**UNIVERSIDAD NACIONAL MAYOR DE SAN MARCOS**

FACULTAD DE INGENIERÍA DE SISTEMAS E INFORMÁTICA

E.A.P. DE INGENIERÍA DE SISTEMAS

**Sistema de comunicación alternativa y aumentativa para niños con parálisis cerebral**

**AUTOR**

Raul Jonathan Guzman Condor

**ASESOR**

Gloria Castro León

Lima - Perú

2017.

**Tabla de Contenidos**

[**Capítulo 1: Introducción**](#_gjdgxs) **3**

[Antecedentes](#_8xbewlwrnnp7) 3

[Definición del problema](#_qji9vvlrawt4) 6

[Objetivos](#_b5yexy9w5rw4) 7

[Objetivo Principal](#_r5wq668i11tc) 7

[Objetivos Secundarios](#_gaokb6kkymdp) 7

[Justificación](#_s8ack7rfd00m) 8

[**Capítulo 2: Marco Teórico**](#_roiggx3tqjnl) **9**

[Parálisis Cerebral](#_vfngn4ccjud9) 9

[Definición](#_rnkuk668hsgg) 9

[Características](#_54vzu4hefb9t) 10

[Manifestaciones](#_2xiez8d71zqq) 10

[Causas](#_4w9n5029n4xa) 11

[Necesidades de una persona con parálisis cerebral](#_byqot38mpy6l) 12

[Comunicación y lenguaje humano](#_58gmrk719b2m) 14

[Comunicación](#_slkp8wcfn7hp) 14

[Habla, lenguaje y comunicación](#_psuvo15aiv3a) 15

[Desarrollo del lenguaje](#_okylsl9w1qc3) 16

[Redes Neuronales](#_jk8rxg3f264r) 20

[Definición y características](#_xbvk7c34nt0m) 20

[Elementos de una RNA](#_32fgs9b63584) 22

[Estructura de una RNA](#_5c3uj3i2aii) 25

[Modelos de una RNA](#_2vtngs8sk04q) 28

[Cadenas de Markov](#_grpiflu544vx) 30

[**Lista de referencias**](#_1t3h5sf) **35**

# Capítulo 1: Introducción

## Antecedentes

En el informe mundial de la discapacidad de la Organización Mundial de la Salud OMS, hace mención que mas que mil millones de personas viven en todo el mundo con alguna forma de discapacidad; de ellas, casi 200 millones experimentan dificultades considerables en su funcionamiento. En parte, ello es consecuencia de los obstáculos que entorpecen el acceso de las personas con discapacidad a servicios que muchos de nosotros consideramos obvios, en particular la salud, la educación, el empleo, el transporte o la información. Esas dificultades se exacerban en las comunidades menos favorecidas, en consonancia con su mandato, la organización de las Naciones Unidas para la Educación, la Ciencia y la Cultura (UNESCO), promueve la libre circulación de ideas por medio de la palabra, la imagen y el fomento del aprendizaje potenciado por las tecnologías de información y la comunicación (TIC). Como establece en su programa la UNESCO impulsa estrategias destinadas a lograr una mayor utilización de las TIC en la adquisición y el intercambio de conocimientos a fin de reducir la disparidades en cuanto al acceso a la información y el conocimiento, fomentando particularmente el acceso por parte de las personas con discapacidad, las comunidades locales , los pueblos indígenas y los grupos acceso por parte de las persona con discapacidad, las comunidades locales, los pueblos indígenas y los grupos minoritarios. Su acción, por tanto, se orienta principalmente a asegurar el acceso equitativo y asequible a la información para todos como requisito fundamental para crear sociedades del conocimiento, que todavía están fuera del alance de mayoría de personas(Pilar, 2012, Prólogo).

Estructura de las subregiones en la Fundación para las Américas



Figura 1(Pilar S., 2012)

El punto de partida es el convencimiento de que el movimiento tiene gran importancia en el desarrollo integral de la infancia por su implicación en la estructuración de la personalidad así como en el proceso de comunicación, expresión, relación con objetos y otras personas del entorno y por su incidencia en las posibilidades de adquisición de autonomía personal y de estructuración cognitiva. Dicho de otro modo, se puede considerar que la educación psicomotriz, en su totalidad, implica aspectos socioafectivos, motores, psicomotrices e intelectuales, ya que se preocupa del progreso global del niño a partir de vivencias corporales que le facilitan el desarrollo de las capacidades de sensorio-motricidad, percepción, comunicación y expresión mediante la interacción activa de su cuerpo con el medio ambiente (Sugrañes, et al., 2008, p. 19).

