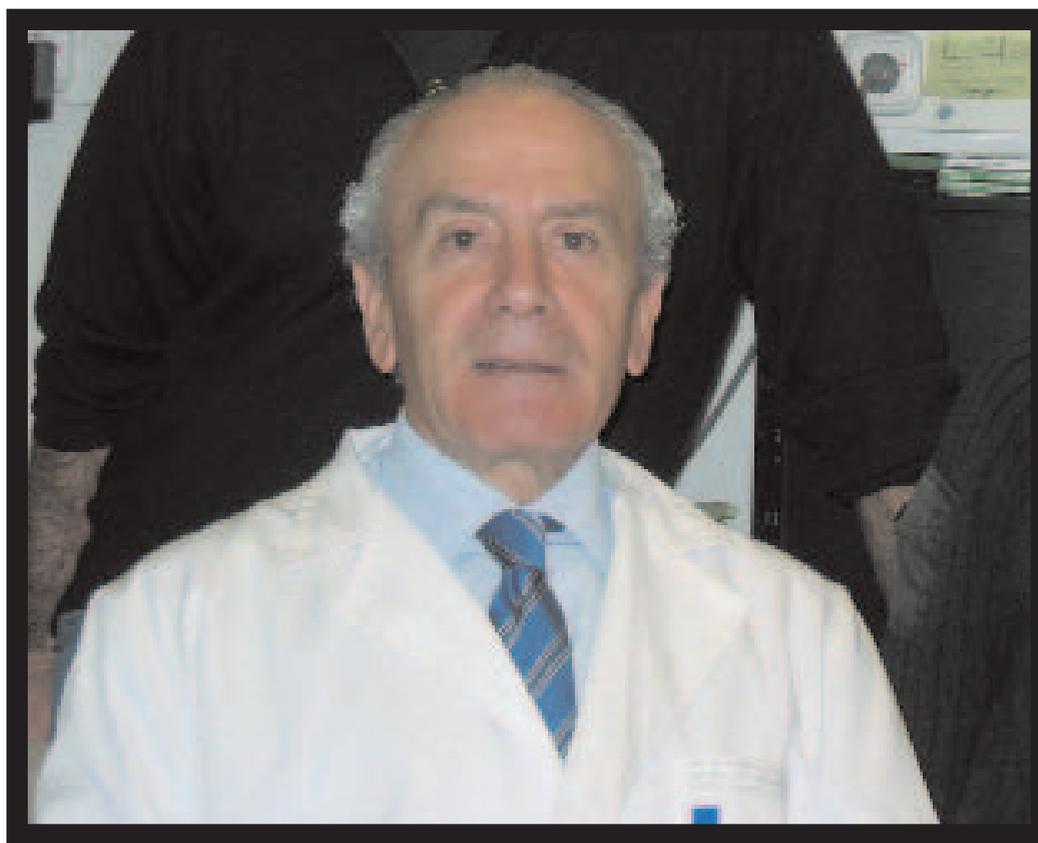


En Cerebrópolis con Acuña Castroviejo

En Cerebrópolis con Acuña Castroviejo



LUÍS MARIÑAS

O cerebro é, sen dúbida, a materia máis complexa que hai no planeta, e a súa exploración é a maior aventura da Humanidade. O seu coñecemento inflúe e influirá de forma determinante na nosa forma de comprender o mundo. Na complexidade do cerebro está o misterio do comportamento do ser humano: o seu pensamento, decisións ou accións, e un amplo territorio emocional onde se atopa o medo, a alegría, a tristeza e todo o repertorio sentimental da nosa especie. No pequeno tamaño do cerebro caben uns 30 billóns de células chamadas neuronas, que son como computadoras en miniatura, que se comunican entre si mediante billóns de enlaces. ¿Será posible coñecer algo tan complexo? ¿Conseguiremos entender o cerebro do mesmo xeito que o ril ou o corazón?

