

1.1 Sensaciones y movimiento humano

Este curso tiene el objetivo de acercar la neurobiología a las prácticas deportivas y también a las prácticas motrices vinculadas a la salud. Desarrollaremos un marco introductorio general y global en cuanto a las neurociencias en su relación con la motricidad humana. El propósito es procurar un acercamiento de los profesionales del ejercicio físico a un tema que, por su complejidad, tiende a ser dejado de lado. No obstante, su aplicación puede contribuir al entrenamiento de la técnica, al aprendizaje motor y a la *performance* deportiva, como así también a las intervenciones en salud a través del ejercicio adaptado. Esta clase introductoria intenta facilitar la comprensión global de conceptos, tentar a los interesados a seguir profundizando en estos estudios y atreverse a implementar aplicaciones específicas.

Recordemos que, en realidad, lo que existe es la **neurobiología**. Hoy se habla de las neurociencias como un conjunto de disciplinas que tiene como *target* el estudio del cerebro humano y sus aplicaciones a distintas dimensiones y disciplinas (como por ejemplo, el *marketing*, la toma de decisiones en el marco empresarial, entre otras). Lo que existe realmente, entonces, es la neurobiología. De ella tomaremos algunos elementos que permitan, no solamente comprender el porqué de algunas extraordinarias *performances* deportivas, sino también la causa del fallo, los errores, el fracaso en el logro de algunos objetivos. Se presentarán metodologías existentes y se propondrán nuevas posibilidades.

1.1.1 Definiciones y componentes de los sistemas sensoriales

De la cantidad y calidad de información que puedan recoger nuestros diferentes receptores depende la naturaleza de todo el posterior procesamiento de información. Difícilmente la percepción tenga más precisión que una información sensorial; del mismo modo, es poco probable que la representación ideomotora llegue a ser mejor que la percepción misma. Siguiendo el mismo razonamiento, la lógica motriz, la toma de decisión y programación motora no serán mejores que los pasos anteriores. Mucho menos lo será el control motor una vez que la descarga eferente o motriz propiamente dicha abandona la corteza

cerebral. Es por ello que, en el proceso de adquisición, perfeccionamiento, estabilización y disponibilidad variable de una praxis voluntaria; tenemos una dependencia muy grande de la cantidad y calidad de información que puedan llegar a proveer nuestros sistemas sensoriales. Entonces, conviene empezar el estudio de nuestra asignatura por este tema.

Entre las funciones más importantes del sistema nervioso está la de obtener información sobre las condiciones físicas y químicas del medio interno y externo del cuerpo y las variaciones que este presenta. Esta información resulta crucial para conservar la homeostasis, contrarrestar la heterostasis y adaptarse a las condiciones de medio. En todos los sistemas sensoriales hay características comunes, tanto en anatomía como en la función básica de sus componentes.

Una de las grandes funciones de nuestro sistema nervioso es recoger información del medio (tanto externo como interno). De la calidad y relevancia de esta información y de su posterior interpretación depende la generación de conductas que permitan adaptarnos al entorno (con las cuales, además, se evitan problemas que puedan dejarnos sin chances de supervivencia) y también transformar el contexto y mejorar las condiciones actuales de existencia.

Empezaremos definiendo un **sistema sensorial** como un conjunto de órganos, vías y centros de procesamiento neural especializados en recoger información del medio (tanto externo como interno) cuya integración posibilita gatillar los pasos ulteriores relativos a la programación motriz y la ejecución propiamente dicha. De hecho, los aportes de los sistemas sensoriales son cruciales en los ajustes motores una vez que el movimiento se dispara desde la corteza cerebral. Se trata de un conjunto de estructuras que se han perfilado a lo largo de la historia evolutiva para recoger información relevante que necesitamos para el desarrollo ulterior de conductas adaptativas.

Componentes de un sistema sensorial

Un sistema sensorial no está compuesto solamente por receptores, sino también por toda una serie de estructuras que complementan el trabajo de estos. También tenemos vías aferentes o vías de transmisión de esa información captada por ellos, llamadas **vías de la sensibilidad**. Además, existen centros de relevamiento o conmutación sináptica, tanto premedulares como precorticales. Estos centros de procesamiento de la

