



FCBUNIVERSITAS
SPORT INNOVATION HUB

Organización Eferente del movimiento humano

Lectura integradora

UNIVERSIDAD
SIGLO 21

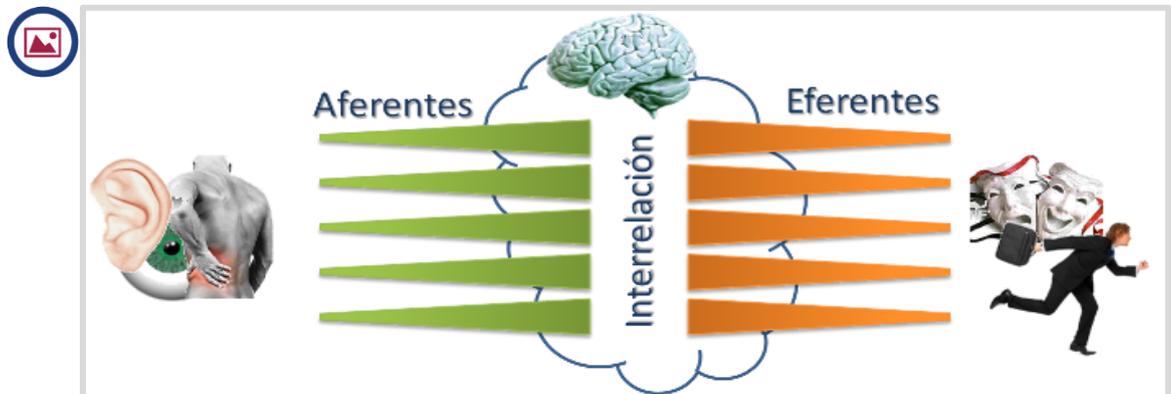
MIEMBRO DE LA RED
ILUMNO

➔ Lectura integradora

Uno de los conceptos más importantes de este curso es el de **modelo neurocibernético del procesamiento de la información**, el cual acredita que, por lo menos, reconozcamos tres grandes instancias, precisamente las que llamamos:

- 1) **Organización aferente o input**, es decir, todo lo que sucede con los datos recogidos del medio externo, pero también del medio interno, hasta que son procesados en lugares muy puntuales de la corteza cerebral.
- 2) Una segunda instancia que llamamos **procesamiento central**, que tiene que ver, fundamentalmente, con las funciones inherentes a la lógica motriz, toma de decisiones y programación neuromotora.
- 3) Una última instancia que se denomina **organización eferente u output**.

Figura 1: Modelo de retroalimentación del movimiento humano



Fuente: [Imagen sin título sobre modelo de retroalimentación del movimiento humano]. (s. f.).
Recuperada de <https://goo.gl/mg5az4>

Al entrar en más detalles, reconocemos seis grandes fenómenos que llamamos **seriales**, en el sentido de que uno gatilla al siguiente y la calidad del primero condiciona la calidad del segundo. Estos pasos seriales que analizamos y estudiamos para, a partir de allí, desprender una didáctica especial son:

- 1) Sensación.
- 2) Percepción.
- 3) Representación.



- 4) Lógica motriz y toma de decisiones.
- 5) Programación neuromotora.
- 6) Ejecución y control motor.

Los fenómenos **paralelos** no pueden ser encasillados en un determinado momento, en tanto estos condicionan la actividad durante todo su desarrollo. Dentro de ellos, podemos mencionar los siguientes:

- *Feedback* o retroalimentación.
- Atención.
- Memoria motriz.
- Motivación.
- Estados y procesos emocionales.

Las **emociones** influyen en la regulación no solamente del tono muscular, sino también del acto motor propiamente dicho. Pero intentamos no estudiar *emocionalmente las emociones*; por el contrario, tratamos de evitar la acepción romántica y estudiarlas como fenómenos neurofisiológicos perfilados en la historia evolutiva como ventaja para la supervivencia. Todas las emociones dependen de correlatos neurales diferentes. Distintas poblaciones neurales procesan distintos estados emocionales, muchas de ellas en el lóbulo límbico, pero muchas coaliciones neurales se generan a partir de la participación de subpoblaciones neurales en lóbulo frontal, parietal, temporal y occipital. Un rasgo común en todos los estados emocionales es que todos los axones que procesan distintos estados emocionales afieren a los ganglios de la base. Podemos disfrazar emociones a través de gestos o de lo que decimos, pero algo que no podemos ocultar, desde el punto de vista de las emociones, es el tono muscular. No hay dimensión emocional que no provoque un cambio en el tono muscular, fundamentalmente en los músculos del rostro. Las emociones influyen en todos los procesos de regulación del movimiento humano en la calidad de sensación, percepción, representación, lógica motriz, programación motora, ejecución y control. Por lo tanto, estudiamos las emociones en tanto repercuten en la regulación del acto motor, como así también las estrategias para el control de las emociones. Hoy estamos en una etapa de la historia evolutiva donde los canales que comunican emoción con razón están más desarrollados que los canales que comunican razón con emoción, por eso es tan fácil alterar un proceso racional con un proceso emocional y, por lo mismo, es tan difícil controlar un proceso emocional a través de un acto racional.



