



UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA

REVISION DEL CONCEPTO DE APRENDIZAJE MOTOR

AUTOR: BORGARELLI RAFAEL SEBASTIAN

TUTOR: HORACIO RUSSO (LIC. EN KINESIOLOGIA Y FISIATRIA)

CIUDAD AUTONOMA DE BUENOS AIRES, ARGENTINA

LUNES 17/02/2020

CONTENIDO

UNIVERSIDAD ABIERTA INTERAMERICANA	1
CONTENIDO	2
DEDICATORIA	5
AGRADECIMIENTOS	6
RESUMEN	7
INTRODUCCIÓN	8
Objetivo general	9
Objetivo específico	9
Justificación	9
MARCO CONCEPTUAL	10
ANÁLISIS Y RESULTADOS	11
Revisión del concepto de aprendizaje motor	11
CONCEPTO DE APRENDIZAJE	13
Motivación	14
Atención Fásica y Tónica	14
Habitación	15
Memoria: reciente y remota	15
Sensopercepción	16
TEORIAS COMPUTACIONALES	17
La teoría ACT de Anderson	19
ACT Teoría general.	20
Mecanismos del aprendizaje en el ACT	24

Aplicación del ACT a aplicación de conceptos	28
Teoria de los Esquemas	34
Teoria General de los esquemas	35
TEORIAS DEL APRENDIZAJE BASADAS EN REESTRUCTURACIÓN	40
Gestalt y el aprendizaje por “insight”	40
Teoria de Equilibracion de Piaget	43
Teoria del aprendizaje de Vigotskii	47
El lenguaje y su papel en el aprendizaje	49
CONTROL MOTOR	51
1.1 Teorías Incompletas y Modelos básicos	52
1.1 A Teoria de los reflejos	52
1.1 B Control Balístico	52
1.1 C Biofeedback o Anteroalimentacion Parametrica	52
1.1 D Retroalimentación paramétrica	53
1.1 E Retroalimentación Directa	53
1.1 F Retroalimentación interna	54
1.1 G Modelos Jerárquicos	54
1.2 Teorias Completas	55
1.2 A Teoría de Adams (bucle cerrado)	55
1.2 B Teoría del esquema de Schmidt	57
1.2 C Teoría ecológica	59
2. Teorías que relacionan el aprendizaje de las habilidades motoras	61
2.A Modelo de las Tres Fases de Fitts y Posner	61

2.B Modelo de Sistema de Tres Fases	62
2.C Teoría de las dos fases de Gentile	65
ANOCHIN Y LA TEORIA DE LOS SISTEMAS FUNCIONALES	67
DISEÑO METODOLOGICO	75
Tipo de estudio	75
Metodología de búsqueda	75
Criterios de exclusión	76
Descripción del proceso de selección de los artículos	76
CONCLUSIÓN	78
RESULTADOS	80
BIBLIOGRAFIA	81

DEDICATORIA

“ Confronta las partes oscuras de ti mismo y trabaja para desterrarlas con iluminación y perdón. Tu disposición a luchar con tus demonios provocará que tus ángeles canten.” AUGUST WILSON.

A mi abuelo Elpidio Arquímedes Borgarelli (Q.P.D.), quien fue mi ejemplo de vida y de honradez.

A mi mama Graciela Quiroga (Q.P.D), a quien le debo mi vida y cuya promesa cumplí al alcanzar este objetivo, queda ahora ser un mejor profesional día a día.

AGRADECIMIENTOS

Quiero extender mi mas sincero agradecimiento a mi familia, mi papa Miguel, mi mama del corazón Mercedes y a mis tíos Carelo y Marisa que siempre me alentaron a seguir, pase lo que pase, y a vencer la adversidad.

A mi novia “Tatu”, mi amor incondicional, mi pilar, la mujer que me complemento en todo sentido, sin su fuerza y paciencia no hubiera logrado este objetivo.

Agradesco a mi tutor, el profesor Horacio Russo, por su guía, sus consejos y alentarme a expandir mis horizontes en la materia.

Por ultimo, y no menos importante, agradezco a los profesores que me acompañaron en todo este proceso de formación académica profesional, al antiguo director, el Lic. Fernandez y al actual director Lic. Lovazzano por brindarme siempre respuestas y oportunidades académicas.

RESUMEN

El concepto de aprendizaje motor ha tomado gran interés en el campo de la kinesiología en los últimos años dando como resultado la necesidad de revisar y conocer las distintas teorías del aprendizaje motor, para poder explicar los procesos por el cual un ser humano puede almacenar, procesar e incluso utilizar dicha información con una finalidad.

Han surgido varias corrientes que pretenden explicar este proceso, tanto desde la psicología como de la neurofisiología.

El trabajo consiste en una revisión narrativa entre los años 1940 y 2018 sobre el concepto de aprendizaje motor .

Se abordaron las teorías mas significativas para el área de psicología así como de neurofisiología, para poder aclarar con mayor profundidad el concepto y su génesis.

Se realizo una revisión de 15 artículos con previa búsqueda bibliográfica referida a los temas de “neuroplasticidad”, “control motor” y “aprendizaje motor”, a demás se incluyo bibliografía adicional de libros.

INTRODUCCIÓN

En los últimos años ha surgido un enorme interés entre los profesionales de la rehabilitación por las nuevas teorías del control motor y su papel en la orientación de la práctica clínica.

Las nuevas investigaciones en la neurociencia han ampliado los límites en el campo de la psicología, neurofisiología y los procedimientos de intervención para ayudar a los pacientes a recuperar el control motor.

Estas teorías suelen apoyarse en modelos de función cerebral, reflejando criterios diferentes sobre la forma en la que el movimiento es controlado; haciendo énfasis, cada una de ellas, en los distintos componentes del movimiento.

Por su parte, las limitaciones y preguntas sin resolver sobre estas teorías, han dado origen al concepto de aprendizaje motor. El cual se puede definir como la capacidad del individuo para aprender o mejorar sus habilidades motoras, con el fin de realizar una acción eficaz y efectiva dentro de sus posibilidades.

En este trabajo se ha realizado una revisión narrativa de las principales teorías de aprendizaje motor, sus limitaciones conceptuales y autores relevantes, con la finalidad de adquirir nuevas herramientas para mejorar la atención kinésica.

Objetivo general

Realizar una revisión del concepto de aprendizaje motor, sus principales teorías, visiones y autores destacados.

Objetivo específico

Analizar estas teorías y determinar sus limitaciones conceptuales.

Justificación

Existe un vacío en la formación de grado, sobre cómo el individuo aprende, cómo son los procesos que relacionan mente, cuerpo y cerebro. Sin embargo, estos contenidos son básicos para formular adecuadamente una intervención kinésica propicia, que respete los procesos neurofisiológicos.

Con frecuencia al realiza una intervención kinésica es necesario reeducar o generar un aprendizaje motor en algunos de los movimientos corporales; a veces puede ser de índole cardio respiratorio, postulares, kinefilactico, biomecánico, etc.

La importancia de entender de dónde viene el concepto de aprendizaje motor y saber aplicarlo nos brinda una herramienta extra para generar mejor calidad de tratamiento. A demás, de la posibilidad de expandir el conocimiento en las diferentes áreas de trabajo.

MARCO CONCEPTUAL

El aprendizaje motor es un proceso de acciones continuas que apuntan al rendimiento de la acción. “El aprendizaje motor es la adquisición, aplicación y mantenimiento de las destrezas motoras”, centrándose en el desarrollo de las capacidades coordinativas y condicionales y los modos de conducta con el fin de obtener una calidad, eficiencia y efectividad en el movimiento. Este surge de la interacción de tres factores fundamentales: el individuo la actividad y el entorno.

Actualmente se sabe que el movimiento es personalizado teniendo en cuenta las demandas de la tarea y el contexto en el que se encuentra. Podemos decir que cuando un individuo pone en marcha una acción motora debe considerar las características de ésta y el lugar donde se va a llevar a cabo, así como también las capacidades que el mismo dispone para desempeñar la conducta seleccionada. Por lo tanto, el movimiento se define a través de las restricciones o características del individuo, las tareas y el entorno.

Puede afirmarse que los factores que describen la capacidad funcional para el aprendizaje motor de un individuo están relacionados con su sistema para la acción, la percepción y la cognición de la conducta.

La investigación en curso sobre las diferentes teorías del aprendizaje motor se centran en las capacidades del individuo dentro de un contexto dado durante una tarea, para si tener una visión completa del movimiento estudiado y de ahí poder desarrollar las diferentes visiones y teorías que relacionan y tratan de explicar dichos procesos.

ANÁLISIS Y RESULTADOS

Revisión del concepto de aprendizaje motor

El movimiento surge de una compleja interacción entre el individuo, el entorno y la actividad que éste realiza, de modo que cuando queremos empezar una acción motora, debemos tener en cuenta las características de esta y donde nos encontramos; así como también las capacidades que tenemos a nuestra disposición para llevarla a cabo con éxito. En conclusión, el movimiento se puede definir en base a las restricciones o características que tiene un individuo en función de su tarea y del entorno que lo rodea.

En la actualidad las investigaciones sobre las teorías del aprendizaje motor apuntan a las capacidades del individuo dentro de un contexto dado durante la realización de una tarea en particular para obtener una imagen global del movimiento estudiado.

En otras palabras, se puede afirmar que los factores que describen la capacidad funcional que tiene un individuo para el aprendizaje motor están íntimamente relacionadas con sus sistema motor, perceptivo, cognitivo y por ende conductual.

A continuación, pasamos a describir las principales teorías relacionadas con el aprendizaje de habilidades motoras y procesos relacionados con la recuperación y compensación de conductas motoras previas.

REVISION NARRATIVA DEL CONCEPTO DE APRENDIZAJE MOTOR

CONCEPTO DE APRENDIZAJE

COMPONENTES ELEMENTALES

- Teorias Compuacionales
- Teoria A.C.T
- Teoria de los Esquemas

TEORIAS DE REESTRUCTURACION

- Aprendizaje por Insight
- Teoria de la Equilibracion Piaget
- Teoria del aprendizaje Vigotskii

CONCEPTO DE CONTROL MOTOR

TEORIAS INCOMPLETAS Y MODELOS BASICOS

- Teoria de los reflejos
- Control Balistico
- Biofeedback
- Retroalimentación Paramétrica
- Retroalimentación Directa
- retroalimentación Interna
- Modelos Jerárquicos

TEORIAS COMPLETAS

- Teoria de Adams
- Teoria del esquema Schmidt
- Teoria Ecologica

- APRENDIZAJE DE HABILIDADES MOTORAS
 - Modelo de 3 Fases
 - Sistema de 3 Fases
 - Teoria de 2 Fases
- TEORIA DE SISTEMAS FUNCIONALES

CONCEPTO DE APRENDIZAJE

Es hora pues, de abordar el concepto de aprendizaje, evitando en lo posible definiciones de tipo formal.

Debe ser entendido como un proceso que afecta el comportamiento de un animal y ser humano, alcanzando un carácter estable y se elabora frente a modificaciones del ambiente externo que también tienen carácter relativamente estable.

Lógicamente, como se desprende de este, el aprendizaje ocurre en el ámbito del comportamiento y es una organización de este. De no mediar el proceso de aprendizaje, el comportamiento cae en un carácter permanente y se apoya en hábitos o actividades estereotipadas.

Al surgir una novedad en el ambiente, esto determina correspondientemente una disposición del comportamiento que debe ser lo suficientemente apto para enfrentarla, esta disposición es de carácter adaptativo puesto que conduce a una tendencia a la recuperación del equilibrio entre el organismo y su medio, o la armonía entre ambos. Cuando en cambio, la novedad pone en movimiento dispositivos no correspondientes a hábitos o instintos, suelen caer dentro de lo que se denomina “comportamiento inteligente”. El concepto de inteligencia se supone que es la capacidad de reaccionar frente a novedades del ambiente con flexibilidad y con reorganización súbita del comportamiento.

Según AZCOAGA J.E para poder estudiar la filosofía del aprendizaje, será necesario progresar dentro de componentes más elementales que intervienen en este proceso hasta los más complejos, siempre dentro de los fenómenos fisiológicos. Por eso el tratamiento de este tema, el hace hincapié en pasar por tres niveles de la exposición. En este artículo tratarán los dispositivos básicos que intervienen inevitablemente en todo los procesos de aprendizaje cualquiera sea su carácter, también

veremos manifestaciones más complejas del aprendizaje fisiológico, es decir las denominadas funciones superiores a las que, sin intención de abordar las en su totalidad haremos un breve repaso de los conceptos mas relevantes.

Motivación

Entendida “Como el estado de excitabilidad óptima para iniciar un condicionamiento, como una de las condiciones del sistema nervioso central que hacen posible comenzar un proceso de aprendizaje. Motivar para una determinada forma de aprendizaje escolar significa crear estímulos convenientes que susciten la atención tónica”. Los estímulos imprescindiblemente deberán ser de tipo sensorio-perceptivos y adecuados para impedir la monotonía y evitar la habituación que transformaría el aprendizaje de positivo en negativo. Las primeras manifestaciones de la motivación durante la lactancia se manifiestan por medio del hambre, afecto, sueño etcétera, los que forman parte de la homeostasis, posteriormente entre los 1 a 3 años se manifiestan los comportamientos espontáneos de exploración y de juego se agregan a los objetivos que dan lugar a la motivación. Posteriormente, en la etapa de educación inicial y primaria, van a incorporándose objetivos de tipo social (juegos colectivos, afinidades, intereses de grupo) y cultural.

Atención Fásica y Tónica

La atención fásica, es un fenómeno relacionado al reflejo de orientación y a la estimulación súbita, tanto de la sustancia reticular como del sistema talámico difuso. Para que se produzca la atención fásica deben estar presente una estimulación sensorial con un grado de alerta cortical, dadas estas condiciones, la estimulación determina la respuesta atencional, la cual puede ser muy débil o excesiva, dependiendo de ese nivel de excitabilidad. La misma comienza su desarrollo en el periodo de lactancia, bajo la forma del reflejo de orientación.

La atención tónica o sostenida, está subordinada a la motivación y se corresponde al mantenimiento de un nivel apropiado de receptividad de uno o varios canales sensoriales. Esta atención posteriormente al periodo de lactancia, comienza a predominar sobre la fásica, e implica el desarrollo de la habituación. En el periodo preoperatorio, concordante con la educación inicial, la atención tónica se mantiene durante lapsos de veinte minutos a treinta minutos, si la atención fásica no interfiere. La atención tónica se va intensificando en el periodo operatorio, cuando comienzan los niños la operación primaria.

Habituación

Se puede considerar como un fenómeno de aprendizaje negativo, producto de ciertos estímulos auditivos monótonos, a medida que el estímulo va siendo repetitivo, se atenúa la respuesta hasta que se inhibe totalmente. Se trata de la capacidad del organismo de dejar de reaccionar con el reflejo de orientación- investigación a estímulos monótonos y repetidos.

Memoria: reciente y remota

En cualquier proceso de condicionamiento hay una sustitución de un estímulo que tiene la propiedad reproducir invariablemente la misma respuesta, por otro, que hasta ese momento era indiferente, pero que al final del proceso de condicionamiento adquiere la propiedad de producir esa respuesta. El desarrollo este proceso queda como resultado la formación de un reflejo condicionado, es en sí mismo un hecho de memoria, porque sistema nervioso retiene durante cierto tiempo la capacidad de respuesta ante el estímulo así condicionado. También aparece estímulos luego un determinado tiempo es decir, que una vez que cesó el estímulo condicionado hay una pausa y al cabo de dicha pausa se produce la respuesta. Hay diversos hechos que muestran que una pausa es un tipo particular inhibición denominada inhibición vestigial, que retiene, por así decirlo, la respuesta durante ese lapso. La demora en la

respuesta es, a la vez que una inhibición, una capacidad de retención del tejido nervioso que se pone así de manifiesto.

