciones, interacciones, retroacciones, determinaciones y azares que constituyen nuestro mundo fenoménico. Así es

como la complejidad refleja rasgos de enredado, inexplicable, desorden, ambigüedad e incertidumbre; por lo que es necesario poner orden en dichos fenómenos rechazando el desorden y destacando lo incierto, es decir, seleccionar elementos de orden y de certidumbre, sin embargo, dichas operaciones corren el riesgo de poner ceguera si se eliminan los otros caracteres de lo complejo.

A pesar de ello, la complejidad ha regresado a las ciencias. El desarrollo de la ciencia física, la cual se encargaba de revelar el orden impecable del mundo, su determinismo absoluto y su perfecta Ley, finalmente se ha abierto a la complejidad de lo real (Morin, 1991), ya que se ha descubierto en el universo físico un principio de degradación y de desorden (segundo principio de la Termodinámica). Así mismo, en el lugar de la simplicidad física y lógica, se ha descubierto la extrema complejidad microfísica; el cosmos no es una máquina perfecta, sino que es un proceso en vías de desintegración al mismo tiempo que de organización.

En conclusión, Morin explica que necesitamos sustituir al paradigma de la disyunción-reducción-unidimensionalización, por un paradigma de distinción y conjunción que permita distinguir sin desarticular, asociar sin identificar o reducir.

Con el paso de los años, cada vez se ha hecho más evidente que la vida es un fenómeno de auto-eco-organización sumamente complejo, el cual conlleva a la autonomía.

3.3 Dimensión cultural del conocimiento

La cultura se forma, se conserva, se transmite y se desarrolla a través de las interacciones cerebrales/individuales entre los individuos (Morin, 1991). Ésta se encuentra organizada y es organizadora al mismo tiempo mediante el lenguaje, más específicamente mediante un vínculo cognitivo a partir del capital cognitivo de los conocimientos adquiridos del saber hacer aprendidos, de las experiencias vividas, de la memoria histórica y de las creencias de una sociedad; en otras

palabras, a partir de las reglas y normas que organiza la sociedad y gobiernan los comportamientos humanos.

Morin (1991) considera la cultura como una organización recursiva en donde lo que es producido y generado se convierte en productor y regenerador de aquello que produce y regenera.

La cultura de una sociedad es una especie de megaordenador complejo que memoriza todos los datos cognitivos que prescribe las normas prácticas, éticas y políticas de la sociedad (Morin, 1991); dicho ordenador se encuentra presente en cada espíritu/cerebro individual.

Por otra parte, haciendo mención del cerebro, éste dispone de una memoria hereditaria, así como de propios organizadores de conocimientos innatos, el cual, a su vez, adquiere una memoria personal e interna a partir de los principios socioculturales de la organización del cerebro.

Nuestro cerebro dispone de una memoria hereditaria y de principios organizadores de conocimiento desde las primeras experiencias en el mundo: desde el nacimiento del individuo, quien nutre de memoria biológica y memoria cultural (asociados en su propia memoria); sin embargo, no llevan en sí mismos una multiplicidad ego-geno-etno-socio-referente y no son mandados ni controlados simultáneamente.

El conocimiento de cada individuo se nutre tanto de memoria biológica como de memoria cultural. Una cultura abre y cierra las potencialidades bioantropológicas de conocimiento; las abre y las actualiza al proporcionar a los individuos su saber acumulado, su lenguaje, sus paradigmas, su lógica, sus esquemas, sus métodos de aprendizaje: “Lo que abre el conocimiento es lo que cierra el conocimiento (Morin, 1991)”.

Las actividades cognitivas del ser humano emergen de las inter-retro-acciones-dialógicas entre un polilogical de origen biocerebral y un polilogical de origen sociocultural.

Nuestra máquina hipercompleja sociocultural, como la nombra Morin (2001) en su libro “El Método 2, comporta:

- Un núcleo organizacional profundo: manda y controla el uso de la lógica, la articulación de los conceptos, el orden de los discursos.
- Modelos, esquemas, principios estratégicos, reglas heurísticas, preconstrucciones intelectuales, estructuras doctrinas.

La complejidad genética del conocimiento humano se da a partir de tres puntos principales mencionados por Morin (1991): el primero se refiere al conocimiento del cerebro en un cuerpo y de un espíritu en una cultura; el segundo hace referencia al conocimiento que genera de forma bio-antropo-cultural en el cerebro en un *hic et nunc* y, finalmente, que el conocimiento de un sujeto lleva en sí genocentrismo, etnocentrismo y sociocentrismo; es decir, que tiene diversos centros de referencia.

Toda aptitud organizadora del cerebro humano necesita de condiciones socioculturales para actualizarse, las cuales a su vez necesitan de aptitudes del espíritu humano para poder organizarse.

La cultura se encuentra en los cerebros, vive en los cerebros, los cuales se encuentran a su vez en la cultura y viven en la cultura. El cerebro conoce a través de la cultura; la cultura conoce a través del cerebro:

“Las instancias productoras de conocimiento se coproducen unas a otras. Se da una unidad recursiva compleja entre productores y productos de conocimiento; al mismo tiempo que una relación hologramática entre cada una de las instancias productoras y producidas, conteniendo cada una a las demás y [...] conteniendo cada una al todo en tanto que todo (Morin, 1991: 22)”.

La idea por más simple que sea necesita conjuntamente de mucha complejidad bioantropológica y sociocultural; dicha complejidad nos permite comprender la posibilidad de autonomía relativa del cerebro individual. Este es uno de los elementos del mega ordenador cultural y se encuentra constituido por los vínculos

entre esas computadoras relativamente autónomas que son los cerebros individuales.

3.4 Funcionamiento del Sistema Nervioso desde su perspectiva

Una vez hecha la descripción sobre la interrelación entre la cultura, el individuo y su cerebro, ahora, entrando más en detalle, en este apartado se abordará el tema del aparato neurocerebral y su funcionamiento según el enfoque del mismo autor. Primero, se comenzará a hablar sobre lo que es la organización de la acción y cuál es la organización del conocimiento para poder entender más adelante la manera en cómo funciona el Sistema Nervioso Central.

Morin (2006), en otras de sus obras nos explica que las redes nerviosas y el movimiento muscular aparecieron desde el reino animal: los invertebrados simples (estrellas de mar, equinodermos) tienen redes nerviosas de hasta cien mil células a diferencia de los artrópodos (como los insectos y los crustáceos), los cuales pueden llegar a reagrupar ganglios de millones de células. A diferencia de estos seres (invertebrados), en las ramificaciones de los vertebrados opera una mayor complejización cerebral como es el desarrollo del cortex y del neocortex (Morin, 2006).

El tejido nervioso de los humanos se diferencia a partir de una región de la membrana externa del embrión o ectodermo, esto quiere decir que se encuentra formado filogenéticamente gracias a las interacciones que tiene con su mundo exterior. La formación del sistema nervioso no puede separarse de las acciones y reacciones en el seno de un entorno, al igual que el desarrollo cerebral es inseparable de la locomoción rápida, de la búsqueda, del ataque o al defensa (que a su vez se encuentran unidos a la búsqueda del alimento proteico que a su vez procede de la incapacidad de captar la energía solar): “en estas condiciones, un

bucle auto-eco-generador que va [...] de las neuronas sensoriales a las neuronas motoras, ha generado un *cerebrum* (Morin, 2006: 63)”.

El *cerebrum* o *cerebro* se encuentra constituido por el proceso de las redes intermediarias entre la percepción (neuronas sensoriales) y la acción (neuronas motoras); de esta manera nos explica Morin (2006) como un gran centro de computaciones (es decir, nuestro cerebro) trata el conocimiento, la acción y las interacciones conocimiento/acción. El cerebro transforma en conocimiento individual las indicaciones sensoriales y le da las instrucciones correspondientes a las células motoras en función de dicho conocimiento.

El auto-eco-desarrollo del bucle *sesorium-cerebrum-motorium* es al mismo tiempo el desarrollo de una estrategia, de la inteligencia y del conocimiento (Morin, 2006); en su origen el conocimiento cerebral surge de la acción y constituye una actividad distinta de la acción al mismo tiempo que permanece a su servicio.

Todo progreso del conocimiento se beneficia de la acción al igual que todo progreso de la acción se beneficia del conocimiento; toda estrategia de acción comporta computaciones (dimensión cognitiva) y todo conocimiento comporta una actividad estratégica, por lo que la acción y el conocimiento se implican el uno al otro, están unidos entre sí y son distintos el uno del otro (Morin, 2006).

El aparato cerebral se encuentra constituido por el cerebro y el sistema nervioso (Morin, 2006); donde el cerebro es un centro operacional que se encuentra dentro del cráneo y está unido a terminaciones sensoriales y divide al organismo en zonas, recibe mensajes no solo del interior sino que también del exterior, comunica sus decisiones a los músculos y transmite sus ordenes químicas a través de los circuitos sanguíneos.

Ahora bien, respecto al lenguaje, el desarrollo con otras personas es inseparable del desarrollo de éste, de las relaciones interindividuales, de las estrategias colectivas de ataque o defensa, de la transmisión de información, de la adquisición de conocimientos junto a los demás y de los procedimientos de confirmación y verificación de datos (Morin, 2006). De esta manera la relación con

los demás conduce al desarrollo del conocimiento y la dialéctica acción-conocimiento se convierte en una dialéctica acción-conocimiento-comunicación:

“La multiplicación y afinamiento de los receptores sensoriales, la ramificación de la red nerviosa y la complejización de las secreciones hormonales en el seno del organismo suscitan, expresan, desarrollan la sensibilidad en la superficie y en la profundidad del ser, es decir [...] su afectividad (Morin, 2006: 65)”.

Incorporando ahora la afectividad con la sensibilidad en los eventos internos del individuo tenemos ahora lo siguiente: la sensibilidad transforma los eventos exteriores que afectan al ser en eventos interiores; mientras que la afectividad proyecta los eventos interiores que agitan al ser. A partir de este proceso la dialéctica acción-conocimiento-comunicación se convierte en: acción-conocimiento-comunicación-sensibilidad-afectividad. Por ello es que el aparato neurocerebral se encuentra dentro de una dialéctica interior y exterior, el desarrollo de dicha dialéctica es lo que ha llevado a que éste a su vez sea íntimamente subjetivo y objetivamente abierto al mundo (Morin, 2006).

3.5 Procesos cerebrales y procesos computacionales.

Para poder abordar el conocimiento cerebral -en toda su complejidad- según los planteamientos de Edgar Morin será conveniente, primero, que indagemos en el tema de la computación, pues el cerebro además de su dimensión *morfológica* y *funcional* que lo caracteriza -según la anatomía cartesiana- posee una dimensión adyacente de carácter *computacional*, la cual, según la definición proporcionada por Morin, le subyace además una dimensión psicológica de carácter *cognitivo* como se explicará a continuación:

La computación, según este autor, no solamente debe entenderse como un cálculo, sino que conviene tener presente su significado latino:

- *Com*: une y confronta o separa y disjunta
- *Putare*: evaluar, estimar, examinar, suponer

Por lo que Morin (1986) propone “*concebir la computación como un complejo organizador-productor de carácter cognitivo que comporta una instancia informacional, una instancia simbólica, una instancia memorial, una instancia logicial* (37):

- a) En la instancia informacional, la computación digital utiliza el modo informacional de si-no para sus operaciones; así mismo, trata símbolos portadores de información y puede extraer informaciones de su entorno al momento de estar dotado de dispositivos ad hoc.
- b) En la instancia simbólica, todo objeto de computación se codifica en símbolos o signos, consumándose el acto de computación sobre éstos, los cuales son formas organizadas y constituyen sistemas de diferencias y similitudes que pueden corresponder a diferencias, variaciones o discontinuidades a similitudes, repeticiones y continuidades manifestadas en el mundo exterior.
- c) En la instancia memorial se explica que la computación necesita de una capacidad de memorización la cual puede recurrir a múltiples memorias (almacenaje). Trabaja su memoria en función de sus necesidades.
- d) La instancia logicial se encuentra constituida por los principios que gobiernan y controlan los cálculos, operaciones, razonamientos.

La actividad computante se efectúa en las condiciones explicadas anteriormente y, asimismo, dentro de estos incisos desglosados anteriormente, en el centro de dicha actividad hay operaciones de asociación: conjunción, inclusión e identificación; y de separación: disyunción, oposición, y exclusión.

