

Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas
Universidad Zaragoza

Universidad de la Experiencia
Universidad Zaragoza

Uez



<http://webdiis.unizar.es/~seron/>
seron@unizar.es

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Departamento de Informática e Ingeniería de Sistemas
Universidad Zaragoza

Universidad de la Experiencia
Universidad Zaragoza

Uez

El encéfalo humano



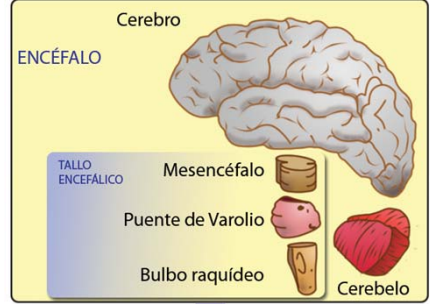
Dr. Francisco José Serón Arbeloa

¡Pregunta! ¿De qué va esto?



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

¡Respuesta! Del encéfalo



Dr. Francisco José Serón Arbeloa



Índice

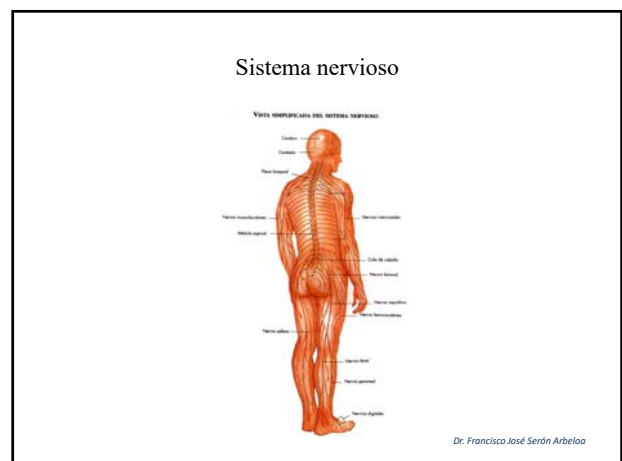
- Sistema nervioso
- Estructura anatómica del encéfalo
- Estructura anatómica del cerebro por regiones externas
 - Áreas primarias
 - Áreas secundarias
 - Áreas terciarias
- Estructura anatómica interna del cerebro
- Estructura anatómica del cerebelo
- Estructura anatómica del bulbo raquídeo
- El detalle fino, la neurona
- Imagen médica
- El funcionamiento del cerebro
- Características del encéfalo
- Una mirada final al encéfalo
- Reflexión final

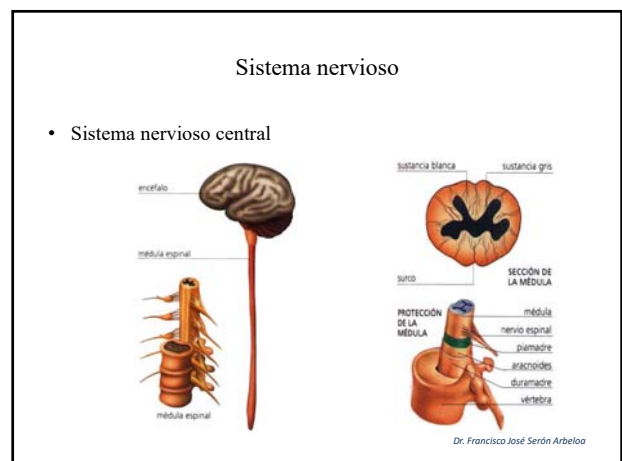
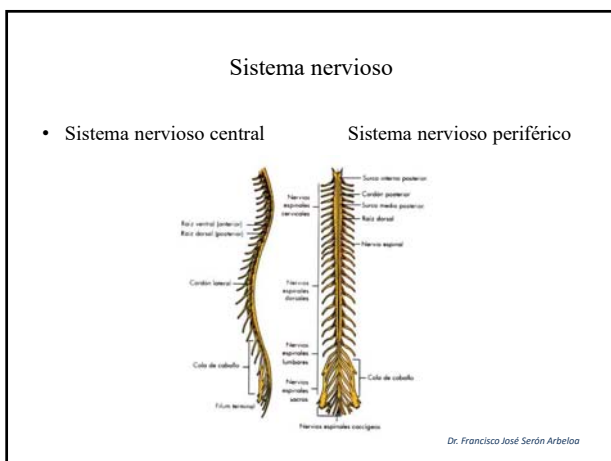
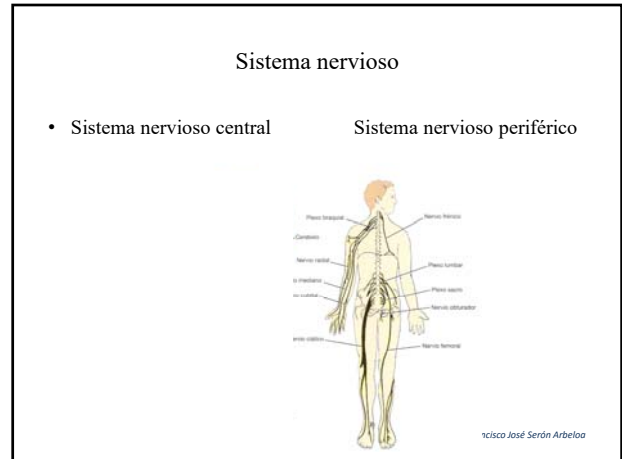
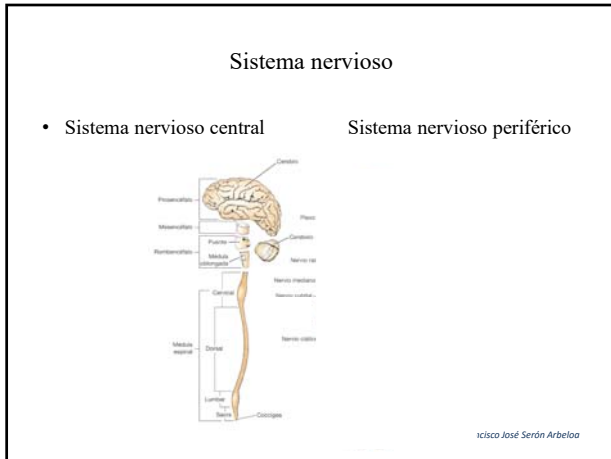
Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Índice

- **Sistema nervioso**
- Estructura anatómica del encéfalo
- Estructura anatómica del cerebro por regiones externas
 - Áreas primarias
 - Áreas secundarias
 - Áreas terciarias
- Estructura anatómica interna del cerebro
- Estructura anatómica del cerebelo
- Estructura anatómica del bulbo raquídeo
- El detalle fino, la neurona
- Imagen médica
- El funcionamiento del cerebro
- Características del encéfalo
- Una mirada final al encéfalo
- Reflexión final

Dr. Francisco José Serón Arbeloa





Sistema nervioso

- Sistema nervioso central

SISTEMA PARASIMPÁTICO

- glándula lacrimal
- glándulas salivares
- corazón
- pulmones
- estómago
- intestino
- colon
- vejiga urinaria

SISTEMA SIMPÁTICO

- dilata las pupilas
- aumenta los latidos del corazón
- dilata los bronquios
- disminuye las contracciones estomacales
- estimula las glándulas suprarrenales
- disminuye las contracciones intestinales

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Sistema nervioso

- Sistema nervioso periférico
- Sistema nervioso central

estímulo doloroso

zona de sensación dolorosa

receptor nervioso

via sensitiva

nervio sensitivo

médula espinal

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Índice

- Sistema nervioso
- Estructura anatómica del encéfalo**
- Estructura anatómica del cerebro por regiones externas
 - Áreas primarias
 - Áreas secundarias
 - Áreas terciarias
- Estructura anatómica interna del cerebro
- Estructura anatómica del cerebelo
- Estructura anatómica del bulbo raquídeo
- El detalle fino, la neurona
- Imagen médica
- El funcionamiento del cerebro
- Características del encéfalo
- Una mirada final al encéfalo
- Reflexión final

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del *encéfalo*

CORTEZA CEREBRAL

CEREBRO

TALAMO

BULBO RAQUÍDEO

CEREBELO

Cerebro

ENCÉFALO

TALLO ENCÉFALICO

Mesencéfalo

Puente de Varolio

Bulbo raquídeo

Cerebelo

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del cerebro

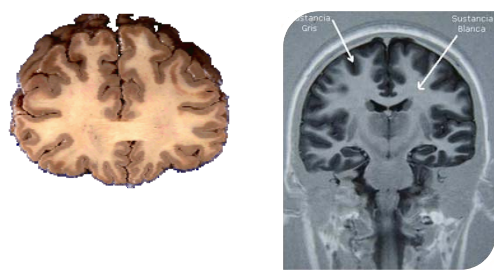
- Hemisferios cerebrales



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del cerebro

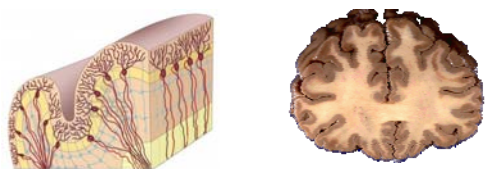
- Sustancia gris (*procesa*) y sustancia blanca (*transporta*)



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del cerebro

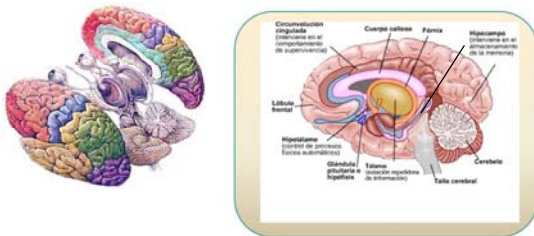
- Córtex cerebral = sustancia gris del cerebro



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del cerebro


- Estructuras externas e internas



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Índice

- Sistema nervioso
- Estructura anatómica del encéfalo
- **Estructura anatómica del cerebro por regiones externas**
 - Áreas primarias
 - Áreas secundarias
 - Áreas terciarias
- Estructura anatómica interna del cerebro
- Estructura anatómica del cerebelo
- Estructura anatómica del bulbo raquídeo
- El detalle fino, la neurona
- Imagen médica
- El funcionamiento del cerebro
- Características del encéfalo
- Una mirada final al encéfalo
- Reflexión final



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del cerebro

- El córtex (*lóbulos cerebrales*)

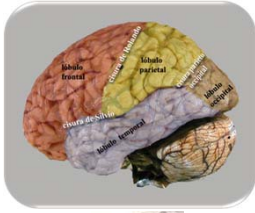






Image is from Anatomography Life Science Database (2016)



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del cerebro


- **Córtex prefrontal:** elige objetivos, hace planes, dirige la acción; da forma a emociones, en parte guiándolas y a veces inhibiendo al sistema límbico.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del cerebro

- **Córtex parietal:** Se trata de la zona cerebral que está encargada especialmente de recibir las sensaciones de tacto, calor, frío, presión, dolor, y coordinar el equilibrio.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del cerebro



- **Córtex temporal:** Desempeña un papel importante en tareas visuales complejas, como el reconocimiento de caras. Es la "corteza primaria de la audición" del cerebro. También contribuye al equilibrio, y regula emociones y motivaciones como la ansiedad, el placer y la ira.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del cerebro



- **Córtex occipital:** Este lóbulo contiene la parte de la corteza cerebral encargada de procesar las imágenes y la información visual. También se encarga de la percepción del movimiento y de la discriminación de los colores.