—*Os nosos sentidos convierten o mundo que nos rodea en representacións no cerebro*—. Isto dime, para comezar, un científico de notable calado internacional quen, despois de licenciarse en Medicina na Universidade de Santiago en 1966, traballou na Johns Hopkins University (en Baltimore, EE.UU.) para, posteriormente, ensinar Bioquímica, Biofísica e Fisioloxía na Universidade

El cerebro es, sin duda, la materia más compleja que hay en el planeta, y su exploración es la mayor aventura de la Humanidad. Su conocimiento influye e influirá de forma determinante en nuestra forma de comprender el mundo. En la complejidad del cerebro está el misterio del comportamiento del ser humano: su pensamiento, decisiones o acciones, y un amplio territorio emocional donde se encuentra el miedo, la alegría, la tristeza y todo el repertorio sentimental de nuestra especie. En el pequeño tamaño del cerebro caben unos 30 billones de células llamadas neuronas, que son como computadoras en miniatura, que se comunican entre sí mediante billones de enlaces. ¿Será posible conocer algo tan complejo? ¿Conseguiremos entender el cerebro de la misma manera que el riñón o el corazón?

—*Nuestros sentidos convierten el mundo que nos rodea en representaciones en el cerebro*—. Esto me dice, para comenzar, un científico de notable calado internacional quien, después de licenciarse en Medicina en la Universidad de Santiago en 1966, trabajó en la Johns Hopkins University (en Baltimore, EE.UU.) para, poste-

compostelana. Penetraremos no seu mundo, en Cerebrópolis, cun exemplo:

Xurxo Pérez está preocupado porque ten que decidir que tipo de hipoteca lle convén, Xoan Mariño ten que decidir se acepta un novo traballo e Francisco Alba está nunha pastelería tratando de decidir que pasteis comprar. Todas estas decisións, unhas máis complexas que outras, teñen algo en común: o noso cerebro encárgase de avaliar a situación e emitir unha decisión. Somos unha sociedade dominada polos nosos cerebros xa que interaccionamos cos doutras persoas. Cerebro e corpo comunícanse entre si, o que lle sucede ao noso corpo o sentimos co cerebro, e as nosas emocións e sentimentos os manifestamos por medio do corpo.

Carlos Acuña Castroviejo, catedrático de Fisioloxía na Facultade de Medicina da Universidade de Santiago de Compostela estuda os mecanismos cerebrais para tomar decisións. “Non importa se é a decisión máis importante da nosa vida ou a máis trivial, o cerebro trata por igual as decisións que tomemos. Algunhas poderán ter unha compoñente emocional maior que outras, pero estamos empezando a comprender os mecanismos básicos que ten o cerebro para tomar decisións”.

—*¿En que consiste tomar decisións?*

—Coñecemos as etapas formais na toma de decisións. Estas etapas son as mesmas para calquera decisión pero tanto o seu significado emocional como as súas consecuencias poden ser diferentes. Primeiro obteremos información a través dos nosos sistemas sensoriais, por exemplo a visión ou a audición, despois seleccionamos unha hipótese entre as posibles para tomar unha decisión, a continuación tomamos unha decisión e finalmente avaliamos os resultados da decisión.

—*Así que facemos dúas avaliacións, unha para tomar a decisión e outra para determinar as súas consecuencias.*

—Si, esas dúas avaliacións son importantísimas. A primeira baséase en información previa e permítenos tomar decisións de maneira racional e a última utilizarémola para modificar, se fose necesario, novas decisións que teñamos que tomar no futuro. E o cerebro realiza todos eses procesos.

—*¿Hai un lugar específico no cerebro que se encarga de tomar decisións?*

—Descubrimos que no cerebro hai varios lugares que se activan cando se toman decisións. Non hai un lugar único encargado da toma de decisións.

—*¿Quere dicir que o propio cerebro ten que coordinar a actividade de varios lugares para tomar unha decisión?*

—Exactamente; e esta situación expón una nova pregunta que é como coordina o cerebro as distintas áreas cerebrais involucradas na toma de decisións.

Os codigos do cerebro

—*Vostede falou en algún momento do Serendipity da ciencia, ¿cabe aquí ese don natural de descubrir algo bo ou útil de forma fortuíta?*

—Iso era antes do século XX. Pero esa descrición é fermosa porque se creou a partir dun conto de fadas persa cuxos heroes sempre descubrían algo que non estaban buscando, de forma accidental e astuta. Aquí non, aquí tratamos de comprender os mecanismos neuronais que unen a percepción coa acción. E aí hai pouco de fortuíta...

riormente, ensinar Bioquímica, Biofísica y Fisiología en la Universidad compostelana. Nos adentramos en su mundo, en Cerebrópolis, con un exemplo:

Jorge Pérez está preocupado porque tiene que decidir qué tipo de hipoteca le conviene, Xoan Mariño tiene que decidir si acepta un nuevo trabajo y Francisco Alba está en una pastelería tratando de decidir qué pasteles comprar. Todas estas decisiones, unas más complejas que otras, tienen algo en común: nuestro cerebro se encarga de evaluar la situación y emitir una decisión. Somos una sociedad dominada por nuestros cerebros ya que interaccionamos con los de otras personas. Cerebro y cuerpo se comunican entre sí, lo que le sucede a nuestro cuerpo lo sentimos con el cerebro, y nuestras emociones y sentimientos los manifestamos por medio del cuerpo.