Morin (2006) nos explica que la computación no puede reducirse solo al cálculo matemático ni solo a la información; la información solo se convierte en información si se encuentra en relación con la computación; así mismo, la información se nos presenta como un elemento, un momento, un aspecto de un complejo organizador: la computación.

En ese sentido, todas las actividades computantes siempre comportarán una dimensión cognitiva (incluidas las actividades organizadoras y prácticas); así mismo todas las actividades computantes se dedican a problemas: *“la organización computante es una organización que [...] trata más que informaciones y símbolos [...] problemas (Morin, 2006, 50)”*.

En base a los objetivos de este trabajo que es ver al cerebro considerado desde las ciencias de la complejidad, a continuación se abordará ahora la computación viviente. Este tipo de computación debe resolver constantemente los problemas del vivir, es decir, del sobrevivir.

Uno de los primeros problemas del vivir \leftrightarrow sobrevivir es el de rechazar la muerte; la computación viviente regenera y reorganiza constantemente una máquina viviente, cuyo trabajo ininterrumpido determina su desorganización permanente. Es por ello, que la computación interna del ser celular se encuentra esencialmente dedicada a gobernar las interacciones que aseguran la integridad de este ser por transformación de ingredientes del medio exterior en constituyentes internos, reproducción de moléculas que se desintegran, reparación de lesiones y rupturas en el ADN (Morin, 2006).

Otro de los problemas del vivir \leftrightarrow sobrevivir expuesto por Morin (2006) es el del alimento y la defensa dentro de un entorno: el ser viviente computa su entorno, tomando información de él con el objetivo de reconocer que puede alimentarlo o destruirlo.

Así mismo, la computación viviente produce la vida y obedece su requerimiento: resolver los problemas de producirse \leftrightarrow reproducirse y los del vivir \leftrightarrow sobrevivir.

Bajo este aspecto, las computaciones vivientes tienen una dimensión psicológica de carácter cognitivo debido a que nos permiten a cada uno de los seres vivos “reconocer” sustancias, eventos, modificaciones del exterior y del interior; sin embargo, dicho carácter cognitivo es indistinto de las actividades organizadoras vitales del ser (Morin, 2006).

Para poder entender la noción de cómputo y definir el acto computante de sí-para sí, se retomará una frase dicha por Morin (2006)”: “La computación viviente es una computación de sí a partir de sí, en función de sí, para sí y sobre sí (53)”; entonces podemos entender la computación viviente como una computación vital. La receta de Morin (2006) *computo ergu sum* es verdadera para el unicelular que produce y organiza su existencia por computación, por lo que a su vez, la noción de cómputo nos permite concebir en su naturaleza viviente y vital la noción de sujeto.

3.6 El proceso del lenguaje visto desde Morin

Edgar Morin (2006) habla de cogitación (término con el cual hace referencia al pensamiento), explicando que este emerge de las operaciones computantes de la máquina cerebral, retroactúa sobre dichas computaciones, las utiliza, desarrolla y transforma formulándolas en el lenguaje.

La cogitación misma no reprime a la computación, de hecho se desarrolla gracias a la computación y desarrolla a ésta en un nuevo nivel de organización; el proceso del lenguaje es a la vez computado (en el primer nivel de la articulación de fonemas y de las estructuras sintácticas) y cogitado (nivel de formación de las palabras y la emergencia del sentido).

Ésta se formula por el lenguaje, el cual permite a la cogitación tratar a lo que viene antes del lenguaje, es decir la acción, la percepción, el recuerdo y el sueño, además de lo que depende del lenguaje mismo como son los discursos, las ideas, los problemas (Morin, 2006).

Por tanto, el pensamiento es inseparable del lenguaje, el cual es muy necesario para que pueda darse la constitución, la perpetuación, el desarrollo de la cultura, para la inteligencia, el pensamiento y la consciencia del hombre.

Morin (2006) explica que podemos ver el lenguaje como un disco giratorio entre los siguientes tres puntos:

- a) Computación y Cogitación
- b) Lo innato y lo adquirido: la aptitud para el lenguaje es innata en homo sapiens, a pesar de que toda lengua deba ser aprendida en el seno de una cultura y toda lengua permite adquirir todo aquello que una cultura conoce.
- c) Lo individual y lo colectivo, lo personal y lo cultural.

Gracias al proceso del lenguaje, toda operación cognitiva puede ser nombrado, clasificado, almacenado, memorado, comunicado, examinado lógicamente, puede ser hecho consciente; así mismo, las palabras, nociones y conceptos pueden funcionar como discriminantes, selectores y polarizadores para todas las actividades del espíritu.

3.7 El Sujeto y su Cerebro

¿Qué es un sujeto? Ésta fue una de las preguntas que se hizo Morin (2006) indaga a fondo acerca de lo que es una computación viviente, por lo que a continuación se expondrá de manera concisa:

- Es situarse en el centro del mundo para computar a dicho mundo y computarse así mismo.
- Es realizar una distinción ontológica entre sí y no.
- Y finalmente, es llevar a cabo una auto-afirmación y auto-trascendentalización de sí.

De esta manera, en occidente, es como se constituye e instituye el auto-egocentrismo: el carácter primario y fundamental del subjetismo.

Ahora bien, enfocándonos en el tema del aparato neurocerebral, Morin (2006) lo ve como un aparato que computa las computaciones (computación de segundo orden) que realizan sus propios constituyentes (es decir, las neuronas), que así mismo son computadores vivientes.

En este contexto, el conocimiento es una computación de descripciones, sin embargo, como las descripciones que el cerebro computa son ellas mismas producto de las computaciones e intercomputaciones neuronales, se puede decir que el conocimiento cerebral es una computación de computaciones. Así mismo, el conocimiento cerebral constituye una megacomputación de *microcomputaciones*: neuronales, de *mesocomputaciones*: regionales y de *intercomputaciones*: entre neuronas y regiones (Morin, 2006).

Podemos considerar al aparato neurocerebral como un megacomputador en el grado en que computa las intercomputaciones de las regiones cerebrales, que computan las computaciones de las distintas células: olfativas, oculares, entre otras. A partir de las computaciones sensoriales se puede constituir una jerarquización computante, con niveles de emergencia de propiedades computantes nuevas hasta el conocimiento del cerebro (Morin, 2006). Así, la megacomputación cerebral constituye un cómputo, es decir un acto auto-exo-referente que se autocomputa al computar los estímulos que vienen del exterior, dicho acto al mismo tiempo podemos considerarlo un acto egocéntrico el cual unifica el conocimiento del individuo como su conocimiento.

Morin (2006) nos explica que toda computación central dispone de una doble memoria (hereditaria y adquirida), de terminales que suministran información, de principios y reglas específicos que le permiten organizar el conocimiento en un continuo espacio temporal al mismo tiempo que le aporta esquemas perceptivos a priori.

Al hablar de las policomputaciones cerebrales, debemos tener en cuenta que llevan a cabo operaciones fundamentales de toda computación, es decir, que unen y desunen de manera compleja, en otras palabras que analizan y sintetizan.

De esta manera, el aparato neurocerebral percibe analíticamente y después opera (en virtud de reglas y esquemas de codificación) la elaboración sintética: la representación.

3.8 Los siete operadores del pensamiento complejo

Morin (2002) en su libro *“La cabeza bien puesta”* explica siete principios que nos sirven de guía para tener un pensamiento vinculante, los cuales son complementarios e interdependientes:

- A. *El principio sistémico y organizativo*: éste une el conocimiento de las partes con el conocimiento del todo. El principio sistémico (opuesta a la idea reduccionista) consiste en que “el todo es más que las partes”:

“La organización de un todo produce cualidades o propiedades nuevas en relación con las partes consideradas de forma aislada: las emergencias. De manera que la organización del ser vivo produce cualidades desconocidas en el nivel de sus constituyentes psico-químicos (P: 98)”.

- B. *El principio hologramático*: demuestra la paradoja de las organizaciones complejas donde no solo la parte está en el todo, sino que el todo se encuentra inscrito en la parte, por lo que cada célula es una parte de un todo pero el todo está en la parte:

“La totalidad del patrimonio genético está presente en cada célula individual: la sociedad está presente en cada individuo como un todo a través del lenguaje, la cultura y las normas (P: 99).”

- C. *El principio del bucle retroactivo o retroalimentación*: permite el conocimiento de los procesos autorreguladores, fragmenta el principio de causalidad lineal: causa actúa sobre el efecto y el efecto sobre la causa.

La homeostasis de un organismo es un conjunto de procesos reguladores: la retroalimentación en su forma negativa permite reducir el desvío y estabilizar un

sistema; mientras que en su forma positiva, la retroalimentación es un mecanismo amplificador.

D. *El principio del bucle recursivo*: se refiere a un bucle generador donde los productos y los efectos son en sí mismos productores y causantes de lo que los produce:

“Nosotros somos los productores de un sistema de producción que surge de los tiempos más remotos, pero ese sistema [solo puede reproducirse si] nosotros mismos nos convertimos en los productores al acoplarnos (P: 100)”.

Los humanos producimos la sociedad en y por sus interacciones, sin embargo, la sociedad también produce la humanidad de estos individuos al aportarles el lenguaje y la cultura.

E. *El principio de autonomía-dependencia (auto-eco-organización)*: todos los seres vivos son autoorganizadores y continuamente se autoproducen y gastan energía para poder mantener su autonomía. Ya que necesitan hallar la energía, información y organización en el medio en el que se desenvuelven, su autonomía es inseparable de dicha dependencia y por ello, hay que concebirlos como seres auto-eco-organizadores.

Este principio es válido para los seres humanos que desarrollan su autonomía en dependencia de su cultura y también, es válido para las sociedades que se desarrollan en dependencia de su entorno geoecológico.

F. *El principio dialógico*: une dos principios que deberían excluirse entre sí pero que son indisociables en una misma realidad: “vivir de muerte, morir de vida (Heráclito, citado en Morin, 2002: pp. 100)”.

Morin (2002) nos explica que tenemos que concebir una dialógica orden-desorden-organización desde el nacimiento del Universo. Dicha dialógica se encuentra en constante acción en el mundo físico, biológico y humano a través de muchas inter-retroacciones. La dialógica nos permite asumir de manera racional la

inseparabilidad de nociones contradictorias para concebir un mismo fenómeno complejo.

G. *El principio de reintroducción del que conoce en todo conocimiento*: opera la restauración del sujeto y no oculta el problema cognitivo central: “desde la percepción a la teoría científica, todo conocimiento es una reconstrucción-traducción que hace una mente/cerebro en una cultura y un tiempo determinados.

La reforma del pensamiento es paradigmática ya que concierne a nuestra aptitud para organizar el conocimiento, así mismo, ella nos permite el uso pleno inteligencia.

4. EL SISTEMA NERVIOSO DESDE LOS PLANTEAMIENTOS DE HUMBERTO MATURANA

4.1 Humberto Maturana y su papel en las Ciencias de la Complejidad

El biólogo y epistemólogo Humberto Maturana Romesín nació el 14 de septiembre de 1928 en Santiago, Chile. Dicho autor tuvo grandes aportaciones a las Ciencias de la Complejidad.

En los años 70's desarrolló el concepto de “autopoiesis” que da cuenta de la organización de los sistemas vivos como redes cerradas de autoproducción de los componentes que las constituyen. Así mismo, contribuyó para las bases de la biología del conocimiento, la cual se encarga de explicar el operar de los seres vivos en tanto sistemas cerrados y determinados en su estructura.

La contribución de Maturana a las Ciencias de la Complejidad es muy reconocida así como su influencia en el pensamiento y la investigación de muchos científicos relacionados con ellas (Mahoney, 1991 citado en Ruiz y González, 1997). En la medida en que las perspectivas de las Ciencias de la Complejidad y

la biología del conocimiento consideran a los organismos vivos en términos de su complejidad, se puede observar que desde el inicio hay un énfasis en su autodeterminación, en su curso abierto y plástico de su evolución y desarrollo (Guidano, 1991 citado en Ruiz y González, 1997). El elemento básico en ambas perspectivas es un cambio en las nociones de realidad y del observador, por lo que nos obliga a ver la relación observador-observado en la que ya no se permite decir que solo existe una realidad única y obsoleta independiente del observador.

Humberto Maturana es uno de los primeros científicos de la biología que propuso que el conocer es un fenómeno biológico que solo puede ser estudiado y conocido como tal, por lo que desarrolló una teoría biológica consistente con esta mirada. Así mismo, plantea que la vida debe ser entendida como un proceso de conocimiento en la realización del vivir en congruencia con el medio.

