

UD 2 – O CORAZÓN DA MÁQUINA

1.- INTRODUCCIÓN

O comportamento humano é unha combinación entre:

- A nosa estrutura biolóxica/fisiolóxica que ven determinada polo **xenoma humano**
- A influencia social: dende que nacemos sufrimos un proceso de socialización que condiciona o noso comportamento e o modela.

Polo tanto a Psicoloxía, como ciencia que estuda o comportamento humano, ten que atender tanto á bioloxía como á socioloxía. Amén de moitas outras ciencias que estudan o SH dende outras dimensións e que complementan a explicación do seu comportamento: a historia, economía, dereito, ciencias políticas e moitas outras.

A ciencia que atende á estrutura e ao funcionamento da mente é a **neurociencia**.

2.- O PROBLEMA MENTE-CORPO

A maioría de relixións e moitas correntes filosóficas son dualistas: trazan unha separación entre corpo e alma. Dende a psicoloxía evítase falar nestes termos por ser especulativos, metafísicos ou pouco científicos. A psicoloxía resolve este problema argumentando que a mente e o corpo (podemos dicir o sistema nervioso), son a mesma cousa: a mente consciente, o eu (o que sería a suposta alma), xurde do funcionamento eléctrico e químico do encéfalo. Por tanto, non é posible separar a mente da estrutura que a crea: non temos recordos da primeira nenez porque as conexións neurais non son perfectas (faltan as cubertas de mielina) e ímolos perdendo ca vellez porque estas conexións deterioráanse. Unha resposta demasiado sinxela á que poderíámoslle facerlle moitas salvedades, pero é o que pode ofrecer a ciencia.

3.- O ORGANISMO HUMANO

Dous sistemas coordinan e integran a conduta humana desde o pdv neurolóxico:

3.1.- Sistema nervioso (SN): presente en tódalas partes do corpo, xurde de un tronco común e chega ata as partes máis remotas do organismo. Está integrado por dúas partes:

3.1.1.- Sistema nervioso central (SNC): o SNC non é rexenerable e por tanto debe estar moi ben protexido. Unha estrutura ósea o recubre en toda a súa totalidade, e entre o oso e el, hai tres capas de membranas, as **meninxes** (duramadre, aracnoides e piamadre) e o **líquido cefalorraquideo** que amortece os golpes que puidera sufrir contra a capa ósea. O SNC, á súa vez, está formado por dúas partes:

a) Encéfalo: unha das “máquinas” máis complexas da natureza. Consiste nunha protuberancia extraordinariamente desenvolvida e pechada no caneo. Divídese en:

- **Cerebro:** a parte máis voluminosa; ten aspecto de noz, con moitos “pregues” e dividida en dous **hemisferios**. Esta parte está extraordinariamente desenvolvida na especie humana e é a responsable das capacidades intelectuais do SH, e, por suposto,

da aparición da **conciencia**. Os neurólogos dividen o encéfalo en catro partes ou **lóbulos: frontal, parietal, temporal e occipital**.

- **Tálamo**: situada no centro do cerebro, tamén ten dúas partes. Ten aspecto de ovo de galiña (de tamaño algo menor) e é a porta de entrada do mundo exterior ao cerebro.

- **Cerebelo**: é unha especie de cerebro en miniatura situado na parte máis baixa (na caluga). Desde o pdv evolutivo é a parte máis primitiva e encárgase de regular de maneira automática, sen que sexamos conscientes, funcións vitais: respiración, frecuencia cardíaca ... A prolongación do tronco do encéfalo cara abaixo, forma a medula espinal. As tres partes conectan con unha rexión central e alongada chamada **tronco do encéfalo**.

b) **Medula espinal**: pechada na columna vertebral

3.1.2.- Sistema nerviosa periférico (SNP): formado por tódolos nervios que fan a conexión órgano/cerebro e ao revés. Esta parte non está protexida pero en caso de lesión sería moi limitada e ten posibilidades de rexenerarse.

3.2.- Sistema endócrino (SE): o outro sistema que inflúe no comportamento humano. O SE está formado por glándulas que segreguen diferentes substancias que interveñen no comportamento humano

3.2.1.- Glándulas endócrinas: son glándulas que producen substancias químicas que son liberadas ao sangue e regulan todo tipo de procesos

3.2.2.- Glándulas exócrinas: formado por glándulas que producen substancias químicas que son liberadas ao exterior e que manteñen o equilibrio do organismo (suor, bágoas, saliva ...)

4.- AS NEURONAS E O SEU FUNCIONAMENTO

O tecido do SN está formado por dous tipos de células: as **neuronas** e as **células gliales** (durante moito tempo pensouse que tiñan moita menor importancia no funcionamento do encéfalo e están pouco estudadas).