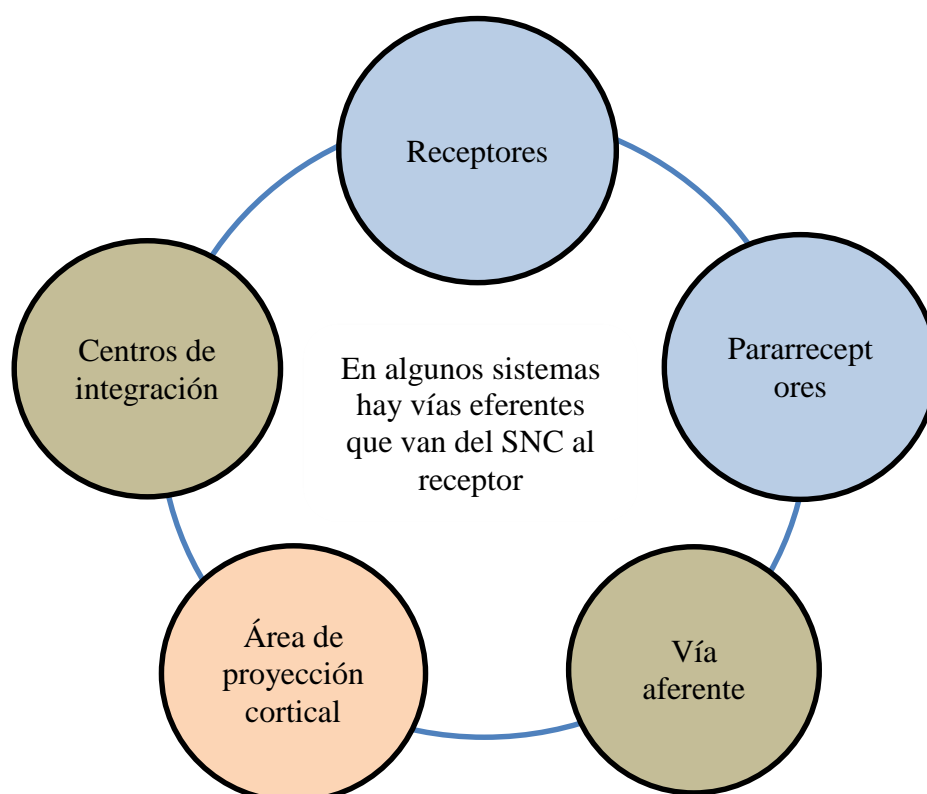
información modifican la misma sustancialmente antes de que esta tenga acceso a las cortezas primarias.

También tenemos áreas de proyección primaria en la corteza cerebral donde esa información es recibida inicialmente y continúa con su ulterior procesamiento. Sumamos otras estructuras, como por ejemplo, los anexos o parareceptores, que protegen y colaboran con la captación y la amplificación del estímulo.

Comenzaremos con el análisis de los que son los componentes de un sistema sensorial y de cómo y de qué manera se recoge información útil para configurar programas, además del fenómeno de aprendizaje motor. Podemos distinguir cinco, a saber:

- **Receptores:** estructuras anatómicas histológicas especializadas en la recepción y transducción de un estímulo sensorial determinado.
- **Parareceptores:** estructuras anatómico-histológicas asociadas al receptor, que protegen, colaboran y amplifican la captación de la información.
- **Vías aferentes:** conformadas por un conjunto de neuronas sensitivas que transportan la información hacia centros superiores.
- **Centros de integración:** son centros anatómicos dentro del sistema nervioso central y periférico que sirven de relevo y conmutan la información (medula espinal, ganglio raquídeo, tálamo).
- **Áreas de proyección cortical:** son sectores específicos de la corteza cerebral donde arriba en primera instancia la información sensorial para su posterior análisis (17, 42, 3, 1, 5, 7).

Figura 1: Componentes del sistema sensorial



Fuente: elaboración propia.

Nos concentraremos en aquellos sistemas sensoriales que proveen información valiosa para los aprendizajes motores, como por ejemplo, la información propioceptiva, la sensibilidad táctil y háptica, la sensibilidad vestibular, la visión y la audición. También abordaremos aquellos que contribuyen a la resolución de problemas motrices, tanto en la vida deportiva como en las actividades de la vida diaria.

El primero de los elementos que compone los sistemas sensoriales son los **receptores** y por ellos comenzaremos el análisis. Son células no neurales, o bien terminales nerviosas adaptadas y especializadas para la recolección inicial de información, tanto del medio externo como del medio interno. La información del medio ambiente se transmite en forma de mensajes ondulantes o analógicos, como por ejemplo, a manera de ondas sonoras o luminosas, y una de las grandes funciones que tienen estas células especializadas es transformar esta información en códigos

digitales. La manera en que nuestro sistema nervioso decodifica estos estímulos es, precisamente, digital. Lo que circula en nuestro sistema nervioso no es información de tipo analógico, sino de tipo digital. De manera muy similar a un código Morse, por nuestras neuronas se transmiten potenciales de acción con distintas frecuencias, es decir, mensajes neurales formados a partir de una modificación de la información de la naturaleza en un tipo de información que circula específicamente en nuestro sistema nervioso, tanto central como periférico.

