



## Entrevista a la Dra. Dania Gutiérrez

Ernesto F. Saldívar Pérez

*Las interfaces cerebro-computadora serán una línea que revolucione, no nada más a las neurociencias sino a otras ramas de la investigación. Y es que no son un problema simple...*

### **cienciorama** ¿Quién eres en el mundo de la ciencia?

Dania. Soy investigadora del CINVESTAV en la Unidad Monterrey. Llevo allí diez años trabajando en el área de bioingeniería, una rama de la ciencia que trata de integrar el conocimiento de la ingeniería y aplicarlo a las ciencias que tienen que ver con la vida en general. A mí en particular me gustan mucho las aplicaciones a la medicina. Pero nunca he sido una persona que se interesa en una sola cosa, también me gustan las matemáticas y la electrónica. Cuando salí de la carrera de ingeniería quería diseñar circuitos electrónicos para los coches de Fórmula 1, pues los coches actuales tienen una cantidad de tecnología impresionante y a mí eso me llama la atención.

Entonces mi carrera científica se vio moldeada por todos estos intereses, creo que a final de cuentas encontré en la bioingeniería el nicho donde confluían y así fue como me dediqué a trabajar en esta área y en particular en el procesamiento de las señales de la actividad cerebral. Ahora podemos darnos una idea de la actividad del cerebro gracias a que actualmente la tecnología permite medir la actividad eléctrica asociada ella. Eso se hace con el aparato llamado electroencefalograma (EEG).

Una vez capturadas esas señales eléctricas se pueden observar en detalle aplicando teorías matemáticas e ingenieriles que permiten entender el contenido de esas señales y relacionarlo con el funcionamiento del cerebro. Eso es lo que engloba el procesamiento de las señales cerebrales.

**cienciorama** ¿De las aplicaciones de la medicina cuáles te motivan más para trabajar?

D. En particular me motiva todo lo relacionado con la actividad cerebral por una cuestión personal, en la pre-adolescencia tuve un par de ataques epilépticos, lo cual no es inusual. Quería entender qué era lo que me estaba pasando, qué le puede suceder a un órgano que nos permite hacer cosas tan interesantes pero que a la vez es tan vulnerable.

**cienciorama** ¿Qué se siente durante un ataque epiléptico?

D. No se siente mucho mientras sucede pero sí el principio y el final. La gran mayoría de los pacientes epilépticos recuerdan el preludeo del ataque: una sensación de impotencia y de desvanecimiento. Del ataque no se recuerda nada, pero cuando se vuelve en sí se puede sentir mucho dolor y un enorme cansancio porque tanta actividad eléctrica desencadena muchas respuestas fisiológicas. Eso de que usamos sólo el 10% del cerebro es realmente un mito porque no sabemos el verdadero potencial de nuestro cerebro. En realidad sabemos que el cerebro tiene un enorme potencial pero aún no somos capaces de entender ni siquiera sus límites.

**cienciorama** ¿Por qué te enfocaste en la interface cerebro computadora?

D. Un área de mucho interés en las neurociencias es la interfaz cerebro computadora (ICC) que es, digamos hasta cierto punto, una idea futurista y que suena hasta a ciencia ficción, en donde lo que deseamos precisamente es usar esas señales que podemos medir del cerebro como un medio de control de algo externo.

**cienciorama** Entonces ¿es lo que la ciencia ficción llama “controlar las cosas con la mente”?

D. No es tan simple, primero necesitamos escuchar a la mente, es decir al cerebro ([ver \*Deux ex machina\* en Cienciorama](#)). Tenemos que extraer las señales, entenderlas y después usarlas para darle comando a otro sistema; una computadora, una silla de ruedas, un brazo robótico. Esta idea de ICC tiene enormes aplicaciones principalmente en personas que tienen pleno uso de su mente pero que por alguna razón, por ejemplo un accidente, perdieron la función motriz. Entonces la ICC les podría proporcionar un canal nuevo de comunicación con algún sistema computacional y de esta manera devolverles parte de los

grados de libertad que perdieron al momento del accidente. Pacientes parapléjicos y tetrapléjicos se beneficiarían directamente de esta tecnología y por eso es que hay tanto interés en la comunidad científica por desarrollar interfaces que funcionen de manera óptima.



**cienciorama** Algunos medios de información consideran que las ICC van revolucionar al ser humano. ¿Coincides con esta idea?

D. Sí, definitivamente, creo que las ICC no sólo van a revolucionar las neurociencias, sino otras ramas de la investigación pues no son un problema simple, empezando por el hecho de que se puede observar el cerebro cuando está realizando ciertas actividades. Esto implica primero mucha investigación sobre instrumentación, sobre los mejores sensores. Hay una gran línea de investigación que es el área de instrumentación médica. Pero además las señales que obtenemos contienen una enorme cantidad de información, lo que en inglés se conoce como Big Data o datos cuyo análisis constituye un gran reto. A nivel computacional se buscan algoritmos para hallar información en los datos que se obtienen del cerebro. Cada componente de las ICC constituye retos tecnológicos y científicos para la ciencia en general.