En los últimos años se ha presenciado un creciente interés por comprender la naturaleza de las dificultades causadas por el lenguaje en los niños afectados por trastornos específicos en su habla y lenguaje. Estos niños sufren una gran variedad de problemas en su sistema lingüístico que afectan los componentes sintácticos, fonológicos y semánticos. Parece claro que la adquisición de la lectura se apoya en el lenguaje. Por tanto, dada la estrecha relación existente entre las habilidades lingüísticas y la lectura, no resulta sorprendente que los niños con dificultades del lenguaje tienen también dificultades en el aprendizaje de la lectura (Acosta, 2003, p.179).

## Definición del problema

La tetraplejia o cuadriplejia es un signo por el que se produce parálisis total o parcial de brazos y piernas causada por un daño en la médula espinal, específicamente en alguna de las vértebras cervicales. En raros casos de una rehabilitación intensiva, se puede recuperar algo de movimiento. Cualquier daño a la médula espinal es una lesión muy compleja. Cada lesión es diferente y puede afectar el cuerpo en varias formas diferentes. Las personas que tienen problemas de tetraplejia o cuadriplejia no pueden controlar algunos de sus movimientos. Pueden tener afectadas todas las zonas de su cuerpo, otras pueden tener dificultades para hablar, caminar o para usar sus manos.

Las niños afectadas con parálisis cerebral no pueden controlar algunos o todos sus movimientos. Específicamente las personas con parálisis cerebral severa, presentan dificultades de comunicación. Esto se debe a la discapacidad para articular palabras conocida como disartria y que es originada por la pérdida de control en los músculos del habla como la lengua, paladar y laringe.

## Objetivos

### **Objetivo Principal**

Diseñar un sistema de comunicación alternativa y aumentativa como estrategia alternativa a la comunicación oral o como apoyo o ayuda al habla del individuo para potenciar su expresión.

### **Objetivos Secundarios**

* Abrir un abanico de posibilidades para niños con diferentes déficits en lo que respecta a la comunicación, permitiendo atender a las necesidades y favoreciendo la interacción, fundamentalmente para la vida en sociedad; fomentando que las personas en situación de discapacidad, en este caso niños con parálisis cerebral, puedan tener mejor calidad de vida.
* Permitir el desarrollo del lenguaje y habla, rompiendo las barreras de las condiciones físicas presentes en niños con discapacidad cerebral.
* Permitir la socialización, intercambio de ideas y la manifestación de necesidades básicas de todas las personas; asimismo para la expresión de sus sentimientos, emociones e inquietudes.
* Documentar los resultados obtenidos después de la puesta en marcha del sistema.

## Justificación

Para diseñar un sistema de comunicación alternativa y aumentativa se requiere analizar el impacto que posee en niños con parálisis cerebral, al estudiar este impacto se genera un gran aporte al entendimiento acerca de cómo se comunican las personas con parálisis cerebral, ya sea mediante gestos, palabras, señas o sistemas computacionales y definir las limitaciones de la capacidad de un niño con parálisis cerebral de comunicarse con su entorno y generar estrategias de comunicación para diversos aspectos como seres humanos, como, por ejemplo: la participación en su propio aprendizaje, desarrollo social, comunicación de necesidades y aspectos de la vida diaria.

# Capítulo 2: Marco Teórico

## Parálisis Cerebral

### **Definición**

La parálisis cerebral, podemos definirla como un “trastorno global de la persona consistente en un desorden permanente y no inmutable del tono, la postura y el movimiento, debido a una lesión no progresiva en el cerebro antes de que su desarrollo y crecimiento sean completos. Esta lesión puede generar la alteración de otras funciones superiores e interferir en el desarrollo del Sistema Nervioso Central” (Confederación Aspace, 2003:15).