La característica fundamental del enfoque de este biólogo es que ve un sistema explicativo ontológico y unitario de la vida y de la experiencia humana: es ontológico porque visualiza a la experiencia humana desde un punto de vista situado dentro de las condiciones de constitución de lo humano y no desde una posición externa; y es explicativo porque propone una mirada de la dinámica de relaciones que genera los fenómenos del conocimiento (Ruiz y González, 1997).

El enfoque de Maturana nos lleva a recapacitar sobre las condiciones que nos permiten a los seres vivos explicar todo lo que ocurre en la vida como un “fenómeno del vivir”. Por ello, desde este punto de vista, podemos considerar la psicología como parte de la biología, debido a que los fenómenos que ésta estudia ocurren en el proceso del vivir de los seres humanos.

Maturana reconoce que la psicología tiene su propio dominio, como es el dominio de estudio de la dinámica de relaciones e interacciones que ocurren entre organismos completos. Su enfoque no intenta ni pretende ser reduccionista (Maturana, 1995 citado en Ruiz y González, 1977), sostiene que la mente es un fenómeno que pertenece a la dinámica relacional del organismo, la cual surge de la relación entre organismos y su medio, de la misma manera que el caminar

surge desde un movimiento de las piernas en relación con el suelo o como un desplazamiento del cuerpo.

También sostiene que gracias a que el Sistema Nervioso cambia a lo largo del crecimiento de una persona de manera contingente a su vivir en el lenguaje, la conducta lenguajeante es generada aún y cuando estamos solos.

La manera en que Maturana ve a la mente tiene consecuencias importantes en la psicoterapia, ya que cualquier cambio que surja de los sistemas humanos por la intervención de un psicoterapeuta tiene que ser entendido como una “reorganización” de la experiencia del paciente determinada por el paciente (no por el terapeuta); por ende, el terapeuta solo puede generar perturbaciones en el paciente que pueden ayudar a su reorganización mental, pero nunca especificarla.

4.2 Máquinas vivientes

Primero se dará una pequeña explicación sobre lo que es una máquina para después ahondar en lo que es una máquina viviente desde el enfoque de Humberto Maturana.

Maturana en colaboración con Francisco Varela, escribieron un libro titulado “*De máquinas y seres vivos*” escrito en 1998 donde dan una explicación sobre las máquinas: una máquina usualmente es considerada como un sistema material definida por la naturaleza de sus componentes y por el objetivo que cumplen al funcionar como artefactos creados por seres humanos.

Sin embargo Maturana y Varela (1998) explican que dicha manera de ver a una máquina es pobre y limitada, ya que nada explica cómo es que están hechas: las máquinas son unidades que se encuentran formadas de componentes caracterizados por algunas propiedades capaces de satisfacer ciertas relaciones que determinan en la unidad las interacciones y modificaciones de dichos componentes, pero no es tan visible ni evidente que la naturaleza efectiva de los componentes no es de gran importancia y que las propiedades particulares que

éstas poseen pueden ser cualesquiera, lo importante sobre las máquinas es la organización que tienen: su organización se encuentra constituida por la dinámica de interacciones y transformaciones de los componentes y los estados posibles de la maquina como unidad, aunque dichas relaciones no sean arbitrarias.

Por tanto, desde el enfoque de Maturana, cualquier máquina es considerada como un sistema que puede materializarse mediante muchas estructuras distintas y su organización no depende de las propiedades de sus componentes; todo lo contrario, para poder dar cuenta de una máquina específica concreta, es necesario tener en cuenta las propiedades de los componentes reales que en sus interacciones nos permitan inducir sus relaciones definitorias de la organización de la máquina.

La manera en que nosotros utilicemos una máquina no es un rasgo característico de su organización, sino que es del dominio en que ella opera y entra en nuestra descripción de la máquina dentro de un contexto más amplio que la máquina misma:

“Todas las máquinas que el hombre fabrica, las hace con algún objetivo [...] que él específica. Ese objetivo se manifiesta en general pero no necesariamente, en lo que la máquina produce. No obstante, al referirnos a las máquinas empleamos la noción del objetivo porque pone en juego la imaginación del lector y facilita la tarea explicativa para darle a conocer la organización de una máquina dada. Lo inducimos a inventar la máquina de que estamos hablando [...lo cual...] no debe hacernos creer que objetivo, finalidad o función son propiedades de la máquina. No porque pertenezca al dominio del observador puede usarse el objetivo para caracterizar un tipo dado de organización mecánica. Sin embargo el producto de las operaciones de una máquina puede utilizarse con tal fin [...] en el dominio descriptivo del observador (Maturana, 1997:68)”.

Hecha esta introducción, a continuación se abordará la temática de las máquinas vivientes. Un sistema vivo es una máquina, sin embargo, esto no puede demostrarse invocando a sus componentes, sino que debemos mostrar su - organización mecanicista- de manera que demos cómo todas sus propiedades surgen de ella.

Las maquinas vivientes tiene dos propiedades características desde el enfoque de Maturana: tienen un determinismo estructural y son autopoieticas. A continuación ahondaré más profundamente en ambas características.

A. Determinismo Estructural

Desde un punto de vista biológico, los sistemas vivientes se encuentran determinados estructuralmente, por ello, todo lo que ocurre en ellos se da en cada momento como parte de su dinámica estructural de dicho momento y se encuentra determinado por ese mismo momento. Maturana (1975) explica que dicho proceso implica que todos los cambios estructurales que un sistema viviente experimenta como consecuencia de sus interacciones con su ambiente se encuentran determinados por la dinámica estructural del ser vivo.

En cuanto a su dinámica de interacciones, un sistema viviente solo puede ser tocado por aquellos agentes externos que su estructura admite y que así especifica. Así mismo, el cambio estructural del ser vivo sigue un curso que es indiferente a la tipificación que un observador hace de su ambiente de manera contingente al curso de sus encuentros estructurales con el medio en el cual vive.

De acuerdo a Maturana, los sistemas vivientes son entidades compuestas estructuralmente determinadas que existen en dos dominios fenoménicos que no se intersectan: el dominio de la operación de sus componentes (el dominio de su dinámica estructural) y el dominio en el que ellos son totalidades y operan como tales. Ambos dominios fenoménicos no se intersectan, por lo que es imposible hacer una reducción fenoménica entre ellos.

Para Maturana un ser vivo es un ser determinado en su estructura donde los humanos existimos en el fluir recursivo del convivir en coordinaciones de coordinaciones conductuales consensuales donde configuramos el mundo en el que vivimos como un convivir surgido en la convivencia en cada instante según como somos ese instante (Maturana, 1998: 32 citado en Lizano, 2003).

B. Máquinas Autopoiéticas

Un ser vivo, de acuerdo a Maturana (1980) también es un sistema autopoiético que se encuentra organizado como una red cerrada de producciones moleculares, donde las moléculas producidas generan la misma red que las produjo y especifican su extensión. La autopoiesis es la manera de existir de un sistema viviente y su manera de ser una entidad autónoma.

Cada uno de los sistemas vivientes viven tanto como conserven su organización; todos sus cambios estructurales ocurren con la conservación de su adaptación al medio en el cual ellos existen (Ruiz y González, 1997). Para un observador, esta organización aparece como auto-referida.

La dependencia final del ser humano viviente en la conservación de su autopoiesis puede nublar el darse cuenta de que el “sí mismo” humano (o *self*) y su conservación son rasgos de la existencia humana en el lenguaje (Maturana, 1980).

Maturana (1980) sostiene que la existencia y la conservación de la auto-identidad humana es un fenómeno social derivado de la existencia humana en el lenguaje; además sostienen que gracias a que el “sí mismo” (forma de existir dentro del lenguaje) es posible cambiarlo pero todo dentro de los límites de la conservación de la autopoiesis, ya que si no, el ser vivo no seguiría vivo.

Los principales aportaciones de Maturana en relación con la noción de autopoiesis es la respuesta a la pregunta ¿qué es un ser vivo? y a la modificación en la manera de ver a los seres vivos de forma que el determinismo estructural aparece como fundamental para poder entenderlos en todas sus dimensiones. Una vez que esto se lleva a cabo, la referencia a la autopoiesis ya no es tan necesaria porque queda implícita su participación al hablar de los sistemas vivientes.

Después de entender al ser viviente como un sistema autopoietico, podemos manejar todos los dominios de su existencia. Cuando Maturana hace referencia a un sistema viviente como un sistema determinado estructuralmente, ya está implicando la noción de autopoiesis, es decir, que cuando él habla de determinismo estructural, habla de los seres vivos como sistemas autopoieticos y una vez que él considera al ser vivo como un sistema autopoietico, Maturana habla de sus dos dominios de existencia (Ruiz y González, 1997).

Todos los cambios que experimentan los sistemas autopoieticos son determinados por su propia organización y estructura, los cuales son propiedades características de los seres vivos: la organización hace referencia a la relación que se da entre los componentes de una unidad compuesta la cual determina las propiedades de dicha unidad; mientras que la estructura apunta a los componentes actuales y a la relación que ellos deben satisfacer al participar en la constitución de una unidad compuesta (Lizano, 2003); los seres vivos mantenemos nuestra organización durante nuestra vida.

Todo un sistema se encuentra operacionalmente constituido por su organización, su operación es realizada “en” y “a través” de su estructura de manera que las interacciones efectivas ocurren a través de sus componentes a pesar de que el dominio de interacciones del sistema como totalidad se encuentre especificado por su organización.

Por ello, que los sistemas sean estructuralmente determinados implica que todo lo que en ellos ocurre esta determinado dentro de ellos y que los observadores vemos algo que incide sobre un sistema no significa que esté provocando un cambio, sino que solo es lo que desencadena dentro del sistema un cambio estructural que estaba previamente determinado en la configuración del mismo.

4.3 Teoría Biológica del Conocimiento según Maturana

Maturana, según se anotó, fue uno de los primeros científicos de la biología que propuso que el conocer es un fenómeno biológico por lo que desarrolló una teoría biológica consistente donde explica su propuesta acerca del conocimiento (Ruiz, 1998).

Así mismo, propone que debemos entender a la vida como si fuera un proceso de conocimiento en la realización del vivir junto con el medio. Por ello, podemos decir que el trabajo de Maturana puede verse como un sistema explicativo y ontológico de la vida y de la experiencia humana.

En cuanto a la rama de la psicología, Maturana (1995 citado en Ruiz, 1998) la considera como parte de la biología debido a que los fenómenos que ésta estudia ocurren dentro del proceso de vivir de los seres humanos; así mismo reconoce que la psicología tiene su propio dominio que es el que ha estado rigiendo desde hace años en el medio occidental. En ese sentido, el autor hace mención que la mente es un fenómeno que pertenece a la dinámica relacional del organismo que surge dentro de la relación entre organismos y el medio (Ruiz, 1998).

4.4 Su noción de emoción, pensamiento y lenguaje

Primero se comenzará abordando la noción que tiene Maturana sobre la emoción para después ahondar en su noción de pensamiento y lenguaje, los cuales se encuentran estrechamente unidos para que puedan funcionar ambos.

Maturana (1997) en su libro titulado "*La objetividad*" explica que en nuestra cultura occidental no le damos mucha importancia al tema de las emociones, ya que solo las consideramos como un recurso de acciones arbitrarias que no merecen toda nuestra confianza debido a que no surgen de la razón, lo cual nos ha llevado a cegarnos acerca de todo lo que hacemos como trasfondo corporal que hace posible todas nuestras acciones y especifica los dominios en los cuales se llevan a cabo. Dicha ceguera nos limita en todos los aspectos, principalmente en el entendimiento del fenómeno social.

Nosotros como observadores distinguimos distintas emociones y estados de ánimo a través de la distinción de los diferentes dominios de acciones en el que los organismos observados se mueven; así mismo, lo que nosotros distinguimos como emociones en nuestra vida diaria son disposiciones corporales dinámicas para acciones las cuales especifican los dominios de acciones en el que los organismos se mueven (Maturana, 1997).

Toda la vida animal, incluyéndonos a los seres humanos, se da bajo el flujo continuo de emociones y estados anímicos que hacen que emerjan cambios en las acciones donde los organismos se mueven y operan.