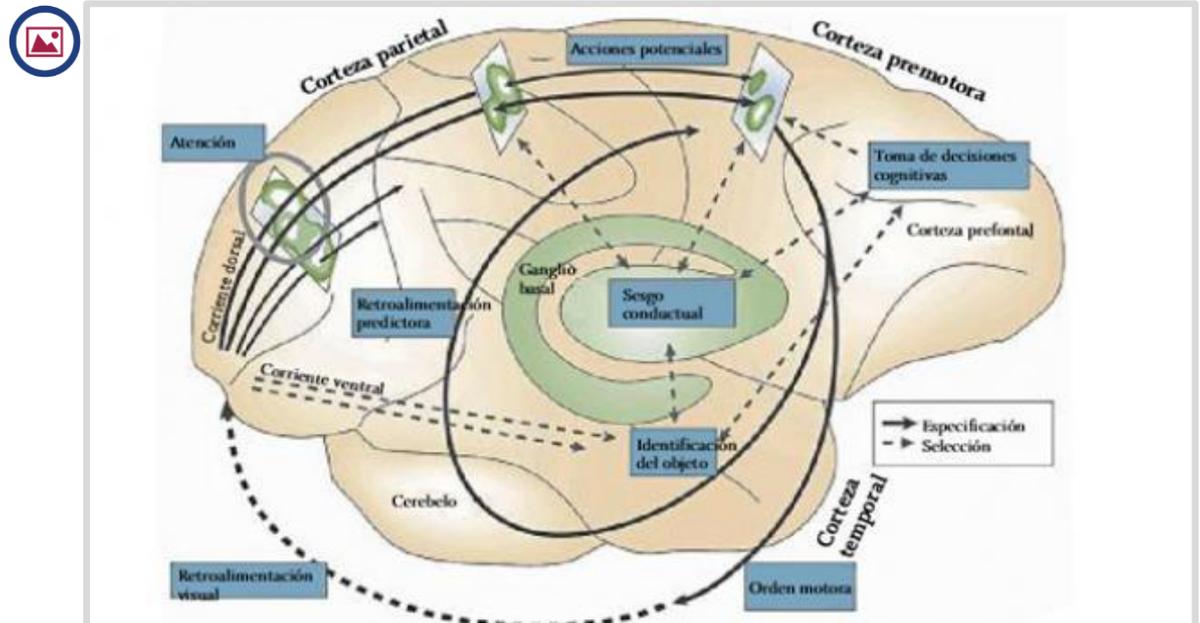
Podríamos discutir si la motivación es un fenómeno serial o paralelo, fundamentalmente desde el punto de vista neuroquímico (dopamina), y cómo influye en distintas áreas de la corteza cerebral, sobre todo en el área motora suplementaria, facilitando el inicio de las acciones e impidiendo su bloqueo. Estudiamos a la motivación más desde el punto de vista biológico que desde el punto de vista operativo-didáctico.

La teoría del procesamiento de la información surge como reacción al conductismo y a la psicología gestáltica. Su principal inquietud refiere a la denominada “capacidad de canal”, esto es: cuánta información puede procesar pertinentemente el sistema nervioso cuando ejecutamos un movimiento voluntario inteligente. Dependiendo de este análisis, podremos tener grandes consecuencias didácticas, sobre todo para reflexionar acerca de la cantidad de información que puedo proveer a un sujeto en las diferentes etapas del aprendizaje motor y en el entrenamiento de la técnica, como así también acerca de la cantidad de información que se podrá proveer para adquirir, perfeccionar o estabilizar. Su impacto mayor ha sido, junto con la cibernética, en la teoría y práctica de la corrección de fallos.

La noción del modelo cibernético alude, básicamente, al esquema de procesamiento de información que el deportista desarrolla durante la ejecución de una praxis motora. Nos preguntamos, en definitiva, por lo que sucede en el cerebro y en el resto del sistema nervioso de un sujeto cuando ejecuta un movimiento. También supone la clara detección de etapas diferenciales y susceptibles de ser estudiadas por separado, pero, por, sobre todo, con interesantes consecuencias didácticas en tanto entrenadas como unidades funcionales específicas. El sentido del estudio de los correlatos neurales tiene que ver con la entrenabilidad de las funciones.

La cibernética surge de las teorías del procesamiento de la información. Es una rama del procesamiento de la información que toma como principal foco de análisis a los mecanismos retroalimentarios (*feedback*). En ese marco, estudia detalladamente la manera en que la información re-ingresante es procesada para la regulación del movimiento y para la continuidad del proceso de aprendizaje motor. Su objetivo es hacer que el sujeto pueda atender y capitalizar adecuadamente la retroinformación a los efectos de prescindir progresivamente del control exógeno.

Figura 2: Modelo neurocibernético de procesamiento de la información



Fuente: [Imagen sin título sobre modelo neurocibernético de procesamiento de la información]. (s. f.). Recuperada de <https://goo.gl/K2IVaq>

Habiendo comprendido el marco teórico de procesamiento de la información -y entrando ya específicamente en el fenómeno de programación motora- recordemos que después de la decisión final que veta o da curso al programa motor (pre-AMS), este se distribuye hacia diferentes sectores del SNC. Entre los principales destinos, incluimos los siguientes, sin descartar la posibilidad de otros (sus funciones difieren y todas son importantes):

- Área motora primaria.
- Cerebelo.
- Ganglios de la base (Di Santo, 2015).

Área motora primaria

El **área motora primaria** es la encargada de poner en marcha los movimientos, la cual envía señales eferentes a los núcleos motores de la médula espinal. Como se detallará en el tema siguiente, la MP1 no actúa en carácter solitario, sino que es el último paso antes de que la eferencia alcance la médula. El área motora primaria recibe señales del **área pre-motora**, quien es la encargada de almacenar los programas motores que el individuo fue creando a lo largo de su historia motriz.



El área motora primaria no puede enviar la eferencia motriz si antes el área motora suplementaria no autoriza el inicio de la acción. Hay otras estructuras nerviosas que envían aferencias a la MP1.

Ganglios de la base

Fisiológicamente, se considera que los ganglios de la base son: el **núcleo caudado**, el **putamen**, el **globo pálido**, la **sustancia negra** y el **sub-tálamo**. Sin embargo, porciones importantes del **tálamo**, **formación reticular** y **núcleo rojo** funcionan en íntima relación con los anteriores.