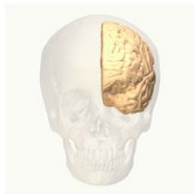


Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del cerebro



- **Córtex cingulado anterior (frontal):** fija la atención y revisa los planes; ayuda a integrar el pensamiento y los sentidos.

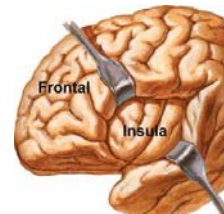


Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del cerebro



- **Córtex ínsula:** registra el estado interno del cuerpo y ayuda a ser empático.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Índice

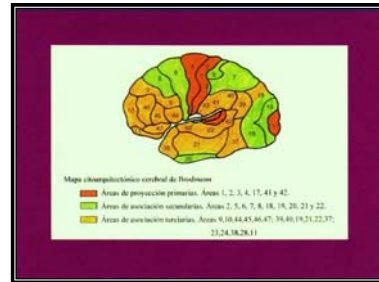
- Sistema nervioso
- Estructura anatómica del encéfalo
- Estructura anatómica del cerebro por regiones externas
 - Áreas primarias
 - Áreas secundarias
 - Áreas terciarias
- Estructura anatómica interna del cerebro
- Estructura anatómica del cerebelo
- Estructura anatómica del bulbo raquídeo
- El detalle fino, la neurona
- Imagen médica
- El funcionamiento del cerebro
- Características del encéfalo
- Una mirada final al encéfalo
- Reflexión final



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del cerebro

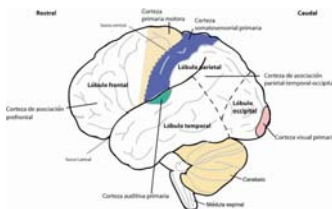
- Regiones



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del cerebro

- La regiones que se denominan **primarias** son las que están directamente relacionadas con los sentidos (entrada) y las acciones (salida) del cerebro.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa


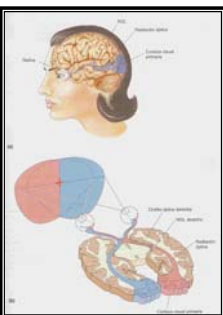
Funciones sensoriales



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Funciones sensoriales


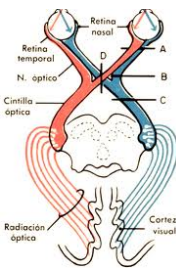
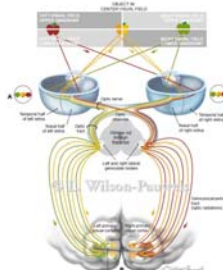
- **Córtex visual**

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Funciones sensoriales


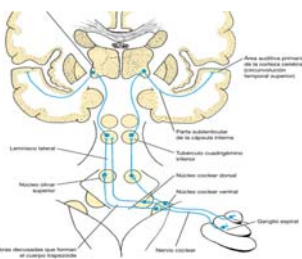
- **Córtex visual**

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Funciones sensoriales


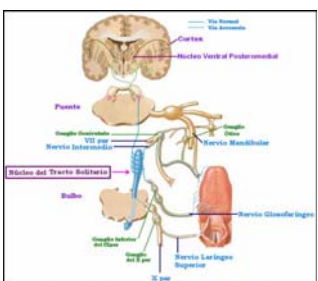
- **Córtex auditivo**

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Funciones sensoriales

- **Córtex del gusto**

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

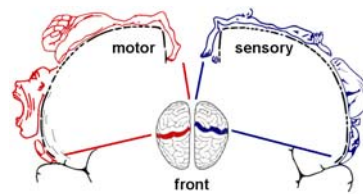
Funciones motoras

¡Curioso!

Existen marcos de referencia flexibles. Según el lado en que se encuentre la mano, procesará la sensación táctil uno u otro hemisferio cerebral.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Funciones motoras y sensoriales



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Índice

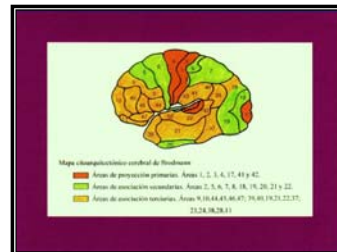
- Sistema nervioso
- Estructura anatómica del encéfalo
- Estructura anatómica del cerebro por regiones externas
 - Áreas primarias
 - **Áreas secundarias** ←
 - Áreas terciarias
- Estructura anatómica interna del cerebro
- Estructura anatómica del cerebelo
- Estructura anatómica del bulbo raquídeo
- El detalle fino, la neurona
- Imagen médica
- El funcionamiento del cerebro
- Características del encéfalo
- Una mirada final al encéfalo
- Reflexión final



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del cerebro


- En las áreas de asociación *secundarias* es donde se lleva a cabo para cada sentido un procesamiento más sutil y complejo.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Índice

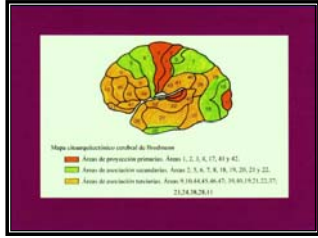
- Sistema nervioso
- Estructura anatómica del encéfalo
- **Estructura anatómica del cerebro por regiones externas**
 - Áreas primarias
 - Áreas secundarias
 - **Áreas terciarias**
- Estructura anatómica interna del cerebro
- Estructura anatómica del cerebelo
- Estructura anatómica del bulbo raquídeo
- El detalle fino, la neurona
- Imagen médica
- El funcionamiento del cerebro
- Características del encéfalo
- Una mirada final al encéfalo
- Reflexión final



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del cerebro

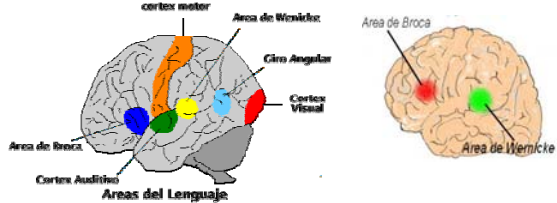
- En las áreas de asociación **terciarias** es donde se lleva a cabo la mezcla y análisis de la información de las diversas regiones sensoriales.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

El habla y la escritura


- Normalmente los centros del habla están sólo en el hemisferio izquierdo. (Broca - formulación del lenguaje) (Wernicke - comprensión del lenguaje)



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Índice

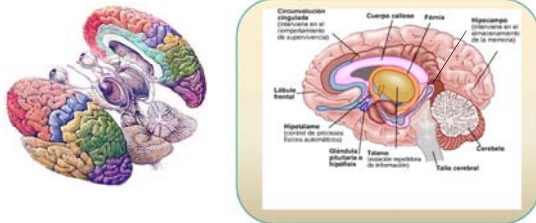
- Sistema nervioso
- Estructura anatómica del encéfalo
- Estructura anatómica del cerebro por regiones externas
 - Áreas primarias
 - Áreas secundarias
 - Áreas terciarias
- **Estructura anatómica interna del cerebro**
- Estructura anatómica del cerebelo
- Estructura anatómica del bulbo raquídeo
- El detalle fino, la neurona
- Imagen médica
- El funcionamiento del cerebro
- Características del encéfalo
- Una mirada final al encéfalo
- Reflexión final



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica interna del cerebro

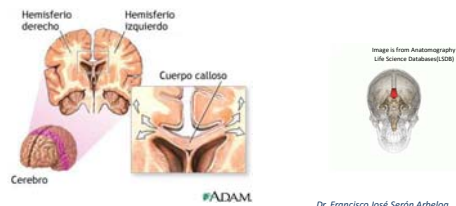
- Estructuras internas



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica interna del cerebro

- Cuerpo calloso (*comunicación entre los dos hemisferios*). En las personas que no lo tienen su mente trabaja como si tuviera un cerebro dividido, dado que la información recibida únicamente por uno de los hemisferios no pasaría al otro.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica interna del cerebro

- Ventriculos cerebrales (*existen cuatro cavidades anatómicas denominadas **ventriculos cerebrales**, que se encuentran interconectados entre si, y que constituyen el **sistema ventricular** por el que circula el líquido cefalorraquídeo*)



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica interna del cerebro

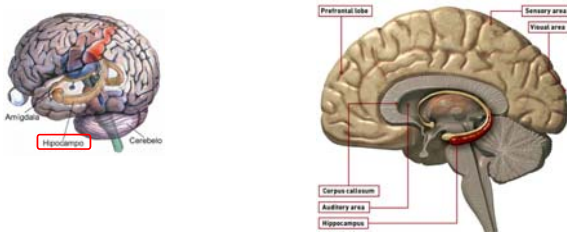


- El líquido cefalorraquídeo tiene varias funciones de las que destacan:
 - Actúa como amortiguador y protege de traumatismos al sistema nervioso central.
 - Proporciona al encéfalo el soporte hidroneumático necesario contra la excesiva presión local.
 - Sirve como reservorio y ayuda en la regulación del contenido del cráneo.
 - Cumple funciones de nutrición del encéfalo (en menor medida).
 - Elimina metabolitos del sistema nervioso central.
 - Sirve como vía para que las secreciones pineales lleguen a la glándula hipófisis.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica interna del cerebro

- Hipocampo (*memoria a largo plazo, permanente*)



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica interna del cerebro

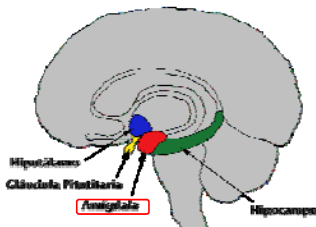
- Núcleo caudado (*Transforma la memoria inmediata en duradera*)



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica interna del cerebro

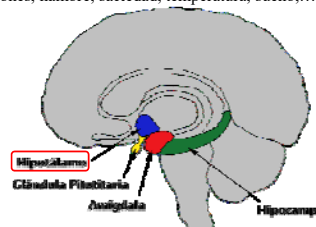
- Amígdala (*procesamiento y almacenamiento de reacciones emocionales*)



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica interna del cerebro

- Hipotálamo (*coordinación de conductas esenciales, vinculadas al mantenimiento de la especie, genera oxitocina*)
 - Emociones, hambre, saciedad, temperatura, sueño,...