En nosotros el hecho de emocionar es mayormente consensual y sigue un curso entrelazado con el lenguaje dentro de nuestra historia de interacciones con otros seres humanos (Maturana, 1997); cuando el flujo de disposiciones corporales para interacciones recurrentes termina, el proceso de lenguajear, es decir, la conversación que se está llevando a cabo, también termina. De hecho, cuando un observador distingue en un grupo de observadores un flujo de coordinaciones de acciones en el lenguaje, nos estamos refiriendo a una conversación que solo puede llevarse a cabo como la operación de un grupo de observadores en el interior de un dominio ya establecido de consensualidad.

Maturana (1997) explica que cada uno de los instantes donde surgen nuestras interacciones con la sociedad, es decir nuestras conversaciones, se genera el camino de consensualidad de nuestro emocionar y determina el curso de dichas conversaciones. Por ello, nuestra vida siempre será un flujo confuso de emocionar y racionalidad a través del cual nosotros tenemos distintos dominios de realidad.

A los seres humanos, la razón nos mueve a través de las emociones que nos surgen dentro de nuestras conversaciones o reflexiones en el interior del flujo confuso de nuestro lenguajear y emocionar: *“lo que nos hace seres humanos [...] es nuestro vivir en el lenguaje en el trenzado constitutivo del lenguajear y emocionar (Maturana, 1997: 59)”*.

En cuanto al tema del pensamiento y el lenguaje, a continuación los abordaré al mismo tiempo, debido que es muy difícil trazar una línea entre cada una de ellas, además de que va en contra de un pensamiento integral, en el cual separar solo nos aleja más de la comprensión de las ciencias de la complejidad.

Los seres humanos recurrimos al lenguaje para interactuar con las demás personas gracias al tipo de sistema viviente que somos; no podemos referirnos a nosotros mismos y a cualquier cosa fuera del lenguaje, ya que siempre estamos y estaremos dentro de éste (Maturana, 1997). Por ello, es fundamental explicar el lenguaje como un fenómeno biológico para poder indagar más a fondo acerca del ser humano.

Según la teoría de Maturana (1997 citado en Mena, 2010) el proceso del lenguaje es un proceso propio de organización de los seres humanos, además de que es estructural a su organización por lo que lo considera un fenómeno de la biología de la especie.

El aspecto central de dicho proceso según Maturana (1999 citado en Mena, 2010) es que solamente en el ser humano se puede dar la reflexión y la autoconciencia; el lenguaje da al ser humano su dimensión espiritual en la reflexión, tanto de la autoconciencia como de la conciencia del otro.

El lenguaje pertenece a la historia evolutiva de los seres humanos quienes somos los primeros en tener la singularidad de vivir dentro de un fluir constante e ininterrumpido, una doble dimensión simultánea de experiencia: la primera es la experiencia inmediata, es decir las emociones que nos ocurre a todos los animales con la cual algo simplemente sucede; la segunda (que solo nos ocurre a los humanos) es la explicación que tiene lugar en el lenguaje (Maturana, 1989 citado en Lizano, 2003).

4.4.1 La Recursividad en el Lenguaje

Maturana (1995 citado en Mena 2010) nos explica el proceso de recursión del lenguaje expresado de la siguiente manera:

- a) En la primera recursión el lenguaje permite que los seres humanos nos vinculemos en los procesos de coordinaciones conductuales consensuales y así poder constituir la forma en que somos un sistema vivo metacelular y organizado dentro de un sistema social.
- b) En la segunda recursión surgen objetos como frutos de dicho constante lenguajear sobre la coordinación consensual de conductas (CCC), las cuales son autorreferenciales e interrelacionales. El mundo se crea en el lenguaje porque existe en su devenir del sistema vivo como experiencia relacional significativa. En cuanto a la unidad dentro del lenguajear (existir en el lenguaje) de su co-evolución con el medio, emerge objetos que nombra para poder continuar su proceso de coordinación conductual consensual.
- c) En la tercera recursión, en su operación de distinguir objetos en su CCC hace que el observador nazca, para que así los objetos surgidos en el lenguaje se diferencien de quien los observa (el cual se constituye en un proceso permanentemente flexible de identidad). Una construcción fundamental del lenguaje es el mismo observador, el cual se aleja de los objetos que nombra a partir de preguntas explícitas e implícitas que va formulando en sus interrelaciones sociales que pertenecen a su organización.
- d) Dentro de la cuarta recursión, se efectúa el surgimiento de la autoconciencia del observador, lo cual se lleva a cabo como una situación de alerta al construirse una estructura discursiva que describe las descripciones llevadas a cabo en el lenguaje que describen la CCC.

4.4.2 Lenguaje y Autoconciencia

En base a lo explicado anteriormente, el proceso del lenguaje es una delineación del estar auto-consiente mediante la recursividad conductual lingüística (Maturana, 1995 citado en Mena, 2010).

Solo a través del lenguaje, los seres humanos podemos explicar nuestra experiencia en el vivir y asimilarla a la continuación de su praxis de vida. La comprensión es inseparable de la experiencia humana, ya que se basa en premisas tácitas que han sido proporcionadas por la experiencia inmediata (Lizano, 2003).

Maturana propone que las operaciones que constituyen lo que nosotros llamamos como lenguaje y lenguajear toma lugar en nuestro dominio relacional como una forma de vivir en interacciones recurrentes en lo que un observador ve como coordinaciones consensuales recursivas de coordinaciones consensuales de conducta (Ruiz, 1998); el lenguaje y el lenguajear no son fenómenos fisiológicos o estructurales del organismo o de su sistema nervioso y lo que pasa en ellos no puede ser explicado como rasgos estructurales, funcionales o dinámicos de la dinámica estructural del organismo y de su sistema nervioso, ya que son fenómenos del dominio de operación del organismo como totalidad en el medio.

4.5 Funcionamiento del Sistema Nervioso desde Maturana

Finalmente, se ahondará en el tema del Sistema Nervioso visto desde el enfoque de Maturana, por lo que me remontaré a su libro "*De máquinas y seres vivos*", el cual escribió junto con Francisco Varela en el año de 1998, en el que consideran la organización del Sistema Nervioso como una red neuronal cuya estructura conectiva es función de dicho acoplamiento.

Maturana y Varela (1998) explican que el Sistema Nervioso es una red de neuronas las cuales interactúan entre si y se encuentran acopladas de tres maneras al organismo que integran:

- a) El organismo provee el medio físico y químico para la autopoiesis de las neuronas, por lo que ésta se le podría considerar una fuente de perturbaciones físicas y químicas que pueden alterar sus propiedades llevando al organismo a los siguientes dos incisos (b y c).
- b) Existen estados del organismo (físicos como químicos) que alteran el estado de actividades del Sistema Nervioso como un todo al interactuar sobre las superficies receptoras de algunas neuronas componentes, llevando al organismo al inciso c.
- c) Hay estados del sistema nervioso que cambian el estado físico y químico del organismo llevando a los primeros dos incisos (a y b).

A través de dicho acoplamiento, el sistema nervioso participa en la generación de las relaciones autopoieticas las cuales definen al organismo que integra, por lo que su organización se encuentra subordinada a dicha participación.

A continuación se dará una explicación acerca de cómo se encuentra constituido el Sistema Nervioso y cómo es que este lleva a cabo sus principales tareas en cada uno de nosotros propuesto por Maturana.

4.5.1 La neurona

¿Qué son las neuronas? Las neuronas determinan sus propios límites a través de su autopoiesis, es por ello que Maturana y Varela (1998) afirman que las neuronas son unidades anatómicas del sistema nervioso. A pesar de que existen muchas clases de neuronas (diferenciadas por distintas formas), todas tienen ramificaciones que las ponen en relaciones operativas directas o indirectas con otras neuronas.

Una neurona cuenta con una superficie colectora (elemento conductor) y una superficie efectora, cuyas posiciones relativas, formas y extensiones son distintas en todas las clases de neuronas (Maturana y Varela, 1998); en la

superficie colectora se reciben influencias aferentes (tanto sinápticas como no sinápticas) de las superficies efectoras de otras neuronas o incluso de la suya propia; mientras que la superficie efectora es aquella parte de su superficie que de manera directa o indirecta afecta a otras células, a la superficie colectora de otras neuronas o a la suya propia.

Dependiendo de la clase, una neurona puede tener superficies colectoras y efectoras separadas completa o parcialmente por un elemento conductor, es decir la ausencia o presencia de inhibición presináptica; o puede tener las superficies colectoras y efectoras entrelazadas sin algún elemento conductor entre ellas (Maturana y Varela, 1998).

El hecho de que las interacciones entre las superficies colectoras y efectoras puedan ser excitadas o inhibidas depende a la clase de neuronas participantes:

“[los] efectos excitadores causan un cambio en el estado de la actividad de la superficie colectora de la neurona receptora que puede llevar a un cambio en el estado de actividad de su superficie receptora; [mientras que] el efecto inhibitor atenúa la efectividad de la excitación de la superficie receptora, de modo que ésta puede no llegar a la superficie efectora o llega con una efectividad reducida (Maturana y Varela, 1998: 123)”.

El estado de la actividad de las neuronas se encuentra determinado por su organización interna (como son las propiedades de la membrana, por las relaciones estructurales) y por las influencias aferentes que llega a su superficie receptora.

En cuanto a la efectividad de las neuronas al cambiar el estado de actividad de otras neuronas depende no solo de su organización interna, sino que también depende de la efectividad relativa de su acción en las superficies receptoras respecto a otras influencias aferentes que dichas neuronas reciben. Maturana y Varela (1998) explican que esto se debe a que las influencias excitatorias e inhibitorias no se suman linealmente en la determinación del estado de actividad

de la neurona, todo lo contrario, ya que su efecto depende la posición relativa de sus puntos de acción.

Una neurona no debe considerarse como un ente estático en el que sus propiedades permanecen invariantes, sino que se debe tener presente que estas cambian constantemente a lo largo de su historia dentro del organismo, ya que es producto y causa de los cambios que la red neuronal y el organismo resisten.

4.5.2 Sistema Nervioso visto como un sistema cerrado

Las propiedades de las neuronas, su organización interna, forma y posición determinan la conectividad del sistema nervioso y así mismo lo constituyen como una red dinámica de interacciones neuronales (Maturana y Varela, 1998). Dicha conectividad constituida por las relaciones anatómicas y operacionales entre las neuronas (las cuales constituyen al sistema nervioso como una red lateral, paralela, secuencial y recursiva de interacciones excitatorias e inhibitorias) determina el dominio de los estados dinámicos del sistema nervioso, ya que las propiedades de las neuronas cambian a lo largo de la ontogenia del ser vivo; como resultado de sus interacciones la conectividad del sistema nervioso cambia a lo largo de la ontogenia del organismo de forma recursiva a dicha ontogenia.

El sistema nervioso es una red cerrada de neuronas que interactúan de forma que un cambio en la actividad de alguna neurona lleva a un cambio en la actividad de otras neuronas a través de un efecto sináptico o químico, por lo que la organización dicho sistema como una red neuronal finita queda puntualizada por las relaciones de circularidad en las interacciones neuronales generales en la red (Maturana y Varela, 1998).

Mientras la red neuronal se cierra sobre sí misma, su fenomenología es la fenomenología de un sistema cerrado donde la actividad neuronal siempre lleva a una actividad neuronal, a pesar de que el ambiente pueda perturbar el sistema

nervioso y cambiar sus estados acoplándose como un agente independiente en cualquiera de las superficies receptoras. Los cambios que el sistema nervioso sufra sin desintegrarse se encuentran completamente especificados por la conectividad del sistema nervioso.

Debido a que se está estudiando al sistema nervioso como una red neuronal cerrada, no se puede decir que tiene entradas o salidas, además de que no existen relaciones extrínsecas a su organización, las cuales le permiten discriminar a través de la dinámica de sus cambios de estado, por lo que surgen dos consecuencias muy importantes dentro del sistema nervioso explicadas por Maturana y Varela (1998):

- I. Para el sistema nervioso como red neuronal cerrada no hay adentro o afuera.
- II. La diferenciación entre causas externas e internas es el origen de los cambios de estado del sistema nervioso solo puede llevarse a cabo por un observador que observa al organismo como unidad.

Es evidente que solo al hacer referencia al dominio de interacción del organismo como unidad, los cambios de estado del sistema nervioso pueden tener un origen externo e interno. El surgimiento de un cambio en la organización del sistema nervioso se da por los cambios en las propiedades de sus neuronas componentes; dichos cambios tienen un valor significativo cuando hacemos referencia a que surgen en el acoplamiento del sistema nervioso y el organismo a través de su operar homeostático subordinado a la autopoiesis del organismo (Maturana y Varela, 1998).