Carlos Acuña Castroviejo, catedrático de Fisiología en la Facultad de Medicina de la Universidad de Santiago de Compostela estudia los mecanismos cerebrales para tomar decisiones. “No importa si es la decisión más importante de nuestra vida o la más trivial, el cerebro trata por igual las decisiones que tomemos. Algunas podrán tener un componente emocional mayor que otras, pero estamos empezando a comprender los mecanismos básicos que tiene el cerebro para tomar decisiones”.

—*¿En que consiste tomar decisiones?*

—Conocemos las etapas formales en la toma de decisiones. Estas etapas son las mismas para cualquier decisión pero tanto su significado emocional como sus consecuencias pueden ser diferentes. Primero obtenemos información a través de nuestros sistemas sensoriales, por ejemplo la visión o a la audición, después seleccionamos una hipótesis entre las posibles para tomar una decisión, a continuación tomamos una decisión y finalmente evaluamos los resultados de la decisión.

—*Así que hacemos dos evaluaciones, una para tomar la decisión y otra para determinar sus consecuencias.*

—Si, esas dos evaluaciones son importantísimas. La primera se basa en información previa y nos permite tomar decisiones de manera racional y la última la utilizaremos para modificar, si fuese necesario, nuevas decisiones que tengamos que tomar en el futuro. Y el cerebro realiza todos esos procesos.

—*¿Hay un lugar específico en el cerebro que se encarga de tomar decisiones?*

—Hemos descubierto que en el cerebro hay varios lugares que se activan cuando se toman decisiones. No hay un lugar único encargado de la toma de decisiones.

—*¿Quiere decir que el propio cerebro tiene que coordinar la actividad de varios lugares para tomar una decisión?*

—Exactamente; y esta situación plantea una nueva pregunta que es cómo coordina el cerebro a las distintas áreas cerebrales involucradas en la toma de decisiones.

Los códigos del cerebro

—*Ud. me habló en algún momento del Serendipity de la ciencia, ¿cabe aquí ese don natural de descubrir algo bueno o útil de forma fortuíta?*

—Eso era antes del siglo XX. Pero esa descripción es hermosa porque se creó a partir de un cuento de hadas persa cuyos héro-



Carlos Acuña con Torsten Wiesel, Premio Nobel de Fisiología e Medicina en 1981, e o profesor Luis Martínez ante o hórreo de Carnota (2004). | Carlos Acuña con Torsten Wiesel, Premio Nobel de Fisiología y Medicina en 1981, y el profesor Luis Martínez ante el hórreo de Carnota (2004).

–*Estamos a falar do cerebro que está dentro do cranio ¿Como pode estudar o que ocorre aí dentro?*

–Utilizamos técnicas moi sofisticadas. Unha das que nos está proporcionando máis información é rexistrar a actividade eléctrica das neuronas individuais. Utilizamos unhas agullas moi finas (teñen unha micra de grosor na punta) que situamos cerca dunha neurona e así podemos escoitar cando se activa. Aproveitamos que as neuronas cando se activan producen cambios na súa contorna do seu potencial eléctrico que podemos rexistrar e medir; estes cambios chámanse “espigas” ou, máis tecnicamente, “potenciais de acción”.

–*¿É como ler as mensaxes nun cable telefónico?*

–Efectivamente. Cando non hai mensaxe rexistramos ruído e cando chega unha mensaxe aparecen as espigas. Por exemplo, cando tocamos cos dedos unha superficie rugosa prodúcese unha mensaxe que viaxa ata o cerebro. Canto máis rugosa sexa a superficie, maior número de espigas viaxan ata o cerebro.

–*Parece un código: canto máis intenso maior frecuencia de espigas...*

–É o código que utiliza o sistema nervioso para comunicarse, pero non cremos que o código de frecuencia sexa o único.

es siempre descubrían algo que no estaban buscando, de forma accidental y astuta. Aquí no, aquí tratamos de comprender los mecanismos neuronales que unen la percepción con la acción. Y ahí hay poco de fortuito...