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica interna del cerebro

HEPOTÁLAMO
 La administración del agua y electrolitos, la temperatura corporal, el hambre y la sed.
LA ADENOHIPOFISIS
 produce hormonas que regulan y controlan la actividad de las glándulas endocrinas.
La hipófisis controla la actividad de las glándulas endocrinas.

ACTH: Hormona secretada por las células corticotropas.
TSH: Hormona secretada por las células tireotropas.
GH: Hormona secretada por las células somatotropas.
FSH: Hormona secretada por las células foliculoestimulantes.
LH: Hormona secretada por las células luteinizantes.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica interna del cerebro

- Fornix (lleva las señales desde el hipocampo al hipotálamo, así como desde un hemisferio al otro)

Image is from Anatomography Life Science Database(LSDB)

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica interna del cerebro

- Tálamo: Es la principal estación transmisora de la información sensorial.

Image is from Anatomography Life Science Database(LSDB)

Dr. Francisco José Serón Arbeloa


Estructura anatómica interna del cerebro

- Hipófisis o Pituitaria (genera las endorfinas; dispara la hormona del estrés, almacena y libera la oxitocina)
 - Se le llama la glándula de la eterna juventud y de la felicidad. Es la glándula que controla todos los sistemas endocrinos y metabólicos.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa


Índice

- Sistema nervioso
- Estructura anatómica del encéfalo
- Estructura anatómica del cerebro por regiones externas
 - Áreas primarias
 - Áreas secundarias
 - Áreas terciarias
- Estructura anatómica interna del cerebro
- **Estructura anatómica del cerebelo**
- Estructura anatómica del bulbo raquídeo
- El detalle fino, la neurona
- Imagen médica
- El funcionamiento del cerebro
- Características del encéfalo
- Una mirada final al encéfalo
- Reflexión final




Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del cerebelo




- Es el responsable de la coordinación precisa y control del cuerpo.
 - El lado derecho controla el lado derecho del cuerpo.
 - El lado izquierdo controla el lado izquierdo del cuerpo.
- Funcionamiento automático después del aprendizaje realizado por el cerebro.

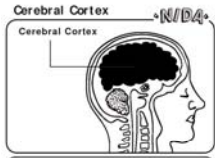


Dr. Francisco José Serón Arbeloa


Estructura anatómica del cerebelo



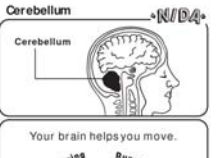
Cerebral Cortex - NIDA




Your brain helps you think.



Cerebellum - NIDA




Your brain helps you move.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Índice

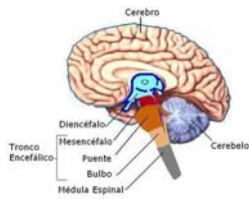
- Sistema nervioso
- Estructura anatómica del encéfalo
- Estructura anatómica del cerebro por regiones externas
 - Áreas primarias
 - Áreas secundarias
 - Áreas terciarias
- Estructura anatómica interna del cerebro
- **Estructura anatómica del bulbo raquídeo**
- El detalle fino, la neurona
- Imagen médica
- El funcionamiento del cerebro
- Características del encéfalo
- Una mirada final al encéfalo
- Reflexión final



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del tronco encefálico

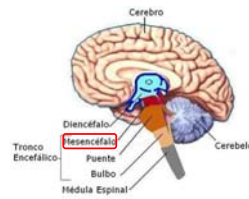
- Tronco encefálico (*envía neuromoduladores como la serotonina y la dopamina al resto del cerebro*)



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del tronco encefálico

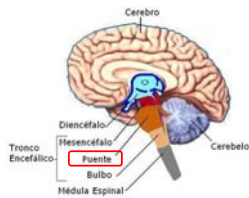
- Mesencéfalo: Conduce impulsos motores desde la corteza cerebral hasta el puente troncoencefálico y conduce impulsos sensitivos desde la médula espinal hasta el tálamo.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del tronco encefálico

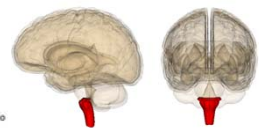
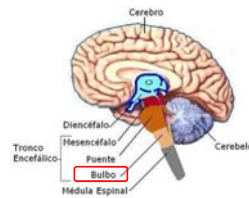
- Puente: Tiene como función conectar la médula espinal y el bulbo raquídeo con estructuras superiores como los hemisferios del cerebro o el cerebelo.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del tronco encefálico

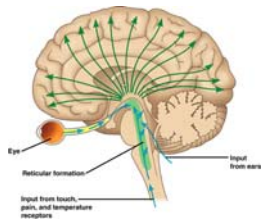
- Bulbo raquídeo (*controla las funciones automáticas del cuerpo, latidos, respiración, ...*)



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Estructura anatómica del bulbo raquídeo

- Formación reticular (*estado general de alerta*)



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

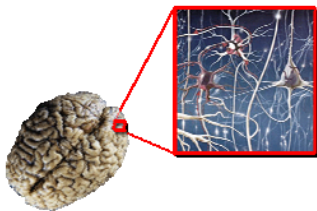
Índice

- Sistema nervioso
- Estructura anatómica del encéfalo
- Estructura anatómica del cerebro por regiones externas
 - Áreas primarias
 - Áreas secundarias
 - Áreas terciarias
- Estructura anatómica interna del cerebro
- Estructura anatómica del cerebelo
- Estructura anatómica del bulbo raquídeo
- **El detalle fino, la neurona**
- Imagen médica
- El funcionamiento del cerebro
- Características del encéfalo
- Una mirada final al encéfalo
- Reflexión final



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

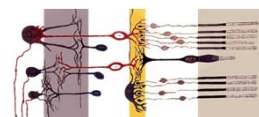
La neurona



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La neurona

- **Santiago Ramón y Cajal** (1852-1934), neurocientífico español, Premio Nobel de medicina en 1906, compartido con Camilo Golgi.
 - Sus investigaciones pioneras sobre la estructura del cerebro le han llevado a ser considerado como el padre de la neurociencia. Bautizó a las células nerviosas con el nombre de neurona. Descubrió la sinapsis.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La neurona

- **Bartolomeo Camillo Emilio Golgi** (1843-1926) fue un médico y citólogo italiano, Premio Nobel de medicina en 1906, compartido con Ramón y Cajal.

– Sus investigaciones pioneras le permitieron descubrir un método de tinción con cromato de plata, con el que manchar una pequeña cantidad de neuronas que permitió ver su compleja estructura ramificada bajo el microscopio.



La tinción negra

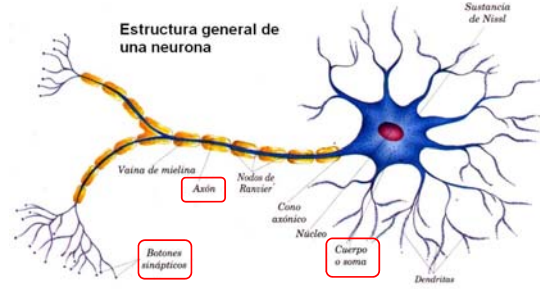


Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La neurona

Es una unidad funcional independiente

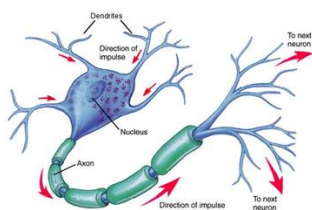
Estructura general de una neurona



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La neurona

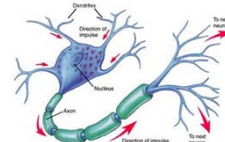
- Cada neurona recibe información de otras neuronas a través de las dendritas, pequeñas ramificaciones que surgen del cuerpo principal. La señal fluye en una dirección única.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La neurona

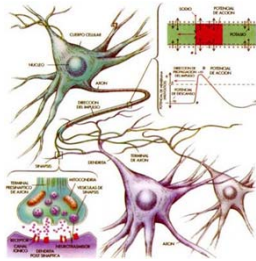
- Todas las neuronas tienen además una prolongación más larga llamada axón o fibra nerviosa, que puede alcanzar en algunos casos hasta un metro de longitud y es por donde envían su información a otras neuronas o a partes distantes del cuerpo, como los músculos y las vísceras.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La neurona

- Las neuronas se comunican entre ellas mediante conexiones funcionales llamadas sinapsis (enlace).

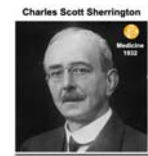


Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La neurona

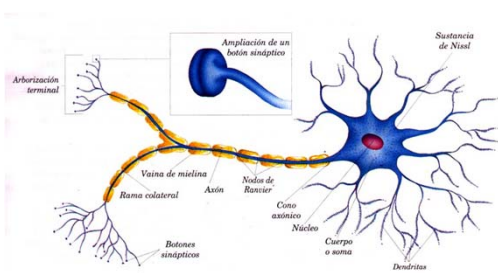
- Sir **Charles Scott Sherrington**, (1857-1952) fue un médico neurofisiólogo británico, premio Nobel de Medicina en 1932, que estudió las funciones de la corteza cerebral.

- Puso nombre al fenómeno de la sinapsis
- Estudió los fundamentos neuronales del comportamiento reflejo.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

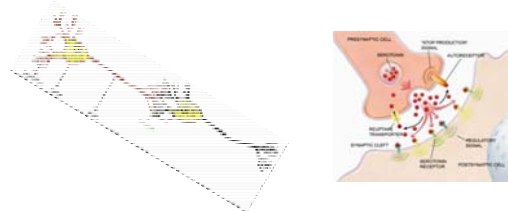
La neurona



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La sinapsis

- La neurona presináptica entrega información a través de sus botones sinápticos liberando sustancias químicas especiales, denominadas neurotransmisores que se difunden a través del espacio sináptico, hacia la dendrita postsináptica



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La sinapsis

- La transmisión sináptica tiene dos grandes ventajas.
 - La primera es que la misma señal puede tener distintos significados según la combinación de moléculas y receptores presentes en la sinapsis.
 - La segunda es que cuando una neurona presináptica emite una señal, esta se transmite a "todas" sus terminales sinápticas, pero cada neurona postsináptica requiere la activación de muchas sinapsis para generar una nueva señal

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

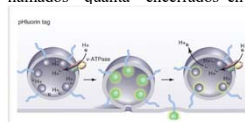
La sinapsis

- La transmisión sináptica tiene dos grandes ventajas.
 - La primera es que la misma señal puede tener distintos significados según la combinación de moléculas y receptores presentes en la sinapsis.
 - La segunda es que cuando una neurona presináptica emite una señal, esta se transmite a "todas" sus terminales sinápticas, pero cada neurona postsináptica requiere la activación de muchas sinapsis para generar una nueva señal