Algunos de dichos cambios afectan de manera directa el operar del sistema nervioso, ya que tienen lugar en su funcionamiento como una red cerrada; otros de los cambios que ocurren afectan al organismo porque tienen lugar a través del acoplamiento genético y bioquímico de las neuronas al organismo vivo, por lo que cambian las propiedades de las neuronas no relacionada con el operar mismo de la red (Maturana y Varela, 1998).

4.5.3 Arquitectura del Sistema Nervioso

Un sistema nervioso tiene una arquitectura definida determinada por la clase y el número de neuronas que lo componen. La organización cerrada del sistema nervioso se realiza de formas distintas por lo que han sido determinadas a través de la evolución. Por ello, Maturana y Varela (1998) afirman las siguientes condiciones:

- El sistema nervioso se cierra sobre sí mismo a todo nivel gracias a su contribución como una red de interacciones laterales, paralelas, secuenciales y recursivas.
- No existe posibilidad de una localización operacional en el sistema nervioso, ya que ninguna parte de él puede considerarse responsable de su operar como una red cerrada; sin embargo, toda lesión localizada en él produce una desconexión específica entre sus partes.
- La arquitectura del sistema nervioso se especifica a lo largo de la ontogenia del organismo al cual pertenece, a pesar de que bajo un control genético se encuentre ligada a la morfogénesis de todo el organismo, por lo que la variabilidad en la arquitectura del sistema nervioso se encuentre determinada por diferencias individuales en constitución genética y ontogenética. El rango de variaciones individuales permisibles se encuentra determinado por la circunstancia en la cual la autopoiesis del organismo se realiza.
- Y finalmente, que la arquitectura del sistema nervioso y la morfología del organismo como un todo definen el dominio en el cual el ambiente pueda acoplarse al organismo como una fuente de sus deformaciones.

4.5.4 Estados Referenciales

Maturana y Varela (1998) afirman que hay estados del sistema nervioso que definen los subdominios de los posibles estados que el organismo pueda adoptar bajo perturbaciones como matrices de relaciones internas posibles. Por ello, cuando el sistema nervioso se encuentra en estados referenciales diferentes, compensa las mismas perturbaciones siguiendo modos de cambio diferentes.

Algunos de estos estados referenciales serían las emociones, el sueño y la vigilia los cuales se definen como cualquier otro estado del sistema nervioso por relaciones de actividad neuronal. Además, es importante mencionar, que constituyen estados sobre los cuales otros estados pueden insertarse como subestados en el proceso de generación de la autopoiesis del organismo.

4.5.5 Áreas generadas por las múltiples funciones del Sistema Nervioso Central

Al hablar de las consecuencias que se llevan a cabo en el sistema nervioso debido a las múltiples funciones generadas, Maturana y Varela (1998) las dividen en tres áreas: acoplamiento histórico, aprendizaje como fenómeno y tiempo como dimensión.

- Acoplamiento histórico

Debido al acoplamiento de sistema nervioso con el organismo, éste participa en la generación de relaciones que constituyen el organismo como una unidad autopoietica; además, la organización de dicho sistema se encuentra permanentemente determinada a través de la generación de relaciones neuronales definidas internamente respecto al sistema nervioso mismo. Por ello, el sistema nervioso trabaja como:

“un sistema homeostático que mantiene invariante las relaciones que definen su participación en la autopoiesis del organismo y lo hace a lo largo de la ontogenia del organismo por su participación en esta ontogenia (Maturana y Varela, 1998: 128)”.

Gracias a esto, surgen tres puntos importantes los cuales describe Maturana y Varela (1998) para un mejor entendimiento del acoplamiento histórico:

- A. Los cambios que el sistema nervioso sufre como un sistema homeostático deben estar distribuidos en él, ya que todo cambio localizado es una fuente de deformaciones adicionales que deben ser compensadas con otros cambios (dicho proceso es infinito). Esto da como resultado que la operación del sistema nervioso como componente del organismo es una continua generación de relaciones neuronales.
- B. El dominio de los estados posibles que el sistema nervioso puede adoptar como un sistema estado-determinado es función de la historia de interacciones que da como resultado el acoplamiento de dos fenomenologías constitutivamente diferentes: la del sistema nervioso y la del ambiente en forma de un sistema abierto no homeostático, de forma que los estados posibles del sistema nervioso son conmensurables con el dominio de estados posibles del ambiente.
- C. El acoplamiento histórico del sistema nervioso es aparente solo en el dominio del observador.

- Aprendizaje como fenómeno

Maturana y Varela (1998) explican que al cambiar la conectividad del sistema nervioso como resultado de interacciones del organismo, el dominio de estados posibles que el sistema nervioso y el organismo pueden adoptar en adelante se modifican y por lo tanto, cuando la misma condición de interacción se repite, los estados dinámicos generados en el sistema nervioso son diferentes. A pesar de esto, que la conducta del organismo al relacionarse de manera recurrente deba ser autopoiética y adaptativa para el observador, es el resultado del continuo operar homeostático del sistema nervioso.

Debido a que dicho operar homeostático continuamente subordina el sistema nervioso y el organismo a la autopoiesis de manera internamente determinada, ningún cambio en la conectividad del sistema nervioso puede participar en la generación de conducta como representación de interacciones pasadas del organismo: *“las representaciones pertenecen al dominio de las descripciones (Maturana y Varela, 1998, 130)”*, es decir, pertenecen al dominio del recuerdo y la rememoración.

Dicho cambio que dentro del dominio de estados posibles que el sistema nervioso pueda llegar a adoptar, se da a lo largo de la ontogenia del organismo como resultado de sus interacciones, lo cual constituye a un aprendizaje (Maturana y Varela, 1998), por lo que el aprendizaje ocurre debido al continuo acoplamiento entre la fenomenología estado-determinada del sistema nervioso y la fenomenología estado-determinada del ambiente.

- Tiempo como dimensión

El tiempo como dimensión dentro del dominio descriptivo, es una característica ambiental solo en la medida en que nuestras descripciones forman parte de nuestro ambiente.

4.5.6 Organización del Sistema Nervioso

En base a lo expuesto anteriormente, ahora se verá la organización del Sistema Nervioso visto desde la perspectiva de Maturana. Este autor chileno en su libro *“La objetividad, un argumento para obligar”* escrito en 1977, explica que hay que entender la organización del sistema nervioso no solo desde un enfoque anatómico donde la organización es vista como una red cerrada de *componentes* que integran un sistema mayor en el que se expanden los dominios de estados y de interacciones, sino que también hay que verlo desde su enfoque operacional, donde la organización es vista como una red cerrada *relaciones* cambiantes de

interacciones entre componentes donde todo cambio de relación genera nuevos cambios.

Gracias a dicha organización del sistema nervioso, Maturana (1997) explica que surgen algunas consecuencias las cuales son fundamentales para nosotros en nuestro vivir diario, por lo que las explicaré brevemente a continuación:

- a) El sistema nervioso visto como un sistema determinado estructuralmente, no puede operar con representaciones de un medio ambiente gracias a nuestro determinismo estructural como seres vivientes que no podemos distinguir en la experiencia entre percepción e ilusión.
- b) Los *estados* de un sistema nervioso son relaciones de interacciones entre sus componentes, así mismo, es través de la *operación de las propiedades de sus componentes* que un sistema nervioso interactúa como una entidad compuesta.
- c) Tanto la *estructura* como el *dominio de estados* de un sistema nervioso se modifican cuando las propiedades de sus componentes *cambian gracias a los cambios estructurales*.
- d) La estructura del sistema nervioso y sus dinámicas de cambio se encuentran dinámicamente acopladas a la estructura del organismo y sus dinámicas de cambio.

D. Transformaciones y dominios de las descripciones respecto al Sistema Nervioso

Maturana y Varela (1998) exponen que solo bajo el dominio de las descripciones, la historia puede participar en la generación de la conducta del observador, debido a que la historia vista como fenómeno es accesible al observador. Por ende, las descripciones como conducta lingüística constituyen orígenes de perturbaciones del sistema nervioso por lo que también parte de su ambiente, como resultado, **la fenomenología de las transformaciones ocurridas del sistema nervioso también pueden ser aplicada a las interacciones del organismo en el dominio**

de las descripciones y así mismo, la organización del sistema nervioso es función de la historia de interacciones del organismo en dicho dominio.

La manera en que opera el sistema nervioso no hace alguna distinción entre los diferentes orígenes de las perturbaciones, por lo que no hay diferencia en que dichos agentes perturbadores sean características del ambiente físico o bien, interacciones conductuales con organismo acoplados:

“Por lo tanto, aunque el sistema nervioso opere de manera determinista de estado en estado, el tiempo como un modo de comportamiento entre en la determinación de sus estados a través del dominio descriptivo como un componente en el dominio de la conducta del organismo (Maturana y Varela, 1998, 133)”.

5. CIENCIA CLÁSICA Y CIENCIAS DE LA COMPLEJIDAD

5.1 Implicaciones en la rehabilitación psicológica de niños con lesión neuromotora

Dentro de nuestro trabajo como psicólogos, específicamente en el área de rehabilitación con personas con Parálisis Cerebral, dada su naturaleza neurológica, multidimensional y compleja, no debemos dejar de lado un enfoque integral, es decir, sin considerarlo únicamente desde un solo enfoque teórico, pues no obstante sus bondades aborda solo un aspecto de la realidad en las limitaciones que le son inherente. En ese sentido, dado que intervienen simultáneamente varias dimensiones en esta problemática, su naturaleza polifórmica nos puede exigir el uso de otra teoría o de otra disciplina.

Así mismo, uno de los problemas más importantes dentro de la rehabilitación psicológica es que nos encontramos bajo una visión fragmentaria siguiendo una lógica cartesiana, la cual sólo se limita a una concepción de la

realidad, dejando de lado otras que nos conforman como humanos. Bajo este aspecto, la estrategia que debemos seguir debe ser bajo una visión macrosistémica e integral en la que nos veremos orillados a hacer una meta observación, es decir, una observación de lo que ya observamos conocida como una Cibernética de Segundo orden aportada por Von Foerster y seguida Maturana, Morin, entre otros. Dicha visión permite plantearnos los problemas de una manera no lineal que nos llevará una multidimensionalidad construida por subsistemas que conforman un proceso total lo cual nos permitirá abordar una temática de forma integral con mayor apertura a la realidad del niño. En otras palabras, requerimos un reajuste epistemológico centrado en conocer nuestros alcances como observadores sobre la concepción de un problema en un niño.

Este último capítulo se enfocará en distintos niveles de comprensión sobre el funcionamiento del Sistema Nervioso en relación al comportamiento motor por daño neurológico. Dichos niveles de comprensión propuestos en este trabajo se dividen en tres: el primero alude a la comprensión del Sistema Nervioso desde un enfoque médico cartesiano (catalogado como medicina clásica), el segundo nivel hace referencia a la comprensión del Sistema Nervioso desde la neuropsicología de Luria, donde se consideran a los procesos de las funciones corticales superiores como Sistemas Funcionales, y finalmente se encuentra el tercer nivel, en el cual se indagará en la comprensión del Sistema Nervioso desde las Ciencias de la Complejidad integrando las aportaciones de los dos últimos niveles.

5.1.4. Nivel 1. Anatomía Cartesiana

El Sistema Nervioso en los seres humanos recibe estímulos externos que pueden ser físicos (como la radiación luminosa), calóricos, sonoros y mecánicos (como es el sentido del tacto: una caricia, un golpe, un pellizco). Así mismo, dicho sistema percibe estímulos que se generan en el interior del organismo (como son los cambios de la temperatura interna, ritmo cardiaco, entre otros). Todos los estímulos recibidos por el organismo son procesados por las neuronas, con la

finalidad de elaborar una respuesta que a su vez, puede ser de estimulación o inhibición, para así, conducirla a células, tejidos y órganos efectores. En las células y órganos efectores, la respuesta es traducida en resultados de movimiento o secreción.

Los componentes del Sistema Nervioso poseen una relación con todas las estructuras que constituyen los otros aparatos y sistemas del organismo, la cual se considera muy importante para la coordinación y regulación del funcionamiento armónico del cuerpo humano.