4.1.- As Neuronas: Que teñen as neuronas de especial? Dúas cousas:

- **A súa forma**: mentres que a maioría de células teñen formas máis ou menos esféricas e miden unhas poucas micras, as neuronas teñen dúas partes: o **soma** unha parte central tamén esférica, e as **terminacións** que son moi numerosas e poden medir ata un metro de lonxitude. Estas terminacións son de dous tipos: as **dendritas** especializadas en recibir información de outras celular (partes receptoras); e o **axón** só hai un anque pódese ramificar moito para transmitir información a máis células, é moi fino e longo, está especializado en transmitir a información a outras células (parte emisora). A través das dendritas e os axóns as células establecen conexións entre elas e con outras células (receptores sensoriais ou fibras musculares). Os axóns están cubertos por unha capa de **mielina**. A mielina é unha capa illante, ou vaina, que se forma ao redor dos nervios, incluso os que se atopan no cerebro e a medula espinal. Está composta de proteína e substancias graxas. A vaina de mielina permite que os impulsos eléctricos sexan transmitidos de maneira máis rápida e eficiente ao longo das neuronas. A rexión de contacto entre neuronas chámase **sinapses**. Cada neurona poder ter miles de sinapses e recibir información de moitísimas células (de media unhas 10000 sinapses de

recepción e unhas 1000 de emisión). Se temos en conta que un adulto ten uns 86000 millóns de neuronas, podemos imaxinar a actividade eléctrica dos nosos cerebelos. As prolongacións agrúpanse formando feixes aos que chamamos **nervios**.

- **A capacidade de xerar electricidade:** cada neurona ten unha carga eléctrica similar a unha batería de uso habitual almacenada no soma. O soma pode descargarse de maneira brusca: a corrente eléctrica viaxa a toda velocidade polo axón ata liberarse en moitas sinapses simultáneas (lembramos que o axón ramifícase ao final). Despois de descargarse a neurona volve a cargarse en cuestión de milisegundos (milésima parte de un segundo). Cada unha de estas sinais eléctricas descargadas chámase **potencial de acción**. As neuronas producen un potencial de acción tras outro como si fora un código morse. O tipo de mensaxe transmitido depende da frecuencia e intensidade das descargas.

A electricidade prodúcese polo movemento dos **ións** (ión sodio Na con carga + e ión potasio K tamén +). As neuronas, como todas as células, teñen unha membrana protectora que as separa do exterior. Esta membrana está chea de “portas” que abren e pechan a toda velocidade. Por estas portas entran e saen os ións producindo electricidade por diferenza de potencial. Esta actividade consume unha gran cantidade de enerxía, o 20% da enerxía de todo o corpo. A **arteria carótida**, que sae da **arteria aorta**, leva ata a cabeza o 15% de toda a sangue que sae do corazón. Se un cerebro deixa de recibir rego sanguíneo durante moi pouco tempo (uns minutos) a actividade cerebral detense (os axóns deixan de transmitir os potenciais de acción) e en moi pouco tempo as células morren e son irrecuperables. Por eso a AA e a AC, levan incorporado un sistema de detección de baixo nivel de rega sanguíneo ou de aporte de osíxeno, se isto sucede aumenta a frecuencia respiratoria ou o ritmo cardíaco para suplir o déficit.

O **contacto entre neuronas** prodúcese da seguinte maneira: cada vez que chega un potencial de acción ao final dun axón, esa rexión libera unha substancia química (**neurotransmisores**) que afectan ás dendritas de outras células. Dependendo dos receptores de cada célula captará unha información ou outra (conexións excitadoras ou inhibitoras). Se a excitación é grande a neurona xera un potencial de acción grande, se é pequena o potencial de acción será menor; todo en función das necesidades momentáneas.

4.2.- As células gliales:

Non producen descargas eléctricas para comunicarse. Parece que interveñen nas sinapses modulando o intercambio entre neuronas. Teñen un número parecido ás neuronas e como elas, non se distribúen uniformemente.

5.- O SN E O MOVEMENTO

Como apareceu o SN? Cal é o seu sentido dende un pdv evolutivo? Aínda que é necesario para os animais o SN non é imprescindible para a vida; por exemplo, plantas e fungos non o teñen, as neuronas son exclusivas do reino animal. O SN é necesario para os seres vivos que necesitan moverse para sobrevivir e reproducirse. Polo tanto o movemento é a función primeira do SN, aínda que teña moitas máis.

