

animales sin vértebras, no sucede lo mismo; en éstos el eje cerebro-espal que falta, y todos los nervios del cuerpo se reúnen en cierto número de ganglios más ó menos alejados unos de otros (fig. 89). Finalmente, en la gran división de las zoofitos, lo más que se encuentra son vestigios de un sistema nervioso rudimentario y á menudo falta completamente este aparato. Al estudiar los diversos grupos de animales, tendremos ocasión de indicar las particularidades que presentan á este respecto.

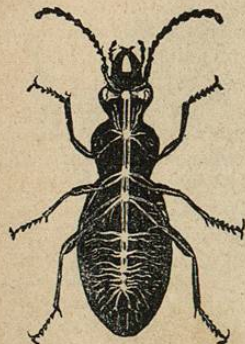


Fig. 89. — Sistema nervioso de un insecto (*Carabus auratus*).

Tales son las diversas partes de que se compone el aparato nervioso del hombre y de los demás animales superiores; veamos ahora cuáles son sus usos y ocupémonos en primer lugar del estudio de la sensibilidad.

#### SENSIBILIDAD.

§ 194. Hemos dicho que la sensibilidad es la facultad de recibir impresiones y de tener conciencia de ello. Todos los animales tienen esta facultad; pero el grado en que se desarrolla varía en casi todos ellos. A proporción que se eleva en la serie zoológica y que se acerca al hombre, se hacen las sensaciones cada vez más variadas; el animal adquiere la facultad de conocer mayor número de las propiedades que poseen los objetos que le rodean y de apreciar mejor las diferencias; las impresiones producidas se hacen más vivas, y, á medida que la facultad de sentir se perfecciona así, se ve á la estructura de los órganos de relación complicarse cada vez más; pues en ésta, lo mismo que en todas las

dirigen á la laringe; — 9, 9, nervio retrógrado, rama del neumogástrico que sube de la base del cuello hasta la laringe; — 10, 11, ramas cardíacas que van al corazón; — 13, plexo pulmonar; — 14, nervio lingual; — 15, parte terminal del nervio gran hipogloso; — 16, nervio glosofaríngeo; — 17, nervio espinal; — 18, nervio cervical del segundo par; — 19, tercer nervio cervical; — 23, nervios cervicales sexto, séptimo y octavo, que se anastomosan con el primer nervio dorsal para formar el plexo braquial; — 24, ganglio cervical superior del gran simpático; — 25, ganglio cervical medio; — 27, ganglio cervical inferior; — 26 á 30, ganglios dorsales.

demás funciones, la naturaleza llega á resultados cada vez más perfectos por la división del trabajo.

§ 195. *Donde quiera que sean algo variadas las sensaciones producidas por los objetos exteriores, existe un SISTEMA NERVIOSO distinto y de su acción depende la facultad de sentir.* La estructura comienza por ser muy simple, y en este caso todas las partes que lo componen parece que desempeñan casi las mismas funciones. En el gusano de tierra, por ejemplo, es un cordón nudoso extendido en toda la longitud del cuerpo en el cual todas las partes poseen las mismas propiedades; pues si se corta el animal transversalmente en varios trozos, se ve á cada uno de estos fragmentos continuar sintiendo y moviéndose como antes; pero en los seres cuya organización es más complicada y que tienen facultades más perfectas, se compone este aparato, como ya hemos visto, de varias partes diferentes que obra cada una de modo distinto de las demás, desempeñando funciones especiales. En el hombre y en los demás animales superiores, será, pues, donde el estudio de estas funciones nos ofrecerá mayor interés.

§ 196. **Funciones de los nervios.** — Todas las partes de nuestro cuerpo no se hallan igualmente dotadas de sensibilidad; algunos órganos poseen esta facultad en alto grado, mientras que otros pueden ser excitados de todas maneras, magullados por cuerpos extraños, cortados y hasta rasgados, sin que experimentemos la menor sensación. Esto supuesto, las partes más sensibles son siempre las que reciben mayor número de nervios; y donde no hay nervios no hay sensibilidad. Si se hace una incisión en la pata de un animal vivo y se descubre el nervio que pasa por ella, se nota además que este cordón se halla dotado de gran sensibilidad; por poco que se comprima ó pique, demuestra el animal todos los signos de un vivísimo dolor, y los músculos por los cuales este nervio herido se distribuye se ven agitados por contracciones convulsivas.