Clasificación

Los criterios para proponer una taxonomía son variados, ya que dependen del punto de vista inicialmente considerado. Uno de esos criterios es, precisamente, la procedencia del estímulo o bien el origen de dicha procedencia. Desde este punto de vista, una de las formas más tradicionales de clasificación es la que distingue entre **interoceptores** y **exteroceptores**. Cuando hablamos de interoceptores, nos referimos a aquellos receptores que se han perfilado para recoger información de nuestro medio interno. Algunos entienden que existen dos tipos de interoceptores: *visceroceptores* y *propioceptores* e incluyen dentro de los últimos no solo a aquellos que brindan información de los tendones, músculos y articulaciones, sino también a los que proporcionan información proveniente del aparato vestibular, que da cuenta de la posición de nuestra cabeza, su aceleración, desaceleración y rotaciones. Incluso, algunos optan por incluir al tacto y a la nocicepción como modalidad de interocepción.

Dentro de los exteroceptores (receptores de distancia), tenemos receptores donde la información no toma contacto directo con nuestras estructuras (como la vista y el oído) y otros como receptores de contacto (gusto, olfato o el tacto) donde el impacto es necesario. El tacto es un sentido que no todos coinciden en incluirlo, ya sea como parte de los interoceptores o los exteroceptores. Quizás, en definitiva, todos los sentidos sean modalidades del tacto.

- **Interoceptores**
 - **Visceroceptores:** informan sobre el estado de nuestros órganos no vinculados directamente a la postura y el movimiento (se incluyen aquí los sistemas que aportan información vascular, cardíaca, respiratoria, del tracto

gastrointestinal e inclusive de los sistemas endócrino e inmune, sin dejar de lado los nociceptores).

- **Propioceptores:** incluimos no solo a aquellos que brindan información de los tendones, músculos y articulaciones, sino también a los receptores que proveen información del aparato vestibular. Sobre todo, fascias (es decir, los diferentes sistemas especializados en el control de la postura y el movimiento).

- **Exteroceptores:**

- Visión.
- Audición.
- Tacto.
- Gusto.
- Olfato.

Otra forma de clasificación es por la modalidad del estímulo. Desde esta perspectiva podemos enumerar:

- **Fotoceptores:** son sensibles al estímulo lumínico.
- **Mecanoceptores:** son sensibles a estímulos de deformación mecánica.
- **Termoceptores:** son sensibles a estímulos térmicos (internos y externos).
- **Quimioceptores:** permiten captar el estado de las concentraciones de distintos componentes químicos en nuestro organismo.
- **Electroceptores:** son sensibles a estímulos eléctricos naturales.

Existen diversas clasificaciones para los receptores pero todos tienen precisamente la función de recoger información y transformarla en un tipo de dato susceptible de ser procesado por nuestro sistema nervioso (tanto periférico como central).

1.1.2 Fisiología sensorial

Principios de fisiología sensorial

A continuación, describiremos algunas funciones inherentes a los sistemas sensoriales para entender cómo influyen en nuestras prácticas corporales. El conocimiento de estos aspectos permite entender algunos fenómenos como la hipertonía muscular afuncional, las técnicas de FNP (Facilitación Neuromuscular Propioceptiva), las dificultades para la recolección de información y aprendizaje motor, entre otros. Podremos aplicar estos conocimientos a nuestras prácticas de entrenamiento.

Todos los sistemas sensoriales tienen una **neurona aferente**, un **centro de integración o conmutación**, como así también un **área de proyección primaria** y una **vía eferente** para modular motrizmente la actividad. Una neurona aferente es aquella que transmite la información desde el receptor a los centros de integración y a nuestro SNP (Sistema Nervioso Periférico). Algunas de estas neuronas sensitivas revisten particular interés, como por ejemplo las IA, IB y la tipo IIA, que proveen información propioceptiva hacia el sistema nervioso central. De la calidad de información que transmitan (sin dejar de lado la tarea del receptor mismo) depende, en gran parte, la posibilidad de reconocer nuestras posiciones y regular finalmente el control del movimiento.

Los centros de integración precorticales son puntos de conmutación del estímulo, en donde gran parte del mismo se filtra o se mezcla antes de seguir su trayecto hacia la corteza cerebral. Por ejemplo, la información captada desde nuestro cuerpo por propioceptores (fibras intrafusales, órganos de Golgi) es modulada en centros de conmutación premedulares que se encuentran en los ganglios raquídeos. La **médula espinal**, por su parte, es un pequeño cerebro integrador de información con capacidad de modificarla antes de que siga su periplo hacia las estructuras superiores. El **tálamo** es otro centro donde la información es conmutada antes de seguir su trayecto hacia la corteza cerebral. Observamos que la información que finalmente llega a la corteza cerebral y a las áreas de proyección primaria dista mucho de aquella que inicialmente modificó el potencial de reposo de nuestros receptores.