5.1.- Información do mundo exterior

O SN é o intermediario entre o mundo exterior (que captamos cos sentidos) e os músculos. As neuronas poñen en contacto a situación exterior con o comportamento motor. O movemento xerado a

través dos músculos ten que ter en conta o mundo exterior. Unha persoa que careza de información sensorial non pode producir ningún movemento coherente.

A medida que a evolución ten ido modificando e axustando o funcionamento do SN (a nosa máquina de control), teñen aparecido funcións accesorias que colaboran na eficacia do movemento. A máis sorprendente é a **predición do futuro**. No camiño da evolución, a información que facilitan a capacidade de planificar e anticipar, téñense conservado, de maneira que o encéfalo actual dispón de moitísima información que lle permite “predicir o futuro” e anticiparse. Para isto o encéfalo utiliza información captada polos sentidos sobre situacións actuais e os compara con situacións pasadas; de esta maneira o encéfalo actúa sen ter toda a información realizando unha especie de balance e actuando da forma máis pertinente.

5.2.- Información do mundo interior

Para controlar e ser efectivo no movemento, tamén é necesaria a información do propio corpo, da nosa posición e situación no espazo. A información do noso propio corpo é froito do traballo combinado de dous sistemas: o **sistema somatosensorial** (formado por prolongacións do SNP que tapizan a pel, os músculos e as articulacións) e o **sistema vestibular** (que recibe información de unha serie de órganos situados no oído interno e que son responsables do equilibrio).

5.3.- Fiestras informativas

Pero, a pesares da eficacia de estes sistemas, os nosos órganos dos sentidos non captan toda a realidade; detectan pequenas fiestras cas que elaboramos “a nosa realidade”. Estas fiestras non son iguais para todas as especies, e dicir, cada especie “ve” a súa realidade. Podemos concluír que: o mundo que percibimos é unha recreación concreta e limitada da realidade exterior que no coincide con a doutras especies.

Os humanos témonos posto de acordo nunha especie de “alucinación colectiva estándar” e entendemos máis ou menos igual o que captamos. Poderíamos falar dunha “natureza inventada” da realidade. Isto é unha creación do encéfalo, unha recreación virtual da parte do mundo ca que interactuamos grazas as nosas fiestras. As “nosas fiestras” son o espectro de cousas que vemos, escoitamos, sentimos ... fora de esa franxa a realidade non existe para nós. Non sabemos como perciben o mundo o resto de especies nin sequera as demais persoas, aínda que seguramente a alucinación é parecida entre a mesma especie e moi distinta entre especies diferentes.

5.3.- Todo é unha ilusión?

Logo, existen as cores? Os sons? Os sabores? Existen para nós pero só como unha construción do noso encéfalo. A percepción non é o reflexo pasivo do que entra polos nosos sentidos, é unha construción activa.

6.- EVOLUCIÓN DO ENCÉFALO

O noso encéfalo é froito de miles de anos de evolución. Compartimos cos nosos antepasados (especies das que evolucionamos) estruturas mais arcaicas e sinxelas por iso compartimos con eles algunhas pautas de conduta. Outras son exclusivamente humanas porque xéranse nas partes do cerebro evolucionado.

6.1.- Anatomía do cerebro:

O cerebro humano representa:

2% do peso do corpo	
20% da enerxía consumida	
1,30kg de peso (o 1,4 % do peso corporal aprox)	
Ten 3 partes:	GANGLIOS BASAIS: CER. REPTILIANO
	SISTEMA LÍMBICO
	CORTIZA CEREBRAL: NEOCORTEX

- **Cerebro reptiliano:** é o mais antigo e compartímolo cos nosos antepasados os réptiles. Esta presente en todo o reino animal. Ten tres partes: núcleo caudado, putamen e globo pálido. Controla:

- Funcións fisiolóxicas automáticas: respiración, circulación sangue, temperatura ...
- Procesos de reprodución e conservación a través das glándulas

- **Sistema límbico:** aparece tras séculos de evolución. Compartido con todos os mamíferos. Situado na parte interior do cerebro. Controla:

- Todo o relacionado co estado de ánimo e as emocións básicas: medo, ansiedade, apego, compaixón ...
- Funcións simples de memoria: permite gardar experiencias básicas e por tanto permite un aprendizaxe rudimentario.
- Regula parte do SN a través das glándulas endócrinas, por tanto controla unha parte do comportamento.