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Las vesículas

- Sir **Bernard Katz** FRS (1911-2003) fue un biofísico británico de origen alemán, reconocido por su trabajo sobre la bioquímica del nervio. Compartió el Premio Nobel de medicina en 1970 con Julius Axelrod y Ulf von Euler.
 - La transmisión sináptica no es continua, los neurotransmisores se liberan en pequeños paquetes llamados "quanta" encerrados en una vesícula.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Las vesículas

- Cada sinapsis contiene un depósito de vesículas y cuando la neurona presináptica emite una señal, las vesículas se acercan a la superficie de esa neurona, se funden con la membrana exterior y los neurotransmisores en el interior de la vesícula se liberan.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Los neurotransmisores

- Cada neurotransmisor activa un tipo de receptor en ciertas partes del cerebro.
- Neurotransmisores primarios:
 - El glutamato, es el principal neurotransmisor excitador del cerebro, está involucrado en todo tipo de tareas como el aprendizaje y la memoria.
 - El ácido γ -aminobutírico (GABA), es el más extraño de todos, es capaz de inhibir y excitar las neuronas.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Los neurotransmisores

- Cada neurotransmisor activa un tipo de receptor en ciertas partes del cerebro.
- Neuromoduladores (influyen en los primarios)
 - La dopamina, tiene que ver con la recompensa y la atención; estimula conductas de acercamiento.
 - La serotonina, es la mediadora de sensaciones de placer (estado de ánimo, apetito y sueño). (*Los antidepresivos aumentan su efecto*)
 - La acetilcolina, estimula el aprendizaje y controla los músculos en el sistema nervioso periférico.
 - Norepinefrina, alerta y excita.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Los neurotransmisores

- Cada neurotransmisor activa un tipo de receptor en ciertas partes del cerebro.
- Neuropeptidos
 - Opiáceos, amortiguan el estrés, calman y reducen el dolor, producen placer, entre ellos están las endorfinas.
 - Oxitocina, estimula las conductas protectoras hacia los niños y la vinculación de las parejas. (*Las mujeres tienen más*)
 - Vasopresina, refuerza la vinculación de la pareja, en los hombres puede estimular la agresividad hacia rivales sexuales.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Los neurotransmisores

- Cada neurotransmisor activa un tipo de receptor en ciertas partes del cerebro.
- Otros
 - Cortisol, como respuesta al estrés; estimula la amígdala e inhibe el hipocampo.
 - Estrógeno; afectan a la libido, al humor y a la memoria.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Curiosidad

- Hay muchas drogas que interfieren con la actividad normal de los neurotransmisores. Pueden tener tres formas diferentes de actividad.
 - Los antagonistas, que obstruyen el acceso a los receptores.
 - Los agonistas, que son capaces de abrir receptores.
 - Los antidepresivos
 - El alcohol
 - Los moduladores, que necesitan a los neurotransmisores para abrir el receptor, pero luego impiden que abandonen el espacio sináptico.
 - Muchas drogas son moduladoras de la dopamina y la serotonina.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La señal neuronal

- Desde el siglo XVIII se sabía que el sistema nervioso era una máquina eléctrica.
- La **electricidad** (del griego ἤλεκτρον *élektron*, cuyo significado es 'ámbar') es el conjunto de fenómenos físicos relacionados con la presencia y flujo de cargas eléctricas.
- La corriente puede estar producida por cualquier partícula cargada eléctricamente en movimiento:
 - Electrones
 - Iones
 - ...

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La señal neuronal

- **Alan Lloyd Hodgkin**, (1914-1998) fue un fisiólogo y biofísico británico que ganó en 1963 el Premio Nobel de Fisiología o Medicina por su trabajo con Andrew Fielding Huxley en las bases del potencial de acción, de los nervios, que son los impulsos eléctricos que habilitan la actividad del organismo y su coordinación del sistema nervioso central.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La señal neuronal

- **Andrew Fielding Huxley** (1917-2012) fue un fisiólogo y biofísico británico, que recibió el Premio Nobel de Medicina en 1963 por su trabajo junto con Alan Lloyd Hodgkin sobre la base de los potenciales de acción de los nervios, que son los impulsos eléctricos que habilitan la actividad de un organismo de ser coordinada por un sistema nervioso central.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La señal neuronal

- En el caso de las neuronas, la corriente eléctrica se produce por el flujo de iones.
- Como los iones de la misma carga se repelen, si hay muchos de ellos concentrados dentro de una membrana, tienen tendencia a escapar a través de agujeros que surgen en la membrana de la neurona.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La señal neuronal

- En la neurona hay un número diferente de iones en su interior (K) y en su exterior (Na), esa diferencia viene controlada por las bombas de iones que se encuentran en la membrana de la célula y que mantienen un potencial eléctrico de manera continua.
- Cuando los neurotransmisores abren los receptores postsinápticos, los iones del exterior fluyen rápidamente al interior de la neurona, produciendo una corriente eléctrica dentro de la neurona, cambiando la diferencia de potencial de la membrana.
- Cada receptor produce una corriente de diferente intensidad y duración.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La señal neuronal

- ¿Por qué hay dos tipos de señales, la de los neurotransmisores y la eléctrica?
 - La señal eléctrica es más rápida
 - La traducción de todas las señales químicas en corrientes eléctricas permite a las neuronas combinarlas y realizar computaciones en el interior de la célula.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La señal neuronal

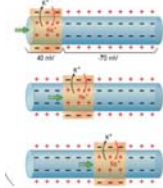
- Cada sinapsis produce sólo una pequeña señal eléctrica, pero en el soma se suman todas ellas. Cuando alcanza un cierto umbral, la membrana produce súbitamente una corriente muy fuerte y breve llamada "potencial de acción".
- Esta corriente eléctrica está producida por unas zonas localizadas en el axón (Nodos de Ranvier) que se activan cuando el potencial de la membrana alcanza el valor umbral.
- Cuando esta señal llega a las sinapsis, se estimula la fusión de vesículas con la membrana y la liberación de neurotransmisores en el espacio sináptico.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La señal neuronal

Origen y propagación del impulso nervioso

La desigual distribución de iones Na^+ y K^+ a ambos lados de la membrana neuronal provoca que ésta se encuentre **polarizada** con una carga positiva en el exterior y negativa en el interior.



La desigual distribución de cargas provoca un **potencial de reposo** de -70 mV.

Al llegar un estímulo a la membrana se produce una inversión de la polaridad durante 1-2 milisegundos que se llama **potencial de acción**.

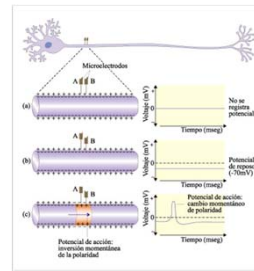
La **despolarización** en un punto induce una perturbación eléctrica en las zonas adyacentes, produciendo despolarizaciones sucesivas.

Cuando el potencial de acción ha recorrido unos pocos milímetros, el punto de inicio se **repolariza**.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La neurona

- La información que llevan las neuronas se transmite a lo largo de los axones en forma de pequeñas descargas eléctricas llamadas potenciales de acción.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Ley de Llinás

- Ley de la no intercambiabilidad (Rodolfo Llinás, 1989)

– Dada una neurona de un determinado tipo, ésta no puede ser funcionalmente reemplazada por una de otro tipo, incluso si su conectividad sináptica y el tipo de neurotransmisor liberado son idénticos, ya que las propiedades electrofisiológicas intrínsecas son extraordinariamente distintas.

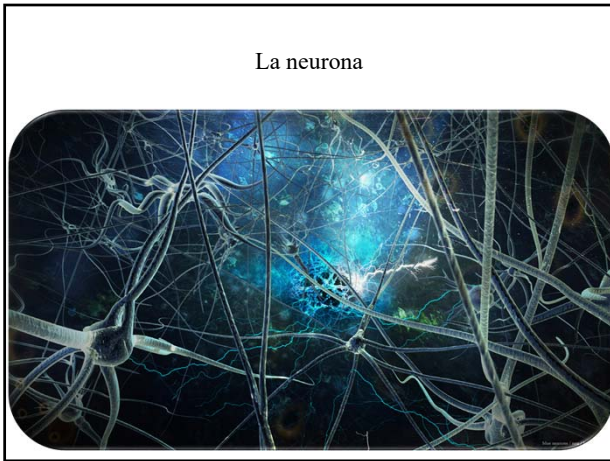


Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La neurona



Dr. Francisco José Serón Arbeloa



La neurona

Tipos de fenómenos sinápticos:

- Eléctricos
 - iones
- Químicos
 - neurotransmisores

¡20 nm!

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La columna neurocortical

- El cortex humano contiene entre 100 y 200 neuronas desde la superficie a la materia blanca.
- Dicha corteza se subdivide en 6 capas histológicas y funcionales.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La columna neurocortical

- Una columna cortical puede pensarse que representa la unidad funcional de la corteza de los mamíferos.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La columna neurocortical

- En 1957 Mountcastle utilizando electrodos mostró que la actividad de pequeñas zonas del cortex de alrededor de 0.1 a 1 mm de diámetro se corresponden a puntos particulares en el campo receptivo.
- Desde entonces estas columnas funcionales de tejido cortical se denominan columnas corticales.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La memoria y el aprendizaje

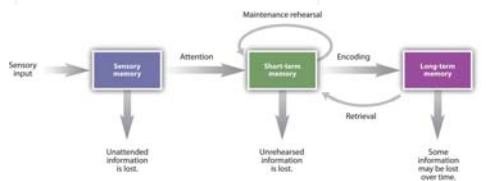
- **Eric Richard Kandel** es un científico estadounidense, nacido en Viena (Austria) en 1929. Se destacó especialmente en los ámbitos de la Medicina, la Psiquiatría y la Neurofisiología, recibiendo como reconocimiento a su labor un Premio Nobel en el año 2000 debido a sus estudios científicos de la Aplysia, una especie de caracol marino que tiene unos mecanismos neuronales que funcionan de manera parecida a los humanos.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La memoria y el aprendizaje

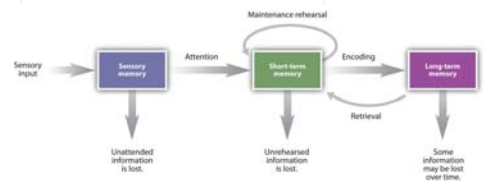
- El **aprendizaje**, es la capacidad de modificar el comportamiento en respuesta a una experiencia, y la **memoria**, es la capacidad de almacenar dicha modificación por un periodo. Ambos son los rasgos más sobresalientes de los procesos mentales de los animales superiores.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La memoria y el aprendizaje

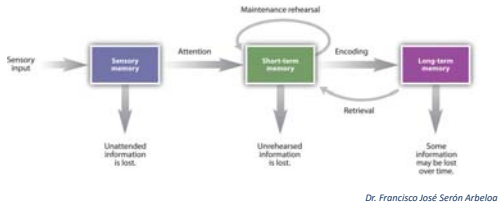
- El **aprendizaje**, es la capacidad de modificar el comportamiento en respuesta a una experiencia, y la **memoria**, es la capacidad de almacenar dicha modificación por un periodo. Ambos son los rasgos más sobresalientes de los procesos mentales de los animales superiores.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La memoria y el aprendizaje

- El **aprendizaje**, es la capacidad de modificar el comportamiento en respuesta a una experiencia, y **la memoria**, es la capacidad de almacenar dicha modificación por un período. Ambos son los rasgos más sobresalientes de los procesos mentales de los animales superiores.