Por lo que se ha dicho se podrá ya adivinar que nuestros órganos deben su sensibilidad á los nervios, y, para poner este hecho fuera de duda, basta destruir uno de estos cordones; pues si el experimento se practica en uno de los miembros de un animal vivo, todas las partes á que dicho nervio se dirige se ven en seguida atacadas de parálisis, esto es, privadas de la facultad de sentir y de moverse.

Pero el referido nervio, cuya acción es indispensable al ejercicio de aquellas funciones, ¿se halla en relación directa con el alma y es el encargado de determinar los movimientos y de percibir las sensaciones? ó bien, ¿desempeña sólo las funciones de un

conductor; está destinado únicamente á transmitir á los músculos la excitación desarrollada en otro órgano por la influencia de la voluntad y á llevar á esta parte, que sería á la vez el asiento de la percepción de las sensaciones, las impresiones que resultan del contacto de un objeto exterior con la superficie del cuerpo ó de la acción de cualquiera otro estimulante?

Para resolver esta cuestión han ocurrido también los fisiólogos á experimentos en animales vivos.

Si se corta, en un punto cualquiera de su longitud, el nervio que va á la pata posterior de una rana, por ejemplo, y se pincha ó comprime la extremidad así separada del resto del sistema nervioso, se ve que es completamente insensible, mientras que la parte situada por encima de la sección conserva toda su sensibilidad; las partes del miembro que reciben filetes nerviosos del fragmento inferior del nervio se hallan paralizadas igualmente.

Un nervio separado del sistema de que forma parte cesa, pues, de desempeñar sus funciones; no puede, por consiguiente, ser el asiento de la percepción de las sensaciones, y debe necesariamente deducirse que sirve para transmitir al órgano en que se ejerce esta función las impresiones recibidas por las partes dotadas de sensibilidad.

Esto es, en efecto, lo que se halla plenamente demostrado por todos los estudios hechos á este respecto en animales; y observando los fenómenos determinados por ciertas operaciones quirúrgicas, ha sido fácil comprobar que lo mismo sucede en el hombre. La impresión producida por el contacto de un cuerpo con el nervio mismo, ó con la parte en la cual este nervio se ramifica, no puede advertirse y no puede, por consecuencia, producir una sensación, si no es transmitida por el nervio á otros órganos.

§ 197. Una vez adquirido el convencimiento de este hecho, se nos ocurre naturalmente el preguntar dónde deben llegar las excitaciones para que el animal tenga conciencia de ellas; cuál es el órgano encargado de recibirlas; ó, en otros términos, cuál es el asiento del *yo*, cuál es la parte material de la economía que está unida directamente al *principio vital* de los animales privados de razón ó al *alma* del hombre.

§ 198. **Influencia del encéfalo.** — Los nervios cuyas funciones acabamos de estudiar terminan todos en el cerebro ó en la médula espinal, la cual termina también en el cerebro; es pues evidente que en una parte cualquiera del *eje cerebro-espinal* debe residir esta facultad de percepción. Indaguemos si es en la médula espinal, en el cerebelo ó en el cerebro.

Cuando se practican en la médula espinal los mismos experimentos que ya se han hecho en los nervios que de ella salen, se

nota en primer lugar que este órgano es extremadamente sensible: la más ligera picadura produce dolor intenso y movimientos convulsivos; y si se corta de través se observa inmediatamente una parálisis completa de todas las partes cuyos nervios nacen por debajo de la sección, mientras que aquéllas cuyos nervios provienen de la parte de la médula espinal aun en comunicación con el cerebro continúan gozando de la facultad de sentir y de moverse.