Esta formado por:

Tálamo	Procesa o entorno
	Percibe a dor pero non identifica a súa procedencia
Hipotálamo	Controla o apetito, sede e sono
	Regula a Tª corporal
	Responsable da conduta sexual
Glándula Pineal	Controla o sono a través da secreción de: serotonina e melatonina
	Regula os procesos cíclicos de apareamento

Hipófise	Regula todas as demais glándulas endócrinas a través da secreción de hormonas
Hipocampo	Responsable da memoria periódica
	Arquiva experiencias que permiten a aprendizaxe
Amígdala	Alerta ao corpo de situacións límite para as que debe estar preparado
	Almacenas recordos
	Controla emocións

- **Cortex:** é a parte máis evolucionada. Está presente en tódolos mamíferos superiores (con distinto grosor). No SH está especialmente engrosado. É unha capa delgada que vaise dobrando sobre si mesma e aparece pregada envolvendo o sistema límbico. No SH representa 100000 millóns de conexións neurais. Está delicadamente dobrada pero ten unha lonxitude de 2,5 m en adultos. A corteza cerebral está dividida en dúas partes: neocórtex, arquicórtex e paleocórtex

- Controla e posibilita todas as funcións cognitivas superiores.

6.2.- Evolución

Ao comparar as características anatómicas dos encéfalos das outras especies, vemos grandes diferencias de tamaño, densidade e pregas do córtex. En principio hai unha relación natural entre o tamaño do encéfalo e o da especie que o sustenta (animais máis grandes ---> encéfalos máis grandes). O SH ten o encéfalo máis grande do que lle correspondería. Pero en realidade a gran diferenza está na densidade do encéfalo máis que no volume, é dicir no número de neuronas e nas sinapses existentes.

O encéfalo fíxose grande e máis denso na evolución dos mamíferos superiores pero atopouse cun límite: como alimentalo.

A MAIS VOLUME CEREBRAL ---> MAIS NECESIDADE DE ENERXÍA

Precisábanse corpos mais grandes que xeraran mais enerxía. A evolución premiou a:

- Organismos grandes que xeraban moita enerxía con cerebros pequenos (en relación co seu corpo) porque podían “mantelo”. Exemplo: elefantes, baleas.
- Organismos moi eficientes en produción de enerxía que aínda que tiñan un cerebro moi grande en relación ao seu corpo, eran moi eficientes. Exemplo o ser humano.
- O resto de especies extinguíronse porque non eran sostíbeis. Non atoparon o equilibrio entre o volume do seu cerebro e o do seu corpo, non puideron alimentar o seu cerebro.

7.- ANATOMÍA DO ENCÉFALO

7.1.- Asimetría cerebral

O SH “padece” unha interesante asimetría encefálica. A razón de isto é que o noso SN é bilateral (ten dous lados) e as dúas partes non son iguais. A gran vantaxe de isto é que en realidade temos “dous encéfalos”, cada un especializado en unha cousa, e que cooperan e enténdese bastante ben. Dende o pdv anatómico, temos **simetría bilateral** (as dúas partes son iguais) porque unha parte é a imaxe especular da outra; outros animais teñen **simetría radial** (por exemplo unha estrela de mar); pero dende o pdv do funcionamento temos asimetría.

Se poderamos observar a medula espinal (ME) observaríamos un suco de abaixo a riba que a divide, e cando chega ao cranio conformase en dúas protuberancias separadas por unha profunda fisura. Son os dous **hemisferios**. Os sucus que aparecen en cada hemisferio son distintos, e tamén levemente distintos entre individuos. Esta diferenza anatómica supoñen tamén diferenza de funcións.

Cada hemisferio encárgase de un lado do corpo e tamén de un lado do universo sensorial; por iso moitas estruturas cerebrais están duplicadas (aparecen nos dous lados). Curiosamente o encéfalo ten un funcionamento cruzado: o hemisferio dereito (HD) encárgase da parte esquerda do corpo e ao revés (por ex. O tacto da man dereita procésase no HI). Parece que existe bastante simetría de funcionamento do HD e o HI nas funcións máis básicas pero a cousa complicase ao estudar as funcións máis complexas e abstractas do encéfalo. Na maioría de persoas hai unha **especialización de tarefas**, é dicir, que unhas cousas as fai o HD e outras o HI. A mente consciente é o resultado do funcionamento conxunto dos dous hemisferios. Como se produce esta coordinación? 200 millóns de axóns cruzan o cerebro de un lado a outro; esta zona entre os dous hemisferios é o **corpo calloso**. Na maioría de persoas os hemisferios especialízanse da seguinte maneira:

- **HE**: Na maioría da poboación (88%) está mais desenvolvido e ten predominio. Controla:
 - O lado dereito do corpo.
 - Facultades verbais
 - Tarefas rutineiras
 - Capacidade de análise
 - Razoamento lóxico
 - Resolución de problemas numéricos
- **HD**: Encárgase de:
 - Controla o lado esquerdo do corpo
 - Capacidades non verbais
 - Procesos intuitivos
 - Pensamentos e recordos que se manifestan en imaxes
 - Sentimentos
 - Expresións artísticas