Esta definición se refiere a una lesión neurológica que es irreversible y persiste a lo largo de la vida de la persona que presenta este trastorno, debido a que las células destruidas o afectadas no se regeneran. Esta lesión ocurre cuando el desarrollo del Sistema Nervioso Central está en plena maduración, por lo que se trata de una lesión no progresiva, en otros términos no aumenta ni disminuye, no se trata de un trastorno degenerativo

### **Características**

La característica más importante de la Parálisis Cerebral es el trastorno neuromotor, que produce inmovilidad, o poca movilidad, alteraciones motrices o de la coordinación muscular. Afectando en un alto grado el desplazamiento de la persona. Cabe mencionar que además se pueden ver afectadas el resto de funciones superiores, como es la atención, memoria, percepción, lenguaje y razonamiento, no obstante el número de funciones dañadas y la intensidad del daño va a depender del tipo, localización y disfunción de la lesión neurológica, junto con el nivel de maduración anatómico en que se encuentra el encéfalo cuando la lesión se produce.

### **Manifestaciones**

Determinar las manifestaciones de la Parálisis Cerebral es una tarea compleja debido al carácter global del trastorno, la diversidad de ámbitos en la que se puede manifestar y la variedad de consecuencias que pueden aparecer en cada uno de ellos. Las manifestaciones tienen un carácter meramente enunciativo y descriptivo, es decir, toda la persona con P.C. no tienen por qué tener afectados todos los ámbitos ni presentar todas las manifestaciones (Confederación Aspace, 2003:19). La única manifestación que poseen en común todas las personas con parálisis cerebral son los trastornos neuromotores, también pueden presentar otros trastornos como el sensorial, del lenguaje y la comunicación y el cognitivo, que se dan en algunas combinaciones y no en otras. Para reconocer las diferentes manifestaciones de la Parálisis Cerebral se observa la afectación en el Sistema Nervioso Central, propio de este trastorno y las consecuencias. Las manifestaciones se dividen según los diferentes ámbitos: motor, comunicativo, cognitivo, afectivo-social y de bienestar y salud

### **Causas**

No se puede mencionar solo una causa de la parálisis cerebral, puede originarse por distintos factores que tienen lugar antes, durante o después del nacimiento, dentro de los tres primeros años de vida. En algunos casos, no se conoce la causa de la misma, únicamente se observa una alteración del desarrollo cerebral o una lesión en la función motora (Ana Madrigal Muñoz, 2004:12).

Existen causas:

* Prenatales : Actúan antes del parto, durante el embarazo.
* Perinatales: Actúan durante el parto o en los momentos inmediatamente posteriores al nacimiento.
* Postnatales: Actúan después del parto, hasta los tres años de edad.

### **Necesidades de una persona con parálisis cerebral**

Entre las necesidades más habituales de los alumnos con deficiencia motora están:

**Desplazamiento**: sin duda que los niños con parálisis cerebral poseen diferentes dificultades de desplazamiento en relación a las características de su trastorno, se puede encontrar casos donde la movilidad es nula mientras que en otros, el desplazamiento se da a través de ayudas, como por ejemplo: sillas de ruedas, bastones y carros de desplazamiento. Es por esto que las barreras arquitectónicas presentes se transforman en el principal obstáculo para la integración de estas personas a la sociedad. La manipulación: los niños con parálisis cerebral presentan necesidades en la manipulación de objetos, tales como: juguetes, útiles escolares, material didáctico llegando a aspectos más complejos como es el desarrollo de la escritura, es por esto que se utilizan las siguientes ayudas: Juguetes y teclados adaptados, cintas antideslizantes, soporte para apoyar imágenes, etc.

**Control postural**: este aspecto es importante, ya que una mala postura corporal puede causar malformaciones óseas, cansancio muscular, mala percepción impidiendo una realización eficaz de las tareas escolares. Existen elementos que ayudan a una mejor postura corporal, como por ejemplo: mesas y sillas adaptadas, sillas con apoyacabezas, separador de piernas, reposapiés y asientos de espuma dura para el suelo.

**La comunicación:** en los alumnos con parálisis cerebral, la comunicación se puede ver afectada, por lo que se utilizan sistemas de comunicación aumentativos o alternativos. Estos sistemas son recursos que permiten la expresión a través de diferentes símbolos En el caso de las personas con deficiencia motora, suelen requerir sistemas alternativos con algún mecanismo físico o ayuda técnica que permita la comunicación. Los sistemas de comunicación más habituales en los alumnos y alumnas con deficiencia motora, son los siguientes:

**Sistema pictográfico de comunicación (SPC)**: corresponden a dibujos lineales o pictogramas, éstos representan la realidad de forma sencilla y son fáciles de aprender.