Elementos de fisiología sensorial

Para comprender un poco mejor las bases de la fisiología sensorial, resulta necesario tener en cuenta los siguientes aspectos:



- **Estímulo adecuado: hace referencia al** tipo de información que permite sacar al receptor del estado de reposo. Por ejemplo: el estímulo adecuado de los propioceptores musculares es la deformación longitudinal de las fibras intrafusales, específicamente en su porción central. Esto no quiere decir que, en situaciones determinadas, puedan responder a otro tipo de estímulo. El estímulo adecuado para activar los receptores articulares es, entre otros, la compresión, que permite modificar el estado en que se encuentran tales receptores. El estímulo adecuado para activar el sistema auditivo son las vibraciones del medio aéreo, con una frecuencia determinada, que son captadas por el tímpano y transmitidas al oído medio e interno. Todos los sistemas sensoriales responden a estímulos adecuados que permiten promover la modalidad sensorial para la que se han especializado.
- **Unidad sensorial y campo receptivo:** refiere a la totalidad de receptores que están inervados por la misma neurona sensitiva. Tenemos sectores en nuestro cuerpo en los que una neurona sensitiva toma un escaso número de receptores, por lo tanto, necesitamos mayor cantidad de neuronas sensitivas para cubrir la totalidad de ese sector. En estos sectores con mayor densidad receptiva, podemos tener un acceso discriminado de la información. En el caso del tacto, por ejemplo, existe gran cantidad de receptores en la piel que se encuentran inervados por una sola neurona sensitiva.
Podemos hacer una pequeña experiencia con dos escarbadiantes: si usted los coloca separados a una determinada distancia y comprime, probablemente sienta dos estímulos. En cambio, si los aproxima lentamente, comenzará a sentir un solo estímulo en lugar de dos. Esto sucede porque dicho estímulo toma el mismo campo sensorial y se genera una sola sensación de pinchazo en lugar de dos. Los campos receptivos son muchos más pequeños en los lugares de nuestro cuerpo que requieren un procesamiento mucho más fino de la información (por ejemplo, en la mano, labios, dedos); y son mucho más grandes en los lugares que recogen menos cantidad de información de naturaleza táctil (pantorrillas, muslos, espalda).
- **Transducción y conversión analógico-digital:** se trata de los dos fenómenos interesantes de explicar. Tenemos a nuestro receptor en una condición que se denomina potencial de reposo (estado químico del receptor) y que se corresponde con una determinada

concentración de iones, algunos con carga positiva (cationes), otros con carga negativa (aniones); todos dentro del receptor. Cuando una fuente de energía que se transmite (por la naturaleza) de manera ondulante o analógica y toma contacto con el receptor, lo primero que genera es un cambio en su estado químico. Esto promueve un fenómeno denominado potencial de receptor, que no es otra cosa que una modificación de su potencial de reposo. Este simple acontecimiento es la transducción propiamente dicha.

Para que este potencial de receptor pueda generar un cambio en la naturaleza del mensaje transmitido por la neurona sensitiva, tiene que superar un determinado umbral. Cuando lo hace y genera una modificación en el patrón de descarga por unidad de tiempo, es cuando sucede, además del fenómeno de transducción, la conversión analógica a digital. Esto se puede traducir en la producción de un mensaje sensorial que transitará hasta los sistemas de relevo en nuestro SNC (Sistema Nervioso Central). Es interesante observar que existe una gran cantidad de información que llega a nuestros receptores y que produce modificaciones del potencial de reposo, pero no alcanza a tener la intensidad suficiente como para modificar el potencial de reposo de la neurona sensitiva y no genera conversión analógica digital. Por consiguiente, no podemos tener acceso cognitivo a ese tipo de información (rayos ultravioletas, rayos infrarrojos, infrasonidos, ondas magnéticas). Otras especies, ante esta información es la misma que otras especies sí pueden captar y se produce un reconocimiento, conocimiento o conducta ante los mismos estímulos.

Existe un caso que vale la pena citar y explicar: nuestros propioceptores permanentemente emiten información al SNC. Cuando existe un cambio en los potenciales de acción específicos de los propioceptores, cambia la naturaleza del mensaje y aumenta o disminuye la frecuencia por unidad de tiempo. El contraste entre el estado de reposo (donde el propioceptor emite información) y el movimiento (en donde la modificación del propioceptor cambia el mensaje neural) permite dar cuenta del movimiento. El hecho de que los propioceptores generen información que se emite permanentemente al SNC permite justificar un sentido que se llama **estatoestesia** o sentido de la posición. Esto justifica lo que se denomina sentido cinestésico o **cinestesia**. Tanto la estatoestesia como la cinestesia dependen

originariamente de la información captada por los propioceptores; por lo tanto, tanto en reposo como en movimiento tenemos permanente descarga de información hacia el SNC. Por decirlo de alguna manera, nuestros propioceptores no descansan nunca y esto es una ventaja biológica evolutiva para la supervivencia. En el caso de nuestro sistema auditivo, si no hay estímulo, no se genera potencial de acción hacia el SNC.