**cienciorama** ¿Cuál ha sido tu mayor reto al investigar?

D. “Escuchar” el cerebro y entenderlo porque sabemos muy poco. Podemos ver sus señales eléctricas, también hay sistemas que permiten observar sus señales magnéticas, pero hay que relacionarlas con el funcionamiento del cerebro y ése es el reto en que he trabajado en los últimos años. Ver, por ejemplo, las señales que el cerebro emite al mover una mano o

un pie y cómo se relacionan con esos eventos para ir entendiendo poco a poco la emisión de señales en procesos mentales mucho más complejos. El día que los podamos entender y relacionar con las señales que somos capaces de medir, podremos hacer más cosas.

### **cienciorama** ¿Hay alguna otra señal en el cerebro que pueda ser registrada?

D. Claro, hay otros tipos de señales que podemos medir. Finalmente el cerebro está compuesto de células, en este caso las neuronas, que se comunican entre sí por medio de neurotransmisores. Entonces hay señales químicas que nos dicen mucho del funcionamiento cerebral, más allá de lo que podemos medir a partir de las señales eléctricas y magnéticas. El problema es que necesitamos mejores tecnologías que permitan medir esas señales de manera no invasiva. Desgraciadamente no podemos ver el cerebro en funcionamiento sin intervenir al sujeto y por eso se ha echado mano de modelos animales, principalmente chimpancés, para hacer experimentos; pero eso no se acerca ni tantito a la complejidad del cerebro humano. Hay muchas señales que podemos medir en el cerebro pero todavía no tenemos tecnología para medir los eventos en tiempo real y de manera no invasiva.

Por ahora sólo podemos medir la actividad eléctrica y la magnética, además de la de irrigación sanguínea, que es lo que se mide con la resonancia magnética funcional (RMf). Con esta tecnología se identifican las regiones cerebrales que reciben más sangre debido a que sus neuronas necesitan más nutrientes porque están activas. Así se puede relacionar algún evento cerebral con el flujo sanguíneo en ciertas zonas.

### **cienciorama** ¿Esta tecnología es accesible al grueso de la población?

D. Se está haciendo cada vez más accesible para aplicaciones de interfaz cerebro computadora, sin embargo aún no está al alcance del público en general pues son equipos con una instrumentación muy cara debido a la naturaleza de la actividad cerebral. Finalmente tenemos que pensar que el cerebro está metido dentro del cráneo, un aislante muy fuerte que lo protege pero que también aísla todas las señales. Por eso la instrumentación tiene que ser sensible y eso la hace muy cara. Además, para que pudiera tener una aplicación real debería ser móvil y los sistemas de electroencefalografía usualmente están llenos de cables, se ponen muchos sensores y eso da poca movilidad. Aunque ya estamos avanzando, existen sistemas que captan señales de actividad cerebral que son inalámbricos y que dan libertad al usuario de moverse unos cuantos metros. Nos vamos moviendo en la dirección correcta pero falta mucho por hacer y todavía falta mucho más para que esto esté al alcance de la población general.

El estudio de las interfaz cerebro computadora es algo simple. Quien quiera involucrarse en esta área tendrá que ser una persona con mucho interés de conocer al cerebro, y con buenas bases matemáticas porque gran parte del análisis de las señales se hacen con modelos matemáticos. He visto que en otros países, principalmente de Europa, hay psicólogos no directamente interesados en la parte clínica, que están incursionando en esta área para conocer más la actividad cerebral relacionada con el comportamiento humano. Eso no lo he visto en México, pero sin duda los psicólogos de aquí podrían también trabajar en esos aspectos particulares de las interfaces cerebros computadora.

### cienciorama ¿Sueñas con lo que trabajas?

D. El cerebro es sumamente complejo y a veces contraintuitivo, por ejemplo su actividad durante el sueño es mayor que durante la vigilia. Eso lo han explicado algunas personas diciendo que el sueño es realmente un estado de *metacognición*, es de alguna manera el laboratorio mental de lo que hicimos durante el día y lo que vamos a hacer en los días subsecuentes. Y yo efectivamente me he llevado a la cama problemas y me llegan soluciones durante el sueño. No es una idea descabellada, creo que hay elementos para pensar que el cerebro se mantiene muy activo durante el sueño. Lo único que sí podemos decir es que suprime la actividad motriz. De hecho hay un investigador de la Universidad de Harvard que sostiene este modelo y que pone como contraejemplo a las personas sonámbulas: estas personas están inmersas en este estado de *metacognición*, pero lo que les falla es el proceso de bloquear la actividad motriz y por eso deambulan mientras duermen. Son teorías que tienen cierto sustento pero todavía nos falta mucho por conocer de la

actividad

cerebral.