7.2.- Partes dos hemisferios

O cortex cerebral, a parte dos hemisferios, divídese en catro partes:

- Lóbulo frontal: resolución de problemas
- Lóbulo parietal: percepción táctil
- Lóbulo temporal: percepción auditiva
- Lóbulo occipital: percepción visual

Os lóbulos asóciáanse entre eles para ser 100% efectivos. Entre ambos hai unha serie de pontes ou zoas de conexión. As áreas conectivas máis importantes son:

- Áreas de Wernicke e Área de Broca: asociadas á capacidade lingüística
- Homúnculo de Peinfeld: asociado á elaboración espacial e gráfica de situacións, do entorno e de nós mesmos.

7.3.- Estable descontinuo

As neuronas non se dividen nin multiplican. As do SNC nin sequera poden rexenerarse (as do SNP si). Cada segundo morre unha neurona, unhas 86000 menos cada día. Aínda que temos neuronas de sobras, perdelas non é bo (iso é o que sucede nas enfermidades neurodexenerativas tipo Alzheimer ou Parkinson). Por que o SNC non pode, logo, rexenerarse? A resposta é: por **estabilidade**.

A identidade, a memoria, e a autoconsciencia, depende da estrutura de conexións entre miles de millóns de neuronas e da intensidade e frecuencia das sinapses. A organización global das conexións nerviosas é similar entre individuos pero non é igual, ten detalles particulares. Esas particularidades fannos ser nós. A identidade que xurde de cada encéfalo mantense grazas a dúas características del SNC:

- as neuronas cas que nacemos duran toda a vida
- o diagrama de conexións é estable

Existe un pequeno recambio de neuronas, a chamada **neuroxéseses** pero son neuronas que se producen dende as células troncais ou células madre, non son resultado da división de células existentes. As células troncais son unha especie de papel en branco onde pódese escribir calquera cousa, son células non especializadas que poden dar paso a calquera tipo de célula do organismo. En certas zonas do encéfalo existen estas células troncais que poden converterse en neuronas ou en células gliales. A maneira de substituír as células mortas é sorprendente: as células madre inespecíficas desprázanse a través do tecido encefálico e ocupan o sitio das mortas en algún circuíto nervioso. Pero esta substitución neural non é xeneralizada, dáse máis nunhas zonas que noutras e máis se hai algún dano cerebral por hipoxia.

Segundo o que rematamos de dicir, os individuos seríamos exactamente igual durante toda a vida. Pero iso, evidentemente, non sucede; e é grazas á **plasticidade neural**. Dos billóns de sinapses do SN, algunhas mantéñense durante toda a vida e outras cambian lentamente. Un perfecto equilibrio entre estabilidade e cambio.

8.- FISIOLOXÍA DO ENCÉFALO

8.1.- Sistema muscular

Xa dixemos que, dende o pdv evolutivo, a razón primeira de ser do SN é xerar movemento útil para a supervivencia. Así que o reino animal temos desenvolvido un sistema para movernos eficazmente.

No corpo humano hai varios tipos de músculos: a musculatura lisa (músculos que non controlamos voluntariamente, por exemplo o músculo cardíaco) e os **músculos esqueléticos** (voluntarios) chamados así porque nos seus extremos están unidos a osos para poder movelos.

Os músculos só poden contraerse non poden estirarse. As células musculares son alargadas e teñen no seu interior fibras que entrelázanse e forman unha especie de columnas ou feixes. Cando aumenta a concentración de Ca no **citoplasma** (líquido celular) as “columnas” diminúen de tamaño debido ao esvaramento das proteínas unhas sobre outras; así prodúcese a contracción dos músculos.

Pero os músculos non poden estirarse de maneira voluntaria, ho fan porque algo tira deles. O sistema muscular está organizado en base a pares de músculos antagónicos. Cando un se contrae ten que ser o músculo antagónico quen tira del en sentido contrario ata estirallo. (Ex. bíceps/tríceps).

8.2.- Sinapses

Como se contraen os músculos? Debido a ordes dadas polo SNC. As executoras de estas ordes son neuronas situadas ao longo da medula espiñal ou do encéfalo cuxos axóns prolónganse ata contactar cas fibras musculares. Os axóns agrúpanse en grupos formando os **nervios**. Os músculos responden ás nosas ordes porque as sinapses neuro-musculares son simples e eficaces.