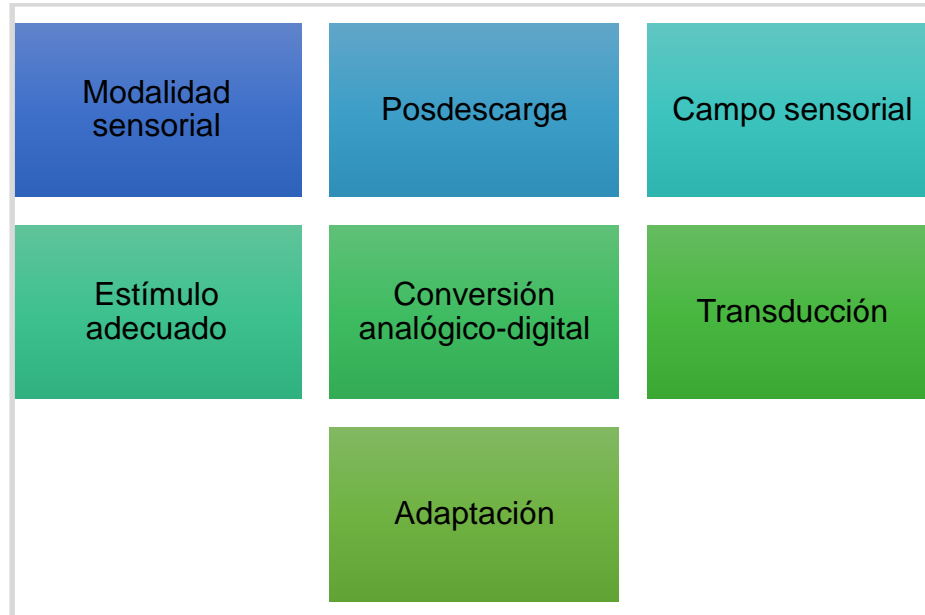
Lo mismo sucede con el caso de la visión: si no hay estimulación de los fotorreceptores (por los fotones) que cambie el estado de los conos y bastones, no tenemos información visual. Pero en el caso de la propiocepción, tanto en reposo como en movimiento, tenemos constantemente descarga de información hacia el SNC, lo que permite distinguir entre el reposo, el movimiento y las posiciones; como así también presiones, compresiones y tensiones que son contrastes entre los potenciales de acción que emanan de los propioceptores y transitan por las vías sensitivas.

- **Posdescarga:** otro fenómeno interesante en fisiología sensorial es lo que conocemos como posdescarga. Luego de que un receptor haya sido modificado en su potencial de reposo, puede recuperar más o menos rápido ese mismo estado. Cuando tarda en volver a su potencial de reposo, a pesar de la no presencia del estímulo que generó el potencial del receptor, es cuando tenemos la sensación de la presencia del estímulo aunque ya no tenga este contacto con el receptor. Por ejemplo: cuando uno usa un sombrero por una gran cantidad de horas, se saca el sombrero y tiene la sensación de que aún lo lleva puesto. Esto se debe a que los receptores siguen descargando información relativa a la deformación plástica de los receptores mecánicos de la piel.
- **Adaptación:** se trata de otra propiedad significativa, con importantes consecuencias para el entrenamiento. Se da cuando el mensaje neural, generado por la presencia de un estímulo, no prosigue aún ante la persistencia de ese mismo estímulo que continúa modificando el estado del receptor. Esta adaptación de los receptores a la presencia de un estímulo es uno de los grandes riesgos que tenemos que evitar en el aprendizaje motor y el entrenamiento de la técnica. La adaptación de los receptores (principalmente los propioceptores) es un tremendo peligro para el progreso en la *performance* motriz y la disponibilidad variable de los gestos. Por falta de variabilidad de estímulos, los receptores ya no proveen información diferencial al SNC y esto puede

promover lo que conocemos como **estereotipia**. Este fenómeno, que induce efectos no deseados (como la imposibilidad de romper la barrera de velocidad, dificultad para cambiar los ritmos, bloqueos en el aprendizaje motor, estancamientos en el entrenamiento de la técnica, dificultades para la captación de nuevos tipos de información) complica la *performance* deportiva. En definitiva, promueve grandes problemas para la evolución de aprendizajes motores. Estimular a los receptores en general (y a los propioceptores en particular) de manera múltiple o variada para evitar su adaptación, es una de las tareas más importantes de la intervención didáctica en toda práctica corporal. En otros casos, como por ejemplo en la rehabilitación neurológica, la adaptación de estos receptores puede ser una ventaja.