**cienciorama** ¿Crees que las computadoras pueden soñar... tener estados de metacognición?

D. Creo que la respuesta es muy difícil pero no podría decir que no. Aunque esto tendría que suceder a partir de una evolución y de la capacidad de establecer tantas conexiones como las que tiene nuestro cerebro y eso por lo menos hoy no es posible, no existe computadora con el número de conexiones de nuestro cerebro.

**cienciorama** Algunos artistas conceptuales proponen usar las interfaces cerebrales para estimular el cerebro y así acelerar y expandir las experiencias perceptuales o de aprendizaje. ¿Qué te parece esta idea?

D. Se piensa que la principal aplicación de las interfaces será restaurar algo perdido. En los pacientes parapléjicos se establece comunicación con un brazo robótico para recuperar dicha función. Sin embargo no se me hace descabellada la idea de que la interfaz nos dé funciones adicionales ya que no tiene que estar circunscrita a personas que perdieron una capacidad sino que podría proporcionarnos capacidades adicionales, porque finalmente lo que nos da es un control externo, algo ajeno a nuestro cuerpo. Es factible pensar que además de una expresión artística como la de los artistas que han plasmado su obra con el movimiento de artefactos robóticos, las ICC podrían ser algo benéfico para la humanidad. En mi laboratorio hemos trabajado con ellas desde el punto de vista de la ciencia básica para hacer investigación y entender mejor el fenómeno que estamos observando. Eso nos

llevó a trabajar en aplicaciones como el movimiento de prótesis. Sin embargo también hay un interés en dar un paso más allá y empezar a ver cómo éstas podrían ayudarnos a entender algunos procesos cognitivos. No nada más limitarse a cuestiones motrices como mover un brazo robótico, sino ver cómo podemos beneficiarnos de las ICC para entender algunos procesos de aprendizaje. En los últimos meses hemos trabajado en un proyecto que tiene que ver con una línea de investigación llamada *fenomenología de la cognición* a partir de la neurociencia y lo que tratamos de hacer es encontrar la liga entre procesos cognitivos, por ejemplo, de aprendizaje, y la actividad cerebral. Ver qué es lo que sucede en el cerebro cuando una persona está aprendiendo algo. En mi laboratorio comenzamos un experimento en el que vemos cómo va variando la actividad del cerebro cuando una persona aprende mecanografía y vemos cómo evoluciona su actividad cerebral conforme avanzan las lecciones. A la fecha hemos obtenido resultados bastantes interesantes porque estamos empezando a observar comportamientos típicos en la actividad cerebral que también se reflejan en la psique de la persona, pues al inicio del aprendizaje y conforme aumentan los retos hay mucha actividad cerebral, y conforme la persona domina lo aprendido la actividad disminuye, lo cual quiere decir que el cerebro deja de utilizar ciertos recursos porque ya no los necesita para aprender. Esto nos da la pauta para empezar a establecer parámetros que permitan evaluar el proceso de aprendizaje: observar el cerebro de una persona que desarrolla poco a poco habilidades y además contar con una medición de su actividad cerebral que lo confirme. Viendo todavía más allá, podríamos llegar a aplicar algún tipo de retroalimentación para ayudara aprender más rápido. Esto es lo que se conoce actualmente como *neurofeedback*, que curiosamente ya se comercializa en algunos lugares porque se sabe qué funciona, pero el problema es que no sabe cómo, es por eso que me interesa conocer más acerca el cerebro porque entre más conozcamos tendremos mayor diversidad de aplicaciones

### **cienciorama** ¿Qué te ha sorprendido al trabajar en esto?

D. Uno pensaría que la ciencia ha desarrollado muchísimas cosas y que somos capaces de desarrollar tecnologías que nos permiten ver el cerebro y diagnosticar muchas cosas, pero aún conocemos muy poco al respecto. Cada vez que tengo un avance en mi investigación me sorprende que no signifique nada con respecto a la capacidad real que tiene el cerebro. Digamos que me mantengo en un estado de permanente sorpresa. Por otro lado también me sorprende que habiendo avanzado en tratamientos clínicos de padecimientos como la epilepsia y que ésta se trate muchas veces con medicamentos, haya pacientes en los que no tienen efecto y entonces su único recurso sea una cirugía para remover una porción del cerebro. Me parece impresionante que a estas alturas se siga tratando un padecimiento

quitando lo que no sirve en lugar de tratar de componer la región afectada. Hay algunos avances en esto y se está empezando a desarrollar un marcapasos cerebral que es un estimulador eléctrico cerebral. Se ha visto que funcionan pero no se sabe cómo. Por otro lado, creo que las ICC definitivamente van a tener un impacto muy fuerte al proporcionar una solución a una gran cantidad de pacientes; cada día hay más personas con lesiones cervicales o de columna, que quedan con algún tipo de disfunción motriz, entonces sería un gran paso para ellas. Es un impacto directo. Sin hablar de la gran cantidad de aplicaciones que podríamos tener conforme entendamos más. Entonces sí se podría pensar en nuevas cosas como por ejemplo trasplantar la mente; creo que no podemos hablar de eso mientras no conozcamos el cerebro.