8.3. Orden de movemento

Debemos imaxinar unha especie de diadema que recorre o noso encéfalo de un lado a outro (de unha orella a outra) é a **cortiza motora**. Nesta zona hai unhas neuronas cuxos axóns prolónganse cara abaixo atravesando todo o encéfalo e continúan pola ME ata contactar por sinapses cas **motoneuronas** (neuronas encargadas do movemento). Cando decidimos facer un movemento, actívanse moitas neuronas do encéfalo, algunhas relacionadas coa memoria, outras con información sensorial, etc; o conxunto de toda esta información canalízase cara á cortiza motora onde xérase, en última instancia, a orde de activar un músculo.

9.- A REPARACIÓN DA MENTE: O MISTERIO DO SONO

Dormir é imprescindible para seguir vivo. Durmimos todos os días e non facelo é incompatible coa vida. Ao longo da noite, o individuo desaparece durante períodos duradeiros. Deixa de ser el e despois, ao despertar, volve a ser. Aínda así non está moi claro como actúa o sono no encéfalo. Só nos últimos 250 anos ten habido interese polo significado e función do sono, e aínda hoxe é un gran descoñecido.

Inicialmente pensouse que o tempo de sono era unha especie de “descanso” do encéfalo no que non había actividade cerebral ou moi pouca. Pero os avances técnicos do século XX permitíronnos facer medicións da actividade eléctrica do encéfalo nas distintas fases do ciclo vigilia-sono, e parece claro que a actividade non diminúe aínda que si varía. A mente consciente depende da actividade neuronal e que, ao variar durante o sono, aquela desaparece. Se cada mañá ao despertarnos, somos capaces de recoñecernos despois de varias horas sen saber nada de nós, é porque a estrutura do noso encéfalo

apenas ten cambiado e, ao reiniciarse o mesmo tipo de conexións, volvemos a “ser nós”. As complexas redes neuronais (as sinapses), que son o substrato da nosa memoria, apenas se teñen modificado e, polo tanto, podo dicir (e así o sentimos) que somos a mesma persoa.

Non todos os animais dormen, ou non dormen coma nós; de feito é difícil definir “dormir”. Poderíamos dicir que é: un estado de inmovilidade parcial facilmente reversible no que hai unha resposta moi baixa a estímulos sensoriais e que, impedila ou retrasala, comporta fallos neuronais graves.

(tema sono tratado en UD4).

10.- A LINGUAXE

O proceso da linguaxe é realmente espectacular. Empeza con un pensamento na mente do emisor que quere transmitir algo a outra persoa. A actividade química e eléctrica pon en marcha as neuronas que activan os músculos da fala (cordas bucais, lingua, mandíbulas, beizos, intensidade da expulsión do aire), e os pensamentos convértense nunha secuencia de vibracións no aire. Tras viaxar polo aire as vibracións producidas penetran no oído do receptor e, grazas aos órganos do oído, as vibracións convértense de novo en sinais eléctricas que viaxarán vía conexións neuronais ata o cerebro receptor. Alí os impulsos eléctricos serán descodificados e interpretados. Desta maneira o pensamento transmitise dunha mente a outra. Tódolos animais comunícanse pero a riqueza e creatividade da linguaxe humana é a nosa capacidade estrela.

Pero a linguaxe non ten só unha función de comunicación. Inflúe de maneira profunda, na construción da propia mente, conformando a esencia do eu. De feito é imposible pensar en algo sen recorrer ás palabras, nin de lembralo, nin de imaxinalo. Se os primeiros anos da nosa vida non deixan rastro na memoria é pola incapacidade de verbalizar esas experiencias; non hai unha linguaxe que permita codificar, empacar e gardar recordos e aprendizaxe.

Se a linguaxe é tan importante para definir a nosa mente, poderíamos supoñer que as persoas que teñen linguas distintas tamén teñen mentes distintas. As persoas actuamos e pensamos de maneira moi distinta unhas de outras, isto na maioría dos casos é cultural. Pero parece que tamén hai diferenzas de funcionamento no encéfalo dependendo de con que linguaxe se teña conformado. Os nosos encéfalos constrúen realidades distintas atendendo á linguaxe que falamos.

11.- CEREBRO FEMININO/CEREBRO MASCULINO

11.1.- Bases xenéticas

- A memoria filoxenética do SH está recollida en uns 35 mil xenes.
- Todos estes xenes agrúpanse en 23 pares.
- O par 23 determina o sexo: XX (feminino) XY (masculino).
- Un só xene do cromosoma Y é responsable de producir na sexta semana de vida intrauterina, unha proteína, a TDF (Factor Determinante Testicular). A TDF provoca a aparición de testículos que fórmanse dende as células primitivas dos ovarios do cigoto.
- Os testículos inician a secreción de hormonas masculinas, fundamentalmente a testosterona. E a testosterona conforma o aspecto externo e interno masculino: sistema muscular, sanguíneo, hormonal.