Teniendo cuidado de mantener artificialmente la respiración de modo que el animal en el cual se hace el experimento no perezca de asfixia, se puede comprobar que todas las partes de la médula espinal pierden la facultad de determinar movimientos voluntarios y la de producir sensaciones desde el instante que se separan del cerebro, de todo lo cual debe deducirse que en el cordón raquídeo no reside la facultad de percibir las sensaciones ó de determinar los movimientos voluntarios.

Mas no sucede lo mismo en el cerebro. Si se descubren los dos hemisferios de este órgano en un animal vivo (en una paloma, por ejemplo), y se irrita su superficie con la punta de un instrumento cortante, causa admiración su insensibilidad: se puede cortar y desgarrar la sustancia del cerebro sin que el animal dé el menor signo de dolor y sin que parezca que se percibe de la mutilación que sufre; pero si, como ha hecho Flourens, se levanta este órgano, cae el animal en un estado de estupor del cual nada puede hacerlo salir. Todo su cuerpo se vuelve insensible, sus sentidos no obran más; y si se remueve, sólo lo verifica bajo la influencia de una causa extraña y sin que la voluntad parezca que contribuye en la determinación de estos movimientos.

Por este experimento se ve que la acción del cerebro es indispensable para la percepción de las sensaciones y para la manifestación de la voluntad, y que las impresiones recibidas por los nervios deben llegar á este órgano para que el animal tenga de ellas conciencia.

§ 199. En la función de la sensibilidad existe, pues, una división del trabajo bastante notable: las partes que, por su contacto con los cuerpos extraños, son susceptibles de producir sensaciones, no pueden percibir ellas mismas esas impresiones, y, por otra parte, el órgano que es asiento exclusivo de la percepción de dichas impresiones no puede él mismo recibirlas directamente; es insensible y no puede excitarse sino por las impresiones que le son transmitidas por intermedio de los nervios.

Así, se pueden distinguir en el aparato de la sensibilidad tres propiedades, á saber: 1.<sup>a</sup>, la facultad de recibir, por contacto de un cuerpo extraño ó de cualquier otro agente, una impresión

que puede producir una sensación; 2.<sup>a</sup>, la facultad de transmitir dichas impresiones, del punto en que se han producido, al órgano encargado de percibir las; 3.<sup>a</sup>, la de dar al animal la conciencia de su existencia, ó de percibir las.

Resulta de los experimentos de Flourens y de algunos otros fisiólogos que, en los animales que se aproximan al hombre, como los mamíferos y las aves, la última facultad de las citadas reside principalmente en los hemisferios del cerebro; y como acabamos de decir, la facultad de recibir impresiones y de conducir las al cerebro, en donde deben ser percibidas, es atributo de los nervios.

§ 200. Hay también que observar que, en la transmisión de las impresiones hacia el cerebro, cada una de las fibras elementales de un nervio obra independientemente de las fibras próximas; y como estas fibras, sólo enlazadas en manojos, no se reúnen nunca entre sí, sino que cada una continúa su trayecto hasta el encéfalo, resulta que las sensaciones que vienen de los diferentes puntos del cuerpo llegan cada una por un camino particular y no se confunden unas con otras. Juzgamos del sitio de la sensación por la vía por medio de la cual llega ésta á nuestro cerebro, y siempre referimos la sensación producida á la parte del cuerpo en que se termina la fibra nerviosa elemental puesta así en acción <sup>1</sup>.

§ 201. **Nervios de la sensibilidad.** — Por lo demás, todos los nervios del cuerpo no poseen la propiedad de transmitir las sensaciones; los hay exclusivamente consagrados á los movimientos, y entre los nervios de la sensibilidad, no gozan todos de la facultad de conducir al cerebro las mismas impresiones. La sensibilidad de ciertos nervios no puede ponerse en juego por agentes que son susceptibles de excitar sensaciones en otros nervios; así, la luz, verigracia, produce una viva sensación cuando llega

<sup>1</sup> La sensación que depende de la excitación de un nervio se refiere también por la inteligencia al órgano donde este nervio se distribuye, aun en el caso de que dicha excitación tenga su asiento más cerca del cerebro, en un punto cualquiera del trayecto del nervio. Así, cuando se comprime el nervio radial en el codo, parece que el dolor existe en la mano, porque en esta última parte es donde termina el nervio en cuestión. Igualmente por la misma razón, hecha la sección de un nervio, se experimenta á menudo dolor en la parte donde el nervio se distribuye, sin embargo de que la sensibilidad está allí completamente destruída. En fin, el conocimiento de este hecho nos explica también cómo, después de la amputación de un miembro, puede el enfermo experimentar sensaciones cuyo asiento parece que es en la parte que ha perdido: es que refiere instintivamente á los órganos donde se terminaban las diversas ramas del nervio cortado la excitación que ya no reside sino en el tronco de este nervio.