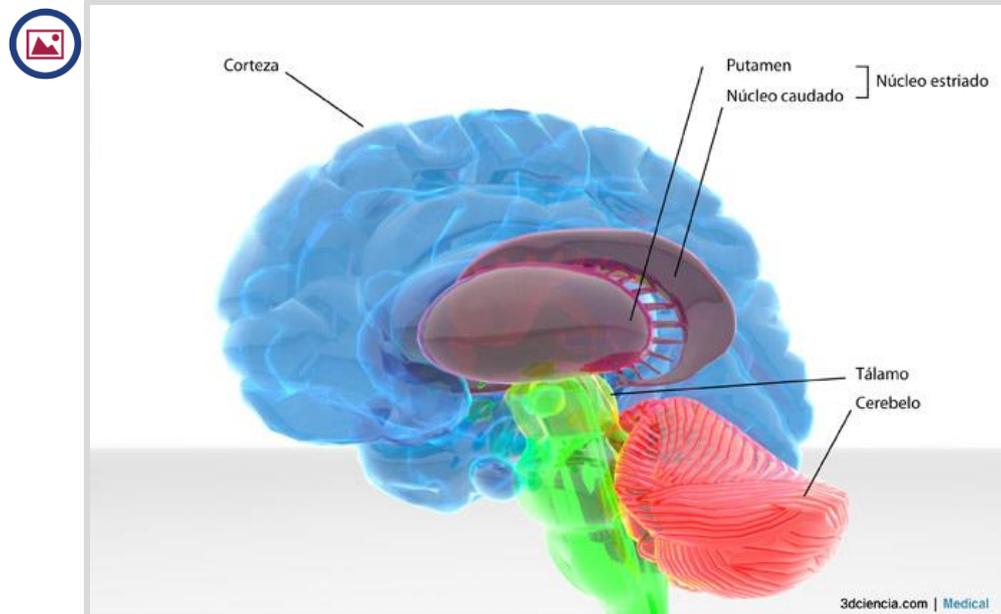
Los ganglios de la base tienen funciones que inciden sobre las acciones musculares. Estos “contendrían un repertorio de automatismos motores o engramas que, utilizados en función al contexto, favorecerían la intervención de los músculos pertinentes” (Rigal, 1987, p. 86).

Cerebelo

Es uno de los órganos que compone el encéfalo. Se encarga de regular el tono muscular, el equilibrio (tónico) y la facilitación de los movimientos por la pre-activación tónica de los músculos (Rigal, 1987).

El cerebelo participa en la **integración sensorio-motriz** y, de este modo, favorece al control motor. Los procesos llevados a cabo por este órgano, por lo general, no son objeto para la conciencia, ya que se tratan de acciones subcorticales.

Figura 3: Sectores de procesamiento de la información en el SNC



Fuente: [Imagen sin título sobre sectores de procesamiento de la información en el SNC]. (s. f.). Recuperada de goo.gl/qCB9Uz

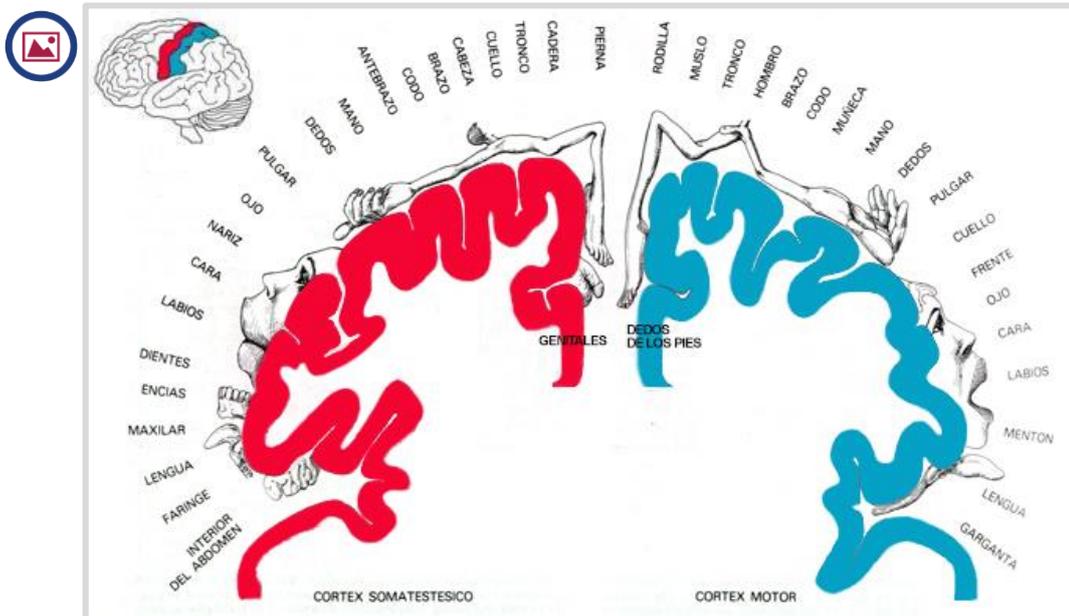
Previo a la programación y ejecución motora, es importante reconocer que existe una representación de cada parte del cuerpo en la corteza cerebral. La información que fue recogida por los receptores y modificó el estado de la neurona sensitiva sigue su periplo hacia los centros de control, es conmutada y accede a la corteza cerebral. Esta información finalmente arriba a la corteza cerebral, a lo que llamamos **área de proyección primaria** o áreas que se han especializado para recibir esa información luego de haber sido procesada por los distintos núcleos geniculados laterales del tálamo.

Para comenzar, podemos decir que el tamaño “asignado” a cada parte del cuerpo en cada una de las áreas de proyección primaria depende de la densidad de receptores que ese sector del cuerpo tenga, por eso es que se ha construido la idea de un pequeño **hombre sensorial u “homúnculo” sensorial**. Lo segundo que se debe considerar es que estas áreas cartografían la distribución de los receptores en el resto de nuestro cuerpo, es decir, para poder tomar conciencia del mundo interno y externo, y para poder construir un objeto de percepción, nuestro cerebro debe mapear y/o cartografiar la distribución de los sistemas de recolección de información que están en la periferia de nuestro cuerpo. Nuestro cerebro, de alguna manera, también es un pequeño mapa que da cuenta de la distribución de los receptores en la periferia y, precisamente, es esta re-circulación de la información captada de la periferia por estas estructuras del SNC lo que nos permite no solo tomar conciencia del mundo exterior, sino también generar el fenómeno de

la **autoconciencia**, es decir, la posibilidad de detectar no solo lo que percibimos, sino también lo que no percibimos, esto es, el mundo interior.

Existen diferencias y semejanzas entre el homúnculo sensorial y el homúnculo motor: a mayor necesidad de control motor fino y, por lo tanto, mayor espacio de representatividad en el homúnculo motor, corresponde también mayor espacio de representatividad sensorial cortical. En otras palabras, donde necesitamos mayor ajuste motor calibrado y fino, también necesitamos mayor densidad de receptores; por lo tanto, encontramos una gran semejanza entre los homúnculos. La excepción es en la región genital, zona en donde necesitamos una altísima sensibilidad; sin embargo, para funciones reproductivas, no necesitamos de motricidad fina (aquí no existe semejanza entre el homúnculo sensorial y motor). Si observamos las funciones de la mano, labios, lengua e incluso las funciones oculares, las semejanzas entre los homúnculos son muy significativas.