**Sistema BLISS** : es un método que combina los símbolos pictográficos, ideográficos, arbitrarios y compuestos, de los cuales se pueden obtener símbolos cada vez más complejos. Este método dada su complejidad requiere que el alumno posea algunos requisitos para utilizarlos, como por ejemplo: que logre mantener contacto visual, una concentración en una tarea por 5 minutos y que muestre deseos de comunicarse (Guía para la atención educativa del alumnado con deficiencia motora: 15).

## Comunicación y lenguaje humano

### **Comunicación**

Tanto el habla como el lenguaje son parte de un proceso más amplio de comunicación. La comunicación es un proceso mediante el cual los interlocutores intercambian información e ideas, necesidades y deseos. Se trata de un proceso activo que supone codificar, transmitir y decodificar un mensaje. La medida en que cada hablante tiene éxito en su comunicación, se denomina competencia comunicativa, lo que se mide a través de eficacia del mensaje. La lengua y el habla son solo un aspecto de la comunicación, también existen los códigos lingüísticos que puede ser de tres tipos: código paralingüístico, que corresponden a la entonación, el énfasis y la velocidad de habla, indicando cual es la actitud o emoción del hablante. La entonación o uso lingüístico del tono, es el más complejo de todos los códigos paralingüísticos y se utiliza para mostrar el humor o el estilo de la oración (Robert E. Owens 2003:8).

### **Habla, lenguaje y comunicación**

La comunicación es esencial ya que es la base para el desarrollo y crecimiento humano. La comunicación se da al menos entre dos personas de forma intencional, con el fin de proveer y recibir información para actuar en consecuencia de ésta. Cuando dos personas se comunican utilizan un sistema de símbolos (código) convencionales para representar ideas, objetos, pensamientos, deseos y emociones. Para que la comunicación sea efectiva y eficaz ambos deben conocer dichos sistemas de símbolos. Esta capacidad del hombre para manejar códigos y símbolos en el proceso de comunicar sus pensamientos y emociones es lo que se conoce como lenguaje. El sistema de símbolos es lo que se conoce cómo lengua o idioma y se manifiesta de forma hablada o escrita. La lengua es un amplio repertorio de símbolos elaborados por un grupo social en particular, que permanece a través del tiempo gracias a la escritura. Los símbolos deben ser conocidos por los miembros del grupo, pues es lo que facilita que se puedan comunicar entre sí. De acuerdo con Hopper y Naremore (1978, citado en Vélez, 1981) las lenguas están basadas en los mismo aspectos lingüísticos. Todas las lenguas reconocen diferencias entre fonemas y grafemas, usan sílabas, y tiene estructuras gramaticales que corresponden a frase nominal, verbo y objeto; aunque existe una variación entre las diferentes lenguas de cómo combinar los aspectos lingüísticos.

### **Desarrollo del lenguaje**

Tradicionalmente ha existido dos corrientes filosóficas la innatista y la empirista, de las que emergen los principales modelos teóricos sobre la adquisición y desarrollo del lenguaje. Según los innatista la mente tiene conocimientos innatos sin los cuales sería posible adquirir y desarrollar lenguaje. Los innatistas no suelen afirmar que todos los conocimientos son innatos, sino que generalmente aceptan la posibilidad de adquirir conocimientos por medio de la experiencia, pero siempre estarían mediados por ideas innatas. Entre sus máximos exponentes esta Noam Chomsky quien plantea que las personas poseen un dispositivo de adquisición del lenguaje que programa el cerebro para analizar el lenguaje escuchado y descifrar sus reglas. En este dispositivo se encuentran unas estructuras a partir de las cuales se desarrolla la comunicación y el lenguaje en interacción con el medio ambiente. En cambio, los empiristas sostienen que al nacer la mente es una tabula vacía sobre la que la experiencia va escribiendo . Por ende, niegan la existencia de un factor genético y sostienen que el entorno social es el único factor determinante en el desarrollo del lenguaje. Uno de los que sigue esta corriente filosófica es Skinner. Él postula que ante un estímulo determinado el niño producirá una respuesta concreta. Si se quiere potenciar la respuesta deberá ser reforzada; pero si quiere eliminarse con el estímulo haremos lo propio (Skinner, 1967). Bajo esta teoría se interpreta entonces que, el lenguaje es un acto pasivo que depende exclusivamente de los estímulos y refuerzos del entorno. Por ende, las personas que se encuentran alrededor del niño recompensará las producciones correctas en diferentes situaciones de comunicación. De esta forma el niño, observando e imitando, irá haciendo asociaciones de palabras con situaciones, objetos y acciones, que posteriormente utilizará espontáneamente para expresar sus deseos y necesidades. Entre estas dos corrientes filosóficas surge una nueva corriente conciliadora mejor conocida como el constructivismo. Los constructivistas sostienen que el individuo es un constructor activo de sus estructuras del conocimiento, que tiene su origen en las interacciones del individuo con los objetos y personas de su entorno socio cultural. Por consiguiente, el desarrollo es producto de las interacciones que se establecen entre el que aprende y los mediadores de la cultura. Bajo la corriente filosófica constructivista podemos encontrar una variedad de modelos que difieren en sus enfoques, pero que a la larga lo que buscan es explicar la adquisición y desarrollo del conocimiento y del lenguaje. Sin bien es cierto que investigadores como Ausbel, Bruner, y Mandura entre otros pertenecen a esta corriente, también es cierto que sus mayores exponentes son Jean Piaget y Lev Vygostky. Debido a la diversidad de sus enfoques, ninguno de ellos se puede considerar absoluto. De entre las existentes, para propósitos de este trabajo de investigación, se han seleccionado las teorías constructivistas de Piaget, Vygostky y Bruner ya que coinciden en describir el desarrollo como un proceso continuo y secuencial en donde el entorno socio cultural juega un papel importante.