La estructura general del SN se puede dividir en anatómica y funcional, sin embargo, solo se considerará la organización anatómica debido al objetivo principal del presente estudio: el Sistema Nervioso se divide en el Sistema Nervioso Central y el Sistema Nervioso Periférico de acuerdo a la Figura 1 (Aguilar, 2011):

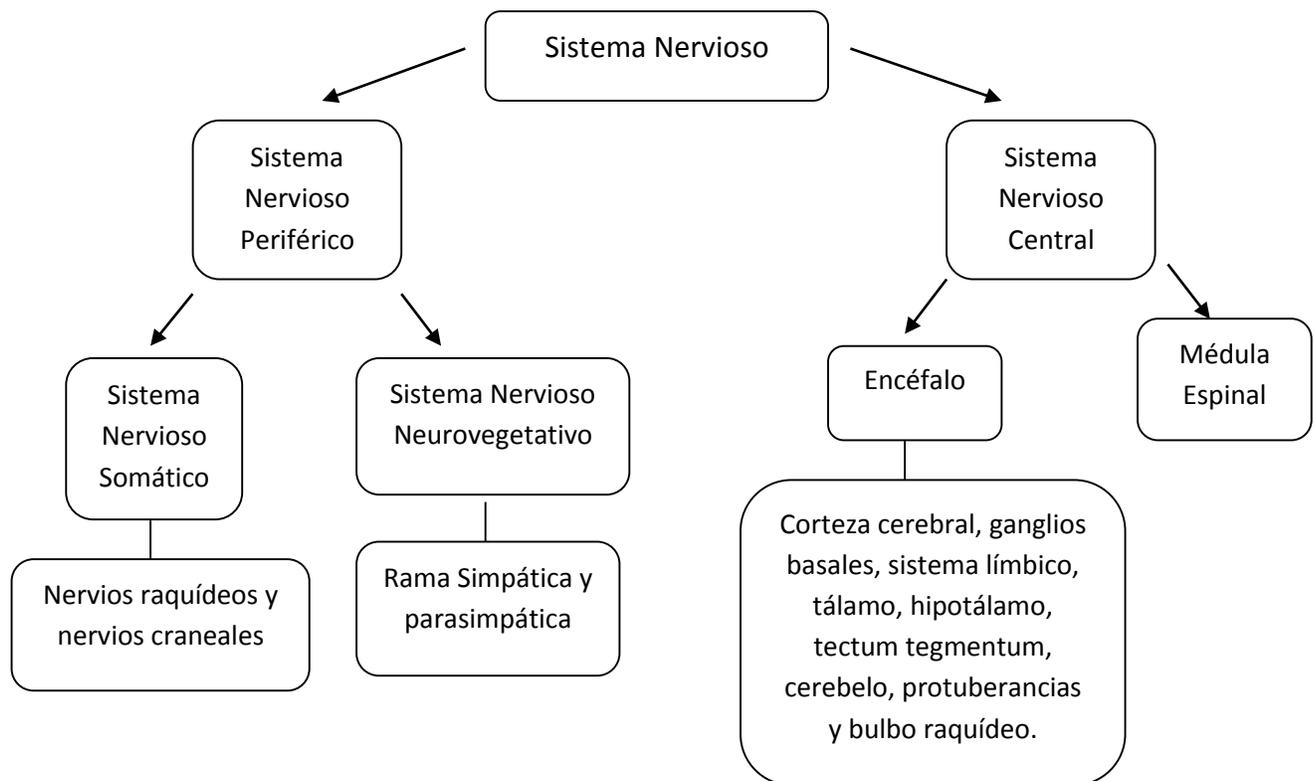


Figura 1. División del Sistema Nervioso desde un enfoque cartesiano.

El Sistema Nervioso Central lo constituyen dos grandes órganos: el encéfalo y la médula espinal, los cuales a su vez se encuentran recubiertos en su totalidad por el Sistema Óseo (el cual es muy duro, resistente y sólido, por lo que impide que los componentes celulares y tisulares de los órganos nerviosos puedan dañarse fácilmente): el encéfalo por el cráneo y la médula espinal por la columna vertebral (Aguilar, 2011).

El encéfalo es una masa de neuronas y neuroglíocitos principalmente, este es el órgano más protegido de todo nuestro cuerpo, ya que se encuentra encerrado en un cráneo, además de que recibe continuamente mucho riego sanguíneo (alrededor del 20% de flujo sanguíneo del corazón) y se encuentra químicamente por la barrera hematoencefálica.

Las meninges son tejidos conjuntivos que rodean y protegen el encéfalo y la médula; la capa más externa se llama duramadre y es gruesa, resistente pero flexible y sin tener la capacidad de estirarse; la capa intermedia llamada membrana aracnoides tiene es muy similar a una telaraña, esta es blanda y esponjosa; y finalmente la tercera capa llamada piamadre se encuentra muy unida al encéfalo y cubre todas las circunvalaciones de su superficie; el líquido cefalorraquídeo se encuentra en el espacio subaracnoideo, el cual se encuentra entre la piamadre y la membrana aracnoides (Aguilar, 2011).

En encéfalo se conforma de una serie de cavidades interconectadas las cuales reciben el nombre de ventrículos, las cavidades más grandes se llaman ventrículos laterales y se encuentran conectadas a un tercer ventrículo, el cual se encuentra localizado en la línea media del encéfalo (Aguilar, 2011).

En cuanto a las neuronas y células gliales que constituyen tanto el encéfalo como la médula espinal (es decir todo nuestro Sistema Nervioso Central), éstas se encargan de recibir estímulos, elaborar y procesar las respuestas efectoras; ambas estructuras se encuentran en el eje mayor del cuerpo: ocupan la alineación central desde la región cefálica hasta la región sacra-coxígena.

Al terminar de explicar de manera breve el funcionamiento del Sistema Nervioso Central, ahora se comenzará por describir el Sistema Nervioso Periférico. Dicho sistema está compuesto principalmente por nervios, ganglios nerviosos y terminaciones nerviosas:

- Los nervios son estructuras alargadas, cilíndricas, en forma de cordones que se encuentran integrados a su vez por axones y dendritas que se originan en su mayoría en el sistema nervioso central.
- Los ganglios se encuentran formados por acumulaciones de neuronas que migran de las crestas neuronales (neuroepitelio embrionario) para situarse en diversos esbozos embrionarios y ahí constituir los ganglios (hay dos tipos de ganglios: los sensitivos o cefalorraquídeos y los autónomos).
- Y finalmente se encuentran las terminaciones nerviosas, las cuales son estructuras situadas en la superficie del individuo (en la piel).

La integración de las actividades del sistema nervioso ocurre en todos los niveles del eje cerebroespinal; su actividad puede ser iniciada a partir de centros localizados en la médula espinal, tronco encefálico e hipotálamo. La corteza cerebral es el nivel más alto de integración somática y del sistema nervioso.

El sistema nervioso autónomo habitualmente regula las funciones de los órganos mediante reflejos viscerales inconscientes que usualmente se producen como respuesta a cambios en actividades somáticas motoras y sensoriales.

El principal centro organizativo del Sistema Nervioso Periférico es el hipotálamo el cual controla todas las funciones vitales e integra los sistemas autónoma y neuroendocrino.

El cerebro es un órgano muy importante en nuestro cuerpo debido a que es el principal causante de nuestra conducta, el cual realiza tres tipos de operaciones: recibe información de su ambiente, la procesa y finalmente la produce como conducta observable (Loeches, 2001).

Los órganos encargados de recibir la información son los sensoriales (ojos, oídos, receptores, nasales, gustativo y somatosensoriales) que convierten la información en impulsos eléctricos y la transmiten hasta llegar al Sistema Nervioso Central, específicamente hasta la corteza cerebral, la cual Loeches (2001) nos explica que se divide de dos maneras:

- a. Frontal, parietal, temporal y occipital
- b. Hemisferio izquierdo y hemisferio derecho.

Dentro del cerebro, las neuronas son las encargadas de transmitir, elaborar y procesar la información las cuales se encuentran constituidas por el soma, las dendritas (por donde entra la información) y el axón (por donde sale la información).

Las neuronas trabajan excitándose o inhibiéndose, es decir, sobrepasando el nivel con carga positiva o volviéndose más negativa.

Con la entrada de los iones, se genera un campo electromagnético, los cuales conlleva un gasto de energía que se traduce en consumo de adenosina trifosfato, la cual es un nucleotido constituido por adenina, ribosa y tres moléculas de ácido fosfórico, este se encuentra en las mitocondrias y se obtiene a partir de la glucosa (Cruz, 2001).

La Parálisis Cerebral Espástica se encuentra caracterizada por un aumento excesivo del tono muscular, mejor conocida como hipertonía, el cual viene acompañado de un grado elevado de rigidez muscular que provoca movimientos exagerados y poco coordinados, en especial en los brazos, piernas y espalda; al momento que la espasticidad afecta las piernas, éstas se encorvan y se cruzan en las rodillas, lo cual da apariencia de tijeras, que lleva a tener dificultad al caminar (Madrigal, 2007).

La PC Espástica es la más frecuente de todas, ya que afecta al 75% de la población que tiene parálisis, la cual tiene lesión en la corteza motora, es decir, en la vía piramidal.

5.1.5. Nivel 2. Neuropsicología de Luria

La neuropsicología es una de las principales disciplinas que ayudan al diagnóstico de las lesiones cerebrales locales, lo cual ha llevado a una teoría científicamente fundamentada para la rehabilitación de las funciones complejas que han sido afectadas por dichas lesiones (Luria, 1972 citado en Christensen, 1987).

Christensen (1987) nos explica los tres imperativos de la neuropsicología: su visión del campo o de las contribuciones teóricas y experimentales en discusión, su incidencia en el plano diagnóstico y la mejora de la práctica terapéutica.

Dicha autora se apoya en las ideas de Luria en 1973 escritas en “El futuro de la neuropsicología clínica” para poder ahondar en el tema de la neuropsicología, donde la define como una rama novedosa de la ciencia con el único propósito de indagar el papel de los sistemas cerebrales individuales en las formas complejas de actividad mental. Es decir, todo esto se planteó dada la insuficiencia de la neurología por sí misma, y de la psicología actuando en aislado para dar cuenta de los problemas de las funciones corticales superiores, asunto propio de la neuropsicología.

Alexander Romanovich Luria fue uno de los pioneros encargados de la evaluación neuropsicológica clínica. Nació en Rusia en el año de 1902 y falleció en 1977; fue uno de los principales autores dedicado a la comprensión del cerebro como un todo funcional principalmente en el campo de la neurología del adulto (Coelho, Fernández, Ribeiro y Perea, 2006). Así mismo, Luria fue quien más hizo contribuciones al desarrollar un cuerpo teórico centrado en el campo de la exploración clínico-científico, el cual se enfoca en la exploración de los mecanismos y de los procesos intelectuales a partir de los sujetos.

La influencia que han tenido las contribuciones de Luria en nuestra cultura occidental ha sido de vital importancia gracias a que cuando surgió a mediados de los años 70's, la literatura sobre la neuropsicología era muy limitada, además de

que autores norteamericanos dedicados a la neuropsicología tienen como base en sus estudios el modelo de Luria y finalmente que los temas teóricos de Luria respecto a la neuropsicología, ha representado un papel básico en el desarrollo de la evaluación y la intervención psicológica en países latinoamericanos (Ardilla, 1999 citado en Coelho, Fernández, Ribeiro y Perea, 2006).

Ahora se explicará el modelo funcional de Luria de una manera muy sintética pero precisa para un buen entendimiento de éste. Luria (1976) afirma que la actividad mental tiene lugar con el trabajo concertado de distintas estructuras cerebrales, las cuales conforman los Sistemas Funcionales Complejos (SFC) que actúan como un todo.