Figura 4: Homúnculo sensitivo y motor



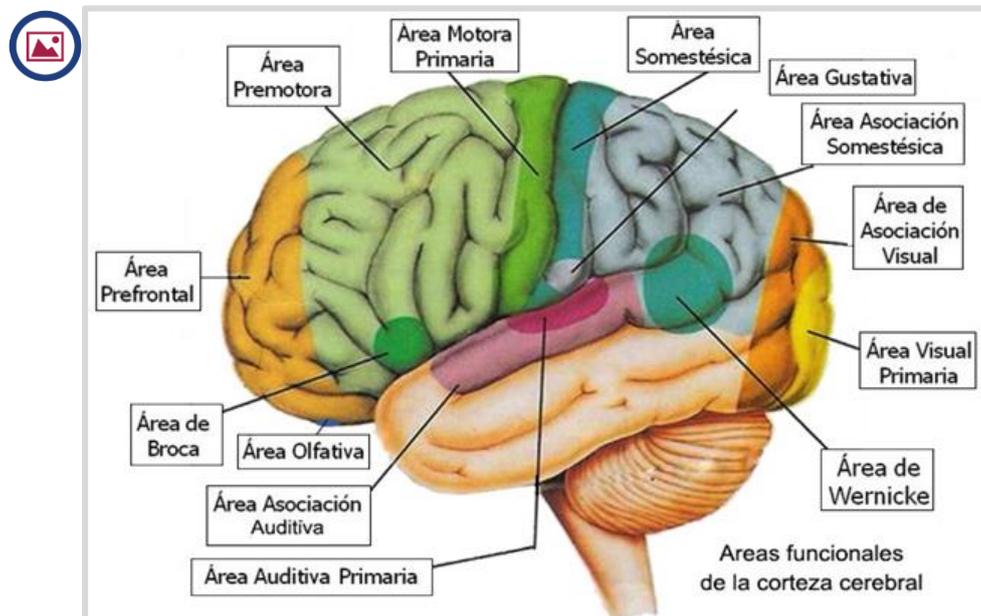
Fuente: [Imagen sin título sobre homúnculo sensitivo y motor]. (s. f.). Recuperada de goo.gl/T48kzC

Es importante destacar las funciones de dos áreas cerebrales muy importantes en el acto de programación neuromotriz: una de ellas es el **área pre-motora o área 6**, y la otra, el **área motora o área 4**. Podemos decir que el **área 4** es la encargada de poner en marcha movimientos de distintos sectores corporales, aunque esto no quiere decir, bajo ningún concepto, que actúa de forma aislada. La corteza motora primaria (MP1) “es la estación final para la conversión del diseño en la ejecución del movimiento” (Snell, 1999, p. 299). La MP1 no crea el patrón del movimiento, lo ejecuta a partir

de la información que recibe de estructuras como ganglios de la base, cerebelo, tálamo y corteza sensitiva.

Para explicar el funcionamiento de la MP1, podemos comparar esta estructura con el teclado de un piano, donde las teclas representarían a los músculos y donde la acción de estos, en un movimiento, dependería de cuáles teclas toque el músico. Cada músculo tendría un determinado número de teclas: mientras más unidades motoras posea, más teclas tendrá el músculo en cuestión. La cantidad de unidades motoras que lo inerven dependerá de la precisión de los movimientos que realice (esto será ampliado en el apartado de “homúnculo motor”). El **área premotora** no tiene células piramidales gigantes de Betz, ya que la función específica de esta no es encargarse de la ejecución de movimientos, sino almacenar programas motores, los cuales son producidos a partir de experiencias motrices del pasado. La corteza premotora (CPM) recibe múltiples aferencias sensitivas de distintas estructuras nerviosas como el tálamo y ganglios basales.

Figura 5: Áreas de Brodmann de la corteza motora



Fuente: [Imagen sin título sobre áreas de Brodmann de la corteza motora]. (s. f.). Recuperada de goo.gl/KEc0r9

Finalmente, respecto del abordaje del tema de la **programación neuromotora**, proponemos, por su complejidad, compararla con una obra de teatro. Una **obra de teatro** se mantiene invariable a lo largo de los años. Su guion, sus escenas, los personajes pueden tener pequeños ajustes. Pero si quienes la protagonizaron fueran esenciales, entonces cuando ellos



envejecen y mueran, la obra no podría seguir. Precisamente por esto los actores son contingentes, son provisorios, esto es, pueden ser o no ser; en cambio, lo que es esencial es la obra en sí misma, es decir, el engrama. En la realidad, los protagonistas o actores son los músculos, y el acto de programar decide qué músculo ejecuta la obra. Si el músculo fuera lo esencial y este se enfrenta a algún problema como una enfermedad o una limitación, ya no podríamos seguir desplegando el engrama y esto sería una gran desventaja en la historia evolutiva; por el contrario, es una ventaja que lo contingente sea el músculo, y lo no contingente, el engrama. **Programar es tomar decisiones respecto a la protagonización de lo invariante o engrama;** es, en suma, el armado de una secuencia ya con actores muy específicos que son los distintos músculos que desarrollan el movimiento. Cuando el área motora suplementaria da el “visto bueno” para el inicio de la acción -es decir, desbloquea o permite su inicio-, el programa motor se comunica o se transmite a la corteza motora primaria para empezar a desarrollarse secuencialmente; de ese modo, va la información excitatoria a través de la médula a distintos grupos musculares para que el movimiento se despliegue en última instancia.

Llegando ya al final del acto motor, cuando el programa motor está preparado, varias copias se emiten a distintos sectores del sistema nervioso, antes incluso de que el movimiento deje de ser vetado por el área motora suplementaria y comience a desplegarse a partir de la acción del área motora primaria. Los ganglios de la base reciben el dato sobre el programa motor antes de empezar a ejecutarlo y nuestro tono muscular empieza a articularse para que la calidad del movimiento sea sostenida por un telón de fondo efectivo (entre ellos, el núcleo rojo que comanda la actividad gamma). También el cerebelo recibirá una copia para poder regular el acto motor y comparar el acto en la práctica con un modelo “ideal”.