**Lenguaje oral en la etapa infantil**

El primer paso en el proceso de socialización está en la relación interpersonal, y dependiendo de ésta la adquisición del lenguaje. El niño y la niña necesitan estimulación para iniciarse en el aprendizaje de la lengua, aprende a hablar si está rodeado de personas que le hablan, siendo el adulto el modelo, el estímulo que le empujará a aprender a valerse del lenguaje como instrumento comunicativo. El centro escolar tiene una función importante en el desarrollo y perfeccionamiento del lenguaje, en especial cuando en la familia está empobrecido, y donde el profesorado va a tener un papel primordial en este aprendizaje, al igual que la influencia de los otros niños y niñas va a ser decisiva. Desde esta perspectiva, el ámbito de experiencias de «Comunicación y Representación” establece los objetivos y contenidos que debe desarrollar, en su intervención educativa, el profesorado con todo el alumnado. Entre los objetivos generales de este ámbito de experiencias hay que señalar, por su estrecha relación con el lenguaje y la comunicación, los siguientes: — «Expresar sentimientos, deseos e ideas mediante el lenguaje oral, ajustándose progresivamente a los diferentes contextos lingüísticos y situaciones de comunicación habituales y cotidianas y a los diferentes interlocutores.» — «Comprender las intenciones y mensajes que le comunican otros niños y niñas y personas adultas, en los diferentes contextos lingüísticos, valorando el lenguaje oral como medio de relación con los demás.» — «Comprender, reproducir y recrear algunos textos de tradición cultural, mostrando actitudes de valoración, disfrute e interés hacia ellos. — «Interesarse por el lenguaje escrito y valorarlo como instrumento de información y disfrute, y como medio para comunicar deseos, emociones e informaciones.» — «Utilizar las diversas formas de representación y expresión para evocar situaciones, acciones, deseos y sentimientos, sean de tipo real o imaginario.» — «Utilizar las normas que rigen los intercambios lingüísticos y las señales extralingüísticas en diferentes situaciones de comunicación, para reforzar el significado de sus mensajes y atribuir sentido a los que recibe.» El bloque 1 de contenidos, lenguaje verbal, engloba los contenidos actitudinales, procedimentales y conceptuales referidos a la adquisición y desarrollo del lenguaje oral, tanto en la expresión como en la comprensión.

## Redes Neuronales

### **Definición y características**

Una RNA puede definirse como un sistema de procesamiento de información compuesto por un gran número de elementos de procesamiento (neuronas), profusamente conectados entre sí a través de canales de comunicación (Reguero, 1995). Estas conexiones establecen una estructura jerárquica y permiten la interacción con los objetos del mundo real tratando de emular al sistema nervioso biológico. A diferencia de la computación tradicional, basada en algoritmos predecibles, la computación neuronal permite desarrollar sistemas que resuelvan problemas complejos cuya formalización matemática es sumamente difícil. Esto se logra gracias a los principios de funcionamiento de las RNA, de los cuales citamos a continuación los cinco más importantes (Hilera, 1995):

* **Aprendizaje Adaptativo:** esta es quizás la característica más importante de las RNA, ya que pueden comportarse en función de un entrenamiento con una serie de ejemplos ilustrativos. De esta forma, no es necesario elaborar un modelo a priori, ni establecer funciones probabilísticas. Una RNA es adaptativa porque puede modificarse constantemente con el fin de adaptarse a nuevas condiciones de trabajo.
* **Autoorganización:** mientras que el aprendizaje es un proceso donde se modifica la información interna de la RNA, la autoorganización consiste en la modificación de toda la red completa con el fin de llevar a cabo un objetivo específico.