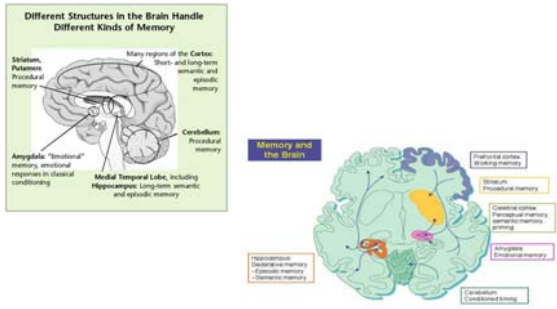
La memoria y el aprendizaje



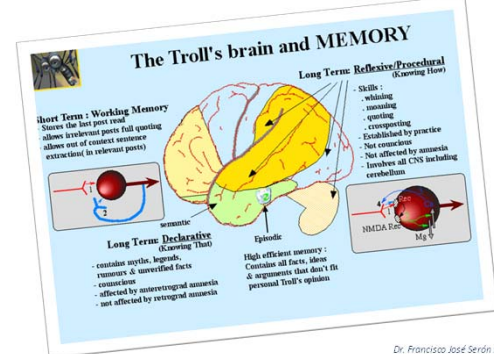
Figura 5.4. Taxonomía de la memoria humana, elaborada para mostrar algunas regiones asociadas del cerebro que intervienen en diferentes bases. El lóbulo temporal medial se refiere en este caso al hipocampo y a algunas regiones asociadas a la corteza cerebral. En concreto, se refiere a que, en el comportamiento real, la mayoría de las experiencias elaboradas en memoria se almacenan bajo un tipo de memoria. Por ejemplo, se reconocen caras para mejorar el rendimiento de jugar al tenis, con toda probabilidad no declarativa; cosas concretas que hayan podido ocurrir durante la vida de clase (memoria declarativa de acontecimientos), pero lo que en realidad hemos tratado de conseguir en una prueba inconsciente de nuestro rendimiento muy cuando aparece una muestra de familiaridad no declarativa. Ensayos adaptados con la autorización de Elsevier a partir de D. Milner, L. R. Squire y G. Zola-Morgan, «Cognitive neuroscience and the study of memory», *Neuron*, n.º 20, 1988, págs. 443-481. Ilustración de Juan-M. K. Solís.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La memoria y el aprendizaje



La memoria y el aprendizaje




Neuroplasticidad

Analogía

Plasticidad

Es la propiedad mecánica de un material, de deformarse permanente e irreversiblemente cuando se encuentra sometido a tensiones por encima de su rango elástico.




Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Neuroplasticidad

Analogía

Plasticidad


Cuesta esfuerzo, hay que someter al material a tensiones normalmente altas.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Plasticidad neuronal

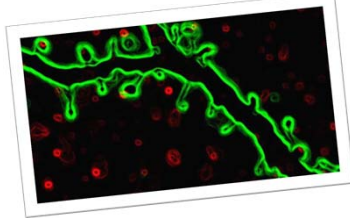
- Mediante cambios en su morfología y funcionamiento, las neuronas y sus sinapsis pueden almacenar información.
- La plasticidad neuronal es la habilidad del sistema nervioso de cualquier especie para cambiar estructural y funcionalmente.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Plasticidad neuronal

- Para formar nuevas sinapsis, las neuronas emiten minúsculas excreciones o brotes llamados espinas dendríticas.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Plasticidad neuronal

Las espinas dendríticas son pequeñas eventraciones situadas en las dendritas neuronales. Cada una de estas espinas se comunica a través de una sinapsis con un botón terminal axónico de otra neurona. Cuanto mayor es el tamaño de la espina dendrítica, ésta puede intercambiar mayor cantidad de información.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Plasticidad neuronal

Neurons that fire together, wire together

Neurons that fire apart, wire apart

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Plasticidad neuronal

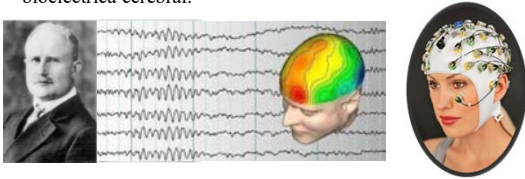
Plasticidad neuronal

Maleabilidad de la inteligencia

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Ondas cerebrales

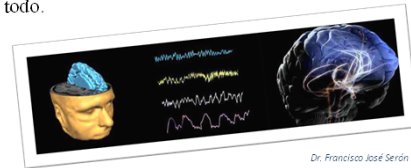
- **Hans Berger** (1873-1941) fue un neurólogo alemán. Estudió la carrera de medicina en la Universidad de Jena, en la que se doctoró en 1897. Se le considera el padre de la electroencefalografía, es decir del registro de la actividad bioeléctrica cerebral.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Ondas cerebrales

- Hoy en día, los científicos creen que estas ondas reflejan la actividad correlacionada de poblaciones de neuronas con picos en la señal correspondientes a la máxima sincronía.
- No hay un control central, lo que experimentamos como nosotros mismos no es más que la actividad global del cerebro como un todo.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

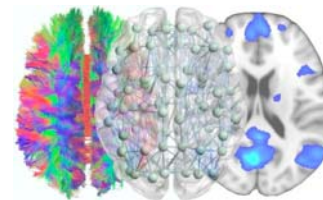
Índice

- Sistema nervioso
- Estructura anatómica del encéfalo
- Estructura anatómica del cerebro por regiones externas
 - Áreas primarias
 - Áreas secundarias
 - Áreas terciarias
- Estructura anatómica interna del cerebro
- Estructura anatómica del cerebelo
- Estructura anatómica del bulbo raquídeo
- El detalle fino, la neurona
- **Imagen médica**
- El funcionamiento del cerebro
- Características del encéfalo
- Una mirada final al encéfalo



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Formas de estudio del encéfalo



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Formas de estudio del encéfalo



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Formas de estudio por imagen

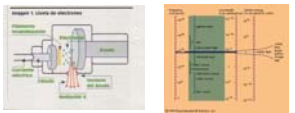
- Una variedad de aparatos y técnicas pueden crear imágenes de las estructuras y actividades dentro de su cuerpo.
- Tipos:
 - Rayos X
 - Tomografía computerizada (TAC)
 - Resonancia Magnética
 - Tomografía por emisión de positrones
 - Gammagrafía
 - Ecografía

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Generación de imagen médica

Rayos X (principio)

- Los rayos X se forman cuando se establece una fuerte diferencia de potencial entre el polo negativo (cátodo) y el polo positivo (ánodo) de un tubo de vacío.
- Por el cátodo se hace pasar una corriente que ilumina un filamento incandescente y los electrones de sus átomos salen disparados e impactan contra el ánodo del tubo.
- En el choque, los electrones que golpean desplazan a los electrones del ánodo en sus órbitas y su lugar lo ocupan los recién llegados. En ese momento se libera la radiación X (fotones con energía elevada).

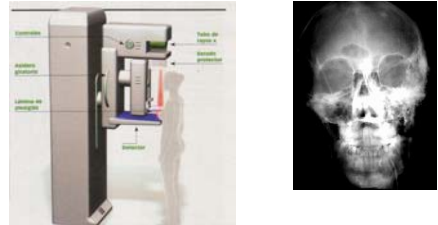


Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Generación de imagen médica

Rayos X (fenómeno)

- Según la absorción del tejido con el que se topen los rayos X, disminuye en mayor o menor grado el flujo de fotones.

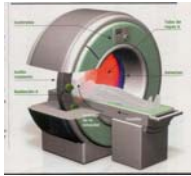


Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Generación de imagen médica

Tomografía computerizada (principio)

- o En un anillo rotatorio se montan un aparato de rayos X y un detector. Dicha estructura se hace girar cuatro veces por segundo entorno al paciente.
- o De esa forma, se emite una radiación en abanico que atraviesa al paciente en todas las direcciones.
- o El principio es el mismo que el ya explicado previamente.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Generación de imagen médica

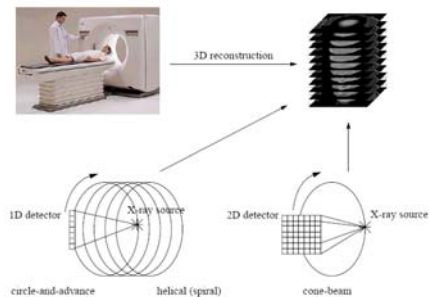
Tomografía computerizada

- o Propuesto por Hounsfield y Cormack (1972), progresión natural de los rayos X
 - o Basado en la transformada Radon y el Fourier Slice Theorem
 - o Se puede hacer por rodajas o de manera helicoidal
- (características)
- o Se ven especialmente bien los huesos y las vísceras
 - o La resolución es muy alta
 - o La carga de radiación es relativamente alta

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

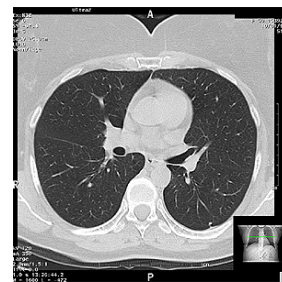
Generación de imagen médica

Tomografía computerizada



Generación de imagen médica

Tomografía computerizada

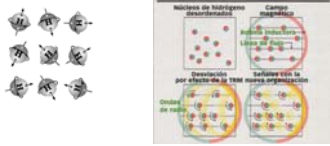


Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Generación de imagen médica

Resonancia magnética (principio)

- Los núcleos de los átomos de hidrógeno tienen un spin atómico que generan un campo magnético muy débil. Por lo tanto un campo magnético más fuerte los puede reorientar y hacerlos girar entorno al eje que caracteriza al nuevo campo.
- Una vez que desaparece dicho campo, cada átomo vuelve a su situación inicial a distinta velocidad en función del tipo de tejido en el que está inmerso.