–*Estamos hablando del cerebro que está dentro del cráneo ¿Cómo puede estudiar lo que ocurre ahí dentro?*

–Utilizamos técnicas muy sofisticadas. Una de las que nos está proporcionando más información es registrar la actividad eléctrica de las neuronas individuales. Utilizamos unas agujas muy finas (tienen una micra de grosor en la punta) que situamos cerca de una neurona y así podemos *escuchar* cuando se activa. Aprovechamos que las neuronas cuando se activan producen cambios en su entorno de su potencial eléctrico que podemos registrar y medir; estos cambios se llaman “espigas” o, más técnicamente, “potenciales de acción”.

–*¿Es como leer los mensajes en un cable telefónico?*

–Efectivamente. Cuando no hay mensaje registramos ruido y cuando llega un mensaje aparecen las espigas. Por ejemplo, cuando tocamos con los dedos una superficie rugosa se produce un mensaje que viaja hasta el cerebro. Cuanto más rugosa sea la superficie, mayor número de espigas viajan hasta el cerebro.

–*Parece un código: cuanto más intenso mayor frecuencia de espigas...*



En Petilla de Aragón, lugar de nacimiento de Ramón y Cajal, con David Hubel, premio Nobel de Fisiología en 1986 (cuarto pola esquerda), e outros colegas (1996). | En Petilla de Aragón, lugar de nacimiento de Ramón y Cajal, con David Hubel, premio Nobel de Fisiología en 1986 (cuarto por la izquierda), y otros colegas (1996).

–*Así que as neuronas están en todas partes do cerebro e detectan o que ocorre ao redor de nós e no noso propio corpo.*

–Si, as neuronas cobren a superficie do cerebro como unha cortiza duns 3 milímetros de grosor, de aí o nome de cortiza cerebral. Varía o número de neuronas en cada zona do cerebro e por iso o cerebro divídese en áreas. Cada área ten conexións diferentes. A combinación de número de neuronas e de conexións determina as propiedades funcionais de cada área cerebral.

A maxia das decisións

–*Sen embargo, dixo antes que no hai un área cerebral única encargada de tomar decisións...*

–Cando rexistramos a actividade das neuronas no momento de tomar decisións encontramos que se activan varias áreas do cerebro. Cada área específica un aspecto particular do proceso de toma

–Es el código que utiliza el sistema nervioso para comunicarse, pero no creemos que el código de frecuencia sea el único.

–*Así que las neuronas están en todas partes del cerebro y detectan lo que ocurre alrededor de nosotros y en nuestro propio cuerpo.*

–Si, las neuronas cubren la superficie del cerebro como una corteza de unos 3 milímetros de grosor, de ahí el nombre de corteza cerebral. Varía el número de neuronas en cada zona del cerebro y por eso el cerebro se divide en áreas. Cada área tiene conexiones diferentes. La combinación de número de neuronas y de conexiones determina las propiedades funcionales de cada área cerebral.

La magia de las decisiones

–*Sin embargo, ha dicho antes que no hay un área cerebral única encargada de tomar decisiones...*

–Cuando registramos la actividad de las neuronas en el momento de tomar decisiones encontramos que se activan varias áreas del cerebro. Cada área específica un aspecto particular del proceso de toma de decisión, pero todas ellas contribuyen. En un trípode, las tres patas son importantes para mantener la estabilidad. Algo similar ocurre con las áreas cerebrales que intervienen en los procesos de toma de decisiones.

–*Entonces, todo el cerebro participa...*

–Cuando nos encontramos a una persona, la información sobre esa persona la recibimos por medio de nuestros ojos y desde ahí llega a la corteza visual, un área situada en la parte posterior de la cabeza. Para saber si conocemos a esa persona necesitamos esa información visual, pero también necesitamos comparar esa imagen con otras imágenes que tenemos almacenadas en la memoria. Para ello tenemos que recordar, comparar las otras imágenes que están en la memoria con la que estamos viendo y decidir si, por ejemplo, entablamos conversación con la persona o no. Este

proceso es rapidísimo, ya que se puede realizar en unos 50 milisegundos (ms).

–*Entonces, la memoria es necesaria para tomar decisiones.*

–La memoria es esencial para tomar decisiones apropiadas.