Figura 6: Programación motora como una obra de teatro



Fuente: [Imagen sin título sobre programación motora como una obra de teatro]. (s. f.). Recuperada de goo.gl/TK5nk7

Luego del inicio de la acción, la melodía kinestésica se despliega de manera secuencial y su manifestación final es, precisamente, la activación neuromuscular y el movimiento propiamente dicho, es decir, la melodía empieza a sonar.

El despliegue debe tener:

- Fluidez.
- Ensamble.
- Ritmo.
- Continuidad.

Aquí encontramos que la corteza pre-frontal (CPF) y otras áreas deben ocuparse del ensamblaje de los diferentes componentes del programa motor. El despliegue de la melodía kinestésica es supervisado por la corteza frontal, la cual no puede ocuparse de nada más. En la medida en que automatizamos el movimiento, se libera a la corteza pre-frontal para decidir acerca de otros programas (Di Santo, 2015).

Los **automatismos motrices** son los que nos permiten llevar a cabo habilidades o acciones motrices de manera eficaz y sin pensarlas. Con ello, podemos ejecutar varias habilidades motrices de manera simultánea. Un ejemplo claro es la conducción de un auto: cuando ya sabemos conducir bien el automóvil, mucha de las acciones motrices, como cambiar la marcha, pisar el embrague, mirar al espejo, etcétera, las hacemos de manera automática y, por tanto, de manera subcortical.

Existen movimientos voluntarios, los cuales son innatos en el individuo y sobre los cuales no se tiene control absoluto, pero en los que sí se puede incidir, como, por ejemplo, los de respiración, o bien los latidos del corazón. También existe todo un repertorio de movimientos llamados automáticos o automatizados, los cuales son consecuencia de la repetición de movimientos voluntarios, de modo que ya no se hace necesaria la intervención de la conciencia y de la atención.

Diremos que podemos dividir el sistema motor en tres niveles:

- 1) **Nivel superior:** está compuesto por las áreas corticales motoras, áreas 6-4-AMS.
- 2) **Nivel intermedio:** está compuesto por el tronco del encéfalo, de donde salen las vías nerviosas que inervan en la médula espinal.
- 3) **Nivel inferior:** se trata de la médula espinal.

El primer nivel está constituido por la corteza motora y es el responsable de la planificación del movimiento y del envío de señales motoras para su ejecución en las motoneuronas ubicadas en la médula espinal. También existen conexiones con bulbo para regular el control de movimientos de la cabeza. La corteza pueda actuar sobre la médula de forma directa o indirecta (córtico-espinal). Después de abandonar la corteza, el haz córtico-

espinal alcanza el tronco encefálico y, a partir de aquí, la mayoría de las fibras cruzan la línea media hacia el lado opuesto (haz córtico-espinal

lateral). Solo un número pequeño de fibras que no cruza va directamente hasta la médula. La mayoría de las fibras del haz córtico-espinal terminan en interneuronas, mientras que un número más pequeño termina en motoneuronas (Tamorri, 2004).

Volviendo a la corteza cerebral, la cual está compuesta por un cúmulo de fibras nerviosas, neuronas, neuroglia y vasos sanguíneos, encontramos los siguientes tipos de células nerviosas:

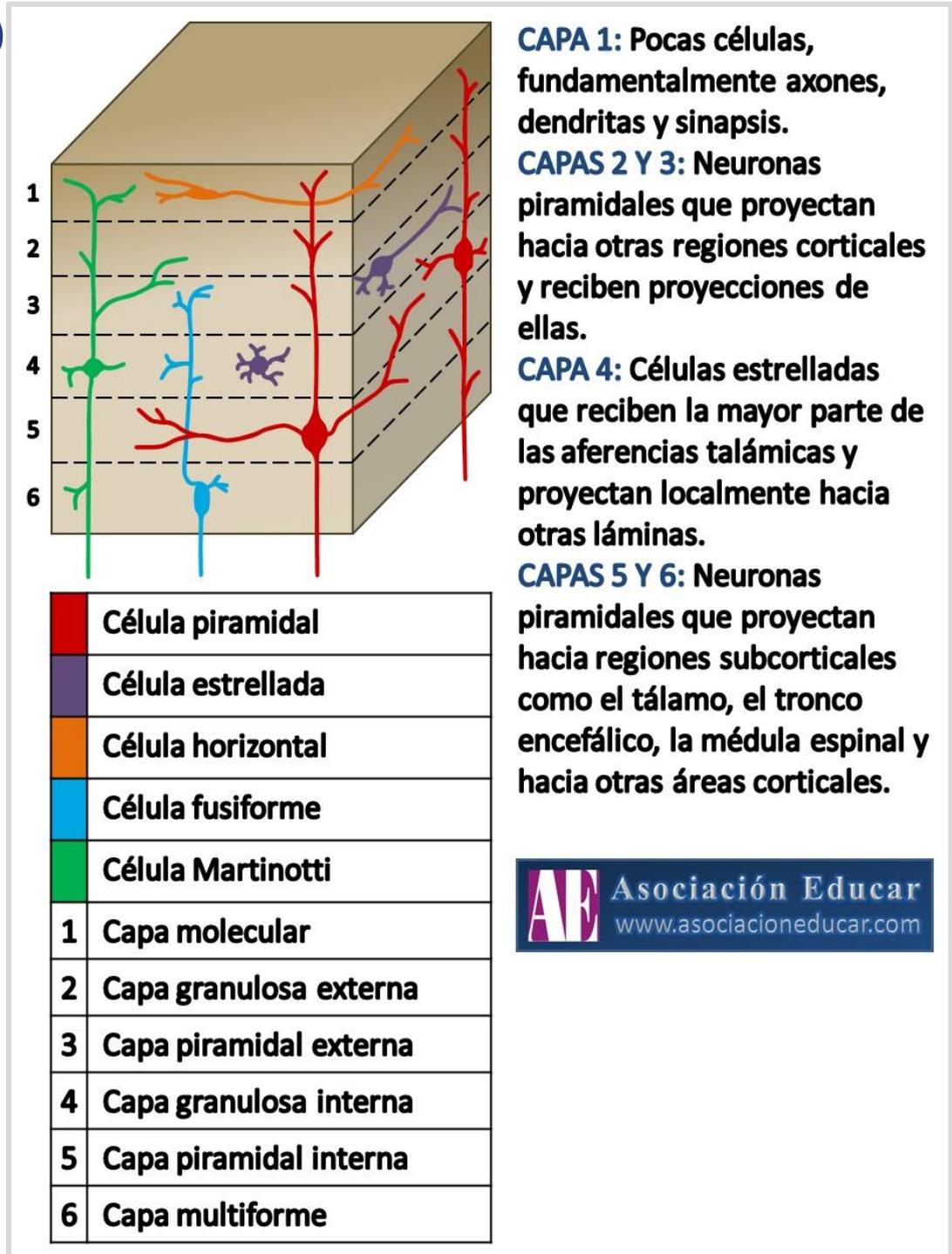
- **Células piramidales:** o también llamadas células de Betz, poseen los cuerpos celulares más grandes y se hallan en la circunvolución precentral motora. Los vértices de estas células apuntan hacia la