Autoorganización significa generalización, de esta forma una red puede responder a datos o situaciones que no ha experimentado antes, pero que puede inferir en base a su entrenamiento. Esta característica es muy útil sobre todo cuando la información de entrada es poco clara o se encuentra incompleta.

* **Tolerancia a fallos:** en la computación tradicional la pérdida de un fragmento pequeño de información puede acarrear comúnmente la inutilización del sistema. Las RNA poseen una alta capacidad de tolerancia a fallos. La tolerancia a fallos se entiende aquí en dos sentidos: primero, las redes pueden reconocer patrones de información con ruido, distorsión o incompletos (tolerancia de fallos respecto de los datos); y segundo, pueden seguir trabajando (con cierta degradación) aunque se destruya parte de la red (tolerancia a fallos respecto de la estructura). La explicación de este fenómeno se encuentra en que, mientras la computación tradicional almacena la información en espacios únicos, localizados y direccionables, las redes neuronales lo hacen de forma distribuida y con un alto grado de redundancia.
* **Operación en tiempo real:** de todos los métodos existentes, la RNA son las más indicadas para el reconocimiento de patrones en tiempo real, debido a que trabajan en paralelo actualizando todas sus instancias simultáneamente. Es importante destacar que esta característica solo se aprecia cuando se implementan redes con hardware especialmente diseñado para el procesamiento en paralelo.
* **Fácil inserción en la tecnología existente:**  es relativamente sencillo obtener chips especializados para redes neuronales que mejoran su capacidad en ciertas tareas. Ello facilita la integración modular en los sistemas existentes.

### **Elementos de una RNA**

Las RNA son modelos de procesamiento de información basados en el funcionamiento del cerebro humano. Están formadas por una gran cantidad de unidades o elementos de procesamiento llamados neuronas, las cuales podemos dividir en tres grupos diferentes: 1) aquellas que reciben la información del exterior, también denominadas como neuronas de entradas; 2) aquellas que transmiten información al exterior, denominadas neuronas de salida, y por último aquellas que no tienen ningún contacto con el exterior y solamente intercambian información con otras neuronas de la red, a estas se las llama neuronas ocultas.

En la figura 2 se aprecia un diagrama esquemático de una neurona. Cuenta con una cantidad variable de entradas que provienen del exterior (en el caso de que nuestra neurona se encuentra en la capa de entrada de la red), o de otras neuronas (si se encuentra en alguna capa oculta o ía de salida). A su vez dispone de una sola salida que transmitirá la información hacia el exterior (en el caso de que nuestra neurona se encuentra en la capa de salida de la red), o hacia otras neuronas (si se encuentra en la capa de entrada o en alguna oculta). La señal de salida se calculará en función de las de entradas, para lo cual cada una de ellas es afectada por un determinado peso. Estos pesos varían libremente en función del tiempo y en cada una de las neuronas que forman parte de la red, y esto es sumamente importante debido a que el conocimiento que contiene la red estará en dichos pesos. Todas las señales de entrada se combinan mediante la denominada función de combinación, que puede variar según el tipo de neurona pero que siempre generará un vector cuyos componentes determinarán el valor de final salida mediante la función de activación. También existen diferentes tipos de funciones de activación, las más comunes son: función escalón, función lineal o mixta, sigmoidal, y función gaussiana. Cada función posee sus propias características, y serán utilizadas según el tipo de información que vayamos a manejar (p.ej. binaria o analógica, etc.).