- **Parámetro del mensaje neural:** otro elemento interesante para estudiar en fisiología sensorial es lo que llamamos parámetro del mensaje neural. La información a través de nuestras vías aferentes y eferentes circula como potenciales de acción. Se trata de un inmenso cableado; y merced a su conectividad a nivel sináptico transitan datos de manera digital. Los mensajes neurales tienen distintos componentes: código de frecuencia, código temporal, código espacial y código de fase. Tal como un código Morse que, con su variabilidad de tiempo, silencio e interrupciones, hace que la información sea diferente entre sí. Esto permite que podamos percibir el mundo interno y externo. De este modo, circulan por nuestro sistema nervioso potenciales de acción, no significados o imágenes. Uno de los grandes misterios de la neurobiología y de la filosofía de la mente consiste en entender cómo se extraen los significados de la circulación de esos potenciales de acción y cómo esto influye en la elaboración de nuestras conductas o generan reacciones o respuestas emocionales ante esos significados. Decir que nuestro sistema nervioso es un enorme cableado por el que circulan ráfagas de potenciales de acción o mensajes digitales, no es un simple reduccionismo. Nuestra intención no es decir que el hombre sea solamente eso, pero admitimos esta realidad.

Figura 2: Elementos básicos de fisiología sensorial



Fuente: elaboración propia.

Conclusiones y perspectivas

Para concluir, nos atrevemos a afirmar que entender los fenómenos propios de los sistemas sensoriales y estudiarlos en profundidad tiene implicancias muy importantes para la administración de las decisiones relativas al movimiento humano. Una cantidad de consecuencias interesantes pueden desprenderse de estas indagaciones:

- Del grado o nivel de entrenamiento preliminar que tengamos de estos canales de acceso de información dependerá la construcción de los futuros aprendizajes.
- El fenómeno de la sensación es tan entrenable como el fenómeno de la percepción.
- Por consiguiente, todo lo que podamos prodigar, respecto al entrenamiento y la activación de los canales senso-perceptuales mediante la estimulación de las vías aferentes de información al SNC, mejora la calidad de los aprendizajes motores ulteriores, sobre todo en las etapas iniciales de la formación psicomotriz de la persona (no solo deportiva).

- Este entrenamiento discriminativo senso-perceptual favorece luego todos los procesos que tienen que ver con la consolidación de partes buenas del movimiento y la eliminación progresiva de los fallos a partir de una atinente interpretación de las correcciones.
- Hay una gran cantidad de consecuencias didácticas que se desprenden de este conocimiento que tiene que ver con la necesidad de plantearnos estrategias especiales para el entrenamiento de la función sensorial y la función perceptual.

1.1.3 Itinerario del procesamiento de la información en los sistemas sensoriales

Cuando un estímulo toma contacto con un receptor modifica su estado o potencial de reposo y cambia el estado o potenciales de acción, estimulando las neuronas sensitivas. Luego, estas modificaciones pasan por un centro de conmutación y siguen su trayecto hasta las cortezas primarias, donde la información es distribuida en distintas neuronas especializadas en reaccionar frente a rasgos muy particulares del objeto. Este es el itinerario del estímulo.

Recordemos también que en todo acto sensoperceptual hay funciones motoras implicadas debido a que existe una acción motriz específica orientada a mejorar la calidad de recolección de la información. Los sistemas sensoriales tienen (como componentes fundamentales) neuronas motoras que modulan la actividad de los receptores, lo que permite amplificar el ingreso de información, o bien restringirla con el objetivo de evitar el daño de estas células especializadas en la recepción. En relación con lo anterior, queremos reforzar esta idea: todo **sistema sensorial tiene funciones motoras inherentes**, es decir que hay motricidad específica implicada en la modulación de los sistemas sensoriales para mejorar la calidad de captación de la información, tanto del medio interno como del medio externo. Por ejemplo: para captar información sobre el estado de longitud muscular a cargo de receptores que se llaman fibras intrafusales; también tenemos sistemas motores (sistema motor gamma) que permiten ajustar o calibrar el estado de ese receptor para recoger pertinentemente información sobre la longitud muscular. La función visual también tiene implicadas tareas motoras que modulan la actividad del iris, al abrir o cerrar el párpado, lo cual permite el ingreso de mayor o menor cantidad de luz. A su vez, en la misma

función visual, tenemos neuronas motoras que modulan la actividad de los músculos extrínsecos de los ojos para captar permanentemente, con distintos conos o bastones, el mismo objeto y, así, permitir que los que inicialmente lo hicieron re sinteticen sus neurotransmisores y se puedan emplear para procesar nueva información. Se trata de micromovimientos generados para mejorar la calidad de recolección de información. La recepción de información no es un fenómeno pasivo, sino un hecho motrizmente activo.