Para entender su modelo, primero se debe entender que los procesos mentales no se encuentran localizados, sino que son posibilitados por la integración de distintas estructuras las cuales conforman los sistemas; así mismo, se debe tener claro los tres grandes sistemas funcionales complejos que propone Luria (1976):

- El primer sistema regula el tono, la vigilia, los niveles de conciencia y los estados mentales; debido que al encontrarnos en estado de vigilia, necesitamos mayor flujo de información, la corteza debe estar alerta y regulada por su medio; por ello, el encéfalo y el diencefalo seleccionan la información y activan la corteza. Otra fuente de activación de la corteza se encuentra mediada por la participación del lenguaje (externo en niños e interno en adultos).
- El segundo sistema recibe, analiza y almacena la información proveniente del medio tanto interno como externo; así mismo comprende las regiones posteriores del cerebro. Posee áreas primarias específicas para el análisis de la información, secundarias para la síntesis y reconocimiento.
- Finalmente el tercer sistema posibilita la programación, regulación y verificación de la acción; se ubica en las regiones frontales del cerebro. Su afección produce una alteración de los mecanismos atencionales y motivacionales para el aprendizaje, al igual que déficits en la programación

de la resolución de problemas y en la organización gnóstico praxica. Posteriormente, la corteza motora primaria constituye el canal de salida final de la información que demanda de un programa concertado de contracciones y estructuramientos de músculos agonistas y antagonistas en la producción del movimiento de toda la expresión conductual.

En el modelo de Luria, la información sensorial ingresa primeramente a las áreas sensoriales primarias, se elabora en las áreas secundarias para su reconocimiento y finalmente se integra en las áreas terciarias para su significación multimodal. Para que una acción se pueda llevar a cabo la información circulante llega a las áreas terciarias del tercer sistema funcional (es decir el frontal) para la elaboración de un plan de acción, en seguida, sigue hacia la región secundaria para su contextualización y secuencialidad y llega a las áreas primarias frontales o motoras constituyendo la salida de la información hacia la médula y los efectores para llevar a cabo la realización de la acción.

Dicho modelo es diferente en la actividad nerviosa del niño y del adulto, ya que en la del adulto se encuentra en un estado de evolución rápida y el efecto de una lesión neuromotora afecta a las estructuras superiores en desarrollo y se expresa afectando las capacidades ya adquiridas (en adultos) y en los niños muestran fallas al adquirir nuevas habilidades cognitivas.

Los daños en los niños son más generalizados y difusos a comparación de los adultos, los cuales son más específicos; por lo que el cerebro de un niño se reorganiza para adquirir nuevas funciones y los adultos para sustituirlas o compensarlas.

5.1.6. Nivel 3. Incorporación de las Ciencias de la complejidad

Como se ha ido señalando, las Ciencias de la Complejidad ven el funcionamiento del Sistema Nervioso de una manera muy particular, es decir, no lineal, mecánica ni unidimensional como lo concibe la anatomía cartesiana, si no de una forma

sistémica, hologramática, multidimensional y contextual; pues, según Morin, la enfermedad tiene una entrada biológica, una entrada familiar, social y civilizacional.

A continuación se retomarán las aportaciones de cada uno de los autores señalados conformando una visión integral para la rehabilitación psicológica de niños con lesión neuromotora.

Iniciando con el científico Heinz von Foerster, quien, apartándose de la objetividad de la ciencia clásica donde se separa sujeto-objeto, asumiendo una postura “neutral”, en su antípoda elaboró una epistemología constructivista, donde propone que la realidad no es descubierta, sino inventada. Esto tiene implicaciones éticas pues al separar sujeto-objeto, el científico se deslinda de la responsabilidad de su invento. Y al decir que uno inventa la realidad, sí asume dicha responsabilidad.

Bajo estos aspectos, dicho autor nos explica que el Sistema Nervioso Humano es un sistema que ha ido evolucionando con el paso de los años, sin embargo, éste se ha visto estancado debido a que el enfoque bajo el que ha sido estudiado ha sido fragmentario debido a nuestra cultura occidental (principalmente la medicina y la biología). Por ello propone estudiarlo de una manera multidimensional bajo los principios de la Cibernética de segundo orden (una de sus más grandes aportaciones), con lo cual señala:

- El observador es parte fundamental de lo que observa.
- El principal objetivo es que el observador se explique así mismo.
- La comunicación se da a través del aprendizaje: la retroalimentación.

Como lo señaló anteriormente dicho autor, el Sistema Nervioso es un sistema maravilloso debido a que en sus inicios evolutivos: al haber un cambio sensorial, surge un cambio en la superficie motora. Y posteriormente, aumentando la

complejidad de este proceso, su organización se basa ahora en los sensores llamados internunciales o mensajeros, los cuales reciben señales de varios sensores para después integrar y actuar en otro extremo: el motor. Cuando dicha separación de la actividad es interrumpida por algún elemento integrador, se da la computación, figura epistémica de mayor envergadura que describió Edgar Morin. En síntesis, nuestro Sistema Nervioso es considerado por von Foerster como una computadora nueva y diferente, pues siempre que una computadora computa, en sus efectos retroactivos, ésta cambia y evoluciona.

En cuanto a Edgar Morin, considero que la base de su pensamiento complejo se basa en la metaobservación (una de sus más grandes aportaciones a las ciencias de la complejidad). Dicho autor nos deja en claro al principio de sus trabajos que debemos tener una noción de incertidumbre, es decir, que nunca tendremos la certeza de todo como lo asumía con dogmatismo y fidelidad Descartes.

Como se mencionó con anterioridad, la complejidad es definida por Morin como rasgos de desorden, ambigüedad e incertidumbre, por lo que debemos tener presente que vivimos en un mundo complejo y por ende, debemos de entrenarnos para poder llevar a cabo una observación de la observación (es decir, una meta-observación), tener una actitud de búsqueda constante y tener consciencia de que no podemos tener un saber total, debido a que la totalidad es la no verdad.

En cuanto a su noción de cultura, sabemos que ésta conserva, transmite y se desarrolla a través de interacciones cerebrales entre los individuos, por lo que se me hace prudente comenzar a indagar en su significado de cerebro.

Ahora, ampliando las consideraciones anteriores y vinculando al cerebro con la cultura, este autor señala que el cerebro es una máquina hipercompleja sociocultural, la cual dispone de una memoria hereditaria y organizadora de conocimientos innatos, la cual adquiere memoria personal e interna a partir de los principios socioculturales de la organización del cerebro. Sin embargo, el cerebro no solo consta de una memoria hereditaria, pues se constituye además de una

memoria cultural, ya que a lo largo de la vida se van adquiriendo experiencias y de ellas generando aprendizaje, mismo que se integra en el cerebro y lo va formando.

En este horizonte ampliado, el cerebro humano necesita de condiciones socioculturales para actualizarse. Así mismo, en un nivel más micro, se encuentra constituido por el proceso de las redes intermediarias entre la percepción y la acción.

Por ello, este autor propone que se vea al cerebro humano como un gran centro de computaciones, el cual trata al conocimiento, la acción y la interacción conocimiento-acción. Aunado a esto, el gran centro de computaciones cuenta con dimensiones cognitivas las cuales se dedican a resolver problemas. En síntesis, la organización computante es la organización que trata los problemas y los símbolos, por lo que una computación viviente trata de resolver los problemas del vivir y sobrevivir.

Así mismo, nuestro aparato neurocereral es visto por Morin como un megacomputador, debido a que computa las intercomputaciones de las regiones cerebrales que computan las computaciones de las células.

Finalmente, nos remontaremos a los siete operadores del pensamiento complejo de Edgar Morin, con los cuales podemos concebir y abordar al Sistema Nervioso Central desde una perspectiva más amplia y compleja en todas las potencialidades que ofrece a la rehabilitación psicológica de problemas neuromotores como a otros ámbitos.

En cuanto al biólogo y epistemólogo Humberto Maturana, pudimos observar que tiene muchas aportaciones a las ciencias de la complejidad, como es la autopoiesis, la biología del conocimiento lo cual también aporta valiosos elementos a la rehabilitación en dicho tipo de alteraciones.

Así misma, es importante recordar que las aportaciones de Maturana y Morin son de vital importancia también para el tema del lenguaje, asunto importante que amerita otro trabajo.

Como conclusión a este punto del lenguaje, se debe tener presente que todo se encuentra contenido en el lenguaje, sin embargo, él mismo es una parte contenida en el todo al que él mismo contiene; en y por el lenguaje somos abiertos por las palabras, encerrados en las palabras, estamos abiertos a los demás (comunicación), cerrados a los demás (mentira, error), abiertos a las ideas, encerrados en las ideas, abiertos al mundo, cerrados al mundo; por lo que nos encontramos ante una paradoja, según expresa Morin (1991): “somos encerrados por lo que nos abre y somos abiertos por lo que nos cierra (176)”.

CONCLUSIONES Y PROSPECTIVAS

Para finalizar, este apartado se enfoca a la utilidad que tienen los planteamientos de Heinz von Foerster, Edgar Morin y Humberto Maturana para la rehabilitación psicológica de niños con Parálisis Cerebral Infantil Espástica, propósito central del presente trabajo.

Como se señaló al inicio, uno de los principales objetivos de la rehabilitación psicológica es el de asistir a las personas con discapacidades congénitas o adquiridas para lograr su óptimo funcionamiento psicológico, físico y social.

La Parálisis Cerebral es considerada como un grupo de trastornos del desarrollo del movimiento y la postura, los cuales causan limitación de la actividad, que son atributos a una agresión no progresiva sobre un cerebro en desarrollo, es decir, en la época fetal o en sus primeros años de vida; dicho tipo de parálisis

consiste en un desorden permanente y no inmutable del tono muscular (la postura, el movimiento), de trastornos sensoriales, cognitivos, de la comunicación, perceptivos y de conducta, debido a que es una lesión no progresiva en el cerebro que se dio antes que su desarrollo y crecimiento fueran completos.

Ahora bien, la Parálisis Cerebral Infantil tipo Espástica, que es la tema principal de este trabajo, se define como una lesión en el encéfalo que puede ocurrir antes, durante o después del nacimiento hasta los ocho años de edad aproximadamente, provocada por una lesión en la zona prerrolándica de la corteza y caracterizada por hipertonía permanente con reflejos en masa flexores o extensores acompañado en ocasiones de hipoacusia y crisis convulsivas.

Para la parálisis cerebral, en el ámbito de la terapia física, existen diversos tratamientos que pretenden dar una solución global al tratamiento de las lesiones en los diferentes ámbitos funcionales de la persona, entre los que se encuentra el método Bobath y el Votaj (de carácter fisioterapéutico); el primero se basa en el moldeamiento del comportamiento motor y el segundo en la provocación del comportamiento motor reflejo. En ese sentido, los profesionales en el área de la rehabilitación física se basan en una postura ecléctica que complementa y enriquece su trabajo.

Sin embargo, dichos métodos no aportan una respuesta terapéutica global sino unidimensional focalizándose en la dimensión biológica del trastorno, por lo cual no consideran la dimensión psicológica que está presente en el proceso motor desglosada en la motivación, el aprendizaje como son los procesos cognitivos y metacognitivos involucrados en dicho proceso. Esto nos exige un trabajo multidisciplinar y transdisciplinar.

Los tratamientos terapéuticos que se dirigen a abordar de manera aislada cada una de sus manifestaciones han sido ineficaces y costosos tanto para la persona afectada directamente como para sus familiares, quienes se encuentran apoyando dicha situación.

Por ende, para que el tratamiento sea eficaz debe haber un adecuado conocimiento y comprensión de la naturaleza del problema, aceptación por parte de la persona con PC, de su entorno familiar, profesional y social además de que debe trabajarse bajo un enfoque transdisciplinar especializado el cual establezca un programa de intervención transversal, multidimensional y coordinado el cual tenga una mirada del conjunto y de las partes.

La intervención terapéutica de dicha problemática de raíz neurológica requiere de distintos tratamientos correspondientes a diversas áreas de conocimiento, es decir, implica superar la barrera monodisciplinaria abriéndonos a los saberes de otras disciplinas como son del área médica, psicológica, pedagógica, social, física (biomecánica, kinesiología, ergonomía), entre otras.

Por tal motivo y de acuerdo a la naturaleza del problema en la espasticidad, que es motora, su manifestación preeminente es morfológica, es decir más que subjetiva o histórico-cultural como corresponde a otras dimensiones psicológicas, viene a ser observable y cuantificable.

Así mismo, dicha problemática en su manifestación morfológica nos remite de manera directa al conductismo “skinneriano” cuyo interés ontológico es precisamente el estudio de la conducta observable y cuantificable en sus interacciones con el ambiente. Bajo este aspecto, se considera la motricidad alterada del espástico como una conducta operante que está elicitada por un evento antecedente llamado estímulo discriminativo y, así mismo, por un evento consecuente llamado reforzador.