La memoria reciente (memoria a corto plazo) y remota (memoria a largo plazo). La memoria de corto plazo esta mediada por la facilitación sináptica de circuitos reverberantes. La memoria de largo plazo consiste en el cambio de la composición y reorganización de proteínas protoplasmáticas que determina a la neurona para un tipo específico e información, dentro de una población neuronal.

Investigaciones recientes de HYDEN han demostrado en ratas sometidas a procesos de aprendizaje un aumento del ARN, correlativo con esos procesos. La red terminaciones de la ARN demostraron que el aumento se debía a una estimulación del ADN nuclear, tanto la neurona con las células glias. Pero además el aumento de ARN revela un crecimiento en la adenina y el uracilo. Por consiguiente este participa como protagonista principal en el metabolismo neuronal glial durante el aprendizaje y la conservación de lo aprendido.

Sensopercepción

“Es un proceso complejo en el que cada estímulo constituye ya parte de un todo funcional que puede a su vez ser nuevo o estar incorporado al individuo”. Para que la misma se pueda llevar a cabo, es necesario que esté intacta la capacidad funcional sensoperceptiva, lo que requiere la actividad normal de todos los analizadores, tanto en los sectores periféricos como en los corticales donde se realizan la síntesis y análisis de los estímulos.

TEORIAS COMPUTACIONALES

Los primeros modelos producidos por el procesamiento de información, como por ejemplo el “Solucionador General de Problemas” de NEWEL Y SIMON (1972), partían de sistemas de procesamiento dotados de una gran capacidad sintáctica general que les permitía supuestamente enfrentarse a cualquier tarea sin necesidad de conocimientos específicos. Pero ese supuesto resultó ser erróneo. Además de una capacidad sintáctica, los sistemas de procesamiento, sean artificiales o humanos, necesitan una cierta cantidad de conocimientos específicos para enfrentarse a un problema complejo “semánticamente rico” (BHASKAR Y SIMON, 1977). Se pasó así al diseño de sistemas expertos en áreas temáticas específicas, dotados de grandes conocimientos en esa área que les permiten resolver problemas enormemente complejos con una gran eficacia, siempre que pertenezcan a ese dominio de conocimientos.

Pero el hecho de tener que cargar de contenidos semánticos a esos sistemas plantea la necesidad, no sólo teórica sino también técnica, de proporcionarles una cierta capacidad para adquirir esos conocimientos. De esta forma, el aprendizaje constituye en un problema relevante para la ciencia cognitiva.

Desde una visión teórica consideramos necesario postular mecanismos que expliquen la adquisición de estos conocimientos por los sistemas de procesamiento humanos. Desde el punto de vista técnico, en vez de seguir dándole conocimientos adquiridos como si fuera alimento dosificado, es necesario dotar a las computadoras de capacidad para adquirir por sí mismas conocimientos complejos, incluidos los conceptos. En los últimos años se han realizado numerosos y crecientes esfuerzos por proporcionar a los sistemas de procesamiento humanos y artificiales un cierto poder de auto modificación. De estos esfuerzos nace una serie de teorías computacionales del aprendizaje que, si bien difieren entre sí en aspectos importantes, comparten un núcleo conceptual común. En esencia, todas ellas se basan de la posibilidad de

reducir la semánticas en reglas sintácticas. Por lo tanto, la adquisición de conceptos deberá también explicarse sintácticamente.

A partir de este postulado común, existen ciertas diferencias entre unas y otras. Nos detendremos a analizar las diferencias de cada una sino que únicamente señalaremos que tipo de teorías, de entre las existentes, serán analizadas a continuación, de acuerdo con los intereses de esta revisión. Aunque comparten importantes puntos en común, alguna de las teorías computacionales se desarrollan en el ámbito de la inteligencia artificial (por ejemplo, Bolc, 1987; Michalsky, Carbonel y Mitchel, 1986) mientras que otras tienen origen psicológico (Anderson, 1983; Holland y Cols, 1986; Rumelhart y Norman, 1978). La diferencia reside en que, la inteligencia artificial solo busca el funcionamiento del sistema sin buscar su compatibilidad con los datos psicológicos. Las otras teorías en cambio, respetando los límites de la memoria computacional, intentan ser psicológicamente relevantes, adecuándose a los datos que se conocen sobre procesamiento humano de información. Así, se intenta dotar a las teorías de una calidad psicológica, proponiendo un procesamiento en paralelo el lugar de serial, una memoria de trabajo de capacidad limitada o un aprendizaje en tiempo real. Además se intenta que las teorías expliquen los datos psicológicos relevantes sobre aprendizaje perceptivo (RUMELHART y ZIPSER, 1985), de destrezas (ANDERSON, 1982,1983) o de conceptos (Anderson, Kline y Beasley, 1979; Elio y Anderson 1981, 1984; HOLLANS y COLS 1986). Por último algunas teorías intentan incluso adecuarse a los datos conocidos sobre la neurofisiología humana (MC. CLELAND, RUMELHART et. al 1986)..

Esta exposición se centrará en estas teorías computacionales de origen psicológico, que suelen caracterizarse por ser teorías generales del procesamiento en la que el aprendizaje es uno más de los procesos relevantes. De hecho, suele ser el último de los procesos incorporados al sistema, ya que en muchos casos las teorías del aprendizaje surgen con el fin de validar un modelo de procesamiento estático (ANDERSON, 1987). Por ello, estas teorías suelen no coincidir en su marco. Junto a

su inclusión en una teoría más general, estas teorías suelen paradójicamente aplicarse a dominios de conocimiento específicos. Solo analizamos las teorías aplicables a la adquisición de significado por un sistema de procesamiento, dejando a un lado otro tipo de teorías ocupadas por ejemplo, el aprendizaje perceptivo (Rumelhart y Zipser, 1985) o la adquisición de destrezas específicas (Anderson, 1981) que podrán ser retomadas para futuros trabajos de investigación.

Dentro de la teoría de aprendizaje computacional psicológicamente relevante que se ocupan de la adquisición de conceptos, representaremos tan sólo tres de sus ejemplos más prototípicos, ellos son las teorías ACT (Adaptive Control of Thought :Control adaptativo del pensamiento) de Anderson (1982, 1983), la teoría de los esquemas de Rumelhart y Norman y Cols (1986) ya que consideramos que recogen la mayor parte de los mecanismos del aprendizaje postulados en las demás teorías relacionadas.

La teoría ACT de Anderson

El sistema computacional ACT desarrollado por JOHN R. ANDERSON constituyó posiblemente el más ambicioso y completo intento de laborar una teoría psicológica general desde los supuestos computacionales de la ciencia cognitiva. Ante todo, el ACT es una teoría unitaria del procesamiento de información, ya que la idea básica subyace que todos los procesos cognitivos superiores, como la memoria, lenguaje, solución de problemas, imágenes, deducción e inducción son manifestaciones diferentes del mismo sistema subyacente (ANDERSON, 1983, pag. 1). Por tanto, el mecanismo de aprendizaje están en el ACT estrechamente relacionados con el resto de los procesos, especialmente con la forma en que se representa la información del sistema.

En realidad, el ACT no es una una teoría sino una familia de teorías que se suceden en el tiempo. A partir del sistema de memoria asociativa desarrollado por ANDERSON y BOWER (1973), ANDERSON (1976-1983) ha ido elaborando

versiones sucesivas de su propia teoría, acomodándola a los nuevos datos y convirtiéndola en una teoría capaz de enfrentarse a áreas experimentales cada vez más diversas. Las sucesivas versiones de la teoría han ido flexibilizando poco a poco el ACT, de forma que se adecuará más a los datos y a los conocimientos psicológicos actuales. La última versión de la teoría, el ACT, está totalmente traducida a un programa de computador (al igual que sus predecesoras) e incorpora una teoría del aprendizaje que estaba ausente en formulaciones anteriores del ACT. Nuestro desarrollo estará basado en este último ACT, si bien tendremos en cuenta también algunas correcciones que recientemente ANDERSON (1987) ha considerado conveniente introducir en su teoría del aprendizaje. Antes de abordar los procesos de aprendizaje es necesario exponer los principios generales del ACT.

ACT Teoría general.

El ACT es un sistema de procesamiento compuesto por tres memorias relacionadas: una memoria declarativa, una memoria de producciones y una memoria de trabajo. Además, el sistema consta de varios procesos (codificación, actuación, emparejamiento, ejecución, etc.) que requieren generalmente el uso de la memoria de trabajo. El supuesto arquitectónico básico del sistema, que le diferencia de otras teorías computacionales es no obstante, la existencia de dos tipos de memoria a largo plazo: una memoria declarativa, que contiene conocimiento descriptivo sobre mundo y memoria de producciones, que contiene información para la ejecución de las destrezas que posee el sistema. Por tanto, estas dos memorias almacenan dos tipos distintos de conocimiento que se corresponden respectivamente con la distinción filosófica (RYLE, 1949) entre saber declarativo y saber procedural. Aunque el aprendizaje en el ACT es sobre todo procedural, es necesario conocer antes el funcionamiento de la memoria declarativa, ya que ambos tipos de conocimiento interactúan en la memoria de trabajo.

El conocimiento declarativo consiste en información sobre cómo la organización del mundo y lo que sucede dentro de él. Así, la frase “en el cielo las estrellas, en el

campo las espinas” declara algo sobre el mundo, pero no implica que el sistema reaccione. El conocimiento declarativo nunca desencadena acciones sobre el mundo directamente sino que, puede llegar a activar el conocimiento procedural responsable en base a estas acciones. La memoria declarativa está organizada en forma de red jerárquica. En realidad, según ANDERSON (1983, pag. 25), tiene forma de jerarquía enmarañada. Como suele suceder en los modelos de memoria semántica, esta jerarquía se compone de unidades cognitivas o nodos, y eslabones entre esos nodos. En la primeras versiones de ACT estas unidades cognitivas estaban constituidas únicamente por proposiciones. Sin embargo, en su más reciente versión, ANDERSON distingue tres tipos de unidades cognitivas con propiedades diferenciadas: cadenas temporales, imágenes espaciales y proporciones.

El conocimiento declarativo es estable y normalmente activo. Sólo los nodos que sean activados en la memoria de trabajo tendrán influencia sobre conocimiento procedural. Por ello, el concepto de activación es central en el ACT, tal cual en teorías de memoria semántica. La activación puede proceder bien de los estímulos externos o del sistema como consecuencia de activación de una acción. A diferencia de versiones anteriores, la activación del nodo era un proceso de todo o nada, la última versión considera que el proceso de activación es continuo, por lo que un nodo puede estar más o menos activado. Sin embargo, como la memoria trabajo tiene una capacidad limitada, el número de nodos que pueden estar activos simultáneamente también es ilimitado. Los nodos que accederán a la memoria de trabajo y podrán tener influencia sobre procesamiento serán aquellos que tengan una mayor fuerza de activación. La activación de uno depende de la frecuencia con que se use y de su similitud con la información contenida en la memoria de trabajo. De esta forma, la activación cumple en el ACT la función encontrar un asociativo relevante. Es decir, “la activación mide lo estrechamente asociada que una pieza de información puede estar con respecto a la información actualmente usada” (ANDERSON, 1983, pag. 27).

Cada nodo tendría una fuerza asociada que varía en función de su frecuencia de uso. Al ser limitada la memoria de trabajo (según ANDERSON, no admitiría más de 10 nodos simultáneamente), los nodos más fuertes son los que tendrán más probabilidades de estar activos pero, dado que los nodos están conectados entre sí mediante eslabones, la activación de un nodo se preparará a través de la red jerárquica. Cuanto más fuerte sea un nodo, mayor cantidad de activación que propague. Cuando la fuente externa o interna de la activación desaparezca, está decaerá con el tiempo.

En definitiva, los conocimientos declarativos más frecuentemente usados serán los que tengan mayor probabilidad de estar activos en la memoria de trabajo. Estos conocimientos activos actúan sobre el conocimiento procedural. Si la memoria declarativa del ACT se asemeja a los modelos de memoria semántica, la memoria procedural se basa en los sistemas de producción desarrollados por NEWELL y SIMON (1972). La idea básica de estos sistemas es que el conocimiento se almacena en forma de producciones o pares condición-acción. Las producciones adoptan la forma de un condicional “si... entonces...”. La primera parte de la producción es la condición mientras que la segunda refleja la acción que debe realizarse al satisfacerse la condición. Presentamos un ejemplo simple:

- condición: “sí, parece que están robando”
- acción:” salir corriendo y llamar a policía ”

Cuando el conocimiento declarativo activo en la memoria de trabajo se empareje con la condición de una producción, se ejecutará inmediatamente la acción correspondiente. Así, si una persona vestida de negro con una bolsa en sus hombros y un antifaz saliendo de una ventana activa el nodo ladrón en la memoria de trabajo, es sujeto correr a ponerse seguro, agarrar el celular y llamar a policía automáticamente.

Tanto la parte de la condición como la de acción de una producción pueden contener más de un elemento. De hecho, lo más frecuente es que sea así. En el caso anterior, el sistema correría y llamaría a la policía aunque este presenciando una

película en el cine o una actuación en el teatro. Esto no sucedería si la condición fuera más compleja:

- condición: “si aparece un hombre vestido de negro con antifaz
“saliendo de la ventana con electrodoméstico o dinero”
“una pistola en su mano”
- Acción: “salir corriendo y llamar a la policía”

Además, las producciones no suelen almacenarse aisladamente. Para que el conocimiento que contiene sea eficaz, deben encadenarse unas a otras, De tal forma que la acción de una producción satisfaga la condición de la siguiente. De este modo, el conocimiento se convierte en procedimientos efectivos de acción.

Puede suceder que la información existente la memoria trabajo no satisfaga plenamente la condición de ninguna producción. En este caso, Según el último modelo del ACT, y a diferencia de los anteriores, podrán activarse aquellas producciones cuya condiciones estén parcialmente satisfechas. Por ejemplo, encontramos una persona en actitud sospechosa y aunque no sepamos si está o no delinquiendo es condición suficiente para salir corriendo y llamar a policía. Tanto el caso de emparejamiento parcial como total las producciones existentes en la memoria procedural, al igual que sucede con los nodos declarativos, compiten entre sí por ser activos. Cuanto más frecuentemente se active la producción, mayor será su fuerza asociada. Las producciones más fuertes se activan más rápidamente, por lo que tienen más probabilidad de ser activada de nuevo.

En cualquier caso, el aumento o descenso de la fuerza de una producción es uno de los mecanismos de aprendizaje que posee el ACT. Pero ¿cómo se forma la producciones? Hasta ahora hemos analizado un sistema estático, dotado tanto de conocimiento declarativo como procedurables. Para que sistema sea psicológicamente realista es necesario que disponga de mecanismos para adquirir esos conocimientos. En la última versión del ACT, ANDERSON ha elaborado una teoría del aprendizaje compatible con aquel.

Mecanismos del aprendizaje en el ACT

ANDERSON propone una teoría del aprendizaje basada en tres estadios sucesivos. Toda destreza o concepto adquirido pasaría por tres fases: interpretación declarativa, complicación y ajuste. Dado que la teoría es en esencia una teoría de aprendizaje procedural o por la acción está enfocada preferentemente hacia la adquisición de destrezas. Pero estas deben entenderse en un sentido amplio, abarcando no sólo habilidades motoras sino también destrezas en la solución de problemas y toma de decisiones e incluso procesos de categorización información de conceptos (ANDERSON, KLINE y BEASLEY, 1979,1980).