–*¿Cómo puede estudiar la memoria?*

–En mi laboratorio estudiamos un tipo de memoria que se llama “memoria de trabajo”. Es la que utilizamos para mantener y manipular información durante periodos cortos de tiempo. Le voy a poner un ejemplo: leemos un número de teléfono en el directorio y lo mantenemos en la memoria el tiempo suficiente –unos treinta segundos– para poder marcarlo en el teléfono. Aquí estamos utilizando información reciente –el número que acabamos de leer– para tomar una decisión, marcar el número. Mientras se realiza este proceso registramos la actividad de las neuronas y hemos encontrado que hay neuronas que se activan durante la recuperación de la información, durante el mantenimiento de

de decisión, pero todas elas contribúen. Nun trípode, as tres patas son importantes para manter a estabilidade. Algo similar ocorre coas áreas cerebrais que interveñen nos procesos de toma de decisións.

–*Entonces, todo o cerebro participa...*

–Cando nos atopamos a unha persoa, a información sobre esa persoa recibímola por medio dos nosos ollos e desde aí chega á corteza visual, unha área situada na parte posterior da cabeza. Para saber se coñecemos a esa persoa necesitamos esa información visual, pero tamén necesitamos comparar esa imaxe con outras imaxes que temos almacenadas na memoria. Para iso temos que recordar, comparar as outras imaxes que están na memoria coa que estamos vendo e decidir se, por exemplo, establecemos conversa coa persoa ou non. Este proceso é rapidísimo, xa que se pode realizar nuns 50 milisegundos (ms).

–*Entón, a memoria é necesaria para tomar decisións.*

–A memoria es esencial para tomar decisións apropiadas.

–*¿Como pode estudar a memoria?*

–No meu laboratorio estudamos un tipo de memoria que se chama “memoria de traballo”. É a que utilizamos para manter e manipular información durante períodos curtos de tempo. Voulle a pór un exemplo: lemos un número de teléfono no directorio e mantémolo en memoria o tempo suficiente –uns trinta segundos- para poder marcalo no teléfono. Aquí estamos a utilizar información recente –o número que acabamos de ler- para tomar unha decisión, marcar o número. Mentres se realiza este proceso rexistramos a actividade das neuronas e encontramos que hai neuronas que se activan durante a recuperación da información, durante o mantemento desa información na memoria e ademais sinalan a decisión que se vai a tomar.

–*¿Quere dicir que se pode saber a decisión que se vai tomar antes de que se manifeste?*

–Si, así é. Mirando a actividade das neuronas podemos anticipar que decisión se vai tomar. Nalgunhas neuronas podemos ver uns 500 milisegundos antes de que se execute o resultado da decisión.

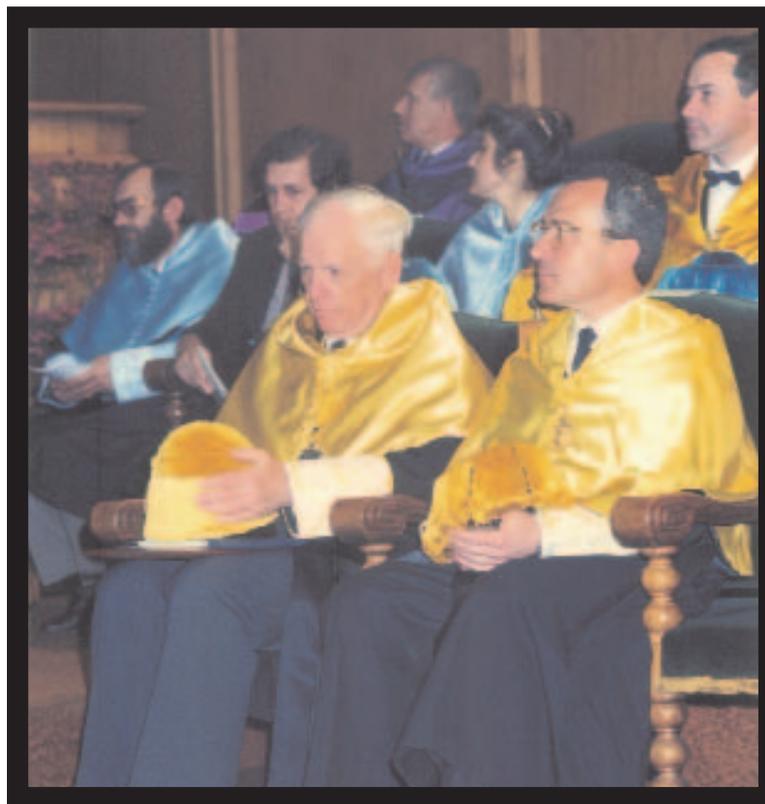
–Este exemplo refírese a unha toma de decisión simple, pero ¿que ocorre ante decisións máis complexas?