Estos procesamientos de la información o estas conmutaciones premedulares y luego posmedulares tienen un relevo obligado en diversos núcleos del tálamo, en donde la información es nuevamente conmutada, integrada y también, muchas veces, alterada antes de llegar a la corteza cerebral.

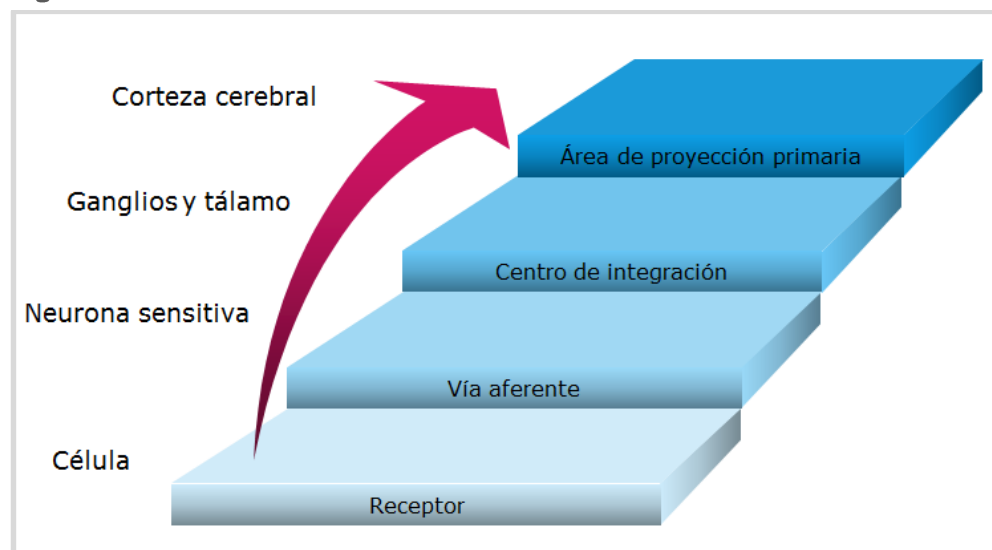
La información tiene un procesamiento cruzado, es decir, cuando empleamos el conjunto de sistemas sensoriales de un hemicuerpo, casi la totalidad de dichos datos es procesada por el hemisferio sensorial del lado contrario. Por ejemplo, nuestros sistemas sensoriales derechos proveen de información al hemisferio cerebral izquierdo y, de la misma manera, todos los sistemas sensoriales del lado izquierdo proveen información al hemisferio cerebral derecho. Con respecto a lo anterior, en los últimos años se ha clasificado a los sujetos como homogéneos y heterogéneos: los primeros son aquellos que captan información predominantemente de un solo hemicuerpo y heterogéneos son aquellos que lo hacen desde ambos hemicuerpos de manera equilibrada. Esta clasificación no es sólo para la captación de la información, sino también para las acciones motrices. Homogéneos, en este caso, son aquellos que utilizan con predominancia un solo hemicuerpo en acciones de coordinación fina y gruesa, en tanto que los heterogéneos emplean ambos hemicuerpos de manera proporcionada para estas acciones.

Existen evaluaciones para detectar esta dominancia, se trate de sujetos deportistas o no. La utilidad de estas pruebas es variada. A partir de ellas se pueden cristalizar consecuencias didácticas para potenciar el lado que menos utilizamos u optimizar las habilidades del lado dominante. En nuestra práctica, cuando utilizamos este tipo de evaluaciones tratamos fundamentalmente de equilibrar la calidad de recolección de información por parte de los sistemas sensoriales distribuidos en cualquiera de los dos hemicuerpos. Esto sucede sobre todo si el sujeto tiende a infrautilizar uno de ellos, porque entendemos que mientras mayor cantidad de información recolectamos de los sistemas sensoriales

que menos empleamos, tendremos una mayor capacidad de tomar buenas decisiones y mejorar la programación motora. A partir de estos fundamentos, la pregunta que subyace cae de madura, a saber: ¿es más ventajoso ser heterogéneo que homogéneo? Se trata de una pregunta que no podremos responder y es algo que futuras investigaciones científicas se encargarán de develar. Sí podríamos, en cambio, hacer alusión a casos de genialidades deportivas con ambas características.

La información es cruzada antes de su procesamiento en el tálamo. Para ejemplificar la función del tálamo, podemos imaginar un aeropuerto internacional al que arriban vuelos de todo el mundo y desde el cual salen vuelos de cabotaje al interior del país. De la misma manera toda la información sensorial (excepto la olfativa) llega al tálamo antes de seguir su camino hasta la corteza primaria para un análisis pormenorizado de ésta.

Figura 3: Itinerario de la información



Fuente: elaboración propia.

Precisamente, es a través de la cantidad y calidad de información que pueden recoger nuestros receptores, que depende de la calidad de todo el procesamiento de información.