Según ANDERSON (1983) existe una cierta paradoja en el ACT: Una producción no sólo se creará cuando haya sido ejecutado con éxito, pero al mismo tiempo sólo se puede ejecutar producciones que se existen el sistema, cuyas condiciones puedan ser satisfechas por el conocimiento declarativo activado en la memoria de trabajo. Esta paradoja el aprendizaje, que aqueja no sólo al ACT sino, como veremos más adelante a casi todas las teorías, se resuelve, según ANDERSON, postulando que “todo aprendizaje comienza con una fase declarativa o interpretativa”. Es decir, la información que recibe sistema es codificada por la memoria declarativa dentro una una red de nodos.

Los mecanismos mediante el ACT forma esa representación declarativa no son muy precisos. Supuestamente, cuando el sistema recibe las instrucciones para la solución de un problema (o en el caso de la formación de conceptos), información sobre la categorización de un objeto (ejemplo; la madre que dice su hijo “mira, un perro”), se forma una copia de la memoria declarativa de esa información: “si se crea en la memoria de trabajo una unidad cognitiva temporal, hay una probabilidad de que se cree una copia de la misma en la memoria declarativa a largo plazo “(ANDERSON, 1983 pag. 30). Esta representación declarativa que nace con una

fuerza igual a uno, aumentará su probabilidad de ser activada a medida que vaya haciendo usada.

Pero, aunque es bastante flexible, el conocimiento declarativo es computacionalmente costoso. Eso puede conducir a errores como consecuencia de una sobrecarga de esta. Por ello, la automatización de este conocimiento aumentará la eficacia del sistema, ya que hará posible un procesamiento en paralelo sin sobrecarga la memoria de trabajo.

Esta automatización se logra en el segundo estadio de aprendizaje, mediante la complicación o transformación del conocimiento declarativo en procedural. Según Anderson la complicación es el mecanismo básico el aprendizaje en el ACT. Implica dos subprocesos. La proceduralización hace que se elaboren versiones procedimentales del conocimiento declarativo. La información contenida en los nodos activados en la memoria de trabajo se traduce a producciones. Está proceduralización produce cambios cualitativos en el conocimiento ya que permite que éste se aplique de modo automático, con rapidez y sin demanda de memoria (el sujeto sano necesita repasar verbalmente el conocimiento declarativo: su destreza se ha automatizado). Cuando un conocimiento declarativo se transforman producciones, no necesariamente se pierden los nodos declarativos originales.

Como ha reconocido el propio ANDERSON, este proceso tiene mucho rasgos en común con la automatización de SHIFFRIN y SCHEIDER (1977,1984). Este proceso se ve completado por un segundo mecanismo, la composición, por la que una secuencia de producciones (o traducciones de declaraciones) se funde en una sola producción. En otras palabras, aquellas producciones que ocurren frecuentemente tienen a compliarse en una sola producción.

En un principio, la composición se basaba en contigüidad atemporal entre las producciones, es decir aquellas producciones que se ejecutan de forma sucesiva acababan componiéndose en una sola producción. Sin embargo posteriormente

ANDERSON, ha observado que la contigüidad atemporal puede conducir a composiciones absurdas o poco eficaces entre producciones, por lo que defiende como condición para la composición del existencia de lo que él denomina una contigüidad lógica entre las producciones, regida por criterios de semejanza en sus metas.

El aprendizaje no concluye con la complicación. Una vez formadas las producciones, estas serán sometidas, como consecuencia de la práctica, a proceso de ajuste, que constituye el tercer estadio de aprendizaje.

El ajuste se logra mediante tres mecanismos automáticos: generalización, discriminación y fortalecimiento. La generalización de una producción consiste incrementar su rango de aplicación. Esto puede conseguirse sustituyendo valores constantes en las condiciones de la producción por variables. El ACT requiere sólo dos ejemplos para llegar a una generalización. Esta se bastará en la semejanza entre las condiciones o las acciones de las producciones. Los mecanismos por los que se computa esta semejanza no están muy claros. ANDERSON sugiere que están basados en el solapamiento entre las condiciones y las producciones. Cuando dos producciones tienen condiciones comunes tenderán a generalizarse. Sin embargo esto conduce, en muchos casos, a generalizaciones espurias o ineficaces.

Es necesario poner límites a la generalización en el ACT. para ello, ANDERSON, KLINE y BEASLEY (1979, 1980) han impuesto ciertas restricciones de carácter sintáctico al modelo inicial de fuerza bruta, que generalizaba siempre que era lógicamente posible. Así, proponen que sólo se intentan generalizaciones cuando se ha formado una producción nueva y, aún así, que en ningún caso se producen generalizaciones que exijan sustituir por variables más de la mitad de las constantes de la condición más pequeña de entre las producciones comparadas. Es decir que existiría un límite en la proporción que se constate que puede sustituirse por variable. Además, el tiempo que el sistema se dedica a buscar generalizaciones está bien limitado.

Pero estas restricciones siguen siendo insuficientes, pudiéndose producir aún sobregeneralizaciones. Por ello, se produce un segundo mecanismo de las producciones, la discriminación, cuya función es, al contrario de la generalización, restringir el ámbito de aplicación de una producción. Para que se realice una discriminación es necesario que el sistema disponga de casos de aplicación correcta e incorrecta de la producción, siendo medida la corrección por la adecuación de la producción a las metas propuestas. Un algoritmo busca y compara los valores de las variables en las aplicaciones correctas de una producción. Una vez localizada esas variables, el sistema elige una de ellas al azar como base para la discriminación. Se trata, por tanto, de un proceso de búsqueda aleatoria en la memoria procedural (ANDERSON, BEASLEY, KLINE, 1980).

Hay dos tipos de discriminación: reacción cuando produce la aparición de una nueva acción y de condición, cuando restringe las condiciones bajo las que se ejecuta una acción ya presente en sistema de producciones. Este último caso, la discriminación puede producirse tanto sustituyendo una variable por una constante como añadiendo nuevas cláusulas a la condición de producción.

Ni la generalización ni la discriminación eliminará producciones originales. Únicamente genera nuevas producciones que compiten con aquellas. Los procesos de ajuste se completan con un mecanismo de fortalecimiento de las producciones, esto quiere decir que producciones mas fuertes emparejan condiciones mas rápidas con la información contenida en la memoria de trabajo y tienen más probabilidades ser usadas. Los mecanismos de fortalecimiento de las producciones son muy similares a los descritos en el apartado anterior en relación con la activación de nodos declarativos. Al igual que sucedía con los nodos, la fuerza de una producción determina una cantidad de activación que recibe en relación con otras producciones. Cuando se crea una producción sea por complicación o por ajuste otras producciones, nace una fuerza igual a uno. Cada vez que la producción se aplica con éxito incrementa su fuerza en una unidad. Cuando se aplica incorrectamente pierde un

25% de su fuerza. ANDERSON reconoce que estos valores son un tanto arbitrarios, pero destaca la importancia de la relación, que hace que sea mayor el impacto de los castigos que el de los premios sobre la fuerza de una producción. Sin embargo, hay un rasgo importante en los mecanismo de fortalecimiento del ACT. Cuando el sistema carece de información sobre la corrección con la que ha sido aplicada una producción se computa, por defecto, como una aplicación correcta. De esta forma la simple práctica o uso de una producción, aunque se carezca de información sobre su corrección, fortalece la producción. Aunque esta no cambia como consecuencia de la manera práctica, su ejecución se hace más rápida. Por último, al igual que sucediera con los nodos declarativos, la activación se propaga de una producción a otra similar. La fuerza nada por una producción se aplica también a todas sus generalizaciones.

Aplicación del ACT a aplicación de conceptos

Como hemos señalado, la teoría del aprendizaje basado en el ACT está orientada fundamentalmente a la adquisición de destrezas (ANDERSON, 1982). De hecho, puede encontrarse con facilidad muchos ejemplos que el adiestramiento en una tarea responde a los tres estadios mencionados. Pensemos en la persona que está aprendiendo a usar una computadora. El profesor le describe verbalmente como tiene que realizar los pasos para poder ingresar al sistema o aún programa. Al principio el aprendiz debe verbalizar e interpretar recordar de manera deliberada cada una de las acciones y ordené que se ejecutarán: prender la computadora, agarrar el mouse, direccional el mouse hacia la carpeta deseada, hacer doble clic e ingresar al sistema. Cada una estas acciones requiere toda la atención de esta persona. No puede realizar ninguna otra acción a la vez que ejecuta esa secuencia. En términos del ACT, el aprendizaje se halla el estadio declarativo. Los movimientos en esta fase son bruscos, deliberados o conscientes y generalmente poco diestros, pudiendo olvidarse algún paso de la secuencia o realizarlos el orden inadecuado. Pero, como consecuencia de la práctica continuada, el conocimiento declarativo se va proceduralizando, las acciones se van haciendo automáticas. Además se van fundiendo en una misma secuencia. La producción es que se van formando parte de conocimiento declarativo

se componen y automatizan. Nos hallamos en el estadio de la complicación. Las acciones dejan de ser deliberadas y pasan a constituir una sola acción. Las acciones ejecutan con tal rapidez que el ingreso sistema es para el aprendiz un poco abesado una única acción, que además no le permite realizar otras acciones a la vez (prestar atención a la persona que le esta hablando, pensar en el próximo examen etcétera). Al estar compliada la secuencia de producciones, no basta recursos de la memoria de trabajo. A partir de aquí, suponemos que con el título de operador de PC esta persona, seguirá ajustando su solución en procesos internos de la PC de forma que la secuencia la realice cada vez, con mayor precisión. Este aprendizaje por ajuste no termina nunca. Basta con cambiar de PC para tener que iniciar nuevamente el ajuste de producciones que componen la estresa de ingresar a un sistema o programa.

Pero el aprendizaje procedural del ACT no sólo explica este tipo de destrezas motoras relativamente simples. ANDERSON incluye también destrezas que se aprenden por esos mismos mecanismos, otro tipo de habilidades más complejas como la toma de decisiones, la solución de problemas matemáticos o la generación de lenguaje. Imaginemos, por ejemplo, a una persona aficionada al ajedrez. Al principio, cada una de su jugada constituye una unidad cognitiva aislada, que exige toda su atención. Sin embargo, los grandes jugadores se caracterizan por tener automatizadas o compliadas secuencias entrenadas que jugada que ejecuta con gran rapidez (CHAZE y SIMON, 1973). Las primeras 10 jugadas de una partida entre Diego Flores y Miguel Nagdorf pueden durar cinco o 10 minutos. Las aperturas consisten en producciones compliadas cuya variantes están también automatizados. Los grandes maestros no tienen que pensar durante la apertura sobre cada jugada, únicamente deben decir que secuencia producciones (la defensa india del rey, la defensa siciliana el gambito salvio) van a seguir. Algo similar sucede con los expertos en otros dominios, como la solución de problemas matemáticos, el diagnóstico médico o el macarme.

Al aplicarse la adquisición de este tipo de destrezas complejas, el ACT puede también considerarse una teoría del aprendizaje de conceptos. La secuencia de

producciones identificada como “defensa india del rey” constituye un concepto y cumple las funciones de un concepto. Ninguna tarea compleja puede efectuarse sin intervención de un concepto. De hecho, la teoría ACT ha sido aplicada en diversas ocasiones a la formación de conceptos (ej. ANDERSON, KLINE y BEASLEY, 1979; ELIO y ANDERSON, 1981, 1984). Ellos describen así el proceso de categorización realizado por el ACT: “para cada instancia representada, el ACT designar una producción que reconoce y/o categorizar esta instancia. Las generalizaciones se producirán mediante la comparación de padres desaprobaciones. Si se proporciona información sobre la corrección de esas generalizaciones, puede realizarse el proceso de discriminación”. Nuestra definición operativa de un concepto será la de designaciones, generalizaciones y discriminaciones. Los procesos que darían cuenta de la formación de conceptos serían, sobretodo, la generalización y la discriminación, ya que la complicación y el fortalecimiento mejoran la eficacia de una producción pero no da lugar a cambios en las producciones (ANDERSON, 1987). Por ello la teoría ACT del aprendizaje de conceptos es estrictamente inductiva. Su mecanismo inductivo es, similar a los propuestos en diversas teorías basadas en la inteligencia artificial, son tan sólo sintácticos, ya que “sólo atienden a la forma de la regla y a la forma de los contextos en que esta tiene éxito o fracasa. No hay ningún intento de utilizar el conocimiento semántico sobre el contexto para influir en la regla que se forman. Una consecuencia de este rasgo en la teoría es que la generalización y la discriminación se consideran procesos automáticos, no sujetos a influencias estratégicas ni a control consciente”(ANDERSON, 1987 pag. 205).

Más recientemente, RICHARDS y GOLDFARB (1986) han elaborado un modelo de desarrollo conceptual parcialmente basado en el ACT. En realidad, su modelo, denominado “modelo de memoria episódica el desarrollo conceptual” intenta integrar el ACT de ANDERSON con la teoría episódica el desarrollo conceptual de NELSON (1978-1983). Según esta teoría, cuando más adelante se encuentra a otro ejemplar, activa la representación episódica y crea lazos asociados entre ambos nodos. De esta forma la probabilidad de que esos nodos se activen juntos aumenta según RICHARD y GOLDFARB (1986), un concepto consiste “en

una serie de rasgos que se vuelven activos y simultáneamente”. Ellos consideran que la memoria episódica es la que da lugar al conocimiento semántico y no al revés. El proceso mediante el que esto se realiza no es otro que la aplicación de mecanismos de activación y ajuste del ACT. Así, por ejemplo, ellos describen como adquiere un niño el concepto “auto” según su modelo: el primer ejemplar de “auto” al que se enfrenta este niño cuando va de paseo con su madre tiene una serie de rasgos que son almacenados en la memoria. Cuando su madre le señala un segundo coche procesa también su rasgos y los compara con los del anterior. Aquellos rasgos comunes a los dos episodios tienen más probabilidades de asociarse a la etiqueta verbal. Estos rasgos comunes, al fortalecerse, pueden llegar a activarse de manera independiente a los demás rasgos. En el futuro se seguirán fortaleciendo y activando simultáneamente.

Así, los efectos de tipicidad observados en conceptos bien definidos por GLEITMAN Y ARMSTRONG (1983) se deberían a los grados comunes a todos los episodios constituyen el núcleo definitorio del concepto, mientras que aquellos otros rasgos más frecuentes, pero no presentes en todos los episodios, serían característicos o meramente probabilísticos.

De esta forma, la adaptación de la teoría ACT realizada por RICHARD y GOLDFARB (1986) mediante su modelo de memoria episódica, consiste en realidad en un modelo mixto de ejemplar más prototípico como el sugerido por SMITH y MEDIN (1981), va más allá del propio ACT. Sin embargo, tales aventuras parecen excesivas para la endeblez del modelo. Es discutible que supere al propio ACT, una de cuyas mayores virtudes, la precisión de sus predicciones, está ausente el modelo de memoria episódica. Pero, en cualquier caso, tanto el ACT como el modelo de memoria episódica derivados pretenden ser teorías generales y unitarias del aprendizaje.

El carácter asociacionista del ACT no se agota en la representación mediante sistemas de producción, sino que alcanza, sobre todo, su teoría del aprendizaje. Los

tres estadios del aprendizaje del ACT recurren a mecanismos exclusivamente asociativos. Así, vimos que la designación o formación de una representación declarativa en el estadio de interpretación consiste (de acuerdo con el principio de correspondencia) en la elaboración de una copia por réplica exacta del “input”. En cuanto al segundo estadio, el mecanismo de compilación es una versión actualizada de las teorías de contigüidad (ANDERSON, 1986). La combinación de producciones se basa en la contigüidad temporal o lógica entre estas. Los mecanismos de ajuste también son exclusivamente asociativos. Los métodos inductivos de generalización y discriminación no difieren mucho de las teorías conductivistas de la formación de conceptos por discriminación. El propio ANDERSON admite que las predicciones del ACT se aproximan más a las teorías conductistas de la continuidad que a las teorías de la discontinuidad basadas en la comprobación de hipótesis.