–É sorprendente, pero os procesos son os mesmos tanto se as decisións son simples como se son máis complexas. Nos últimos anos estes estudos estendéronse a comprender que ocorre cando se toman decisións no terreo da economía, e así xurdiu a “neuroeconomía”.

A neuroeconomía

–*¿Que é iso da neuroeconomía?*

–Moitas decisións só teñen sentido nun ambiente social, de cooperación. Queremos tomar boas decisións no sentido que conduzan a resultados que nos satisfagan e tamén queremos evitar decisións que nos levan a resultados indeseables. O sistema de recompensa do noso cerebro é importantísimo. As decisións que se toman son probabilísticas, non temos a certeza absoluta de que a decisión que imos a tomar sexa a correcta. En economía, a toma de decisións depende das intencións doutros membros da sociedade.



Vernon B. Mountcastle, catedrático de Fisiología na Johns Hopkins University, e Acuña Castroviejo durante a súa investidura como Doctores Honoris Causa na Universidade de Santiago de Compostela (1991). | Vernon B. Mountcastle, catedrático de Fisiología en la Johns Hopkins University, y Acuña Castroviejo durante su investidura como Doctores Honoris Causa en la Universidad de Santiago de Compostela (1991).

esa información en la memoria y además señalan la decisión que se va a tomar.

–*¿Quiere dicir que se puede saber la decisión que se va a tomar antes de que se manifieste?*

–Si, así es. Mirando la actividad de las neuronas podemos anticipar qué decisión se va a tomar. En algunas neuronas lo podemos ver unos 500 milisegundos antes de que se execute el resultado de la decisión.

–*Este ejemplo se refiere a una toma de decisión simple, pero ¿qué ocurre ante decisiones más complejas?*

–Es sorprendente, pero los procesos son los mismos tanto si las decisiones son simples como si son más complejas. En los últimos años estos estudios se han extendido a comprender qué ocurre cuando se toman decisiones en el terreno de la economía, y así ha surgido la “neuroeconomía”.

La neuroeconomía

–*¿Qué es eso de la neuroeconomía?*

–Muchas decisiones sólo tienen sentido en un ambiente social, de cooperación. Queremos tomar buenas decisiones en el sentido que conduzcan a resultados que nos satisfagan y también queremos evitar decisiones que nos lleven a resultados indeseables. El sistema de recompensa de nuestro cerebro es importantísimo. Las decisiones que se toman son probabilísticas, no tenemos la certeza absoluta de que la decisión que vayamos a tomar sea la correcta. En economía, la toma de decisiones depende de las intenciones de otros miembros de la sociedad.

–Entón, é un xogo de estratexias entre moitos individuos.

–Claro, por iso a decisión é probabilística e por iso é moi importante coñecer que pasa no cerebro dunha persoa cando está involucrada nunha negociación. Investigouse que ocorre na actividade cerebral cando se realiza unha tarefa derivada dunha rama da economía experimental coñecida como a “teoría dos xogos”, na que se require razoar sobre o comportamento doutros xogadores. Viuse que, ao contrario do que predín as teorías clásicas, para tomar decisións o cerebro e as persoas operamos de maneira pouco egoísta e valóranse a reciprocidade e a equidade.

–É interesante, porque eses resultados poden permitir reorientar as estratexias económicas baseadas no comportamento das persoas

–Supoñemos que si, xa que as persoas non se comportan de forma egoísta, hai un componente emocional importante na toma de decisións. Cando miramos a actividade do cerebro obsérvase que se activan as áreas relacionadas co procesamento de información, razoamento e memoria pero ademais tamén se activan rexións do cerebro relacionadas coas emocións, como o sistema límbico. Realmente non é tan sorprendente se pensamos que somos unha especie que depende da interacción entre os nosos cerebros.