**cienciorama ¿Qué impide avanzar más aceleradamente en estas tecnologías?**

D. Si no se ha avanzado tan rápido como desearíamos es porque la tecnología no es simple. Como te decía al principio, se requiere de una instrumentación sumamente compleja. Por otro lado, no se ha tenido la capacidad de reunir muchos grupos multidisciplinarios para resolver el gran enigma que significa el cerebro. No podemos entenderlo simplemente desde el punto de vista médico, anatómico, ni tampoco lo podemos entender sólo desde el punto de vista psicológico. Ya hay algunos esfuerzos para establecer grupos multidisciplinarios y el más conocido es BRAIN, un proyecto que el presidente Obama lanzó en Estados Unidos.

**cienciorama** **Hablando de la iniciativa BRAIN ¿por qué crees que el brazo militar se interesa e invierte en las ICC?**

D. El gobierno de EUA, y en particular la DARPA (el departamento que asesora en investigacional ejército estadounidense), siempre se ha interesado mucho en esta tecnología. Curiosamente, el equipo que utilizamos en el laboratorio para medir la actividad cerebral es un equipo que se desarrolló bajo uno de sus proyectos. Esn sistema de EEG móvil cuya intención era monitorear el estado mental de los soldados en el campo de batalla. La DARPA siempre ha tenido el interés de saber el estado de sus soldados para mejorar su desempeño. Además, las guerras han dejado demasiadas personas con lesiones que son tratadas o que podrían tratarse de mejor manera, especialmente la pérdida de un miembro, y que ponen una prótesis. Por ello la DARPA está interesada en hacer prótesis inteligentes.

**cienciorama** **¿El gobierno mexicano está interesado en esta tecnología?**

D.No creo que haya mucho interés en México y sé por qué: porque no es un problema de salud pública. Creo que el gobierno de México pone dinero para los principales problemas de salud pública: cáncer, obesidad o diabetes. Creo que en eso se enfocan los recursos de investigación médica en México. La parte de actividad cerebral recibe financiamiento, pero con el enfoque degenerar conocimiento básico y fundamental. En EUA hay obviamente más dinero y hay otros problemas: en particular la sociedad estadounidense es una sociedad muy longeva que está desarrollando muchos problemas de alzheimer, por eso también es para ellos primordial el poder entender más el cerebro.Tienen el problema y saben que dentro de unos años, será mayor.

**cienciorama** **Finalmente ¿qué aconsejarías a las personas que desean involucrarse en este tipo de investigación y tecnologías?**

D. El consejo que les daría a los próximos investigadores que quieran trabajar en esta línea es que no intenten encontrar una solución única, sino que se percaten de que el problema es complejo y que la solución también lo es, por eso trabajar con grupos multidisciplinarios es la clave.

Ese sería el consejo: que se abran a la investigación multidisciplinaria que conozcan de otras áreas y que no se queden circunscritos en su área de interés.

## Epílogo

**cienciorama** ¿A ti qué te gusta: qué tipo de música y qué actividades disfrutas?

Disfruto mucho la música, mis gustos son muy variados, desde la clásica hasta el rock y el heavy metal. Me gusta disfrutar cualquier expresión artística; la pintura por ejemplo me gusta mucho. Por mi labor profesional puedo viajar y siempre hago tiempo para visitar museos.

**cienciorama** ¿Por qué el cerebro disfruta tanto del arte y la experiencia estética?

Pienso que el cerebro debe ser estimulado, es un órgano y dicen por ahí que como a los músculos, uno tiene que ejercitarlo. El arte es un estímulo muy grande.

**cienciorama** ¿Cómo te encuentran?

Si les interesa saber más acerca de mí o de mis líneas de investigación pueden buscarme en el internet, en mi página personal que es <http://www.gutierrezruiz.com/>

\*\*\*Cienciorama agradece el apoyo de **Service& Films** en la grabación de la entrevista realizada en la Ciudad de México en junio del 2015 / Cámara: Daniel Corral / Contacto:twitter [@serviceyfilms](https://twitter.com/serviceyfilms)