Representación esquemática de una neurona

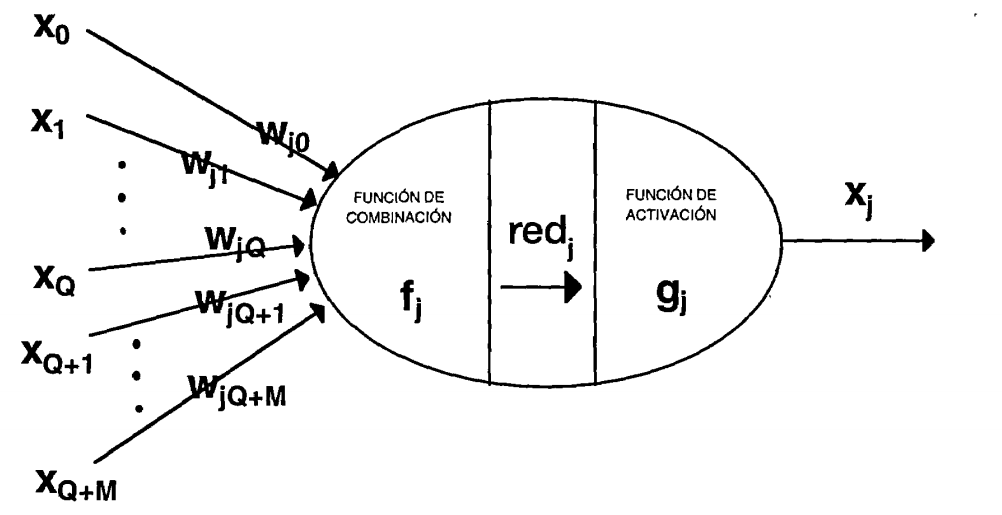


Figura 2 (Hilera, 1995)

Al igual que en el sistema nervioso humano, el conocimiento se encuentra en los pesos de las conexiones entre neuronas, y no en las neuronas en sí. Estos pesos no tienen valor constante, sino que van variando en función de un determinado algoritmo denominado regla de aprendizaje. Una regla de aprendizaje hace variar el valor de los pesos de una red hasta que estos adoptan un valor constante, cuando ello ocurre se dice que la red ya ha «aprendido».

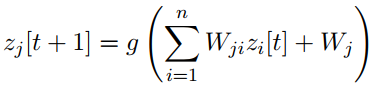
### 

### **Modelo de una neurona**

Se identifican cinco elementos básicos:

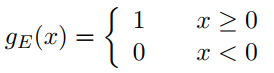
* Un conjunto de *n* señales de entrada, *zi[t], i=1,...,n,* que suministran a la neurona los datos del entorno; estos datos pueden ser externos a la red neuronal, pertenecientes a la salida de otras neuronas de la red, o bien correspondientes a la salida anterior de la propia neurona.
* Un conjunto de sinapsis, caracterizada cada una por un peso propio *Wji, i=1,...,n.* El peso *Wji* está asociado a la sinapsis que conecta la unidad i-ésima con la neurona j-ésima.
* Un sesgo *Wj* cuya presencia aumenta la capacidad de procesamiento de la neurona y que eleva o reduce la entrada a la neurona, según sea su valor positivo o negativo.
* Un sumador o integrador que suma las señales de entrada, ponderadas con sus respectivos pesos, y el sesgo.
* Una función de activación *g* que suele limitar la amplitud de la salida de la neurona.

Utilizando la notación definida anteriormente podemos describir la operación de una neurona mediante la ecuación que determina su activación en el instante *t+1*:



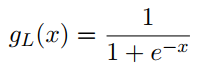
La función de activación es la que define finalmente la salida de la neurona. Las funciones de activación más utilizadas habitualmente son las siguientes:

* ***Función identidad***: Tiene la forma *g****I****(x)=x* y se utiliza cuando no se desea acotar la salida de la neurona.
* ***Función escalón:*** Adopta la forma



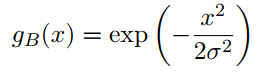
y proporciona una salida con dos posibles valores.Es habitual encontrársela con el nombre de *función de Heaviside*.

* ***Función logística:*** Las funciones sigmoideas son un conjunto de funciones crecientes, monótonas y acotadas que provocan una transformación no lineal de su argumento. Una de las más utilizadas es la función logística definida por



y está acotada entre 0 y 1.

* ***Función de base radial:*** Las más habituales son funciones gaussianas no monótonas del tipo



donde σ define la anchura. La función alcanza su valor máximo cuando la

entrada es cero.

**Redes Neuronales Recurrentes**

Las redes neuronales recurrentes son redes neuronales que presentan uno o más ciclos en el grafo definido por las interconexiones de sus unidades de procesamiento. La existencia de estos ciclos les permite trabajar de forma innata con secuencias temporales. Las redes recurrentes son sistemas dinámicos no lineales capaces de descubrir regularidades temporales en las secuencias procesadas y pueden aplicarse, por lo tanto, a multitud de tareas de procesamiento de este tipo de secuencias.