Pero estas semejanzas entre el ACT y otras teorías asociacionistas no deben ocultar la existencia de algunas diferencias importantes. Ante todo, el ACT, en su calidad de dispositivo computacional, tiene una potencia sucia tirada muy superior a la de cualquier teoría conductista. Eso permite sutiles diferencias en los procesos de generalización y discriminación (ANDERSON 1982). Pero, sobretodo, permite llevar al principio asociacionista de correspondencia entre las representaciones y los input hasta las últimas consecuencias. En las formalizaciones sintácticas del asociacionismo alcanzan la máxima precisión, lo que permite la continua reelaboración de la teoría en sus sucesivas versiones. El ACT no sólo es una teoría potente sino también coherente y precisa.

El problema es que este acopio de virtudes no puede ocultar la propia debilidad básica de la teoría asociacionista del aprendizaje subyacente. Un repaso de los mecanismos del aprendizaje en el ACT revela una total incapacidad para explicar la aparición de conocimientos auténticamente nuevos (PASCUAL LEONE, 1980). ANDERSON (1987) clasifica el mecanismo de aprendizaje del ACT en dos grupos: lo que aumenta la eficacia del sistema pero no cambian sus producciones (complicación y fortalecimiento) y los que modifican realmente esas producciones

4.- REPRESENTACION EN FORMA DE DIAGRAMA DEL ESQUEMA "DAR" SEGÚN RUMELHART Y ORTONY (1977)



(generalización y discriminación). Por consiguiente la generación de nuevos conocimientos o destrezas en el ACT se produciría por medio de la inducción. Pero se recordará que las teorías de la inducción vienen desde hace siglos enfrentándose al problema de las restricciones en el proceso inductivo , al que algunos han cegado denominar “el escándalo de la filosofía”. Al llevar la posición asociacionista a su máxima expresión, ANDERSON consigue que este escándalo sea aún más notorio.

De esta forma, los procesos inductivos del ACT pueden explicar el aprendizaje a pequeña escala, pero no son mecanismos explicativos a largo alcance. A partir de un conocimiento inicial, representado por su sistema de producción, el ACT puede modificar muy poco ese conocimiento, generalizando y discriminando sus producciones por mecanismos parcialmente aleatorios. Pero ¿de donde se procede ese conocimiento inicial?. Es difícil llegar desde la cruda ignorancia al nivel de experto en un dominio mediante inducciones no restringidas. Además de iniciarse ese viaje con tan escaso motor, conduciría a cualquier sitio menos a la de un experto. Solo si suponemos una serie de conocimientos iniciales en el, los mecanismos inductivos van a tener algún poder explicativo, esto parece ser reconocido por ANDERSON, cuando señala que el único mecanismo que proporciona al sistema de conocimientos auténticamente nuevos es la designación de recientes conocimientos declarativos, en otras palabras, consiste en copiar un conocimiento que está allí

afuera (aunque él no lo diga con claridad) el reconocimiento auténticamente nuevo en el ACT es el que podemos introducir por medio del teclado de la computadora.

Teoría de los Esquemas

El concepto de que esquema tiene una larga tradición no sólo la psicología (BARTLETT, 1982 y PIAGET, 1936) si no en la propia filosofía, en la que fuera usado por KANT (1781).

Recientemente los sistemas han sido recuperados por la psicología cognitiva actual, si bien el enfoque moderno del tema difieren en algunos puntos, el nuevo concepto tiene un origen computacional. Más concretamente, ha sido recuperado en el marco de la inteligencia artificial.

En cierto sentido, los esquemas son los conceptos que dispone el sistema de procesamiento. Citaremos a DAVID RUMELHART (1984, pag. 163) “un esquema es una estructura de datos para presentar conceptos genéricos almacenados en la memoria”, el nos brinda una clara definición siendo tal vez el autor mas influyente de esta teoría. Por eso, puede considerarse una teoría de la representación y utilización de los conceptos almacenados en la memoria. Por lo tanto, al igual que con la teoría el ACT, se trata de una teoría general de procesamiento. Según teóricos de los esquemas todo procesamiento de información depende de la activación de esquemas. Como es característico del procesamiento información, el aprendizaje depende de la memoria, pero lo inverso no siempre sucede.

En su calidad de conceptos representacional, los esquemas han tenido una notable aceptación, por esa razón, hay diversos tipos de esquema, que varían en la misma medida que los dominios a que se le aplican. Por eso por encima de las diferencias entre las diversas teoría de los esquemas, todas esas comparten ciertos supuestos comunes con respecto a la forma en que se representa la información en la

memoria. Tal vez la teoría que desarrolla esos rasgos comunes es la proposicional de RUMELHART y colaboradores.

Teoría General de los esquemas

Según RUMELHART (1981,1984) , la teoría de los sistemas se ocupa de un modo general de cómo se representa el conocimiento y de cómo se usa el conocimiento almacenado. La unidad básica de procesamiento serían los esquemas, consistentes en paquetes de información sobre conceptos genéricos, estos son unidades molares relativamente complejas los esquemas no son atómicos. “Un esquema contiene, como parte de su especificación, la red de interrelaciones que se cree normalmente existe entre lo constituyentes del concepto en cuestión “(RUMELHART y ANTONY,1977, pag. 118). Según esta cita, “un esquema es un concepto de un objeto, persona o situación cuyo rasgo que lo constituyen se corresponde con los atributos del concepto”.

Cada vez que se actualiza un esquema, existen ciertos rasgos diferenciales que sin embargo no dificulta la aplicación del mismo. RUMELHART considera que los esquemas son como el guión de un juego, teoría o como procedimientos efectivos.

Una de las características de los esquemas es su posición con respecto a la distinción entre conocimiento declarativo y procedural. Aunque las características del conocimiento procedural parecen asemejarse mas al funcionamiento cognitivo humano, las representaciones resultan difícilmente auto modificables. Por eso la necesidad de considerar los procesos de aprendizaje de los esquemas que obliga a dotarles también de un carácter declarativo. Aunque los conocimientos sean distintos no es necesario postular un tipo de representación para cada uno. El “saber que” y el “saber cómo” no serían sino dos usos distintos de la misma representación del conocimiento en forma de esquema. En otras palabras, la naturaleza flexible de los esquemas les permite utilizar tanto el modo declarativo como el procedural. En definitiva los esquemas son “paquetes de conocimiento en los que, además del

propio reconocimiento hay información sobre cómo debe usarse el conocimiento” (RUMELHART y ORTONY , 1977)

Ellos representan un esquema de “dar”. Analizando este esquema podemos diferenciar 4 características fundamentales como sistemas de representación:

- 1) Los esquemas tienen variables
- 2) Pueden encajarse unos a otros
- 3) Representan conceptos genéricos que varían en sus niveles de abstracción
- 4) Representan conocimientos mas que definiciones.

La palabra el centro del cuadro representa el nombre o etiqueta verbal del esquema (“dar”). Las fechas representan las relaciones entre los nodos componentes del esquema. Entre esos nodos, aquellos situados dentro del círculo son los subesquemas. Existen además componente variables, con valores no precisos, representados por la letras X, Y, Z. En el caso del esquema “dar” , estas variables son el sujeto que da (“donante”), el sujeto que recibe (“receptor”) y el “objeto dado”. El reto de los componentes del esquema permanece constante, estos tres elementos pueden variar su valores de una aplicación a otra del esquema. Son, las variables tanto del esquema general como de los subesquemas jerárquicamente dependientes de el. Pero el esquema suele tener una series de restricciones con respecto a los posibles valores de las variables. Por ejemplo, tanto el donante como el receptor son seres dotados de voluntad. Estas restricciones, no sólo rigen el campo de valor, sino que además será actuar como “valores por defecto” en caso de no tener información suficiente sobre la actualización de un esquema. Así, por ejemplo, si oímos a una persona preguntarle a otra ¿le ha dado? suponemos por defecto del receptor es otro ser humano. Aunque la activación del valores pueden conducir a errores (preguntar si le ha dado comida a su mascota) que permite activar los esquemas ante valores ausentes. Estos valores se determinan por procesos que infieren en la relación entre las variables (si el donante es un niño de tres años es probable que el receptor se una su juguete favorito).

Estos procesos depende en gran medida de los conocimientos almacenados en el sistema, es decir, de la relación de este esquema con el resto de los esquemas. RUMELHART Y ORTONY (1977) piensan que los esquemas se relacionan unos con otros, así el esquema “dar” esta compuesto por subesquemas (“causar”, “obtener”). Así, un esquema es una organización jerárquica del conocimiento, donde las unidades mas globales se pueden subdividir en otras mas simples, que serian semánticamente sus referentes.

El carácter jerárquico de la organización de los esquemas conlleva a la existencia y conceptos genéricos de diverso nivel de abstracción.

Los esquemas tienen un último rasgo relevante, no son definiciones clásicas o “entradas de diccionario” de los conceptos, sino que representa el conocimiento para su uso flexible al tener variables cuyos valores si cambian en cada caso según ciertas restricciones o probabilidades que pueden cambiar por defecto, los esquemas son representaciones prototípica de los conceptos. Teniendo en cuenta que el significado de los valores ausentes se activa por procesos interferenciales, un esquema no contiene solo conocimiento verbal estable sino también procedimientos efectivos para su aplicación a contextos concretos.

Una diferencia concreta entre los mecanismos aprendizaje postulados en el ACT, es que, los esquemas no tienen su origen en una fundamentación empírica sino lógica. Esto implica una diferencia muy importante, ya que, como consecuencia los mecanismos de aprendizaje de esquemas van a carecer de la precisión y coherencia teórica que tenía el modelo ACT. ANDERSON (1983) se limita a proponer aquellos mecanismos que son computacionalmente posibles en el ACT mientras que RUMELHART Y NORMAN (1978) formulan los mecanismos que un sistema cognitivo debería tener para adquirir esquemas semánticamente complejos, pero sin que estos mecanismos estén actualizados en un programa de computadora. Desde un punto de vista lógico pueden distinguirse tres tipos de aprendizaje: el crecimiento, la reestructuración y el ajuste. Mediante el crecimiento se acumula nueva información

en los esquemas existentes. Las leyes que rigen este crecimiento son asociativas: siempre que se encuentra una nueva información, se supone que se guarda la memoria alguna huella del proceso de comprensión. Esta huella de memoria es la base del recuerdo. Generalmente, se supone que éstas son copias parciales del esquema original actualizado” (RUMELHART, 1984 pag. 181). El crecimiento es el mecanismo básico por el cual los sistemas adquieren base de datos, con las que rellena las variables de los esquemas y es ante todo un aprendizaje de hechos que no difiere en lo esencial de los clásicos procesos de aprendizaje por asociación.

Cuando los esquemas disponibles no bastan para comprender o interpretar una situación es necesario generar nuevos esquemas o modificar existentes, la modificación o evolución de los sistemas disponibles tiene lugar mediante el proceso ajuste. Se utiliza cuando, para formar un nuevo esquema, basta con realizar modificaciones en las variables y constantes de un esquema sin que sea necesario cambiar la estructura interna el mismo. Este ajuste puede ser producido de 3 formas. En primer lugar, un esquema se puede ajustar mediante modificación de valores por defecto de un esquema sumado a la experiencia nueva. Un segundo ajuste consiste en la generalización del concepto al sustituir un valor constante el esquema por una variable. El tercer ajuste es por especialización del concepto, y se produce a sustituir una variable del esquema por una constante.

Este ajuste en la práctica nos da como resultado la modificación del campo aplicación de un esquema que en realidad se traducen en producción de nuevos esquemas, esto toma el nombre de reestructuración, que consiste en “la formación de estructuras conceptuales o nuevas formas de concebir las cosas” (NORMAN, 1982, pag.111).

Esto obliga a formularnos la siguiente pregunta ¿cómo se forman los esquemas nuevos a partir de las precedentes? RUMELHART Y NORMAN (1978) postulan que surge de dos formas. La primera mediante una generación pautada del nuevos esquemas que consiste en una copia con modificaciones de un esquema anterior. Este

se forma de manera análoga, ejemplo: si un niño no entiende lo que es una camioneta, podemos presentarle la analogía de que una camioneta es un auto más grande con diferentes detalles. Entonces se produce en el esquema una modificación , esta modificación puede ser de tres maneras distintas, por generalización, especialización o sustitución de variables antes desarrolladas.

El segundo mecanismo de reestructuración, la inducción de esquemas sería bastante más infrecuente. El estímulo para la formación de un nuevo esquema se produciría cuando se detecta que la configuración de esquemas ocurre sistemáticamente según cierta ordenes o pautas espacio-temporales. Se trataría entonces de un modo aprendizaje por contigüidad. Pero esta detección de contingencias entre esquemas requiere mecanismos que carece el sistema de esquemas, por lo que la intención es un mecanismo poco frecuente de generación de esquemas. La dificultad de la inducción reside en el descubrimiento de regularidades en la aplicación de esquemas próximos en el espacio o el tiempo.

Segun RUMELHART y NORMAN (1978), el crecimiento, la reestructuración y el ajuste coexisten e interactúan durante todo el ciclo aprendizaje de un sistema jerarquizado de conceptos.

TEORIAS DEL APRENDIZAJE BASADAS EN REESTRUCTURACIÓN

Mucho tiempo ha pasado después del triunfo de la revolución psicológica, aun así los manuales sobre aprendizaje siguen teniendo una orientación más solitariamente conductual. Aunque en los años posteriores comenzaron a surgir teorías del aprendizaje basadas en procesamiento de información que pueden considerarse como versiones sofisticadas del conductismo.

Pero el procesamiento de información, si bien es la corriente dominante de la psicología cognitiva, no agota todas las posibilidades del enfoque cognitivo, de hecho, se puede hablar de la existencia de dos tradiciones cognitivas distintas. Una, dominante, de naturaleza mecanicista y asociacionista, representada actualmente por el procesamiento de información. Y la otra comadre, de carácter organicista y estructuralista, que se remonta a la psicología europea de entreguerras, cuyos autores más relevantes son PIAGET, VYGOTSKII y BARTLETT o escuela GESTALT. Pasamos a desarrollar cada una de ellas con sus enfoques y visión sobre el aprendizaje.

Gestalt y el aprendizaje por “insight”

La escuela GESTALT (termino alemán que significa configuración o forma) surge en el contexto de la psicología de comienzos del siglo y constituye, sin duda, un caso paradigmático respuesta organicista europea a la crisis que entonces padecía la psicología.

Mientras la psicología americana, influenciada de las concepciones empíricas, se mantenía dentro del asociacionismo pero renunciando al estudio de los procesos

mentales superiores, un grupo de psicólogos alemanes cuya cabeza estaban KOLER Y WERTHEIMER botaron por seguir estudiando esos procesos mentales superiores pero rechazando el enfoque asociacionista del estructuralismo.

Las ideas que presiden a la obra de la GESTALT son totalmente opuestas a los principios del asociacionismo. Estas ideas se podrían definirse como anti atomistas (rechazando la concepción de conocimiento como suma de partes ya preexistentes) y estructuralistas (conciben a la estructura como la unidad mínima de análisis). Básicamente, se rechaza formalmente la idea de que el conocimiento tiene una naturaleza acumulativa o cuantitativa, de forma que cualquier actividad o conducta puede descomponerse una serie partes arbitrariamente separadas, citamos a KHOLER (1929, pag. 205) para explicar esta idea: “nadie puede comprender una partida de ajedrez si únicamente observar los movimientos que se verifican en una esquina del tablero”.