á la parte terminal de los nervios ópticos, pero no es susceptible de influir sobre ningún otro miembro de la economía; y estos nervios ópticos, tan sensibles á la influencia de aquel sutil agente, pueden ser comprimidos, pinchados ó rasgados, sin que de ello resulte ninguna sensación de dolor; mientras que los nervios espinales, que no son sensibles á la acción de la luz, conducen con la mayor perfección las sensaciones producidas por el contacto material de un cuerpo extraño y no pueden ser excitados de este modo con alguna fuerza sin que resulte dolor más ó menos intenso.

§ 202. **Modificaciones de la sensibilidad.** — Existen, pues, diferentes especies de sensibilidad dispuestas para funcionar bajo excitantes diferentes: de este modo es como podemos apreciar las diversas propiedades físicas de los objetos que nos rodean; y estas modificaciones de la sensibilidad constituyen los *cinco sentidos* de que el hombre y la mayor parte de los animales están dotados.

La sensibilidad táctil ó el *tacto*, la sensibilidad gustativa ó el *gusto*, la sensibilidad olfativa ó el *olfato*, la sensibilidad auditiva ó el *oído*, y la sensibilidad óptica ó *vista*, son, por consecuencia, otras tantas facultades distintas, que tienen cada una sus instrumentos propios, cuya acción se excita por causas diversas y cuyas funciones nos procuran conocimientos diferentes. El contacto de un cuerpo que resiste á la presión, ó que es más caliente ó más frío que nuestros órganos, determina, en las partes que gozan de sensibilidad táctil, sensaciones especiales por las cuales juzgamos de la consistencia, de la tersura, de la temperatura, y, hasta cierto punto, del volumen y de la forma de dicho objeto. El contacto de este mismo cuerpo sobre otra parte cuyos nervios se hallen dotados de la sensibilidad gustativa puede darnos la sensación del sabor; y cuando, después de haber sido reducido á partículas extremadamente tenues, toca las partes dotadas de sensibilidad olfativa, puede aún dar lugar á una sensación diferente: la de los olores. El movimiento vibratorio de que el referido cuerpo puede hallarse animado escapará imperceptible á los órganos del gusto y del olfato, pero producirá la sensación del sonido cuando llegue á las partes dotadas de sensibilidad auditiva. Finalmente, la luz que un cuerpo nos envía no excitará ninguno de los sentidos de que acabamos de hablar, pero determinará en las partes dotadas de la sensibilidad óptica sensaciones diferentes de las enumeradas y á propósito para hacernos conocer la forma, el color y la posición de los objetos de que estamos rodeados.

La sensibilidad olfativa es atributo de los nervios cerebrales del primer par; la sensibilidad óptica pertenece á los nervios

cerebrales del segundo par, llamados por esta razón nervios ópticos; la sensibilidad gustativa es propia de ciertas fibras de los nervios cerebrales del quinto par; la sensibilidad acústica reside en los nervios auditivos ó nervios cerebrales del octavo par; en conclusión, la sensibilidad táctil se ejerce casi exclusivamente por los nervios raquídeos y los nervios cerebrales del quinto, noveno, décimo y duodécimo par.