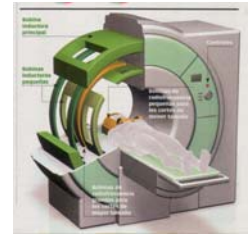


Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Generación de imagen médica

Resonancia magnética (características)

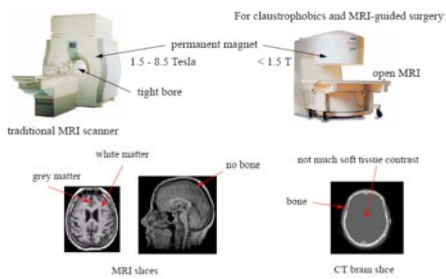
- Se ven especialmente bien los tejidos blandos
- La carga de radiación es nula



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

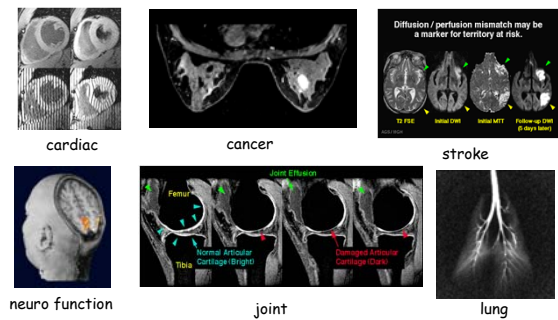
Generación de imagen médica

Resonancia magnética



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Generación de imagen médica

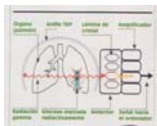


Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Generación de imagen médica

Tomografía por emisión de positrones (principio)

- Se inyecta en el paciente azúcar radiactiva, entonces los positrones atraviesan los tejidos y al hacerlo colisionan con sus electrones.
- En cada colisión se liberan dos fotones, que salen disparados del cuerpo en direcciones totalmente opuestas.
- Dichos fotones se registran por algunas de las muchas cámaras del anillo detector, donde impactan con unas finas láminas de cristal.
- Los cristales emiten impulsos luminosos que se transforman en señales eléctricas.

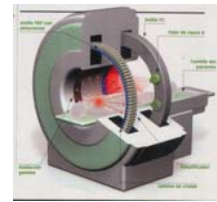


Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Generación de imagen médica

Tomografía por emisión de positrones (características)

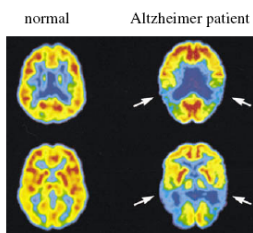
- Se ven especialmente bien tejidos inusualmente activos alojados en la estructuras de órganos adyacentes
- Es el único capaz de poner de manifiesto los procesos metabólicos
- Su resolución es muy alta
- La carga de radiación es alta



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Generación de imagen médica

Tomografía de emisión de positrones (PET)

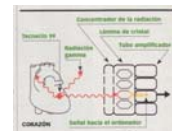


Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Generación de imagen médica

Single-photon emission computed tomography (SPECT)

- El elemento tecnecio 99 se concentra especialmente en las zonas de un órgano donde el metabolismo es mayor.
- La desintegración del tecnecio libera radiación gamma (fotones) que atraviesa el cuerpo.
- Esa radiación se concentra en una lámina de cristal con yoduro de sodio. En el impacto de la radiación el cristal emite luz que se registra.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Generación de imagen médica

Gammagrafía (características)

- Se ve especialmente bien el metabolismo intenso.
- Requiere bastante tiempo
- La radiación es relativamente alta



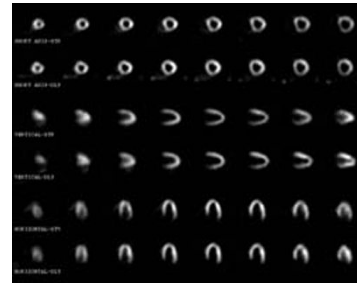
Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Generación de imagen médica

Short Axis

Long Axis

Long Axis



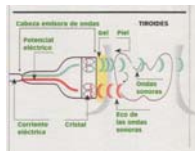
Cardiac (Left Ventricle) Perfusion Scan

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Generación de imagen médica

Ecografía (principio)

- Se hacen vibrar un conjunto de cristales debido al paso de una corriente eléctrica.
- De esta manera se forman impulsos sonoros (ultrasonidos) que atraviesan los órganos.
- En los órganos el sonido es absorbido, reflejado o refractado.
- La diferencia de tiempo entre la emisión y las ondas reflejadas es lo que se detecta.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Generación de imagen médica

Ecografía (características)

- Se ven bien estructuras de órganos y tumores
- Es rápido y económico
- No existe radiación



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Generación de imagen médica

Ecografía

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Generación de imagen médica

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Generación de imagen médica

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Generación de imagen médica

Tecnologías Anatómicas versus funcionales:

- o Una MRI muestra que hay un cerebro
- o Un Pet muestra como funciona

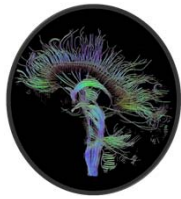
	Person alive	Person dead	
MRI scan			anatomical information
PET scan			functional information

bright spots = high brain activity

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

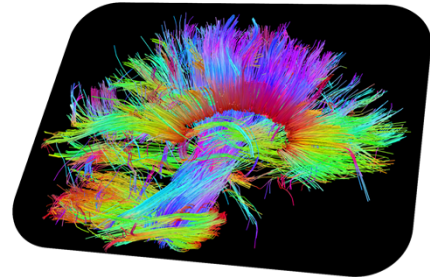
Tractografía del encéfalo humano

- En neurociencia, una **tractografía** es un procedimiento que se usa para poner de manifiesto los tractos neurales.
- Utiliza técnicas especiales de imagen por resonancia magnética (IRM) y análisis de imágenes asistido por ordenador.



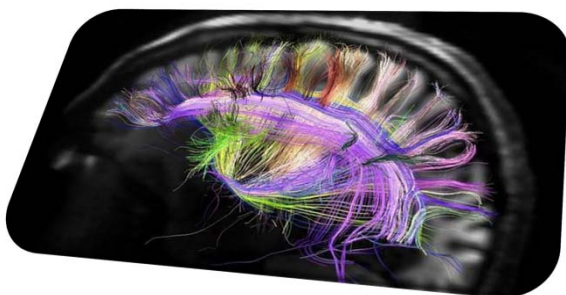
Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Tractografía del encéfalo humano



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Tractografía del encéfalo humano



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Tractografía del encéfalo humano

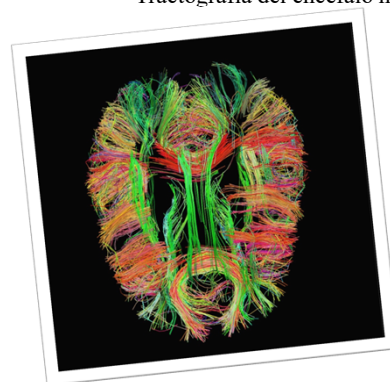
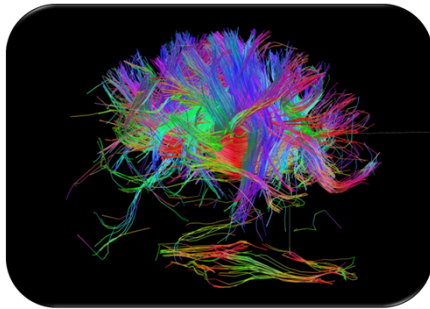


Image of neural connections courtesy of Dr. Arthur W. Toga, UCLA-Harvard Consortium of the Human Connectome Project.

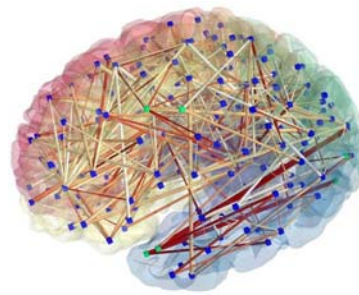
Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Tractografía del encéfalo humano



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Redes neuronales



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

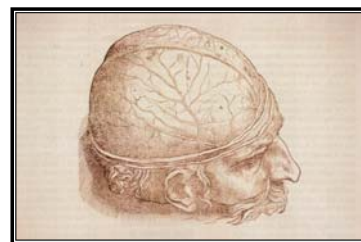
Índice

- Sistema nervioso
- Estructura anatómica del encéfalo
- Estructura anatómica del cerebro por regiones externas
 - Áreas primarias
 - Áreas secundarias
 - Áreas terciarias
- Estructura anatómica interna del cerebro
- Estructura anatómica del cerebelo
- Estructura anatómica del bulbo raquídeo
- El detalle fino, la neurona
- Imagen médica
- **El funcionamiento del cerebro**
- Características del encéfalo
- Una mirada final al encéfalo
- Reflexión final



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Funcionamiento del cerebro



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Funcionamiento del cerebro

- La acción del cerebro en líneas muy generales sería la siguiente:
 - Los datos externos de los sentidos entran en las regiones del córtex sensorial primarias, se procesan con sucesivos grados de sofisticación en las regiones sensoriales secundarias y terciarias.
 - Se transfiere esa información a la regiones motoras terciaria y secundaria, y finalmente se traducen en instrucciones específicas para el movimiento en las regiones motoras primarias.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Funcionamiento del cerebro

- La acción del cerebro en líneas muy generales sería la siguiente:
 - Los datos externos de los sentidos entran en las regiones del córtex sensorial primarias, se procesan con sucesivos grados de sofisticación en las regiones sensoriales secundarias y terciarias.
 - Se transfiere esa información a la regiones motoras terciaria y secundaria, y finalmente se traducen en instrucciones específicas para el movimiento en las regiones motoras primarias.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Funcionamiento del cerebro

Sensorial

- Primaria
- Secundaria
- Terciaria

Motor

- Primaria
- Secundaria
- Terciaria

- La entrada de información desde el exterior va a los lóbulos posteriores que la procesan.
- La salida para actuar en el exterior proviene de los lóbulos frontales.

```

            graph LR
            A[Sensory Stimulus] --> B[Receptor (Sensory Organ)]
            B -- "Afferent Neuronal Signals" --> C((Nervous Center (Brain)))
            C -- "efferent Neuronal Signals" --> D[Effector (Muscles)]
            D --> E[Motor Behaviour]
            
```