La GESTALT pone mucho énfasis en la importancia de la comprensión mas que a la acumulación de conocimientos, por eso se hizo distinción entre pensamiento reproductivo y pensamiento reproductivo. El pensamiento reproductivo sería aquel al cual se le aplican destrezas o conocimientos adquiridos con anterioridad a situaciones nuevas. En cambio el pensamiento productivo sería aquel que implica el descubrimiento de una organización conceptual con respecto a un problema, la comprensión real del mismo. La ventaja de la comprensión de un problema frente al aprendizaje memorístico productivo, es que la verdadera comprensión resulta más fácil de generalizar que otros problemas estructuralmente similares.

Lo fundamental, entonces (segun WERTHEIMER, 1945) reside en que para obtener las solución productiva a un problema y comprenderlo realmente es necesario captar lo rasgos estructurales de la situación más allá de los elementos que la componen. En conclusión, la solución de problemas y de aprendizaje no se obtendrían por la sucesión de elementos próximos entre sí, sino de la comprensión de la estructura global de las situaciones.

Entonces, cómo se produce esa reestructuración? Los gestalistas creen que la reestructuración tiene lugar por por “insight” o comprensión súbita del problema. En sus clásicos estudios realizados con monos, KHOLER (1921) observó como resolvían los sujetos un problema significativo para ellos : estando encerrados en una caja en que hay unos cestos quieren agarrar unos plátanos colgados del techo que están lejos de su alcance. Los monos, tras varios intentos fallidos y un periodo de reflexión, acaban por amontonar los cestos y subidos a ellos alcanzan los plátanos. Entonces, KHOLER determinó que sus monos aprenden reorganizando los elementos del problema tras una profunda reflexión.

WHERTHEIMER (1945) considera que a cada uno de los mecanismos de aprendizaje asociativo le corresponde un mecanismo alternativo en las concepciones gestalista. Así, la asociación dejaría de ser un enlace “ciego” de elementos a la estructura, sino para interpretarse como la comprensión de la relación estructural entre una serie de elementos que se requieren unos a otros.

Una consecuencia importante es que, en el enfoque de esta lista el sujeto aprende reinterpretando fracasos y no sólo a través del éxito, si bien también puede aprender del éxito, si es capaz de comprender las razones estructurales que lo han hecho posible.

Ahora bien, la pregunta fundamental es ¿cuáles son las condiciones necesarias para que se produzca insight? En este punto la GESTALT formula respuestas muy vagas. Mientras algunos afirman que es un proceso repentino o inmediato, otros aseguran que puede existir un largo periodo previo de preparación. En otras palabras, la GESTALT no proporciona una explicación sobre la influencia de la experiencia basada en la comprensión súbita de un problema.

Junto a esta, existen otras críticas importantes a este movimiento. Ya VYGOTSKII (1934) criticaba a esta incapacidad para explicar los aspectos

semánticos reconocimiento. Los centralistas no podían distinguir entre percepción y pensamientos, entonces según VYGOTSKII la toma de conciencia o insight adquiere dimensiones distintas en uno y en otro caso. La toma de conciencia conceptual requiere una reflexión sobre propio pensamiento que no está necesariamente presente en el insight perceptivo. Por un lado, existen serias dudas de que ciertos tipos de conocimiento (por ejemplo una lengua extranjera o las habilidades de lectoescritura) pueda adquirirse mediante insight (GAGNE, 1965). De todos modos, la propia noción de comprensión súbita es, cuando menos, ambigua según VYGOTSKII.

Teoría de Equilibrio de Piaget

¿Cuándo tenemos la certeza del aprendizaje de los alumnos? de acuerdo al Dr. PIAGET la asimilación de la situación problemática demandará una acomodación para superar la misma y por ende para construir su aprendizaje. El aprendizaje es en definitiva un proceso continuo de equilibración (adaptación, asimilación y acomodación) que se produce entre el sujeto cognoscente y el objeto por conocer.

A continuación se reproduce la teoría que sustenta la pregunta anterior.

Según PIAGET “para presentar una noción adecuada del aprendizaje, hay primero que explicar cómo procede el sujeto para construir e inventar, no simplemente cómo repite y copia” (PIAGET, 1970, pág. 27). Esta posición conduce a un intento de reducir el aprendizaje asociativo a una situación especial de aprendizaje por reestructuración, reducción que tendrá importantes consecuencias para la teoría piagetiana del aprendizaje.

La noción de equilibrio queda así ligada a la de reversibilidad y también a la de autorregulación. En este sentido dirá: “el progreso de los conocimientos no se debe a una programación hereditaria innata ni a una acumulación de experiencias empíricas, sino que es el resultado de una autorregulación, a la que podemos llamar equilibración”. Motivado a esto, el autor está regido por un proceso de equilibración que según los autores DEWEY, FREUD y W. JAMES, además de la escuela de la

GESTALT consideran que el comportamiento y el aprendizaje humanos deben interpretarse en términos de equilibrio, así, el aprendizaje se produciría cuando tuviera lugar un desequilibrio o un conflicto cognitivo.

Esto lleva al autor a realizar una pregunta ¿Qué es lo que esta en equilibrio?

Según PIAGET, son dos procesos complementarios: la asimilación y la acomodación definiendo la asimilación como el proceso cognoscitivo mediante el cual las personas integran nuevos elementos preceptuales, motores o conceptuales a los esquemas o patrones de conducta existente “la asimilación es la integración de elementos exteriores a estructuras en evolución o ya acabadas en el organismo” (PIAGET,1970 pag. 18). En teoría, la asimilación no provoca un cambio de esquemas pero sí condiciona su crecimiento y, en consecuencia, forma parte del desarrollo. Es una parte del proceso mediante el cual el individuo se adapta cognoscitivamente y organiza el medio. El proceso de asimilación da pauta a que crezcan los esquemas, pero no explica el cambio de estos.

Ahora bien, si el conocimiento se basara solo en la asimilación, viviríamos en un mundo de fantasías y fabulaciones. Las cosas solo serian si nosotros las pretendiéramos o imaginemos. Aunque se imponga de nuestra parte el significado del mundo, el mundo se rige por leyes propias. Lo que nos conduciría equivocaciones constantes. Es necesario, por ello, un proceso complementario, que PIAGET denomina acomodación.

La acomodación implica una modificación de la organización actual en respuesta a las demandas del medio. Es el proceso mediante el cual el sujeto se ajusta a las condiciones externas. “Llamaremos acomodación a cualquier modificación de un esquema asimilado o de una estructura, modificación causada por los elementos que la asimilan” (PIAGET 1970, pag. 19). La acomodación no sólo aparece como necesidad de someterse al medio, sino se hace necesaria también para poder coordinar los diversos esquemas de asimilación. Del mismo modo, el bebé que es

capaz de ver pero no de mirar, adquiere los esquemas de mirada modificando sus esquemas de asimilación iniciales a medida que fija su vista en los objetos y la adapta a la forma y movimiento de éstos.

PIAGET (1970) elaboró, a lo largo de su obra, varios modelos del funcionamiento de ese proceso de equilibración. En el último de ellos (PIAGET, 1975; COLL, 1983; HAROUTOUNIAN, 1983; VUYK, 1980) sostiene que el equilibrio entre asimilación y acomodación se produce (y se rompe) en tres niveles de complejidad creciente:

1) En el primer nivel, los esquemas que posee el sujeto deben estar en equilibrio con los objetos que asimilan. Así, cuando la "conducta" de un objeto por ej. un camión que flota no se ajusta a las predicciones de la persona, se produce un desequilibrio entre sus esquemas de conocimiento es el peso absoluto el que determina la flotación de los cuerpos (CARRETERO, 1984) y los hechos que asimilan.

2) En este segundo nivel, tiene que existir un equilibrio entre los diversos esquemas del sujeto, que deben asimilarse y acomodarse recíprocamente. De lo contrario, se produce un "conflicto cognitivo" o desequilibrio entre dos esquemas. Así sucede, por ejemplo, con las personas que piensan que la fuerza de la gravedad es la misma para todos los cuerpos y sin embargo, los objetos más pesados caen más deprisa (POZO, 1987a, 1987c).

3) Por último, el nivel superior del equilibrio consiste en la integración jerárquica de esquemas previamente diferenciados. Así, por ejemplo, cuando un sujeto adquiere el concepto de fuerza, debe relacionarlo con otros conceptos que ya posee (masa, movimiento, energía) integrándolo en una nueva estructura de conceptos (POZO, 1987a; WEST y PINES, 1985). En este caso, la acomodación de un esquema produce cambios en el resto de los esquemas asimiladores. De no ser así, se producirán continuos desequilibrios o conflictos entre esos esquemas.

Es obvio que estos tres niveles de equilibrio están jerárquicamente integrados. Un desequilibrio en el tercer nivel acabará produciendo conflictos en el segundo y en el primero. Pero en los tres casos los desequilibrios muestran la insuficiencia de los esquemas disponibles para asimilar la información presentada y, por tanto, la necesidad de acomodar esos esquemas para recuperar el equilibrio. Pero ¿cómo se superan esos desequilibrios?

Las respuestas serían aquellas en las que el sujeto es consciente de la perturbación e intenta resolverla. Las respuestas adaptativas pueden ser de tres tipos:

- La regulación de la perturbación no se traduce en un cambio del sistema de conocimientos, ya sea porque es muy leve y puede ser corregida sin modificar el sistema o porque, siendo fuerte, se ignora o no se considera (respuestas alfa)
- El elemento perturbador se integra en el sistema de conocimientos, pero como un caso más de variación en el interior de la estructura organizada (respuesta beta).
- Hay una anticipación de las posibles variaciones que dejan de ser perturbaciones para convertirse en parte del juego de transformaciones del sistema (respuesta gamma).

Según PIAGET (1975), estas respuestas poseen una eficacia ascendente, de modo que las respuestas gamma dan lugar a una profunda reestructuración de los conocimientos y, por tanto, permiten acceder a niveles superiores de equilibrio.

De acuerdo a los postulados de PIAGET, podríamos decir que su teoría del aprendizaje se ha visto obligada a enfrentarse a dos tipos de conflictos. Por un lado, existen pruebas empíricas en contra de la noción piagetiana del aprendizaje como un sucedáneo del desarrollo y, por otro, hay claros problemas teóricos en el modelo de aprendizaje por equilibración defendido por él, de los cuales uno de los más graves problemas a que se enfrenta la teoría piagetiana de la equilibración es que supuestamente debe explicar la aparición de estructuras generales de conocimiento que poseen un carácter necesario o universal. En sus propias palabras citamos: “el

problema central es el de comprender cómo se efectúan tales creaciones (las estructuras cognitivas) y por qué siendo consecuencia de construcciones no predeterminadas pueden durante el camino hacerse lógicamente necesarias” (PIAGET, 1979, pág. 51).

Por consiguiente, el aprendizaje de conceptos sólo puede explicarse desde posiciones que establezcan una interacción efectiva entre asociación y reestructuración. La posición de PIAGET a este respecto resulta poco satisfactoria y, en último caso, da lugar a graves problemas cuando se trata de trasladar su teoría del aprendizaje al aula. La defensa a ultranza de la enseñanza por descubrimiento es una muestra más de la confusión entre aprendizajes naturales y artificiales en la obra de PIAGET.

Según su célebre frase, tantas veces repetida, “cada vez que se le enseña prematuramente a un niño algo que hubiera podido descubrir sólo, se le impide a ese niño inventarlo y, en consecuencia, entenderlo completamente” PIAGET, (1970) logra equiparar el concepto de descubrimiento o invención con reestructuración.

Teoría del aprendizaje de Vigotskii

En el caso del aprendizaje, y desde nuestra perspectiva actual, esta fusión pasa por la integración de los procesos de asociación y reestructuración en una teoría unitaria del aprendizaje. Pero esa integración, no puede realizarse en un plano de igualdad. VYGOTZKII era consciente de ello. De hecho, su posición con respecto al aprendizaje está más próxima a los supuestos organicista que a los mecanicistas (análisis por globalidades en lugar de por elementos, carácter cualitativo del cambio en lugar de cuantitativo, procesos conscientes y no sólo automáticos, etc.). En este sentido, puede considerarse la teoría de él como una variante del enfoque organicista (PEREZ PE REIRA, 1987). Pero, a diferencia de otras posiciones igualmente organicistas, como las de PIAGET o las de la GESTALT, no va a negar por principio la importancia del aprendizaje asociativo, aunque coincide con esos autores en que se

trata de un mecanismo claramente insuficiente. Es lamentable, como veremos más adelante, que, aunque VYGOTZKII no niega los aprendizajes asociativos, no llegue a desarrollar suficientemente cómo interactúan con los procesos más complejos del aprendizaje por reestructuración.

Para llevar a cabo su proyecto reconciliador, VYGOTZKII (1978) considera necesario partir de una unidad de análisis distinta de la clásica asociación E-R (estímulo-respuesta). Frente a la idea reactiva del concepto de reflejo, propone, basándose en la concepción que tenía ENGELS de la actividad como motor de la humanización, una psicología basada en la actividad. Al basar su psicología en el concepto de actividad, considera que el hombre no se limita a responder a los estímulos sino que actúa sobre ellos, transformándolos. Ello es posible gracias a la mediación de instrumentos que se interponen entre el estímulo y la respuesta. Frente a las cadenas de estímulos y respuestas se opone un ciclo de actividad en el que, gracias al uso de instrumentos mediadores, el sujeto modifica el estímulo; no se limita a responder ante su presencia de modo reflejo o mecánico sino que actúa sobre él. La actividad es un proceso de transformación del medio a través del uso de instrumentos. (figura 1)

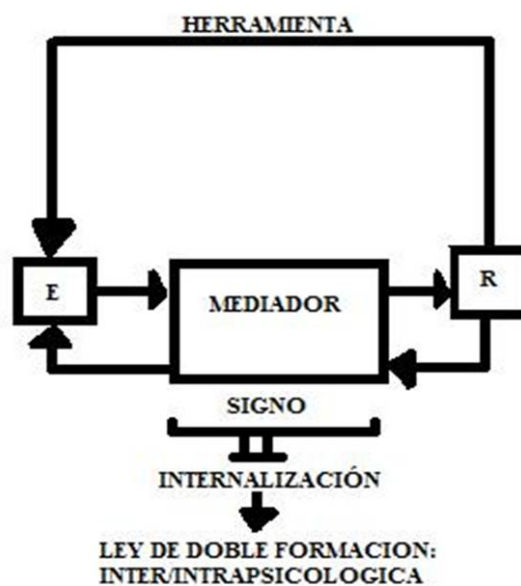


Figura 1

VYGOTZKII (1978) distingue dos clases de instrumentos en función del tipo de actividad que hacen posible. El tipo más simple de instrumento sería la “herramienta” que actúa materialmente sobre el estímulo, modificándolo. Pero, a diferencia de la herramienta, el signo no modifica materialmente el estímulo sino que modifica a la persona que lo utiliza como mediador y, en definitiva, actúa sobre la interacción de esa persona con su entorno. Para explicar la diferencia entre ambos citamos: “La función de la herramienta no es otra que la de servir de conductor de la influencia humana en el objeto de la actividad, se halla externamente orientada y debe acarrear cambios en los objetos. Es un medio a través del cual la actividad humana externa aspira a dominar y triunfar sobre la naturaleza. Por otro lado, el signo no cambia absolutamente nada en el objeto de una operación psicológica. Así pues, se trata de un medio de actividad interna que aspira a dominarse a sí mismo; el signo, por consiguiente, está internamente orientado”.(VYGOTZKII ,1978 pag. 91).