corteza y, desde este vértice, nace una dendrita que se dirige a la piamadre (meninge interna), donde emite ramas colaterales. El axón de estas células se dirige a las capas más profundas de la corteza o entra a la sustancia blanca cerebral como una fibra de asociación.

- **Células estrelladas:** se trata de células de forma poligonal, las cuales poseen múltiples dendritas ramificadas y un axón corto. Se comunican con neuronas vecinas.
- **Células fusiformes:** se encuentran en las capas corticales más profundas y poseen dendritas en los polos del cuerpo celular. La dendrita inferior se ramifica dentro de la misma capa, mientras que la dendrita superior se dirige hacia arriba, hasta la corteza cerebral. El axón de esta célula se dirige hacia la sustancia blanca, al igual que el axón de las piramidales.
- **Células horizontales de Cajal:** son pequeñas células ubicadas de forma horizontal en la capa más externa de la corteza. El axón de estas células corre paralelamente a la corteza cerebral y hace contacto con las dendritas de las células gigantes de Betz. Las dendritas nacen a cada extremo de esta célula.
- **Células de Martinotti:** estas células están presentes en todas las capas de la corteza y su axón se dirige a la piamadre de la corteza (Snell, 1999).

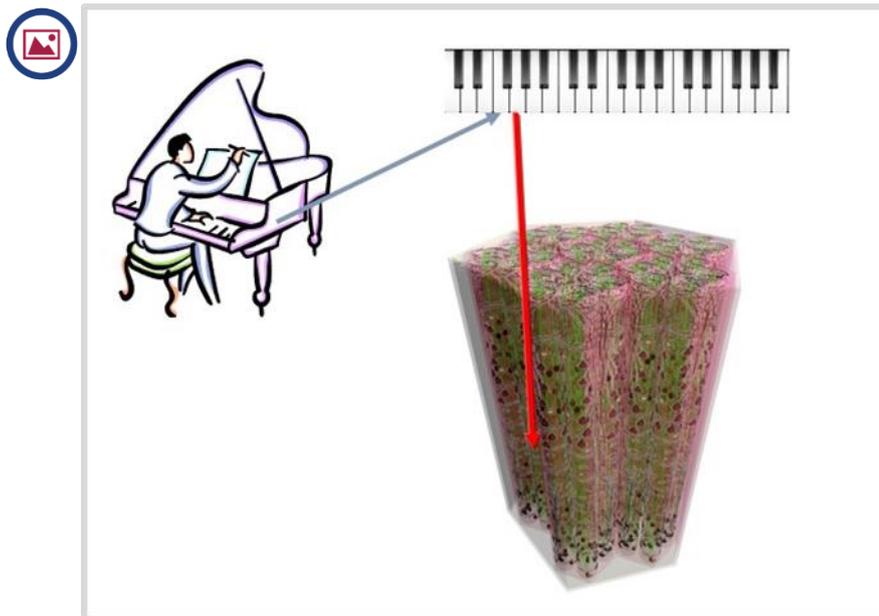
Figura 7: Capas y células de la corteza cerebral



Anteriormente, se mencionó a la melodía kinestésica como ejemplo para entender la programación del acto motor, y, dentro de los músicos encargados de ejecutar la melodía, nos referimos a un pianista en particular. Tomando a este pianista como referencia, podríamos imaginarnos que el teclado está ubicado en la MP1, y que cada una de estas teclas corresponde a una columna. El acto motor y, en especial, sus armonías van a depender de la continuidad con la que el músico toque las teclas correctas.

La cantidad de columnas de un músculo no depende de su tamaño, sino de la cantidad de unidades motoras que lo configuren y regulen neuralmente; por consiguiente, a mayor coordinación fina de ese músculo, mayor tamaño en la MP1 y mayor número de columnas (no confundir con las capas neuronales mencionadas anteriormente).

Figura 8: El pianista y la ejecución motora



Fuente: Elaboración propia.

Cuando se habla de la calidad o la armonía del movimiento, este dependerá de dos dimensiones, a saber: la **coordinación intramuscular** y la **coordinación intermuscular**.

Siguiendo con el ejemplo del pianista, las podríamos definir como:

- **Coordinación intramuscular:** es la capacidad que tiene el pianista de teclear la mayor cantidad de columnas que corresponden a un músculo.

Tomando las ideas de Tous Fajardo (1999), la coordinación intramuscular es la capacidad de **reclutar unidades motoras** de un mismo músculo, la cual va a depender de las siguientes características:

- *Reclutamiento espacial:* refiere a la cantidad de fibras que son reclutadas. A partir de esto, la tensión muscular puede aumentar o disminuir, según la actividad lo requiera.
 - *Reclutamiento temporal:* guarda relación con la frecuencia con que las fibras musculares son activadas. La tensión muscular puede variar de acuerdo con la frecuencia con que se recluten las fibras.
 - *Sincronización de unidades motoras:* “normalmente, las unidades motoras se activan asincrónicamente (para que el movimiento sea suave), aunque parece ser (como ocurre en los halterófilos) que a la hora de realizar una contracción voluntaria máxima lo hacen sincrónicamente” (Fajardo, 1999, p. 47).
- **Coordinación intermuscular:** es la capacidad del pianista de suceder en perfecta armonía las notas y, al mismo tiempo, evitar teclear columnas no pertinentes.

Con esto, podemos entender que la coordinación intermuscular es la capacidad que tenemos de poder **activar las fibras musculares pertinentes**, no solo del músculo agonista, sino también de sus sinergistas. A su vez, es necesario que no se tecleen columnas correspondientes a músculos antagonistas, los cuales limitan la actividad de los principales encargados de un movimiento.