- Se non hai cromosoma Y, será o cromosoma X o encargado da maduración das células primitivas ata convertelas en ovarios. Estes iniciarán a secreción de hormonas femininas (estróxenos e proxesterona) que conformarán a anatomía interior e exterior feminina.

- Filoxenéticamente, a muller é anterior ao home, e o home aparece a partires da muller.

Variacións:

Este patrón pode sufrir variacións en persoas con sexo indiferenciado: xenotípicamente son XX ou XY (sexo xenotípico) pero fenotípicamente pode ser:

- XX e ter sexo fenotípico masculino
- XY e ter sexo fenotípico feminino

Que o **sexo xenotípico** non coincida co **sexo fenotípico** non é considerado unha enfermidade e non causa ningunha patoloxía no individuo, aínda que pode causar malestar por presión social e rechazo.

Alteracións:

Por que se pode ver alterado o desenvolvemento xenital:

- Non se activa o xene do cromosoma Y encargado de producir TDF por ser defectuoso ou por estar danado por algunha razón (por exemplo unha radiación)
- Un fallo hormonal no sistema endócrino que non segrega as hormonas femininas/masculinas, por enfermidade autoinmune, por radiacións, por contaminación atmosférica, de auga, de alimentos ...

Resultado:

- Individuos xenotípicamente XY con aspecto externo de muller ou pouco diferenciado, e aparello xenital feminino completo ou incompleto (as veces vaxina e ovarios pero sen útero, etc)
- Individuos xenotípicamente XX cun corpo masculinizado ou pouco diferenciado, pero e aparello xenital masculino completo ou incompleto (con pene e con ovarios pero sen útero, con vaxina e micropene, etc).

11.2.- Feminino/masculino

Todos os membros da especie humana comparten:

- os mesmos módulos especializados do cerebro
- as mesmas capacidades mentais

Por tanto o cerebro dunha muller e o dun home, así como os de todos os individuos que non se definen en ningún destes dous grupos, son exactamente iguais anatómica e fisiolóxicamente. É incorrecto falar de cerebro feminino e cerebro masculino. Existen algunhas investigacións que detectan certas “variacións”. Estas variacións leves son estadísticas pouco claras e inconcluíntes porque non deixan de ser subxectivas (observación dun comportamento externo) e porque na maioría dos casos están contaminadas por factores socioculturais aprendidos.

O seguinte cadro reflexa algunhas destas variacións:

PATRÓN XERAL		
HEMISFERIOS DO CÓRTEX		
	FEMININO	MASCULINO
	Maior velocidade perceptiva	Mellor control do espazo
	Maior velocidade verbal	Mellores habilidades motoras
	Mellores en probas de cálculo	Mellor razoamento matemático
	Mellor improvisación e ideación	Mellor interpretación de figuras complexas
SISTEMA LÍMBICO		
	FEMININO	MASCULINO
M tend	Maior actividade na área talámica que supón: mellor verbalización, mediación e integración	Maior actividade nas áreas basais e temporais: que máis tendencia á agresividade física e peor control das emocións

Que explicación racional podemoslle dar máis aló dos prexuízos machistas froito do establecemento dun xénero cultural? O cerebro humano é o resultado de millóns de anos de evolución. Nestes anos foi adaptándose ás necesidades e retos que se lle presentaban como especie. A evolución opera a nivel de especie non de individuo. O cerebro especialízase para optimizar a súa resposta ao medio. Nun momento da historia da humanidade, o cerebro especialízase no formato de feminino e masculino (por mor das necesidades reprodutivas) que complementáanse para seren mais efectivos. Era como ter dous cerebros como especie en lugar de un.

Como debemos supoñer ca evolución continua, as necesidades da especie humana tamén evolucionan. Seguramente xa non é necesario ter dous cerebros especializados en cousas distintas e telos distribuídos por sexos. Nas novas sociedades, nas que os roles muller/home desaparecen, conformarán cerebros neutros ou a especialización prodúzase por outros parámetros, os que conveñan á especie.

12.- ALTERACIÓNS XENÉTICAS DA CONDUTA

Os xenes determinan a nosa conduta pero en que medida? No século XX fixéronse moitos estudos con xemelgos para determinar que era xenético e que social. Podemos dicir que:

*A conduta é un fenotipo determinado por un xenotipo
que o produce e o modificado a través do medio ambiente.”*

Os estudos son pouco concluíntes porque, aínda que son válidos para trazos concretos son moito máis difíciles en outras variacións. As variacións humanas responden a:

- **Caracteres cualitativos** (como color dos ollos o do pelo, etc) están determinados por un só xene e por tanto é fácil identifiqualo e ver como funciona.
- **Caracteres cuantitativos** (que conforman o carácter) son froito da coordinación de moitos xenes e é moito máis difícil extraer conclusións.