De esta manera, por poner un ejemplo, un “arco de movimiento” (flexión de rodilla o abducción de hombro) según nomenclatura de la terapia física, ahora, en su manifestación psicológica, se considerará como una conducta operante que puede ser motivada y re-aprendida al programar sistemáticamente los estímulos reforzantes como estímulos discriminativos involucrados en la respuesta motora.

En ese sentido, un niño espástico con patrón flexor en sus miembros inferiores al estar acostado e intentar extender sus rodillas, dicha extensión

solicitada por el psicólogo que ya viene a ser consciente y voluntaria, por ello no se considerará exclusivamente de manera biológica al resumiéndolo solo como una serie de contracciones y relajaciones musculares de los miembros inferiores, tal y como lo ve de manera unidimensional el terapeuta físico. Por el contrario, un psicólogo desde la perspectiva de las Ciencias de la Complejidad, dicho proceso, además de lo biológico y de manera multidimensional considerando su aspecto morfológico (pues además hay otros aspectos como lo cultural, emocional, familiar), lo verá como una conducta operante, es decir donde habrá una orden constituida como estímulo discriminativo (“patea el boliche que está adelante de tus pies”), existiendo a demás un estímulo seguido de la respuesta constituido como reforzador al programar la actividad como juego colocándole el boliche a una distancia cercana a él donde pueda hacerlo.

En este contexto y con las técnicas conductuales, el psicólogo acelerará el aprendizaje motor y al disponer de reforzadores adecuados, incrementará su motivación a realizar los ejercicios. De esta manera, una terapia física sin considerar estos aspectos conductuales, el re-aprendizaje del comportamiento motor tardaría mucho más acosta de la desmotivación, rutina y aversión a los ejercicios.

Bajo estas consideraciones, para incorporar las bondades de la modificación de conducta a este ámbito de la rehabilitación y partiendo de la anatomía y medicina cartesiana, se definirá a continuación conductualmente la espasticidad.

Según se señaló desde el área médica, la espasticidad consiste en una afectación de la zona prerrolándica que provoca hipertonía permanente acompañada de posturas en masa reflejas que son de carácter extensor o flexor. Con base en ello, los aspectos conductuales de la espasticidad se desglosarán en los siguientes incisos:

- a) Hay un problema de discriminación en los estados de flexión y extensión.

- b) Hay un exceso conductual en el tono muscular que se puede medir con el electromiograma.
- c) Dada la hipertonia permanente que le provoca al individuo una inmovilidad generalizada con lo cual, hablando conductualmente, se podría decir además que presenta un déficit en los arcos de movimiento al definir cada uno de éstos como conductas operantes según se acaba de explicar.
- d) Problemas de generalización de un hemicuerpo al otro, es decir cuando se le pide que flexione el brazo derecho de manera involuntaria y no solicitada flexiona el opuesto, es decir el izquierdo.

Ahora bien, esta descripción no se acaba ahí, pues ya considerando las Ciencias de la Complejidad, además de lo anterior, se observará la actividad motriz en toda su riqueza y complejidad: considerando el funcionamiento motriz de cada una de las partes del cuerpo no de manera aislada, unívoca, lineal o fragmentada como lo hace el conductismo, sino que por el contrario se tomará en cuenta en todo su fluir sistémico, hologramático y recursivo, al relacionar cada uno de sus elementos y viendo al todo corporal en función de cada una de sus partes, y finalmente, abordando las nuevas organizaciones que vayan surgiendo de la disposición de nuevos elementos que se incluyan en el tratamiento. Haciendo todo ello en función de la multidimensionalidad que constituye al acto motor.

Hecho estos comentarios iniciales, a continuación se explicará un estudio piloto sobre una aplicación potencial de las Ciencias de la Complejidad para la rehabilitación psicológica de la conducta motora en niños con espasticidad.

Este estudio piloto se engloba con el rubro: “Exosistema Multisensorial de Tres Niveles como «Segundo Cerebro» para el Paciente Espástico” el cual, en su fase inicial, se explicará a continuación.

Dicho exosistema sensoriomotriz recursivo, aquí considerado como un cerebro externo y adicional a las funciones sensoriales y motrices del paciente espástico, el cual enriquecerá la información y su rehabilitación. Este exosistema actuará de

manera unitaria bajo un proceso computacional, mismo que se explicará más abajo.

Este novedoso sistema terapéutico está conformado por tres niveles sistémicos observando cada cual y bajo tres niveles de abstracción, el comportamiento motor del paciente cuando se le solicite de manera verbal que flexione y extienda su codo. El sistema de primer orden lo constituye la persona que está siendo rehabilitada (estando acostada en decúbito dorsal sobre una colchoneta) y es considerada aquí de manera prioritaria en su dimensión músculo-esquelética. Ahora bien, el sistema de segundo orden está constituido por ocho observadores externos (colocados cuatro de cada lado): el primero ubicado en la parte superior izquierda, sujetará con su mano derecha el hombro del paciente teniendo su dedo pulgar a la altura del músculo pectoral, así mismo su mano izquierda sujetará el codo rodeándolo para extraer información sobre:

- a) El grado de tensión-relajación
- b) La direccionalidad del movimiento en esas partes (respetando la movilidad del paciente, sin obstruirla).
- c) Y así mismo, también se obtendrá información sobre la secuencia temporal de dichos factores que ocurren cuando se le pide al paciente que flexione y extienda su codo derecho.

Ahora bien, el segundo observador (colocado en ese mismo lado) sujetará con sus dos manos la mano izquierda del paciente -dada la complejidad de la muñeca y de cada uno de sus dedos- extrayendo la misma información de los incisivos anteriores. El tercer observador hará lo mismo con la cadera y la rodilla, mientras que el cuarto sujetará con ambas manos el tobillo y el pie izquierdo del paciente. Lo mismo ocurrirá en el hemicuerpo opuesto con los cuatro observadores restantes. Todos estos elementos anteriormente mencionados constituyen el exosistema de segundo orden que está conformado por ocho observadores.

Finalmente, el metasistema de tercer orden está conformado por una sola persona -el supervisor- quien dirigirá y monitoreará a los ocho observadores del sistema anterior durante la flexión y extensión del codo del paciente. Al final de esta

actividad, la flexión del codo, misma que repercute en todo el cuerpo del paciente pondrá en evidencia en toda su diversidad, secuencialidad y complejidad, la conducta motora alterada por la espasticidad. Y una vez terminada esta actividad observacional con los 9 participantes, se dejará de tocar al paciente para que los ocho observadores reporten verbalmente al supervisor las repercusiones de todo el cuerpo en su secuencia, su interrelación y organización interna del movimiento considerando al cuerpo del paciente como totalidad.

Así mismo, el exosistema de tercer orden constituido por un solo observador como ya se señaló, preguntará a cada observador del nivel inferior sobre los aspectos siguientes: ¿qué tanto se puso tensa o relajada la parte del cuerpo que le tocó? ¿Se movió o no y en qué dirección? ¿Cómo fue la secuencia temporal de esto en relación a la flexión y extensión del codo? Estas preguntas se reorganizarán en dos niveles:

1. Preguntando a cada uno lo que observó en dicho proceso y obteniendo información inmediata en este nivel inicial y fragmentario.
2. Por otra parte, en un nivel más complejo, se cruzará la información entre todos los observadores de una manera sistémica obteniendo un nuevo tipo de formación que será más unitaria y orgánica.

Ahora bien, como podrá observarse, dicho proceso cognitivo y metacognitivo ocurrido en esos tres niveles sistémicos según se planteó al inicio en su organicidad conforma un proceso computacional, el cual según ya lo señaló Morin (1986) es un complejo organizador-productor de carácter cognitivo el cual comporta una instancia informacional, una instancia simbólica, una instancia memorial y una instancia lógica.

Es decir, y vinculándolo a la operatividad del “Exosistema Multisensorial de Tres Niveles como «Segundo Cerebro»”, dicho proceso computacional que le es inherente, representa un complejo organizador-productor de carácter cognitivo y metacognitivo, que lo es, en primer lugar, para los observadores externos (agrupados en el exosistema de segundo y tercer orden). Así mismo y actuando de manera recursiva, también constituye un complejo organizador-productor de

carácter cognitivo y metacognitivo para la propia persona que está siendo rehabilitada.

En este sentido, este exosistema sensoriomotriz en sus dos niveles superiores de cognición actuará recursivamente en función del sistema de primer orden constituido por el paciente, de tal manera que el sistema de primer orden y los dos exosistemas restantes, actuarán circularmente afectándose y enriqueciéndose mutuamente de manera retroactiva.

REFERENCIAS BIBLIOGRÁFICAS (CITADA EN EL TRABAJO)

Aguilar Morales, Jorge Everardo (2011). *La estructura del sistema nervioso*. México: Asociación Oaxaqueña de Psicología A.C.

Chistensen, Anne Lise (1987). *El diagnóstico neuropsicológico de Luria*. España: Visor Libros.

Coelho Rebelo, Luis Alberto; Fernandez Da Silva, Carlos; Ribeiro Correia, Carina y Perea-Bartolomé, María Victoria (2006). El modelo de Alexander Romanovich. *Revista Galego Portuguesa de psicología y educación*, 11-12: 155-194.

Cruz, Lola (2001). *Diccionario de medicina*. España: Editorial Espasa Calpe.

Loeches, Manuel Martín. (2001). *¿Qué hace un cerebro? ¿Qué es la actividad cerebral?* España: Editorial Biblioteca Nueva.

Luria, Alexandr Romanovich (1976). *The working brain: an introduction to neuropsychology*. New York: Basic Books.

Luria, Alexandr Romanovich (1979). *El cerebro en acción*. Barcelona: Fontanella.

Lizano Villatty, Richard Viviano (2003). *La concepción de lo mental según Humberto Maturana Romesin (Tesis)* Perú: Universidad Nacional de San Marcos.

Madrugal Muñoz, Ana (2007). Familias ante la parálisis cerebral. *Psychosocial Intervention*, 16: 55-68.

Maldonado, Carlos Eduardo y Gómez, Nelson Alfonso (2010). *Moldeamiento y simulación de sistemas complejos*. Bogotá: Universidad del Rosario.

Maturana Romesín, Humberto (1975). The organization of the living: a theory of the living organization. *Machine Studies*, 7: 3-34.

Maturana Romesín, Humberto (1980). *Autopoesis and cognition. The realization of the living*. England: D. Real Publishing Company.

Maturana Romesín, Humberto (1990). *Biología de cognición y epistemología*. Chile: Ediciones Universidad de la frontera.

Maturana Romesin, Humberto (1997). *La objetividad un argumento para obligar*. Chile: Dolmen Ediciones.

Maturana Romesín, Humberto y Varela, Francisco (1998). De máquinas y seres vivos. *Autopoesis: La organización de lo vivo*. Chile: Editorial Universitaria.

Mena Oreamudo, Francisco (2010). *Los tejidos del caos: hermenéutica bíblica desde América Latina*. Costa Rica: Sebilla

Morin, Edgar (1986). *El método III. El conocimiento del conocimiento*. España: Seuil.

Morin, Edgar (1991). *El método IV. Las ideas. Segunda Edición*. España: Cátedra.

Morin, Edgar (2002). *La cabeza bien puesta. Repensar la reforma. Reformar el pensamiento*. Buenos Aires: Ediciones Nueva Visión.

Morin, Edgar (2004). *Introducción al Pensamiento Complejo*. París: ESF.

Morin, Edgar (2006). *El método VI. Ética*. España: Cátedra.

Paiva Cabrera, Andrews José (2004). *Edgar Morin y el pensamiento de la complejidad*. Venezuela: Universidad Pedagógica Experimental Libertador.

Rodríguez, Leonardo y Leónidas, Julio (2011). Teorías de la complejidad y ciencias sociales. Nuevas estrategias epistemológicas y metodológicas. *Nómaditas Revista Crítica de Ciencias Sociales y Jurídicas*, 30: 1-20.

Ruiz y Gonzalez (1997). *Las contribuciones de Humberto Maturana a las ciencias de la complejidad y la psicología*. Chile: INTECO. En http://www.inteco.cl/articulos/005/texto_esp.htm el 27 de marzo de 2015

Ruiz, Alfredo (1998). Humberto Maturana y su contribución a las ciencias de la complejidad. *Metapolítica*, 2: 691-705.

Segal, Lynn (1994). *Soñar la realidad. El constructivismo de Heinz von Foerster*. España: Ediciones Paidós.

Von Foerster, Heinz (1998). Por una nueva epistemología. *Metapolítica*, 2: 629-641.