El lenguaje y su papel en el aprendizaje

El papel regulador del lenguaje en el comportamiento humano ha sido fundamental de las primeras etapas de la vida del niño. LURIA (1902-1977) ha mostrado como el comportamiento infantil esta continuamente regulado por las indicaciones verbales de los adultos que los rodean. Claramente, esta regulación del comportamiento toma un carácter bien preciso en el en lo que concierne al establecimiento de instrucciones que dirigen procesos de aprendizaje.

Remodelar el comportamiento por medio del lenguaje no es otra cosa que sustituir comportamientos estabilizados por otro que no lo son frente a las exigencias del medio. LURIA ha señalado como hay una etapa crítica en evolución del niño (4-5 años) en la que mediante adecuados experimentos se puede mostrar el papel rector sobre comportamiento los estímulos del primer sistema de señales al segundo. En otras palabras la toma de rol dominante es del control de comportamiento, y los estímulos sensorio-perceptivos del lenguaje.

A medida que lenguaje va teniendo un papel dominante en el niño (interiorización completa del lenguaje interno, 7-8 años aproximadamente) su papel como mediador de los procesos aprendizaje se hace más y más relevante.

Los procesos de aprendizaje en este caso no tienen carácter ortodoxo en el jardín de infantes o en los primeros grados. Por el contrario, esta remodelación del comportamiento se da en la circunstancias más diversas de la vida del niño. La facilidad imitativa, A la vez que las diversas motivaciones de su vida (el juego, el televisor o lo libro de figuritas y cómics) crean procesos de aprendizaje que esa desarrollan nuevos comportamientos estabilizados. Para dicha estabilización el lenguaje va a tomar un rol muy importante. Las instrucciones que se dan son rechazadas o aceptadas por el niño, en cualquiera de los casos tienen a reforzar aspectos de su comportamiento.

Esta relación es más clara en el aprendizaje pedagógico. Es un hecho de observación corriente que le jardín de infantes es tanto la instrucción de la maestra como las objeciones de los compañeritos el factor regulador de la actividad del niño. Lo mismo pasa en las actividades grado. También es la actividad verbal de la maestra o los compañeros que actúa como refuerzo positivo o negativo para determinar que se consolide o no determinado proceso aprendizaje.

La consideración de que el lenguaje, en su carácter de instrumento puede actuar en cualquiera de los sentidos, es decir, contribuyendo a cambiar una conducta o mantenerla, rigidez aún, No debe ser dejada de lado si se desea comprender que carácter es el papel mediador que tienen lenguaje para el aprendizaje.

CONTROL MOTOR

Existen un grupo de teorías que se definen como un grupo de ideas abstractas que pretenden explicar el proceso natural de la adquisición de movimiento y su modificación.

Las teorías de categoría incluidas bajo en nombre de “Procesamiento de información” explican el control motor en términos de transformación del flujo de información en el SNC. Estas teorías se basan en la anatomía, la fisiología y la información que se produce en los en las computadoras.

Las teorías categorizadas así como “teorías de acción” incluyen sistemas que son menos dependientes del almacenamiento de información y de un centro de la presentación de los movimientos, destacan el papel del medio ambiente en la generación en movimiento. Algunas se basan en la suposición de que los movimientos son una característica intrínseca emergente de la dinámica entre el sistema físico compuesto por el organismo y su medio ambiente, estos modelos son los que están dominando los paradigmas en este campo.

1.1 Teorías Incompletas y Modelos básicos

1.1 A Teoria de los reflejos

Al no ser un modelo desarrollado, es un aporte destacado en el campo de la fisiología del acto motor, realizada por SHERRINGTON (1857-1952) y creemos que es sumamente nutritivo para el desarrollo de nuestro trabajo, ya que, este autor ha realizado numerosos e intrascendentes trabajos sobre actos reflejos y propiocepcion.

El reflejo se describe como la unidad esencial del control motor. El ambiente genera una serie de estímulos recogidos por los receptores, lo que provoca una respuesta ajustada al estímulo. Su ingeniosa descripción continua aun influyendo en los conceptos del control motor. Es la principal influencia terapéutica se centraliza en la regulación de los efectos de los reflejos en el transcurso de las tareas motoras.

1.1 B Control Balístico

Describe un control motor que se inicia con la salvación del resultado final deseado y en el cual un controlador se encarga de dirigir un patrón apropiado de órdenes, que determinan los programas motores adecuados para diferentes acciones. Estas órdenes producen un resultado real mediante su efecto en las estructuras efectoras. Si el controlador funciona bien, el resultado real será igual al deseado. Este modelo de control motor es muy simple pero su problema fundamental es que es vulnerable al ruido (cualquier interrupción así que el resultado real sea diferente por el controlador) lo que determina que el resultado de las órdenes siempre sea distinto.

1.1 C Biofeedback o Anteroalimentacion Parametrica

Surge como una manera de controlar el ruido en el sistema de control balístico. Éste se controla mediante cierta clase de radar que monitorear ruido antes de que afecta sistema, y emplea esta información para modificar los parámetros del

controlador, claramente este tipo de regulación fracasa debido a que hay múltiples interrupciones impredecibles.

1.1 D Retroalimentación paramétrica

Sistema que aprende de sus propios errores. Precisa dos componentes nuevos, un comparador, (compara el resultado real con el deseado) y la señal de error que es una medida del grado de buen funcionamiento del sistema. Esta señal de error se usa para modificar los parámetros del controlador, pero no se interesa en determinar cuál es la clase de ruido causante del problema. No necesita controlar programas listos, puede empezar con programas simples y generales, después refinarlos con la práctica. Aunque estos dos sistemas puedan mejorar mucho el desempeño de los sistemas de control balístico, no son perfectos, debido a que el controlador necesita haber adquirido conocimiento de cómo se comporta el sistema efector en respuesta a cualquier orden enviada hacia él y conservar esa información actualizada. Además la retroalimentación paramétrica sólo se corrige después del acontecimiento (prueba y error).

1.1 E Retroalimentación Directa

Se vigila, monitoriza y compara el resultado deseado, que se comparará en todo momento con el resultado real acontecido. La señal de error se usa directamente como referencia hacia el controlador y se le dan órdenes motoras con la función de reducir la diferencia del resultado real y el deseado, en lugar de usarse para cambiar los parámetros. En el sistema, en vez de calcular qué hacer se especifica en qué se desea y el sistema hace todo lo demás por sí mismo. La ventaja es, que son prácticamente inmunes a las interferencias del ambiente. Si ocurre algo inesperado que trastorne las relaciones entre el orden y la ejecución, se notará de inmediato y se generarán las órdenes apropiadas para alcanzar el resultado deseado. La debilidad de este sistema es que su funcionamiento apropiado depende de la forma crítica de la rapidez y confiabilidad de la información que recibe el comparador sobre el progreso

de la acción. A diferencia, en los sistemas fisiológicos los procesos sensitivos y los receptores pueden ser muy lentos, esto puede generar un problema: en vez de responder al error recibido, se responderá al error informado anteriormente.

1.1 F Retroalimentación interna

Sabemos que este tipo de control implica que es difícil obtener retroalimentación informativa sobre resultados reales con la suficiente rapidez para que pueda usarse durante una acción. Sin embargo puede ser posible. El secreto sería predecir cuál será el resultado de una orden antes de que se produzca el efecto real. El resultado deseado de retroalimentación interna se compara con el resultado previsto o previsible, que se obtiene al enviar una copia de las órdenes motoras o modelo neural (experiencia acumulada) de las propiedades mecánicas del cuerpo. El sistema reaccionaría con modificaciones correctoras en el caso de producirse percepciones sensitivas y sensoriales que informan modificaciones que no conducirían al efecto deseado. Este sistema es altamente eficaz y eficiente, pero hace muy difícil la interpretación de los resultados de una estimulación experimental o de una lesión que modifica el comportamiento motor, por lo tanto es difícil su comprobación empírica.

1.1 G Modelos Jerárquicos

Una premisa de la estructura jerárquica es que la organización del sistema nervioso es de arriba a abajo. La idea principal de RUDOLF MAGNUS (1987) es : “la respuesta motora está mediada por un control central cortical. Estima la existencia de un centro o varios centros en sistema nervioso central a nivel cortical. Estos centros almacenan la información y realizar los planes de movimiento encargados de los centros inferiores, que pueden actuar de forma independiente incluso sin referencias del entorno”. Los partidarios de este punto de vista consideran que el control adaptativo de los movimientos complejos es realizado por la corteza, y que el control más automático de funciones mas simples se producen a niveles inferiores el sistema nervioso.

En los modelos jerárquicos el énfasis es el conocimiento y la aprendizaje del movimiento a través de la experiencia acumulada (entrenamiento) y de la intención, y suponen que se producen cambios de la estructura interna con el aprendizaje. Estas hipótesis son congruentes con la práctica clínica, ya que se espera que los pacientes recuerden algunos aspectos de un movimiento practicado en la última sesión terapéutica.

1.2 Teorías Completas

1.2 A Teoría de Adams (bucle cerrado)

Jack Adams es un profesor de educación física e investigador, fue el primero en crear una teoría sobre el aprendizaje motor despertando mucho interés entre sus colegas en la década del 1970. Constituye la primera teoría contemporánea que describe cómo se aprenden las habilidades motrices. Fue concebida con la intención de ser una reacción contra postulados del conductismo sobre el aprendizaje motor, propone un modelo que viene a superar algunas de las limitaciones impuestas por el conductismo, especialmente la ley del efecto de THORNDIKE (según la cual el aprendizaje es una consecuencia del refuerzo de una conexión estímulo - respuesta).

Adams reacciona ante el carácter exclusivamente empírico de las teorías conductistas e intenta, por medio de un modelo explicar qué condiciones de práctica son las más favorables para aprender una habilidad motriz y qué procesos subyacentes a este aprendizaje.

Otra limitación impuesta por el conductismo es el concepto de equipotencialidad (capacidad de aprendizaje de manera similar en todas las especies). En respuesta a esto, ADAMS resalta el carácter cognitivo del aprendizaje motor humano.

Su teoría tiene un claro carácter cibernético, se resalta el papel activo del individuo que, más allá de responder a determinadas características del ambiente, intenta resolver los problemas que se le plantean.

El bucle cerrado o servosistema describe el control como autorregulación sin necesidad de agente externo, que se adapta por si misma a las variaciones del medio donde se encuentra.

El aspecto más interesante fue el concepto de proceso de bucle cerrado en el control motor; en dicho proceso, la retroalimentación (o feedback) sensorial es utilizada para la producción de un movimiento específico.

Esta teoría plantea la hipótesis que la retroalimentación sensorial que está produciendo el movimiento es comparada en el sistema nervioso con información previamente almacenada sobre el movimiento que se pretende ejecutar.

En este principio tiene coincidencia con la teoría de SHERRINGTON, donde postula la importancia del input sensorial para el control del movimiento.

ADAMS propone que, después de iniciar el movimiento a través de la memoria de reconocimiento, la memoria preceptiva toma control de este para poder detectar posibles errores en la ejecución. La capacidad correctora de memoria perceptiva se vuelve más fuerte con la práctica explicando la mejoría en un acto motor. Por lo tanto el proceso de aprendizaje motor puede ser visto como un proceso de potenciación gradual de actuación de la capacidad correctiva de memoria preceptiva y a su vez una disminución de las incorrecciones a medida que individuo va a llevando a cabo más movimientos correctos.

1.2 B Teoría del esquema de Schmidt

En 1970, frente a las limitaciones que planteaba la teoría de ADAMS sobre aprendizaje motor, SCHMIDT investigador del área de educación física, propuso una nueva teoría llamada teoría del esquema, esta teoría se basa en los procesos de control de bucle abierto y el concepto de programa motor.

La única pregunta que quedaba sin responder era cómo eran aprendidos estos programas motores. SCHMIDT, junto con otros investigadores, proponen que los programas motores no tienen movimientos específicos sino que contienen normas generalizadas para una clase específica de movimientos aplicables a varios contextos.

El concepto de esquema originalmente hace referencia a la representación abstracta almacenada en la memoria, tras las presentaciones múltiples de una clase de objeto, por ejemplo, después de ver varios tipos de autos, un individuo registra y almacena una figura abstracta, con características generales que presentan las cualidades de un automotor, de modo que cuando vuelva a ver un vehículo, a pesar de su marca, estilo, color o forma particular lo reconocerá como un auto.

Podríamos decir que la teoría del esquema de aprendizaje motor es equivalente a la teoría de programación motora del control motor, el eje central de ambas teorías es la generalización del programa motor. El programa motor generalizado (PGM) se refiere al contenido de las características necesarias para crear patrones espaciales de actividades necesarias para llevar a cabo un movimiento dado.

SCHMIDT propone que existen cuatro aspectos aptos a ser almacenados brevemente en la memoria de corto plazo tras realizar un movimiento:

- a) condiciones del movimiento inicial, como posición del cuerpo o los brazos
- b) parámetros utilizados en el P.G.M.
- c) los resultados del movimiento (feedback)

d) los resultados sensoriales del movimiento, en otras palabras como se sintió, sonó y se observó.

Esta información es almacenada en la memoria de corto plazo el tiempo suficiente para diagramas dos esquemas, el primero llamado esquema motor de aviso (recall schema motor) y el segundo llamado esquema de reconocimiento sensorial (sensorial recognition schema).

El esquema de aviso esta diagramado para dar una respuesta motora específica, según SCHMIDT, debe darse de la siguiente manera: cada vez que un individuo hace un movimiento con un objeto particular en mente utiliza un parámetro de movimiento que le proporciona un input determinado sobre la precisión de dicho objeto. Después de hacer movimientos distintos con diferentes parámetros se obtienen divergentes resultados, con todos esos resultados el sistema nervioso relaciona la magnitud del parámetro con el resultado del movimiento. Así cada movimiento añade un nuevo dato a los parámetros internos del sistema que redefine la norma. Después de cada movimiento las fuentes de información no son retenidas en el esquema, solo cuando se ha creado la norma (PMG).

El esquema de reconocimiento sensorial se utiliza para evaluar el resultado obtenido. Los resultados y movimientos previos similares son comparados con condiciones actuales del movimiento para así formar un esquema inicial de las consecuencias sensoriales que se espera obtener. Entonces se compara la información sensorial recolectada del movimiento llevado a cabo, para evaluar así la eficiencia del mismo.

Esta teoría concluye que el aprendizaje consiste en la actualización de esquemas de aviso y esquemas de reconocimiento sensorial que son llevados a cabo en cada movimiento.

Una de las predicciones que plantea SCHMIDT con esta teoría es que la variabilidad de la práctica podría mejorar el aprendizaje motor. Plantea que el aprendizaje está afectado, no solo por la extensión (duración) de la práctica, sino por la variabilidad (refiriéndose a la cantidad y calidad de la misma). Con el aumento de volumen de la práctica las características del programa motor generalizado (PGM) se harían más potentes.

Una segunda predicción postula que un movimiento particular puede ser ejecutado con precisión, incluso si nunca hubiera sido realizado antes, ya que podría estar basado en un esquema ya incluido creado como parte de la práctica de un movimiento anterior.

1.2 C Teoría ecológica

KART NEWELL se basó en las teorías ecológicas del control motor para crear una teoría del aprendizaje, basada en la búsqueda de estrategias.

Las teorías de ADAM y SCHMIDT proponían que la práctica generaba un cambio acumulativo y progresivo en la conducta debido a la actualización de programas motores.

NEWELL plantea el aprendizaje como un aumento de coordinación entre la percepción y la acción, de modo que sean congruentes con la tarea y las limitaciones del contexto en el que se realiza. Durante la práctica hay una selección de estrategias óptimas para realizar dicha tarea, esto incluye encontrar la respuesta motora apropiada y los elementos preceptivos necesarios (tacto, oído, vista etc.).