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

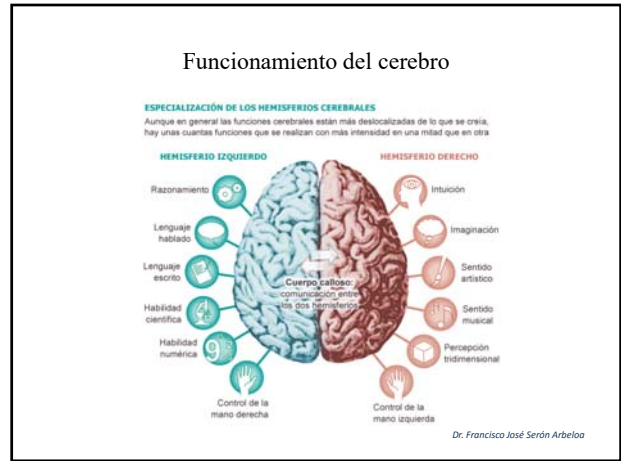
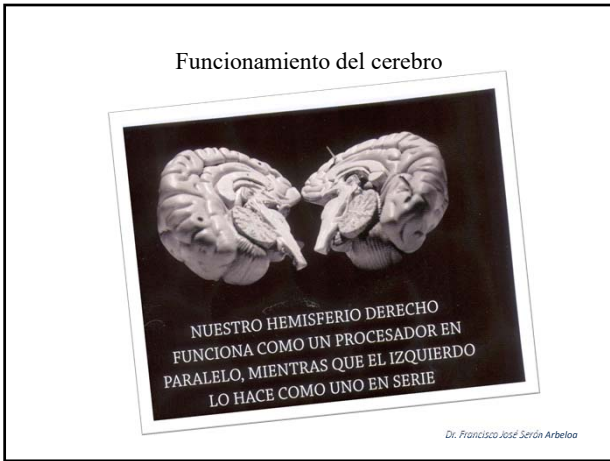
Comportamiento sensomotor

- Estimulo y respuesta
 - Sencillos y reactivos
 - A tener en cuenta para conseguir el sentido del realismo.
 - Complejos y voluntariamente controlados
 - A tener en cuenta en aplicaciones con objetivos concretos

```

            graph TD
            Input[Input] --> Process[Process]
            Process --> Output[Output]
            Output --> Feedback[Feedback]
            Feedback --> Process
            
```

Dr. Francisco José Serón Arbeloa



Funcionamiento del cerebro

No toda la actividad neuronal llega a la consciencia (sólo una pequeña parte).

- Procesamiento no consciente 98%
- Conciencia 2% actividad cerebral

El cerebro no confía en la consciencia para las funciones básicas

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Funcionamiento del cerebro

- La capacidad de almacenamiento de información del cerebro humano, no está clara, se le atribuye entre 1 y mil terabytes.

Unidad	Equivalente	Descripción
1 bit	1 o 0	Alfabeto binario
1 byte	8 bits	Carácter
1 kilobyte (KB)	1,024 bytes	MB bytes
1 megabyte (MB)	1,024 KB	MB kilobytes
1 gigabyte (GB)	1,024 MB	MB megabytes
1 terabyte (TB)	1,024 GB	MB gigabytes

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Funcionamiento del cerebro

- Técnicamente, el cerebro humano tiene la capacidad de almacenar todas las experiencias, todo lo que se ve, todo lo que se oye e incluso todo lo que se siente. El gran problema recae en si una vez almacenado, esa información puede ser recuperada.

En la mayoría de casos esto no sucede, aunque la historia ya ha dado el caso de **Jill Price**, una mujer que no puede olvidar.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Funcionamiento del cerebro

- Tiene una enorme capacidad para combinar, asociar y almacenar información de diferente procedencia.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Funcionamiento del cerebro

- La información en el cerebro viaja a distinta velocidad.
 - Las neuronas en el cerebro están situadas de distintas formas, y la información viaja a través de ellas a distintas velocidades. Esta es la razón por la que en algunas ocasiones se puede acceder a algo almacenado instantáneamente, mientras que en otras ocasiones toma un poco más de tiempo.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Funcionamiento del cerebro

- Los sucesos mentales conscientes se basan en coaliciones temporales de sinapsis que se forman y dispersan, normalmente en cuestión de segundos.
- El cerebro funciona como un todo; cuando se atribuye una función, como la atención o una emoción, a una parte de él, se trata normalmente de una simplificación.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Funcionamiento del cerebro

- El cerebro interactúa con otros sistemas del cuerpo, que a su vez interactúan con el mundo, y además resulta formado por la mente.
- En el sentido más amplio, la mente está formada por el encéfalo, el cuerpo, el mundo natural y la cultura humana, además de por la mente misma (Thomson y Varela)

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Funcionamiento del cerebro

- El cerebro atribuye a las experiencias sensaciones agradables, desagradables o neutrales, de manera que se tienda hacia lo agradable, se rehuya de lo desagradable y se pase de los que es neutral.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Funcionamiento del cerebro

- Por razones evolutivas prestamos mucha atención a las experiencias desagradables. Este sesgo negativo desestima las buenas noticias, se fija en las malas y crea ansiedad y pesimismo.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

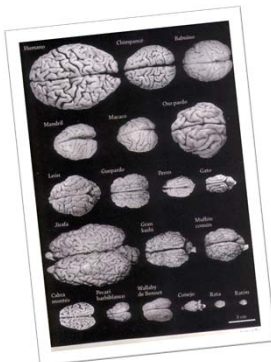
Índice

- Sistema nervioso
- Estructura anatómica del encéfalo
- Estructura anatómica del cerebro por regiones externas
 - Áreas primarias
 - Áreas secundarias
 - Áreas terciarias
- Estructura anatómica interna del cerebro
- Estructura anatómica del cerebelo
- Estructura anatómica del bulbo raquídeo
- El detalle fino, la neurona
- Imagen médica
- El funcionamiento del cerebro
- **Características del encéfalo**
- Una mirada final al encéfalo
- Reflexión final



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

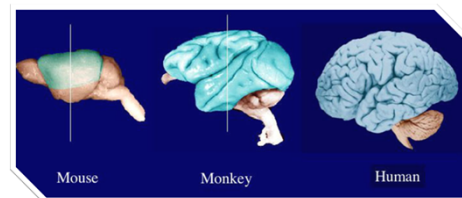
Características del encéfalo



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Características del encéfalo

- Está compuesto por los mismos elementos que el de la rata, tiene el mismo tipo de neuronas y funciona de la misma manera. Se diferencia en el mayor tamaño.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Características del encéfalo

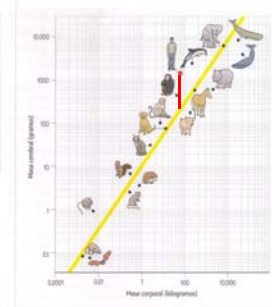
- Comparación de características
 - No es el cerebro más grande [elefante]
 - No tiene la proporción tamaño (del cerebro/del cuerpo) [aves pequeñas]
 - No tiene la superficie con más circunvoluciones [ballenas, delfines]
 - Entre los homínidos no es el mayor [Neandertales]
 - ...
 - En lo sí que ganamos es en el tamaño del neocortex, que surgió en el hombre no hace más de 1 millón de años.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Características del encéfalo

Cerebros atípicos

Más inteligentes o no, lo normal es que los animales de mayor tamaño posean una mayor masa cerebral. Esta, no obstante, no aumenta de manera proporcional al peso del cuerpo, sino según una ley de potencias con exponente 3,4. En una escala logarítmica doble (abajo), esa dependencia se convierte en lineal. Los animales más inteligentes son aquellos cuyo cerebro excede lo predicho por la ley de potencias. El cerebro humano supera en un factor 7,5 lo que correspondería a su masa corporal, más que cualquier otra especie. No obstante, más allá de cierto punto, un cerebro mayor comienza a resultar ineficiente.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Características del encéfalo

- La corteza cerebral del cerebro humano contiene aproximadamente 15.000 a 33.000 millones de neuronas dependiendo del género y la edad.
- Cada una de las cuales se encuentra interconectadas hasta con 10.000 conexiones sinápticas.
- Cada milímetro cúbico de córtex cerebral contiene aproximadamente 1.000 millones de sinapsis.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Características del encéfalo

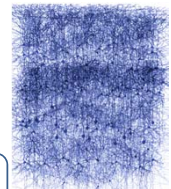
- Sinapsis en total

$$015 \times 10^9 \times 10^4 = 15 \times 10^{13}$$

$$033 \times 10^9 \times 10^4 = 33 \times 10^{13}$$

$$100 \times 10^9 \times 10^4 = 10 \times 10^{14}$$

100 billones



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Características del encéfalo

- La superficie de la corteza cerebral, si estuviera extendida, cubriría una superficie de 1.800 - 2.300 centímetros cuadrados.

18 - 23 decímetros cuadrados

0,18 - 0,23 metros cuadrados

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Características del encéfalo

- La capacidad de un cerebro humano oscila entre los 1.100 y los 1.500 cc

1,1 - 1,5 litros (dm³)



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Características del encéfalo

- De todo el peso de nuestro cuerpo, el cerebro solo representa entre el 0,8% y 2% (aproximadamente entre 1.300-1.600 gramos).

1,3 - 1,6 kg



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Características del encéfalo

- El 80% del cerebro es agua.

Pese a ser relativamente sólido, el cerebro humano está compuesto en un 80% de agua. Esto intensifica la importancia de mantenerse totalmente hidratado por el bien de la mente.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Características del encéfalo

- El consumo de energía (en forma de oxígeno y glucosa) del cerebro con relación al resto del cuerpo es aproximadamente del 20%, manteniéndose muy estable en torno a ese valor independientemente de la actividad corporal.

20%
OFF

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

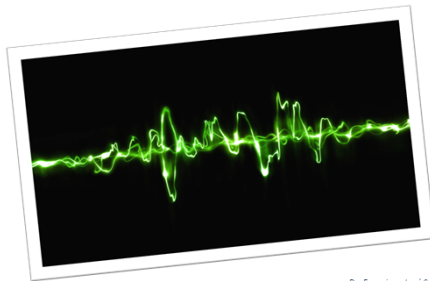
Características del encéfalo

- El cerebro humano opera a [15-30] vatios de potencia.
 - Un cerebro adulto únicamente consume en un día entre [300-600] kcal, lo que supone una potencia de cerca de [15-30] vatios para un cerebro de unos 1.300 – 1.400 gramos (el peso que de media tiene un cerebro humano adulto).