Para las redes neuronales recurrentes de tiempo discreto con funciones de activación continuas aplicadas al procesamiento temporal de secuencias se utilizan sistemas dinámicos que poseen un estado que cambia conforme se procesa la secuencia de entrada y que proporciona una secuencia de salida a partir de las activaciones en cada instante de tiempo de las neuronas de salida. Más formalmente, una red neuronal recurrente de tiempo discreto se puede definir como una séxtupla *N=(X, U, Y, gX, gY , x0*) donde:

* *X = [S0, S1]nx* es el espacio de estados de la red neuronal recurrente. *S0* y *S1* son los valores que definen el rango de salida de las funciones de activación utilizadas en la función siguiente estado y *nx* es el número de unidades de estado.
* *U=Rnu* es el espacio de los vectores de entrada y *nu* el número de componentes de la entrada.
* *Y=[T0,T1]ny* es el espacio de salida de la red neuronal recurrente. *T0* y *T1* definen el rango de salida de las funciones de activación utilizadas en la función de salida y *ny* es el número de componentes de los vectores de salida.
* *gx:X×U→X* es la función de siguiente estado, que computa un nuevo estado *x[t]* a partir del estado anterior *x[t−1]* y la entrada actual *u[t]*.
* *gy* es la función de salida, que habitualmente toma una de las dos formas siguientes:
  + *gy:X×U→Y* . La salida *y[t]* se obtiene a partir del estado anterior *x[t−1]* y la entrada actual *u[t]*; este tipo de redes se conocen como máquinas neuronales de estados de Mealy.
  + *gy:X→Y* . La nueva salida *y[t]* se obtiene a partir del estado recien alcanzado *x[t]*; estas redes se conocen como máquinas neuronales de estados de Moore.
* *x0* es el estado inicial de la red neuronal recurrente, es decir, *x[0].*

# Lista de referencias

[1]. Cossio Martinez, Sanchez Alfonso, Tipá Gordillo y Guerra Crespo. Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Sistema alternativo y aumentativo de comunicación para personas con trastornos del habla con el apoyo de un dispositivo móvil con Android. Revista Tecnología Digital Vol. 4 No. 1, (2014), pp. 37 – 46, México.

[2]. Santis Lopez, Cigarroa Trinidad, Moreno Rincon, Lopez Estrada. Instituto Tecnológico de Tuxtla Gutiérrez. Tablero auxiliar de comunicación hospitalario para enfermos con problemas del habla y movilidad. Revista Tecnología Digital Vol. 6 No. 1, (2016), pp. 77 – 88, México

[3]. Jessica Pozas León. Proyecto didáctico para alumnos con Parálisis Cerebral.

Universidad de Valladolic, Facultad de Educación de Segovia.

[4]. Freeman Miller, MD.(2007). Physical Therapy of Cerebral Palsy. Springer

Science + Business Media, Inc. New York, NY 10013, USA.

[5]. HILERA GONZÁLEZ, J.; MARTÍNEZ HERNANDO, V. (1995). Redes

neuronales artificiales: fundamentos, modelos y aplicaciones. Madrid: RA-MA.

[6]. Pilar Samaniego, Sanna-Mari Laitamo y Estela Valerio, Cristina Francisco.

(2012). Informe sobre el Uso de las Tecnologías de Información y

Comunicación(TIC) en la Educación para Personas con Discapacidad, Editorial

Artes Gráficas Silva. Quito, Ecuador.

[7]. Acosta R. Victor M. Moreno S. Ana M. (2003). Dificultades del lenguaje,

colaboración e inclusión educativa. Barcelona Editorial Ars Médica.

[8]. Sugrañes, E., Ferrer, A. (2008). La educación psicomotriz (3 - 8 años) Cuerpo,

movimiento, percepción, afectividad: una propuesta teórico-práctica. Barcelona,

España: GRAÓ.

[9]. Grégoire Mesnil, Xiaodong He, Li Deng and Yoshua Bengio. (2013).

Investigation of Recurrent-Neural-Network Architectures and Learning Methods

for Spoken Language Understanding . University of Montréal, Québec, Canada,

Microsoft Research, Redmond, WA, USA, University of Rouen, France.