Es fundamental para la búsqueda de la mejor estrategia, la exploración del espacio de trabajo perceptivomotor, esto incluye la localización de todos los ítems perceptivos con el fin de obtener los más relevantes para la tarea en cuestión. Los ítems perceptivos que son críticos para realizar la tarea se denominan time

reguladores (regulatory cues). Por otro lado, las exploraciones espacio motor incluye la visualización de todo el espacio de trabajo, todos los movimientos posibles y sobre todo los más relevantes para realizar dicha tarea. En conclusión el movimiento específico sale de la relación entre estos dos ítems fundamentales.

Según esta teoría, la información perceptiva tiene diferentes funciones dentro del aprendizaje motor, una es la comprensión del objetivo de la tarea y la otra es la de los movimientos que deben ser aprendidos.

Otro papel importante es el de retroalimentación (feedback), tanto sea durante el movimiento (conocimiento de la ejecución o knowledge of performance) como después del mismo (conocimiento del resultado o knowledge results).

NEWELL investiga la forma de poder aumentar la capacidad de aprendizaje motor de un paciente. La primera forma consistiría en ayudar al paciente a comprender la naturaleza del espacio de trabajo perceptivomotor, la segunda sería entender las estrategias de búsqueda de manera natural para la exploración del espacio, así posteriormente brindarle información adicional para facilitar la búsqueda.

En resumen esta teoría más reciente pone énfasis en la actividad exploratoria dinámica del espacio de trabajo perceptivo motor, con la finalidad de crear correctas estrategias para realizar la tarea con la mayor eficiencia, eficacia y efectividad.

2. Teorías que relacionan el aprendizaje de las habilidades motoras

Estas teorías se centran en una visión temporal y describen de manera detallada las características del aprendizaje motor, comienzan con fases iniciales de adquisición de una nueva habilidad y su desarrollo a lo largo del tiempo.

2.A Modelo de las Tres Fases de Fitts y Posner

FITTS y POSNER, dos psicólogos investigadores en 1967 postularon una teoría del aprendizaje motor relacionada con las fases del control motor, que incluye el aprendizaje de una nueva habilidad.

La primera fase, llamada cognitiva se produce cuando el individuo puede comprender la tarea que desea realizar generando posibles estrategias y evaluando posibilidades para lograrla. Esto demanda gran capacidad e integridad cognitiva como la atención para poder lograrlo.

La segunda fase llamada asociativa, el individuo ha elegido la mejor estrategia posible para la realización de la tarea y comienza a perfeccionar su habilidad; durante esta fase hay poco desempeño y la mejora ocurre lento debido a que está tratando de realizar la estrategia seleccionada, lo verbal y cognitivo ya no es tan importante debido a que ya definió su estrategia. Esta fase puede durar días incluso meses, en función de la práctica y la capacidad de acción del propio individuo.

Luego en la tercer fase denominada autonómica, el individuo con la practica suficiente logra automatizar la nueva habilidad debido a su bajo grado atencional para desarrollarla, aquí entonces el individuo puede prestar atención en otros aspectos de su habilidad como evaluar el entorno ya sea por obstáculos que puedan impedir el desarrollo de esta o concentrarse en tareas secundarias como hablar o manipular objetos con sus manos.

Un ejemplo claro aplicable a esta teoría sería enseñarle a un paciente a llenar un vaso de agua. En la primera fase, el paciente necesitaría de toda su atención, comprensión y capacidad cognitiva para comprender la explicación de los pasos para poder cargar un vaso con agua.

Inicialmente cometerá muchos errores, llenándolo demasiado o errando en la dirección de la descarga, experimentando estrategias de movimiento para agarrar la jarra, dirigirla al vaso y descargar el agua.

En la segunda fase, si elige una estrategia óptima, los movimientos hacia el vaso ya pueden ser más precisos, logra la tarea sin implicar toda su atención en el proceso.

Ya en la tercera fase el paciente puede cargar agua con la jarra en una mano al mismo tiempo que sostiene el vaso con la otra mano y habla con el terapeuta.

2.B Modelo de Sistema de Tres Fases

Esta teoría está íntimamente relacionada con la teoría de BERSTEIN (sistemas del control motor), y postula que el eje principal de aprendizaje motor de una nueva habilidad está en la capacidad de controlar los grados de libertad articular.

Los grados de libertad de una articulación son definidos (según ZATSIORSKY, 1998) como las coordenadas independientes requeridas para caracterizar completamente un cuerpo, sistema o posición. Un solo grado de libertad entonces, puede ser definido como la forma independiente en que un cuerpo se mueve, ya sea en traslación o rotación. Un cuerpo suspendido en el aire tiene 6 grados de libertad máximos pues este puede trasladarse y rotar sobre tres ejes independientes (sagital, transversal, longitudinal y frontal).

Esta teoría postula que cuando un niño quiere aprender un gesto u habilidad los grados de libertad son restringidos con la finalidad de facilitar la tarea y que sea efectiva.

Un ejemplo de esto sería, si una persona quiere aprender a usar la sierra por primera vez, los músculos agonistas y antagonistas de la articulación de la muñeca estarán contraídos para estabilizar la muñeca que sostiene la herramienta. Los músculos agonistas y antagonistas del codo harán el mismo trabajo, incluso grupos musculares del hombro también limitarían algunos movimientos de esta articulación, como la aducción y abducción con el fin de controlar el movimiento de la sierra y poder cortar la madera. El individuo puede mejorar la operatividad del instrumento y ser efectivo (llegar a cortar la madera) pero no es energéticamente eficiente por lo tanto no es eficaz al no poder adaptarse en función de cambios contextuales.

Cuando la tarea, a lo largo del tiempo es dominada, el individuo va ganando grados de libertad articular en la muñeca, codo y hombro empezando a coordinar los movimientos entre todas ellas. Esto hace que la tarea se efectúe con menor gasto energético (eficiencia), adaptándose al medio y contexto (eficacia) y en el menor tiempo posible (efectividad) aumentando así su habilidad en esa labor.

VEREJKEL junto con otros autores, en 1992 tomaron esta teoría y la utilizaron para crear una teoría de fases en el aprendizaje motor. Ellos sugieren que en el primer estadio o fase inicial (movice stage) el individuo simplifica el movimiento restringiendo los grados de libertad, esto se traduce en la limitación de muchas articulaciones que se mueven al unísono y de la fijación de ángulos de muchas articulaciones que están incluidas en el movimiento; por esa razón los movimientos iniciales serán amplios y groseros. Estas restricciones son llevadas a cabo en función de la adaptación de la eficiencia y la flexibilidad en la respuesta a los cambios del entorno.

La segunda fase (advance stage) el individuo empieza a ganar ciertos grados de libertad, ahora hay mayor grado de movimientos de las articulaciones incluidas en la tarea, esto le permite utilizar las articulaciones de manera independiente, cuando sea necesario para otras demandas de tarea o del entorno. Ya en esta fase la contracciones de músculos estabilizadores es paulatinamente reemplazada por la

acción de músculos sinergistas para crear movimientos más fluidos y que son más adaptados a las demandas de la tarea.

La tercera fase (expert stage) es aquella en la cual el individuo cuenta con todos los grados de libertad articular para poder llevar a cabo la tarea, toma ventaja del aparato músculo esquelético para generar un movimiento más efectivo, además de emplear propiedades biomecánicas como la inercia y palanca para aumentar la velocidad de realización (eficiencia) con el menor coste energético posible haciendo eficaz la tarea.

Esta teoría tiene implicancias clínicas, una de ellas es la posible explicación de la activación muscular simultánea durante las primeras dos fases cuando el paciente pretende aprender una tarea o desarrollar una habilidad y como consecuencia la estrategia que presentan los pacientes que son incapaces de poder controlar sus extremidades de manera dinámica. Otra implicancia es que la coactivación y la restricción articular explicaría el problema que tendrían los pacientes para poder realizar movimientos dinámicos y coordinados.

Tradicionalmente, las fases del desarrollo estaban dadas por una visión neuromadurativa, esta teoría permite dar un concepto del desarrollo motor y del aprendizaje motor, desde una perspectiva biomecánica como una serie gradual de aumentos de los grados de libertad de una o más articulaciones con la finalidad de llevar a cabo una tarea o gesto motor con una finalidad. Esta teoría también justificaría tener un paciente practicando un gesto motor sin los instrumentos o herramientas necesarias para dicho gesto, ejemplo peinarse, agarrar un vaso o abrir una puerta.

Son pocos los estudios llevados a cabo en fase experta, debido a que llevaría muchos años y exhaustivo monitoreo del grupo control, por esa razón los procesos que gobiernan esta, últimas fases del aprendizaje motor son aún desconocidos.

2.C Teoría de las dos fases de Gentile

Al contrario de las teorías antes descriptas, GENTILE propone aquí dos fases para la adquisición de habilidades motoras. En ellas describe el objetivo del individuo para cada una.

En la primera fase el objetivo principal del individuo es la comprensión de la tarea dinámica que va a desarrollar, se están analizando los requerimientos necesarios para la actividad a efectuar. Esto implica comprender el objetivo de la tarea, las posibles estrategias apropiadas del movimiento, la comprensión de las características del entorno para la organización de este, así como también la diferenciación entre los componentes del entorno que son importantes para el éxito de la tarea y aquellos que se pueden obviar.

En la segunda llamada fase de fijación o diversificación el objetivo primordial del individuo es redefinir el movimiento, esto implica adaptarse a los requerimientos de la tarea y del entorno generando un resultado coherente y eficiente.

El termino diversificación hace referencia a que las habilidades motoras en sistemas abiertos requieren mayor cantidad de movimientos debido a cambios constantes en condiciones del entorno.

En contraposición, el termino fijación corresponde a la adquisición de habilidades motoras con la mínima cantidad de patrones de movimientos necesarios debido a un entorno controlado o de mínima variación.

En conclusión las teorías sobre el aprendizaje motor representan un punto de partida para una intervención kinésica sobre un paciente, que necesite la readquisición de una habilidad motora. En este proceso, para que pueda recuperar su desempeño motor al máximo se necesitan los siguientes factores: la fase de

aprendizaje que se encuentre el paciente, las características del objetivo o tarea y, la retroalimentación (o feedback) y la organización de la práctica terapéutica.

ANOCHIN Y LA TEORIA DE LOS SISTEMAS FUNCIONALES

Nos parece preciso, una vez abordado el concepto de aprendizaje motor segun las teorías mas relevantes y portes significativos de autores a lo largo de la historia, concluir con la teoría que unificaría las visiones de este concepto para así, poder ser aplicada en la neurología.

ANOCHIN PETER KUZMICH nació en la ciudad Tsaritsyn en 1898. En 1930, recibió el puesto de profesor en la Universidad Nizhny Novgorod (Facultad de Medicina). En parte, esto contribuyó a la recomendación de PAVLOV.

Fue en 1935 que introdujo ANOCHIN la teoría de los sistemas funcionales, o más bien su primera definición. El concepto formulado influyó en todas sus actividades de investigación. ANOCHIN comprendió que un enfoque sistemático es la forma más progresiva de resolver varios problemas fisiológicos.

Sus investigaciones no estaban fundadas sobre el análisis de únicas funciones o procesos, sino que entendía a una visión global de la funcionalidad cerebral. Esto hizo posible una unión dente la fisiología occidental y la soviética, integrando el estudio analítico de las singulares estructuras y de cada célula en una visión unitaria, con el objetivo de permitir una mejor y más concreta comprensión de la fisiología en general y de la neurofisiología en particular.

Sin dejar de ser fiel a las líneas fundamentales de la impostación pavloviana (su mentor y maestro) ANOCHIN toma distancia de la Scuoladell Attivitta Nervosa Superiore (que había generalizado y absolutizado dogmáticamente la teoría del maestro) principalmente sobre tres cuestiones fundamentales:

1) El modelo de las funciones cerebrales creado por PAVLOV se presenta en muchos puntos incompatible con los resultados obtenidos en el estudio directo del sistema nervioso. De un lado las hipótesis de PAVLOV eran ancladas a nociones sobre la funcionalidad cerebral ya superadas por una neurofisiología en continuo desarrollo; pero por otro lado, las hipótesis neurofisiológicas formuladas por PAVLOV respondían más a la exigencia de construir algunos de los modelos explicativos de los comportamientos observables para actuar como una guía para la investigación fisiológica experimental.

2) El modelo pavloviano era construido esencialmente sobre la base de una situación artificial (laboratorio), en el cual algunas características esenciales del comportamiento eran intencionalmente descuidadas.

3) La estructura del acto comportamental, así como es concebida en el modelo pavloviano, es rígidamente cerrada en el esquema E-R y no tiene en cuenta la plasticidad de los comportamientos y su evidente carácter de intencionalidad: si se quiere ser fiel al asunto materialista en la explicación del comportamiento es necesario incluir en el modelo neurofisiológico estas características esenciales del acto comportamental. Sólo así será posible construir un modelo explicativo unitario general, evitando el riesgo de un dualismo que de un lado interpreta los comportamientos más específicos, por otro lado deja a las especulaciones mentales el hecho de explicar aquellas más complejas.

Cabe destacar que, todavía antes del desarrollo del concepto cibernético de feedback, ANOCHIN había ya intuitido (desde los años 30) la importancia de la señalación retroactiva en los procesos fisiológicos. Ya por encima del resto, con los principios de “referencia” y de “corrección sensorial”, también BERSTEIN (1896-1966) había anticipado el gran interés por los conceptos cibernéticos para la fisiología: del rígido arco reflejo (donde un estímulo sigue una reacción determinada) había sustituido un proceso circular, el anillo reflejo, en cuál la reacción final a un estímulo era vista como el resultado de continuas rectificaciones y acomodamientos. No era más un

rígido esquema unitario estímulo-respuesta sino una serie de reacciones que sólo en sus dinámicas interacciones determinan el comportamiento adecuado a la situación estímulo. La fisiología de la actividad se contraponía de esta manera a la pasada fisiología de las reacciones.

La teoría de la actividad nerviosa superior, la neurofisiología y la cibernética encontraron aun su punto de encuentro más significativo en la investigación de ANOCHIN centrada esencialmente sobre los procesos de inhibición, sobre las relaciones entre sistemas centrales y en particular sobre la elaboración teórica y la verificación experimental del sistema funcional.

Las investigaciones conducidas por ANOCHIN y por sus discípulos, habían demostrado que la compensación de las funciones alteradas del organismo ocurrían mediante la activación y puesta en marcha de un gran número de componentes fisiológicos distribuidos en sectores anatómicos diversos, pero siempre funcionalmente unificados a los fines de restaurar el efecto adaptativo útil. Relacionando estos resultados al funcionamiento normal del organismo, elaboró el concepto de “sistema funcional”, para designar un conjunto de estructuras y procesos diversamente localizados pero funcionalmente orientados hacia el logro de un determinado “objetivo” biológico. Los sistemas funcionales son organizaciones funcionales cíclicas que, brindan continuamente al SNC señales sobre los efectos de la acción en curso, permitiendo al organismo alcanzar el resultado final. Es decir el objetivo prefijado.

El sistema funcional es un modelo cibernético genérico de la actividad comportamental cuyos procesos constitutivos no corresponden directamente a determinadas procesos y estructuras del sistema nervioso y por lo tanto es aplicable a todas las funciones comportamentales, desde la más simple como el acto respiratorio o el mantenimiento de la presión arterial, como los comportamientos más complejos y a las funciones mentales superiores.

En caso negativo se implementará una “cooperación” distinta para garantizar el alcance del resultado óptimo para la satisfacción de las necesidades del organismo. Una información continua de cuánto está verificándose en la periferia llega a los centros (SNC) a través de las aferencias de retorno. Se trata de señales que comunican el resultado de la actividad del sistema y, si esta es suficiente para hacer frente al problema que se presenta al organismo en las circunstancias específicas en las cuáles se encuentra.