§ 203. **Funciones diferentes de las dos raíces de los nervios raquídeos, etc.** — Los nervios dotados de sensibilidad táctil sirven también para los movimientos; pero es evidente que la facultad de excitar las contracciones musculares y la de conducir las sensaciones no residen en las mismas fibras elementales, y si estos nervios poseen ambas facultades á la vez, depende solamente de que se hallan formados por la reunión de fibras sensibles y de fibras motrices. En el trayecto del nervio no es posible distinguir estas dos clases de fibras; pero es fácil distinguir las en su origen, pues las ha separado la naturaleza. En efecto, todos estos nervios nacen, ya de la médula espinal, ya de la base del cerebro, por dos raíces; y, según las interesantes observaciones de Charles Bell y de Magendie, se sabe hoy, sin dejar lugar á duda, que las fibras que componen una de estas raíces sirven para la transmisión de las sensaciones, mientras que las que constituyen la otra raíz conducen á los músculos la influencia de que dependen los movimientos voluntarios.

Efectivamente, si se cortan las raíces posteriores de uno de los nervios raquídeos, queda privado este cordón de un modo instantáneo de la facultad de transmitir las impresiones: la parte del cuerpo en que se distribuye se vuelve insensible, mas los movimientos continúan sometidos á la influencia de la voluntad; mientras que la sección de las raíces anteriores, dejando intactas las raíces posteriores, determina la parálisis de los movimientos sin destruir la sensibilidad.

Cortando las raíces posteriores de todos los nervios raquídeos, no se impide al animal que ejecute movimientos voluntarios, pero se le hace todo su cuerpo (exceptuando la cabeza, cuyos nervios nacen en el interior del cráneo) completamente insensible. Las raíces posteriores son, pues, las de los nervios de la sensibilidad, y las raíces anteriores las de los nervios del movimiento, y por su unión gozan á la vez de estas dos facultades los nervios que resultan de ella.

Todas las diferentes partes de la médula espinal no poseen, en el mismo grado, la facultad de transmitir las sensaciones ó de excitar los movimientos; la sensibilidad es exquisita en la faz posterior de este órgano y mucho más débil en su parte anterior.

§ 204. **Sistema ganglionar.** — En cuanto al sistema nervioso ganglionar, es poco ó nada sensible: puédesse pinchar ó cortar los ganglios, lo mismo que los nervios que salen de ellos, sin producir dolor y sin ocasionar contracciones musculares. Hay que observar también que, en estado de salud, los órganos interiores que reciben estos nervios no nos transmiten sino sensaciones débiles y muy confusas, y sólo en ciertos estados enfermizos se desenvuelve su sensibilidad. En el primer caso, es de presumir que las sensaciones lleguen al cerebro por intermedio de las ramas que unen los nervios del sistema ganglionar á cada uno de los nervios raquídeos. Pero este punto de fisiología exige aun nuevas investigaciones.

§ 205. **Órganos especiales de los sentidos.** — El aparato de la sensibilidad no se compone solamente de las diversas partes del sistema nervioso de cuyas funciones acabamos de hablar; los nervios dotados de la facultad de transmitir al cerebro las sensaciones que nos vienen de fuera no terminan libremente en el exterior, de modo que reciban directamente el contacto de los agentes que determinan dichas sensaciones, sino que van á terminar en instrumentos especiales destinados á recoger, por decirlo así, la excitación y prepararla de manera que quede asegurada su acción. Estos instrumentos son los órganos de los sentidos, y esencialmente por medio de ellos nos llegan las sensaciones; pero no son indispensables para el ejercicio de todas estas facultades: la sensibilidad táctil puede ponerse en actividad en todas partes donde existan nervios propios para conducir las sensaciones comunes; y solamente es condición necesaria esta especie de intermediario entre el nervio y el mundo exterior, para los sentidos especiales, esto es, para el gusto, olfato, oído y vista.

Habiendo ya estudiado de una manera general el fenómeno de la sensibilidad, lo mismo que los órganos en que reside, debemos ahora examinar más al pormenor cada una de las formas bajo las cuales se manifiesta dicha propiedad, ó, en otras palabras, ocuparnos en el estudio particular de cada uno de los sentidos con que la naturaleza ha dotado á los animales.

§ 206. Todos los animales poseen sensibilidad táctil más ó menos delicada, y precisamente por intermedio de la membrana que cubre el cuerpo de ellos se ejerce dicha facultad. Para estu-