As alteracións de conducta

–*Se a nosa vida xira ao redor da memoria e da toma de decisións debe de haber alteracións en enfermidades.*

–Si, en efecto; propúxose que, por exemplo, a toma de decisións nalgúns enfermidades psiquiátricas poden interpretarse como unha alteración do equilibrio interno, é dicir, da homeostasis. Así, por exemplo, certas condutas presentes en drogadictos pódense interpretar como unha maneira de recuperar ese equilibrio interno alterado a través de decisións de risco. Este é un novo camiño para chegar a comprender estas alteracións de conduta.

Acuña e o seu equipo identificaron os lugares do cerebro onde se representan os datos visuais necesarios para a percepción, memoria e acción da conduta, e onde se nos pode coñecer mellor que nós mesmos, e prever as nosas condutas.

O Dr. Acuña viviu anos cos seus pais no municipio de Teo, cerca do río Ulla, a unhas poucas carballeiras de onde o seu tío o escritor José María Castroviejo dixo que viu a Santa Compaña. É posible que nin o seu sobriño, unha eminencia científica, sexa capaz de aclarar ese misterio, pero a imaxinación é unha componente esencial da sabedoría. E en Santiago, aínda que necesitada de apoio, desenvólvese esta investigación fundamental. E a ciencia na vangarda dese territorio que chamamos Cerebrópolis. **G**

–*Entonces, es un juego de estrategias entre muchos individuos.*

–Claro, por eso la decisión es probabilística y por eso es muy importante conocer qué pasa en el cerebro de una persona cuando está involucrada en una negociación. Se ha investigado qué ocurre en la actividad cerebral cuando se realiza una tarea derivada de una rama de la economía experimental conocida como la “teoría de los juegos”, en la que se requiere razonar sobre el comportamiento de otros jugadores. Se ha visto que, al contrario de lo que predicen las teorías clásicas, para tomar decisiones el cerebro y las personas operamos de manera poco egoísta y se valoran la reciprocidad y la equidad.

–*Es interesante, porque esos resultados pueden permitir reorientar las estrategias económicas basadas en el comportamiento de las personas.*

“La memoria es esencial para tomar decisiones apropiadas”

–Suponemos que si, ya que las personas no se comportan de forma egoísta, hay un componente emocional importante en la toma de decisiones. Cuando miramos la actividad del cerebro se observa que se activan las áreas relacionadas con el procesamiento de información, razonamiento y memoria pero además también se activan regiones del cerebro relacionadas con las emociones, como el sistema límbico. Realmente no es tan sorprendente si pensamos que somos una especie que depende de la interacción entre nuestros cerebros.

Las alteraciones de la conducta

–*Si nuestra vida gira alrededor de la memoria y de la toma de decisiones debe de haber alteraciones en enfermedades.*

–Si, en efecto; se ha propuesto que, por ejemplo, la toma de decisiones en algunas enfermedades psiquiátricas pueden interpretarse como una alteración del equilibrio interno, es decir, de la homeostasis. Así, por ejemplo, ciertas condutas presentes en drogadictos se pueden interpretar como una manera de recuperar ese equilibrio interno alterado a través de decisiones de riesgo. Este es un nuevo camino para llegar a comprender estas alteraciones de conducta.

Acuña y su equipo han identificado los lugares del cerebro donde se representan los datos visuales necesarios para la percepción, memoria y acción de la conducta, y donde se nos puede conocer mejor que nosotros mismos, y prever nuestras condutas.

El Dr. Acuña vivió años con sus padres en el municipio de Teo, cerca del río Ulla, a unas pocas carballeiras de donde su tío el escritor José María Castroviejo dijo que vio la Santa Compaña. Es posible que ni su sobriño, una eminencia científica, sea capaz de aclarar ese misterio, pero la imaxinación es un componente esencial de la sabiduría. Y en Santiago, aunque necesitada de apoyo, se desarrolla esta investigación fundamental. Es la ciencia en la vanguardia de ese territorio que llamamos Cerebrópolis. **G**

UNA EXQUISITEZ A TU ALCANCE



Pedras de Santiago[®]
Bombón Artesán

CHOCOLATE con LEBRE

www.pedrasdesantiago.com



Pedras de Hércules[®]
Bombón Artesán

CHOCOLATE NEGRO

www.pedrasdehercules.com
www.pedrasdeherculesvela.com



PIEDRAS de
COVADONGA[®]
BOMBÓN ARTESANO

CHOCOLATE TOFFE

www.pedrasdecovadonga.es