Tal concepto de aferencia de retorno corresponde a aquello que “cerca de doce años después”, la cibernética en vías de desarrollo denominará retroacción o feedback”. A través de las aferencias de retorno es que el resultado opera sobre el sistema. Cada sistema es un instrumento de equilibrio, de regulación de determinados niveles homeostáticos. El concepto de sistema funcional permite comprender cada proceso comportamental en su armoniosa totalidad. A través de la aferencia de retorno el resultado “domina” así el sistema.

“La elaboración y la síntesis de las diversas informaciones de llegada a cada parte del organismo ocurre a nivel central. Este es el estadio de la síntesis aferente, estadio que “permite” directamente el análisis, la evaluación y la síntesis de lo que necesita el organismo para cumplir la acción más adecuada en determinadas circunstancias dadas. Es el factor universal de toda materia viviente”. (ANOCHIN).

La síntesis aferente permite al animal conocer cuáles son sus necesidades y como y cuando satisfacerlas: es decir ocurre a través de la comparación y evaluación entre la necesidad actual, situación ambiental y experiencia del organismo. La motivación dominante, la aferencia situacional, la aferencia detonante y la memoria son por lo tanto los componentes de la síntesis de aferencia.:

- Los elementos estructurales de la motivación dominante, ya sea que esta origina a partir de los cambios metabólicos y hormonales (por ej. el hambre) sea de precedentes secuencia comportamental a nivel de motivaciones superiores (por ej.

el deseo de conseguir un determinado resultado científico), son fundamentalmente idénticos. La motivación dominante actúa selectivamente sobre la corteza cerebral (motivaciones biológicas diversas activan selectivamente determinadas estructuras sinápticas corticales y se inhiben otras no funcionalmente asociadas a aquel motivo dominante dado). La activación del sistema sináptico de naturaleza química es diversa para cada motivación, permite que a nivel cortical pueda ocurrir una distribución selectiva de las distintas informaciones. El cerebro puede así operar una elección entre aquello que es pertinente y oportuno en aquel momento dado, en aquel contexto determinado y no en otro, “liberándose” de las señales inoportunas y superfluas. La motivación dominante es entonces el componente de la síntesis aferente que indica al organismo que cosa hacer.

- El conjunto de todas las señales provenientes del ambiente externo del organismo constituyen la aferencia situacional (que en conexión con la motivación dominante) informa al animal sobre la acción que debe ser elegida para satisfacer la necesidad actual (motivación dominante): le indica cómo actuar. Se trata de la suma total de todas las influencias externas sobre el organismo que, aunque presentes durante determinado tiempo en el contexto ambiental, permanecen a nivel de excitación subliminal hasta que la intervención de un estímulo desencadenante (aferencia detonante), lo transforma en un estado activo.

- La aferencia detonante integra a nivel central las excitaciones ya presentes debido a las aferencias motivacionales y situacionales. Podríamos decir que el motivo dominante determina el “que” hacer y la aferencia situacional el “cómo” hacerlo. Entonces será, la aferencia detonante a determinar el “cuándo” hacerlo. El estímulo detonador actualiza la acción del comportamiento, provocándola. En el caso de los clásicos reflejos condicionados, estímulo que “activa” el ya presente estado excitatorio ligado a la motivación (ej. hambre) y la aferencia situacional (ej. el aula), señalando la próxima satisfacción de la necesidad (ir por comida).

- La memoria permite insertar en la síntesis aferente el recuerdo de las precedentes experiencias relevantes, concernientes al modo en el cual la necesidad dominante ha sido ya satisfecha en el pasado.

En la síntesis aferente ocurre, entonces, el confronto entre motivo dominante, aferencia motivacional y experiencia pasada. La presencia del estímulo detonador y su integración en la síntesis aferente da lugar a la “toma de decisión”. Ya sea la decisión como el resultado de la acción decidida son continuamente controlados y puestos en confrontamiento con el objetivo prefijado por parte de otro importante mecanismo del sistema funcional, el aceptador de la acción. Tal aparato que “recibe” en sí los resultados de la acción (aferencia de retorno), se forma desde el inicio de la actividad y contiene en sí ya codificada en determinados procesos fisiológicos, la representación de los resultados finales de la actividad en curso. Si el resultado efectivo de la acción comportamental no coincide con los parámetros contenidos en el aceptador de la acción, el organismo emprenderá nuevos esfuerzos por corregir el comportamiento en modo de realizar el objetivo “decidido”.

A través de las vías colaterales específicas la estimulación detonante facilita, a nivel de las neuronas corticales la acción selectiva ya operada por la motivación sobre las conexiones sinápticas y aumenta así la capacidad discriminatoria sobre diversos estímulos que alcanzan la corteza. En otras palabras, hace posible la toma de decisión que da origen al desarrollo del acto. Es este “el proceso que percibe la información relativa a los resultados de una acción”

ANOCHIN, como BERSTEIN, se destaca de la precedente fisiología por esta interpretación “circular” del acto comportamental, visto como dirigido a la obtención de un resultado adaptativo concreto. El abandono del viejo concepto de arco reflejo como sistema abierto y la adopción del nuevo concepto de anillo reflejo como sistema dotado de autorregulación les permite proveer una base fisiológica concreta a la intuición pavloviana del “reflejo de objetivo”, a la exigencia de tener en cuenta el hecho que cada comportamiento está orientado a un fin que constituye el principio

organizador. El resultado del reflejo de prensión, por ejemplo observa ANOCHIN, “no es la prensión como acto, pero si la suma total de la excitaciones que corresponden a los atributos del objeto sostenido (resultado de la acción.)” En el interior de una visión laica del finalismo, el carácter intencional se traduce en precisos mecanismos fisiológicos anclados a un substrato anátomo-funcional que desde la embriogénesis se organiza según el principio de los sistemas funcionales. A la organogénesis y al principio de la maduración próximo- distal se sustituye la sistemogénesis según los principios de la maduración heterócrona y de la “mínima garantía”: a cada nivel madurativo los sistemas funcionales en vía de desarrollo se organizan de modo de asegurar las garantías mínimas de supervivencia.

La fisiología del reflejo y la psicología del comportamiento encuentran así, en el sistema funcional, una interpretación unitaria que permite superar en una óptica materialística el tradicional hiato entre las disciplinas fisiológicas y psicológicas.

DISEÑO METODOLOGICO

Tipo de estudio

El trabajo de investigación consiste en una revisión del concepto de aprendizaje motor, sus teorías más relevantes, limitaciones conceptuales y su visión kinesica.

Para realizar la búsqueda se han consultado las principales fuentes bibliográficas desde el año 1930 hasta 2018 con el fin de recaudar la mayor cantidad de información así poder cumplir los objetivos planteados.

Metodología de búsqueda

La búsqueda se centro en las siguientes bases de datos y plataformas de bibliografía electrónica: Pubmed, researchgate.net.

En pubmed se utilizaron búsquedas simples por autor, seleccionados luego de una lectura bibliográfica referida a los temas de “neuroplasticidad”, “control motor” y “aprendizaje motor” con las siguientes palabras clave :

“Jamet M, Deviterne D”: 3 resultados; “Anand V, Buckley JG”: 3 resultados; “Siu KC, Woollakot MH”: 8 resultados; “Redfern Ms, Jennings Jr”: 20 resultados; “Westlake kp, Culham EG.”: 3 resultados; “Muller ML, Jennings JR.”: 4 resultados; “Maki BE, Zecevic A”: 3 resultados; “Mochizuki G, Sibley KM.”: 8 resultados; “Redfern MS, Jennings JR, Mendelson D”: 1 resultado; “Mahbooning A, Loughlin PJ, Redfern MS.”: 12 resultados; “Rankin Jk, Woollacott MH.”: 1 resultado; “Sullivan EV, Rose J, Rohlfing T.”: 1 resultado. Se mostraron 67 artículos.

En la opción de búsqueda con terminación Mesh se realizó la siguiente combinación de palabras clave:

“Reflex, vestiblo-ocular / physiology” , con filtro “clinical trial”: 119 resultados, aplicando nuevo filtro “80 and over years”: 6 resultados.

“Attention” AND “cerebral cortex/physiology” AND “postural balance/physiology”: 7 resultados, con filtro “review”: 1 resultado. Se mostraron 7 resultados en total.

En la base de datos researchgate.net se realizó la búsqueda por autor con las siguientes palabras clave:

“Piiarinen JM, Avela J, Linnamo V”: 1 resultado. Se mostró 1 artículo.

Criterios de exclusión

- Artículos que hagan referencia a tratamientos farmacológicos.
- Artículos que hagan referencias a tratamientos quirúrgicos y/o psicológicos.

Descripción del proceso de selección de los artículos

Tras realizar la búsqueda en las plataformas antes mencionadas se obtuvieron un total de 75 artículos.

De esta muestra se realizó una lectura de los títulos y resúmenes. Del total se descartaron 44 artículos debido a que cumplían con criterios de exclusión, se obtuvieron 31 artículos de texto completo.

Una vez leídos se descartaron 16 referencias debido a que no aportaban información pertinente para la revisión. Finalmente la revisión se llevó a cabo con un total de 15 estudios.

Con el fin de brindar mas información a la revisión se recolecto bibliografia adicional de libros.

CONCLUSIÓN

En la búsqueda y recopilación de datos de la revisión se utilizaron 15 estudios y se agrego bibliografía adicional de libros y enciclopedias.

El resultado nos muestra que el aprendizaje es un concepto amplio y debe ser abordado desde todas sus aristas, tanto psicológicas, como neurofisiologicas. Todas las visiones deben ser contempladas para poder tener un panorama mucho mas amplio a la hora de aplicarlo como herramienta kinesica.

Esto nos lleva a conocer mas a fondo el concepto de aprendizaje motor, no como un concepto aislado de las demás áreas, sino como todo lo contrario, siendo este, el nexo (como la Teoría de los Sistemas Funcionales) que invita a todas las teorías a unificarse en post de una mayor concepcion del fundamento de aprender y del funcionamiento del cerebro como sistema jerárquico del cuerpo humano.

También es necesario remarcar el beneficio de conocer la génesis del concepto y así poder utilizar mejores herramientas, innovar y generar un tratamiento de calidad en todas las áreas de la kinesiologia.

La aplicación practica del concepto de aprendizaje motor esta presente en al día a día de nuestro trabajo como profesionales. Son muchas las áreas en la que se puede implementar e incluso las implementamos sin tener noción de esta.

El ámbito de la rehabilitación neurológica tiene mucho en común con el aprendizaje motor y con las técnicas que se utilizan para tratar de devolver al paciente las actividades de la vida diaria. Sin embargo, sería muy interesante permitir traspasar los límites de la rehabilitación neurológica y tratar de expandir este

concepto hacia el campo de la traumatología, rehabilitación cardio respiratoria y porque no kinefilaxia.

De acuerdo a nuestra visión kinesica el concepto de aprendizaje motor, puede ser aplicada en áreas tales como Kinesiología cardio respiratoria, por ejemplo, para reeducar un patrón respiratorio en un paciente conectado a respirador y con indicación de desvincularon de ARM, en traumatología para reeducar un esguince grado 3 de tobillo y poder así restituir el antiguo patrón de marcha a un deportista; para mejorar y modificar una postura o técnica deportiva en el área de kinefilaxia.

Como se puede ver, poder entender el concepto de aprendizaje motor nos da una calidad singular como profesionales así como también la capacidad de poder comunicarnos con otras áreas, otras profesiones como la psicología, la medicina y filosofía. Así poder lograr lo que todo profesional desea, el trabajo interdisciplinario en post del paciente.

Una de las limitaciones de la revisión sin duda es la no inclusión de teorías sensorio perceptivas y su desarrollo, consideramos que al trabajar con el paciente influenciado por su medio, su situación psicofísica y su entorno es sin duda un punto a tener en cuenta. Dejaremos la posibilidad a futuras investigaciones sobre el tema para mayor desarrollo.

También debemos aclarar que la revisión se realizó en base a búsqueda bibliográfica sobre temas específicos de neuroplasticidad, control motor y aprendizaje motor. Se priorizó los autores mas relevantes nombrados, dejando de lado otros autores que no representaron relevancia en nuestra búsqueda.

RESULTADOS

Dejamos, la posibilidad de profundizar en concepto de aprendizaje motor en diferentes áreas kinesicas como cardio respiratoria, traumatología, kinefilaxia entre otras.

BIBLIOGRAFIA

-ANAND V., BUCKLEY JG, SCALLY A, ELLIOT DB , 2003 Jul; 44 (7) : 2885-91; "Postural stability in the elderly during sensory perturbations and dual tasking: the influence of refractive blur".

-ANOCHIN-BERNSTEIN-SOKOLOV; Roma 1973; Bulzoni Editor; "Neurofisiología e Cibernética".

-AZCOAGA JUAN E; 1984 (ed.4); Editorial "El Ateneo ", Buenos Aires "Aprendizaje fisiológico y Aprendizaje pedagógico".

-MAKI BE, MCLLOY WE; 2007 Jun 8; 114(10).1279-96 "Cognitive demands and cortical control of human balance-recovery reactions".

-MAKI BE, ZECEVIC A, BATENI H, KIRSHENBAUM N, MCLLOY WE; 2001, Nov 16; 12(16):3583-7; "Cognitive demands of executing postural reactions: does aging impede attention switching?".

-MAHBOONING A, LOUGHLIN PJ, REDFERN MS, 2007 Dec 18; 429(2-3): 147-51; "A model-based approach to attention and sensory integration in postural control of older adults".

-MOCHIZUKI G, SIBLEY KM ;2008 Jul; 119(7):1626-37; "Cortical responses associated with the preparation and reaction to full-body perturbations to upright stability".

-MULLER ML, JENNING JR, 2004 Jun; 36829. 137-46; “Effect of preparation on dual-task performance in postural control”.

-PIIARINEN JM, AVELA J, LINNAMO V; 2010 Jan; 10(1):69-79; “Age dependency of neuromuscular function and dynamic balance control”.

-P.K.ANOCHIN; Biología e Medicina Rassegna Soviética, 1973, 4, 24, 47. “Teoría del Sistema Funcional”.

P.K.ANOCHIN; Roma 1975; “Biología y Neurofisiología del reflejo condicionado”

-POZO JI; 1989; Editorial Morata; “Teorias Cognitivas del aprendizaje”.

-RANKIN JK, WOOLLACOTT MH, 2000 Mar; 55(3):m112-9; “Cognitive influence on postural stability: a neuromuscular analysis in young and older adults”.

-REDFERN MS, JENNINGS JR, MARTIN C, FURMAN JM; 2001 Dec, 14(3): 211-6; “Attention influences sensory integration for postural control in older adults”.

-REDFERN MS, JENNINGS JR, MENDELSON D, 2009 Sep, 64(5):569-76; “Perceptual inhibition is associated with sensory integration in standing postural control among older adults”.

-SIU KC, WOOLACOTT MH; 2007 Jan, 25 (1):212-6; “Attentional demands of postural control: the ability to selectively allocate information-processing resources”.

-SULLIVAN EV, ROSE J, ROHLFING T; 2009MAY, 3085):793-807; “Postural sway reduction in aging men and women: relation to brain structure, cognitive status, and stabilizing factors”.

-WARD BK, REDFERN MS, JENNINGS JR, FURMAN JM; 2008;18(4): 187-95; “The influence of cognitive tasks on vestibular-induced eye movements in young and older adults”.

-WESTLAKE KP, CULHAM EG; 2007 Oct; 87(10).1274-83; “Sensory-specific balance training in older adults: effect on proprioceptive reintegration and cognitive demands”.