De todas formas temos unha lista de variacións xenéticas que causan alteracións de conduta. Nos casos nos que un só xene causa alteracións de comportamento falamos de **síndromes**. Os síndromes non son enfermidades, o individuo que as padece, non está enfermo por esta variación, aínda que en moitos casos esta variación xenética pode producirlle algunha patoloxía asociada. Isto é moi importante para profesionais da medicina, psicoloxía, etc, non debemos achegarnos a estas persoas como se foran enfermos.

SÍNDROME	QUE O CAUSA	SINTOMATOLOXÍA	AFECTADOS
Fenilcetonuria	Causado polo fallo dun xene que deixa de producir unha encima necesaria para procesar proteínas no organismo	Causa moitos problemas de comportamento e atraso mental leve	Afecta a M e H
Síndrome do X fráxil	Fallo no xene X que produce unha proteína fundamental para o desenvolvemento cerebral	Causa atraso mental grave	Afecta só a H (as mulleres teñen outro xene X que pode funcionar)
Síndrome de Down	Ten un cromosoma de máis	Causa discapacidade mental leve e outras patoloxías- asociadas: problemas cardíacos, endócrinos, de visión ...	Afecta a M e H
Síndrome de Klinefelter	Aparece un cromosoma X de máis. O individuo é xenéticamente XXY	Afecta ao desenvolvemento físico e mental. Provoca problemas de linguaxe, habilidades sociais, anatómicas e fisiolóxicas (micropene e microtestículos)	Só afecta a H (A combinación XXX non se produce)

13.- TÉCNICAS DE INVESTIGACIÓN CEREBRAL

O reto de entender a conduta humana e se é posible intervir nela, faise moito máis doado se temos coñecemento dos procesos que teñen lugar no encéfalo. Pero debido á importancia dos seus órganos e á necesidade de protexelos, todo o encéfalo está fortemente pechado no interior de dúas caixas óseas: o cranio para o cerebro e a CV para a medula. Ata hai moi pouco tempo era moi difícil acceder a estes órganos para estudalos. Durante moito tempo aproveitáronse os accidentes ou as malformacións nos que algunha das partes do cerebro quedaba exposta, para investigar. Así é o famoso caso de P.Cage (1823-1861), un obreiro da construción estadounidense que sufriu un accidente no que danou o encéfalo e iso ocasionoulle importantes cambios de comportamento e serviu de materia de estudo. Tamén durante ditaduras e guerras aproveitouse para facer auténticas aberracións experimentais que incluían trepanacións e ablacións de prisioneiros.

(Cas P.Cage)

Os avances tecnolóxicos dos últimos anos permitiron investigar a través de **técnicas non invasivas** que permitan estudar sen danar; actualmente podemos observar o encéfalo sen abrir o cranio. As investigacións van en dúas direccións:

- **Psicobioloxía**: investiga comportamentos animais e os compara cos humanos.
- **Neuropsicoloxía**: como inflúe o funcionamento das neuronas no comportamento.

13.1.- Métodos de abordaxe

13.1.- Métodos indirectos: cambios na conduta asociados a lesións espontáneas ou inducidas. Só se pode usar en:

- patoloxías extremas
- en algúns animais (ratos de laboratorio).

Non é de todo eficiente porque, con frecuencia, os cambios condutuais non están focalizados nunha soa área do cerebro senón na conexión entre varias. Comporta unha reflexión ética.

Esta técnica complementase con:

- **Estudos histolóxicos**: análise de tecidos. Realízase sobre cadáver para observar os cambios acadados.
- **Métodos xenéticos**: baseado no estudo de xemelgos monocigóticos (que comparten todo o xenoma) ou dicigóticos (comparten o 50% do xenoma). Así inténtase determinar que parte do comportamento é xenética e cal medioambiental.

13.1.2.- Métodos directos: observando directamente a actividade cerebral. Como:

- Recollendo a súa actividade eléctrica: observa a conexión neural en forma de ondas eléctricas. A técnica máis precisa é o **electroencefalograma**.
- Rexistrando imaxes visuais do cerebro: permite obter información non só anatómica nin osteolóxica, senón os cambios en tempo real que estanse a producir. As técnicas son: a **resonancia magnética RM** ou a **tomografía axial computarizada TAC**.

Se o século XX foi o século do descubrimento do xenoma humano, pode co século XXI sexa o do “conectoma humano” (como está conectado todo o material xenético). Pero a pesares dos grandes avances que a técnica permite, estes nunca son definitivos porque a conduta humana non é só biolóxica, tamén é social e aprendida.