Es indispensable que exista una buena secuenciación y sincronización en los distintos grupos musculares, algunos de los cuales son activados (agonistas o sinergistas) y otros son inhibidos (antagonistas).

Estos procesos coordinativos van a depender de la capacidad de inhibición o facilitación que el sistema nervioso pueda ejercer, los cuales están relacionados con distintos reflejos nerviosos (Di Santo, 2015).

Imagine que el pianista no tecléa las notas exactas, sino que su dedo se dirige, sin pericia inicial, a teclas que corresponden a otros músculos.

Lo que sucede es que se activan columnas no correspondientes. Este fenómeno de irradiación y parasitosis motora justifica gran parte de los fallos en la *performance* motora.

Figura 9: Activación parasitaria



Fuente: [Imagen sin título sobre activación parasitaria]. (s. f.). Recuperada de goo.gl/8mkCrd

Otra estructura muy importante en la regulación de la actividad motora son los **ganglios de la base**, que son cúmulos de estructuras de cuerpos neuronales localizados en la base del cerebro (Rigal, 1987). Dichos ganglios están compuestos por el **striatum dorsal** (núcleo caudado y putamen), el **striatum ventral** (núcleo accumbens), el **globo pálido**, el **núcleo subtalámico** y la **sustancia negra**. El núcleo rojo y la formación reticular tienen estrecha relación con los ganglios. Estos tienen conexión con varios órganos del sistema nervioso y su función se centra en la regulación de la motricidad.

Núcleo caudado: participa en la modulación del movimiento, en forma indirecta. Es quien le indica al lóbulo frontal que algo no va bien y se debe hacer algo al respecto.

Putamen: es el encargado de los movimientos voluntarios de precisión. También desempeña un importante papel en el condicionamiento operante.

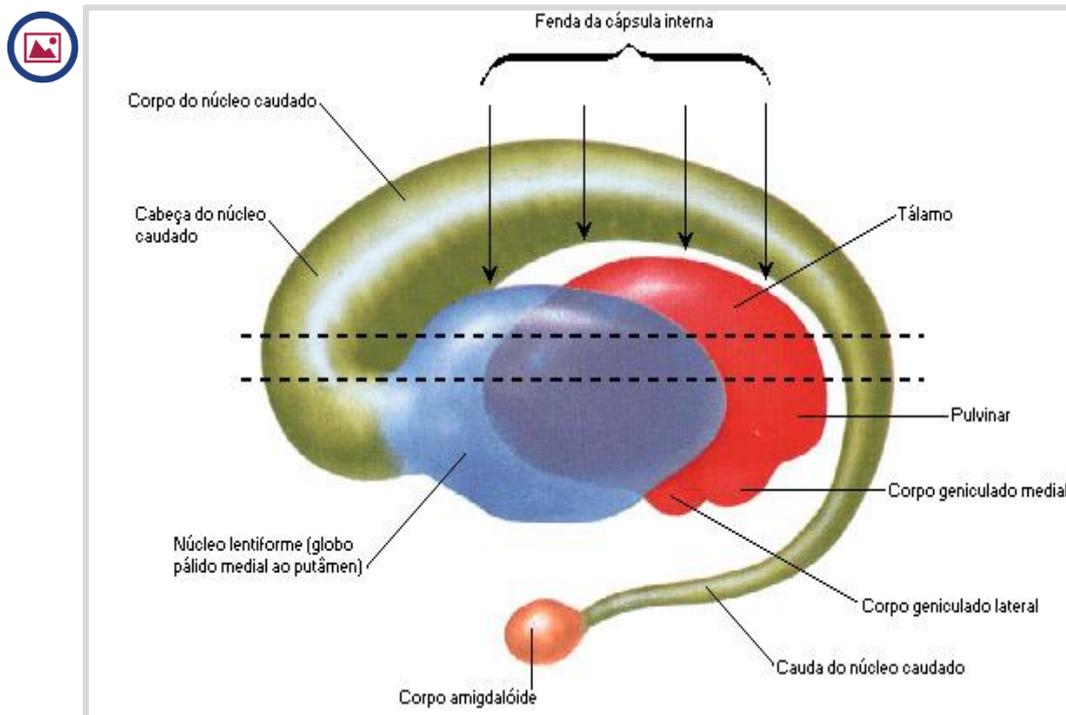
Cuerpo estriado: regula la conducta instintiva, el tono muscular, el carácter y la conducta sexual. Inhibe la actividad de la corteza cerebral y recibe impulsos del tálamo.

Globo pálido: transmite información desde el putamen y el caudado hacia el tálamo.

Núcleo subtalámico: recibe las aferencias del caudado y putamen, participa en la regulación del control motor y está asociado al control del movimiento involuntario.

Sustancia negra: es un micro regulador del cuerpo estriado a través de su neurotransmisor (dopamina) (Asociación Educar, 2015).

Figura 10: Ganglios de la base



Fuente: [Imagen sin título sobre ganglios de la base]. (s. f.). Recuperada de goo.gl/W1lmtO



Si bien los ganglios basales tienen estrecha relación con las funciones motoras, no tienen conexión directa con las motoneuronas de la médula espinal, sino que reciben información aferente de la corteza cerebral y le envían información a la misma corteza por vías aferentes. Previamente, estas eferencias hacen un relevo por el tálamo. El striatum es el punto de entrada para la información proveniente de la corteza cerebral hacia los ganglios de la base. Las aferencias van a llegar a distintos sectores del estriado, dependiendo del sector de la corteza de la que provenga. Por ejemplo: la corteza motora envía aferencias al putamen para que este actúe en la regulación de movimientos; a su vez, el caudado recibe información de procesos cognitivos y movimientos oculares.

Las señales provenientes de la corteza motora al cuerpo estriado pertenecen a la vía cortico-estriada y nacen de la corteza motora, corteza pre-motora y área motora suplementaria.

Una vez que la información entra a los ganglios de la base, ella se dirige al tálamo a través de la sustancia negra y la cara interna del globo pálido por dos vías diferentes. A estas dos vías se las puede nombrar como **vía directa** y **vía indirecta**.