La calidad de todo el procesamiento de la información, dependerá de la cantidad y calidad de información que puedan recoger nuestros receptores.

Nunca la percepción va a ser mejor, en calidad, a lo que los sistemas sensoriales puedan llegar a proveer; por lo tanto, nunca la representación va a ser mejor que la percepción y la lógica motriz, del mismo modo que

la toma de decisiones y programación motora no serán mejores que los pasos anteriores. Es por esto que, en el proceso de adquisición de perfeccionamiento, estabilización y disponibilidad variable de praxis voluntarias, tenemos una dependencia muy grande de la información que puedan llegar a incorporar o proveer nuestros sistemas sensoriales. Una de las grandes funciones de nuestro sistema nervioso es la de recoger información del medio tanto externo como interno, porque de la calidad de esta información y de su interpretación depende la generación de conductas que permiten adaptarnos al entorno.

Esto, nos brinda la posibilidad de evolucionar como especie y sobrevivir en el tiempo.

Los sistemas sensoriales son altamente entrenables, y su importancia radica en que el proceso psicomotor subsiguiente depende de esta etapa de adquisición de la información. Dichos sistemas son los canales de acceso de los datos cruciales. De la capacidad que los mismos tengan para recoger y transmitir la información va a depender el resto del proceso psicomotor.

También es importante tener presente cuáles son estos sistemas sensoriales y cuál es su importancia en los distintos deportes, saber cómo evaluarlos, conocer la didáctica básica para su entrenamiento, estimularlos en los niños desde edades tempranas y contrarrestar su involución en edades mayores.

Las consecuencias de su entrenamiento radican en la importancia de la prevención de lesiones a partir de su impacto estabilizador del sistema articular, la modulación final de las referencias sensorio-motoras que dan precisión al gesto, la dosificación de los niveles de aplicación de fuerza en todas sus expresiones y magnitudes y la autodetección de anomalías funcionales con la consecuente regulación del esfuerzo.

1.1.4 Importancia de los procesos aferentes para la correcta programación neuromotora, ejecución y control del movimiento

La información que fue recogida por los receptores y modificó el estado de la neurona sensitiva sigue su periplo hacia los centros de control. Allí se conmuta y accede finalmente a la corteza cerebral (que llamamos áreas de proyección primaria o áreas estriadas), que se especializan en recibir esa información luego de que fue procesada por los distintos núcleos geniculados laterales del tálamo y otras instancias anteriores.

Entre las áreas de proyección primaria que necesitamos para la programación neuromotora, podemos citar: en el lóbulo occipital, el **área 17 de Brodmann**; en el lóbulo temporal, el **área 41**; en el lóbulo parietal (circunvolución parietal ascendente), las **áreas 3, 1 y 2** para el procesamiento de la información mecánica, térmica y también dolorosa, el **área 5** para la información propioceptiva y el **área 7** para la información vestibular.

¿Qué rasgo particular presentan estas áreas de proyección primaria? Hay varios puntos interesantes para considerar:

- Primero, que el tamaño asignado a cada parte del cuerpo en cada área 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 u homúnculo sensorial, para dar cuenta de que la densidad y tamaño en esa área de proyección primaria tiene una correspondencia con la cantidad de receptores que esa parte del cuerpo posee.
- Lo segundo 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 objeto de percepción, nuestro cerebro tiene que mapear y 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 esta recirculación de la información captada de la periferia por estas estructuras del SNC es lo que nos permite tomar conciencia no solo del mundo exterior, sino también generar el fenómeno de la autoconciencia. En suma, nos permitirá detectar no solo lo que percibimos, sino tanto el mundo externo como el mundo interior.

La corteza cerebral tiene **6 capas neuronales** (ganglionar, granular externa, piramidal externa, granular interna, piramidal interna y multiforme). A su vez, en las áreas de proyección primaria sensorial (nombradas anteriormente), las dos capas pares iniciales (la 2 y la 4, que se llaman granulares) tienen un espesor mayor que las demás, porque son los sectores que reciben la información.

Un detalle a tener en cuenta es que cuando la información llega al área de proyección primaria, no lo hace de forma azarosa, sino que sigue un itinerario de conducción en las capas granulares que es muy específico.

Otro detalle interesante de las áreas de proyección primaria: hay una topografía que da cuenta de la distribución de los receptores en la periferia. Por ejemplo: a cada sector de la retina le corresponde un determinado sector en el área de proyección primaria visual o área 17 de Brodmann, un determinado conjunto de neuronas (a los bastones de la retina les corresponde un sector del APP (Área de Proyección Primaria) más externo y a los conos les corresponde un sector más profundo o central). En estas áreas de proyección primaria, el acceso de información es ordenado. Hay un orden estructural y funcional para una mejor calidad de captación de la información. Los estímulos que reciben las neuronas, se combinan en capas granulares que siguen un orden específico.