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Características del encéfalo

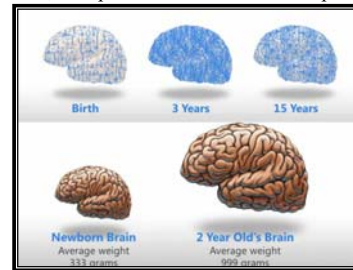
- Una neurona típica se dispara entre 5 y 50 veces por segundo.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Características del encéfalo

- El cerebro del infante humano, a diferencia del de cualquier otro animal, se triplica en tamaño durante su primer año.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Características del encéfalo

- El cerebro cambia de forma durante la pubertad.
 - Durante la adolescencia, el ser humano cambia de aspecto físico, y también cambia su forma de pensar, ya que la estructura del cerebro cambia por completo. Hasta que este cambio no ha terminado, el ser humano no es capaz de asumir los riesgos de sus acciones.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Características del encéfalo

- El cerebro no siente dolor.
 - Pese al hecho de que el cerebro sea el encargado de procesar las señales de dolor de otras partes del organismo, en sí mismo no puede sentir verdadero dolor. Irónicamente es el encargado de hacernos sentir el dolor del resto del cuerpo, pero no puede generarlo.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Características del encéfalo

- El cerebro se activa por la noche.
 - Cuando el resto del cuerpo disminuye su actividad alcanzando mínimos durante los momentos de sueño, el cerebro aumenta su actividad siendo incluso mayor que cuando estamos despiertos. Eso sí, la actividad en vigia y sueño tiene lugar en lugares distintos del cerebro.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Índice

- Sistema nervioso
- Estructura anatómica del encéfalo
- Estructura anatómica del cerebro por regiones externas
 - Áreas primarias
 - Áreas secundarias
 - Áreas terciarias
- Estructura anatómica interna del cerebro
- Estructura anatómica del cerebelo
- Estructura anatómica del bulbo raquídeo
- El detalle fino, la neurona
- Imagen médica
- El funcionamiento del cerebro
- Características del cerebro humano
- Una mirada final al encéfalo
- Reflexión final



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

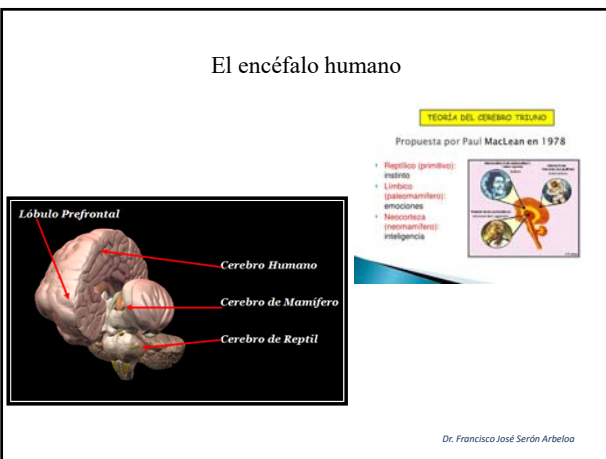
El encéfalo humano

- El neurocientífico Paul MacLean describió en 1978 el cerebro humano como un palimpsesto evolutivo formado por tres estructuras.
 - En la inferior están los ganglios basales o “cerebro de reptil”, la sede de las emociones primitivas y egoístas que dirigen la alimentación, la lucha, la fuga y la conducta sexual.
 - Sobre él, se halla el sistema límbico o “cerebro de mamífero primitivo”, que está dedicado a las emociones amables, educadas y sociales, como las que se hallan presentes en ser padres.
 - Envoltiendolo al anterior se halla el “cerebro de mamífero moderno, que ha crecido espectacularmente en la evolución humana y que alberga el intelecto”.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa



El encéfalo humano




Dr. Francisco José Serón Arbeloa

El encéfalo humano


- El cerebro de los instintos (*el de los reptiles*) [hace 500 millones de años]
 - Los primeros cerebros que se formaron contenían circuitos neuronales organizados para controlar su metabolismo y funciones vitales básicas.
- El cerebro emocional (*el de los mamíferos*) [hace 220 millones de años]
 - El siguiente cerebro permitió emitir respuestas emocionales y almacenar información relacionada con las experiencias pasadas, la memoria.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

El encéfalo humano



- El cerebro de los primates [hace 55 millones de años]
 - Parte posterior de la corteza (lóbulos occipital, parietal y temporal) se especializaron en el análisis y procesamiento de la información sensorial (somática, visual, auditiva, etc).
- El cerebro de los homínidos [hace 2-3 millones de años]
 - Parte anterior de la corteza (lóbulos frontal) se especializó en el razonamiento, resolución de problemas, toma de decisiones, comportamiento social, organización y dirección de los movimientos corporales y el comportamiento en general ...



Dr. Francisco José Serón Arbeloa


El encéfalo humano

- El problema de la descripción anterior es que las fuerzas de la evolución no se limitan a saltar de una capa a otra manteniendo intactos los fundamentos.
- La selección natural trabaja con lo que tiene, lo modifica y sólo después construye algo nuevo formando un nuevo conjunto que se adapta a las nuevas necesidades.
- Resumiendo, el sistema trabaja integrado con multitud de conexiones que los unen, no son tres sistemas diferentes.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

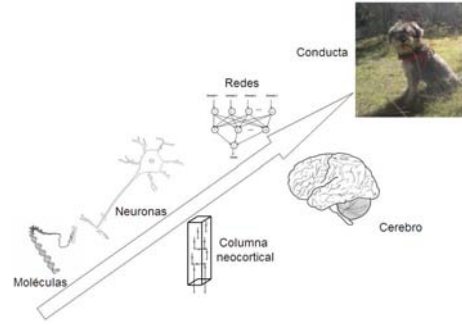
El encéfalo humano

- Gracias al proceso de exaptación (proceso de reutilización) que surge de manera continua en la Naturaleza, los seres humanos somos seres:
 - Instintivos
 - Emocionales
 - Sentimentales
 - Racionales



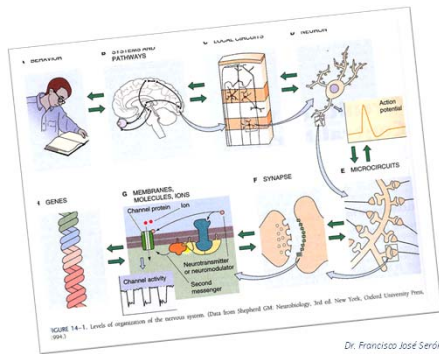
Dr. Francisco José Serón Arbeloa

El cerebro humano



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

El cerebro humano



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

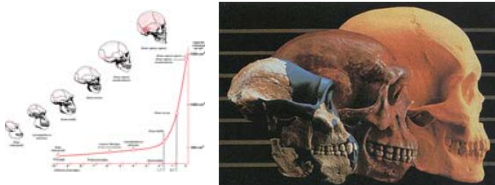
¡SORPRESA!

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

La vida evoluciona

¡Ha surgido la inteligencia!

- El cerebro y su complejidad no es más que la continuidad normal de la evolución del cerebro animal. El hombre es una realidad natural.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

¡Un inciso!

¿Hay límite?



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

¿Hay límite?

- ¿Cabe esperar un aumento en la cantidad de neuronas o en la velocidad a la que las neuronas intercambian información?



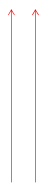
Dr. Francisco José Serón Arbeloa

¿Hemos llegado al límite?



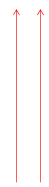
Dr. Francisco José Serón Arbeloa

¿Hemos llegado al límite?



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

¿Hemos llegado al límite?



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

¿Hemos llegado al límite?

Obstáculos para una inteligencia mayor

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

¿Hay límite?

- Existen limitaciones físicas que obedecen a la naturaleza de las neuronas y al ruido de las señales químicas que estas emplean para comunicarse.
- Información, ruido y energía se encuentran relacionados de manera que puede que exista un límite a la inteligencia con base neuronal.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

¿Hay límite?

- Existen limitaciones físicas que obedecen a la naturaleza de las neuronas y al ruido de las señales químicas que estas emplean para comunicarse.
- **Información, ruido y energía** se encuentran relacionados de manera que puede que exista un límite a la inteligencia con base neuronal.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Índice

- Sistema nervioso
- Estructura anatómica del encéfalo
- Estructura anatómica del cerebro por regiones externas
 - Áreas primarias
 - Áreas secundarias
 - Áreas terciarias
- Estructura anatómica interna del cerebro
- Estructura anatómica del cerebelo
- Estructura anatómica del bulbo raquídeo
- El detalle fino, la neurona
- Tractografía del encéfalo
- El funcionamiento del cerebro
- Características del cerebro humano
- Una mirada final al encéfalo
- **Reflexión final**

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Contextualización

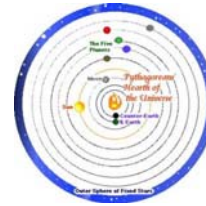
- Cada periodo de la historia, tiene sus **metáforas** favoritas con las cuales, con imaginación, se concibe la naturaleza básica de su conocimiento relacionado con el problema que más les preocupa en cada momento.
- Más aún, estas metáforas parecen encarnar la clave de los avances artísticos o tecnológicos de ese periodo.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Ejemplo 1

Del 1200 a. C. hasta el 146 a. C.

- Los griegos concibieron el cosmos como una composición **musical**, lo cual muestra la importancia de la música y del arte en general en esa cultura.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Ejemplo 2

Siglos XVI - XVII

- Para Galileo, la Naturaleza era un **libro**, lo cual refleja la importancia crucial de la imprenta y la publicación para la diseminación de teorías y descubrimientos científicos.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Ejemplo 3

Siglos XVII - XVIII

- Para Isaac Newton, el cosmos era un gran **reloj** que marca los momentos del tiempo absoluto con una invariable precisión, idea que con posterioridad, Einstein demostraría que era ilusoria.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Ejemplo 4

Siglo XX

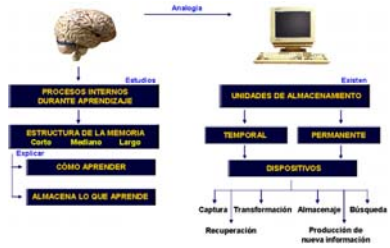
- El **computador** es logro tecnológico más importante de nuestra era.
- Por lo tanto no es sorprendente que muchas metáforas que se utilicen se basen en el procesamiento de la Información.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa

Reflexión final

- Actualmente se piensa que el sustento esencial de la psique es la información y la teoría moderna de la evolución.



Dr. Francisco José Serón Arbeloa



Dr. Francisco José Serón Arbeloa



Dr. Francisco José Serón Arbeloa



Aclaración

- El siguiente documento es una copia en formato pdf del material utilizado en clase por el Dr. Francisco José Serón Arbeloa durante el curso 2015-2016 para la impartición de la asignatura Encéfalo-Mente-Máquina incluida en los planes de estudios vigentes de la Universidad de la Experiencia de la Universidad de Zaragoza.
- Consideraciones:
 - La estructura lógica es original del profesor F. J. Serón
 - Las referencias explícitas aparecen en el apartado de bibliografía.
 - Las imágenes pueden ser:
 - Originales del profesor.
 - Recogidas de Internet en sitios en los que se hace constar expresamente el permiso de utilización.
 - Recogidas de Internet en sitios en los que no se hace constar expresamente el permiso de utilización pero tampoco se impide.
- Por lo tanto los derechos de autor de dicho documento pueden considerarse colectivos aunque de autores muchas veces desconocidos.
- Realizadas las consideraciones previas, dicho material se entrega a cada alumno matriculado en la asignatura citada con las siguientes condiciones:
 - Es de uso exclusivo para su estudio.
 - No puede ser transferido a ninguna otra persona.
 - No puede ser utilizado para ninguna actividad comercial.

Dr. Francisco José Serón Arbeloa