Referencias

[Artículo sobre neurociencias]. (s. f.). Glosario de ciencias y neurociencias. En *Asociación Educar*. Recuperado de <http://asociacioneducar.com/glosario>

Di Santo, M. (2015). Programación neuromotriz [Grabado por N. Acosta]. Córdoba, Argentina.

Di Santo, M. (2015). Pensando en movimiento [Grabado por N. Acosta]. Córdoba, Argentina.

Di Santo, M. (2015). Influencia de Antonio Damasio [Grabado por N. Acosta]. Córdoba, Argentina.

Di Santo, M. (2015). Eferencia central [Grabado por N. Acosta]. Córdoba, Argentina.

Di Santo, M. (2015). Imagen del movimiento [Grabado por N. Acosta]. Córdoba, Córdoba, Argentina.

[Imagen sin título sobre modelo de retroalimentación del movimiento humano]. (s. f.). Recuperada de <http://www.gerdo.org/wp-content/uploads/2013/06/1h.png>

[Imagen sin título sobre modelo neurocibernético de procesamiento de la información]. (s. f.). Recuperada de http://static.diariomedico.com/images/2009/07/01/cerebro_1.jpg

[Imagen sin título sobre sectores de procesamiento de la información en el SNC]. (s. f.). Recuperada de http://3.bp.blogspot.com/_1e0dQzMNoaY/S94SsQvZwdI/AAAAAAAAAB6M/PhalKVbiyR4/s1600/foxp2-estriado_snc.jpg

[Imagen sin título sobre homúnculo sensitivo y motor]. (s. f.). Recuperada de <http://lamazmorra.esy.es/wp-content/uploads/2016/04/Slide11.jpg>

[Imagen sin título sobre áreas de Brodmann de la corteza motora]. (s. f.). Recuperada de https://sophimania.pe/media/images/2015/abril/rakic_2.jpg

[Imagen sin título sobre programación motora como una obra de teatro]. (s. f.). Recuperada de <http://www.kebuena.com.mx/wp-content/uploads/2015/10/qwe.jpg>

[Imagen sin título sobre capas y células de la corteza cerebral]. (s. f.). Recuperada de <http://asociacioneducar.com/sites/default/files/capas-corteza-cerebral.jpg>

[Imagen sin título sobre activación parasitaria]. (s. f.). Recuperada de http://static3.depositphotos.com/1005730/225/i/950/depositphotos_2250400-Kid-playing-piano-badly.jpg

[Imagen sin título sobre ganglios de la base]. (s. f.). Recuperada de http://www.auladeanatomia.com/upload/site_pagina/nucleosdatabase2.jpg

Rigal, R. (1987). *Motricidad humana*. Madrid: Pila Teleña.

Snell, R. (1999). *Neuroanatomía clínica* (4.ª ed.). Buenos Aires: Panamericana.

Tamorri, S. (2004). *Neurociencia y deporte. Psicología deportiva y procesos mentales del atleta*. Barcelona: Paidotribo.

Fajardo, J. T. (1999). *Nuevas tendencias en fuerza y musculación*. Barcelona: Ergo.

Zhou. (2000). El entrenamiento cruzado: una posibilidad del mantenimiento de la forma ante lesiones unilaterales. *Medicina Esport*, 15.

Weineck, J. (2006). *Entrenamiento total*. Barcelona: Paidotribo.

Stefano, T. (2009). *Neurociencias y deportes*. Barcelona: Paidotribo.

Ruiz Perez, L. (1994). *Deporte y aprendizaje*. Visor: Madrid.

Roger M, E. (2008). *Neuromechanics of human movement*. Canadá: Human Kinetics.

Ripoll, R. D. (2014). *Neurociencia cognitiva*. Madrid: Panamericana.

Rigal, R. (1979). *Motricidad humana*. Madrid: Pila Teleña.

Richardson, J. (1996). *Working memori and human cognition*. Oxford: Oxford University.

Richard, S., y Timothy , L. (2014). *Motor learning and performance*. Canadá: Humanic Kinetics.

Luria, A. (1973). *The working brain, and intoduction to neuropsychology*. Londres: Penguin Books.



- Loyber, I.** (2012). *Introducción a la fisiología del sistema nervioso*. Córdoba: El Ganelo.
- Latash, M.** (2008). *Neurophysiological basis of movement* (2.ª ed.). Estados Unidos: Human Kinetics.
- Lacey, S., y Lawson, R.** (2013). *Multisensory imagery*. New York: Springer.
- Kurt, M., y Günter, S.** (1987). *Teoría del movimiento: motricidad deportiva*. Buenos Aires: 1987.
- Kandel, E.** (1997). *Neurociencia y conducta*. Madrid: Prentice Hall.
- Jeanne, L., y Seidler, R.** (2011). <http://www.ncbi.nlm.nih.gov/pmc/>.
- Jacques, C.** (1987). *Las bases neuropsicológicas del movimiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Guyton, C. a.** (2006). *Tratado de fisiología médica* (11.ª ed). Barcelona: Elsevier.
- Di Santo, M.** (2011). *Amplitud de movimiento*. Córdoba: Paidotribo.
- Dauids, K., Button, C., y Bennett, S.** (2008). *Dynamics of skill acquisition*. Canadá: Human Kinetics.
- Damasio, A.** (2007). *En busca de Spinoza*. Barcelona: Crítica.
- Damasio, A.** (2006). *El error de Descartes*. Buenos Aires: Crítica.
- Cratty, B.** (1974). *Motricidad y psiquismo*. Madrid: Miñón.
- Corraze, J.** (1988). *Las bases neuropsicológicas del movimiento*. Barcelona: Paidotribo.
- Boulche, J. L.** (2002). *Hacia una ciencia de movimiento humano*. Barcelona: Paidotribo.
- Boulch, J. L.** (1989). *El deporte educativo. Psicokinética y aprendizaje motor*. Buenos Aires: Paidós.
- Bermeosolo, J.** (2012). Working memory and procedural memory in Specific Learning and Language Difficulties: some finding. *Revista Chilena de Fonoaudiología*, 18.
- Bañuelos, F. S.** (1990). *Didáctica de la educación física y el deporte*. Madrid: Gymnos.



Baddeley, A. (1983). *Working memory*. Oxford .

Di Santo, A. (2016). Sistema sensorial [Grabado por N. Acosta]. Córdoba, Argentina.