



CONSEJO CHILENO DE  
**PROSPECTIVA Y  
ESTRATEGIA**

**SERIE DOCUMENTOS N°2**



# NEURODERECHOS

**PRIMERA NORMATIVA MUNDIAL EN CHILE PARA LA PROTECCIÓN  
A LA AUTONOMÍA Y LIBRE ALBEDRÍO DEL CEREBRO**

*Antecedentes, Datos Clave y Documentación Sobre los “Proyectos Cerebro Humano”*

---

**Compilación informativa editada por Héctor Casanueva  
vicepresidente del Consejo Chileno de Prospectiva y Estrategia**

# NEURODERECHOS

Primera normativa mundial en Chile para la  
protección a la autonomía y libre albedrío del cerebro

*Antecedentes, datos clave y documentación sobre los “proyectos cerebro humano”*

**Compilación informativa editada por Héctor Casanueva  
vicepresidente del Consejo Chileno de Prospectiva y Estrategia**

## Defensa de los neuroderechos: una tarea para los parlamentos a nivel global

En seminario virtual y con la presencia de importantes invitados se presentaron la reforma constitucional y el proyecto de ley que apunta a salvaguardar los neuroderechos en la Constitución de Chile.

*7 de octubre de 2020*

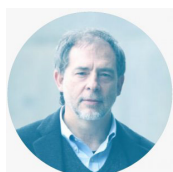
La tecnología a nivel mundial está avanzando hacia tener la capacidad de detectar pensamientos o, incluso, cambiar comportamientos, tal como ya se ha realizado a nivel de laboratorio con animales de experimentación. Ese fue el tema de reflexión del seminario virtual: ¿Nuestros pensamientos y emociones son Derechos Humanos? ([Revise aquí el seminario](#))

Esta preocupación ha llevado a importantes científicos, expertos y pensadores a pedir una reflexión global sobre los límites éticos que no deben traspasarse. Por ello, a través de una teleconferencia internacional fueron presentadas las dos primeras iniciativas legislativas del mundo, que ingresan en el Senado chileno y que buscan crear un nuevo tipo de derechos humanos: los neuroderechos. De modo, de establecer límites éticos que protejan la autonomía y libre albedrío del cerebro de cada uno de los habitantes del planeta.

Las iniciativas fueron fruto de una colaboración entre los mundos científico y político, a través de la **Comisión de Desafíos de Futuro**, que preside el senador Guido Girardi y neurocientífico Rafael Yuste -impulsor del más importante proyecto de investigación del cerebro humano, BRAIN. Este último, recalcó la importancia de este hito legislativo que podría convertirse en un modelo para replicar en diversos parlamentos del mundo.

La reforma constitucional propuesta consta de un artículo único que intercala un inciso en el artículo 19 Numeral 1° de la Constitución Política del Estado el cual señala: “La integridad física y psíquica permite a las personas gozar plenamente de su identidad individual, y de su libertad. Ninguna autoridad o individuo podrá, por medio de cualquier mecanismo tecnológico, aumentar, disminuir o perturbar dicha integridad individual sin el debido consentimiento. Sólo la ley podrá establecer los requisitos para limitar este derecho, y los requisitos que debe cumplir el consentimiento en estos casos”.

Se suma también el ingreso de un proyecto de ley que establece la Neuroprotección y que busca resguardar la integridad física y psíquica de las personas, a través de la protección de la privacidad, de los datos neuronales, del derecho a la autonomía o libertad de decisión individual, y del acceso sin discriminaciones arbitrarias a aquellas neurotecnologías que significan el aumento de las capacidades psíquicas.



El **senador Guido Girardi, presidente de la Comisión Desafíos de Futuro** expresó que “las tecnologías pueden limitar con nuestras libertades cada vez más. Los algoritmos reemplazan labores humanas y el tema que debemos enfrentar es como transformamos las tecnologías para todos”... “Las tecnologías siempre tienen una doble cara y la humanidad no va a poder sobrellevar los desafíos sin la ciencia y la tecnología”.



La **Presidenta del Senado, Adriana Muñoz**, valoró la iniciativa que consagra la protección de los neuroderechos, la privacidad de los datos y la autonomía y señaló que “es muy significativo que este debate tenga lugar en el Congreso Nacional de Chile”. Agradeció además a los investigadores y a los autores de la iniciativa porque “nos han alertado de sus profundas consecuencias que pueden tener las tecnologías en la autonomía de las personas”.



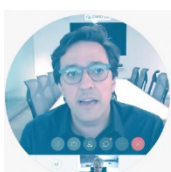
**Miguel Ángel Moratinos, Alto Representante para la Alianza de Civilizaciones de la ONU** aseveró que “hay que felicitar la iniciativa chilena para la regulación de un marco jurídico que nos proteja a todos... tenemos que irnos preparando para el nuevo mundo donde la ciencia y progreso trabajan de manera acelerada”.



**Cecilia Hidalgo, Presidenta de la Academia de Ciencias de Chile** destacó que “es importante generar iniciativas, como los neuroderechos, ya que es imprescindible proteger nuestra capacidad mental”... “Hemos hecho avances considerables en neurociencia para generar inteligencia artificial, por eso los científicos chilenos aplaudimos esta iniciativa como país pionero en implementar los neuroderechos”.

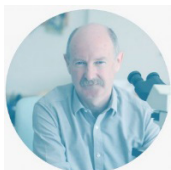


**Carme Artigas, Secretaria de Estado de Digitalización e Inteligencia Artificial, Gobierno de España** -mediante un saludo a los participantes- señaló la importancia de “abordar este tipo de desafíos pues, supone un paso esencial para abordar los cambios tecnológicos”.



A su vez, el doctor **Dario Gil, Director de Investigación de IBM y miembro National Science Board de EE.UU.**, precisó que “estamos en medio de una revolución tecnológica que está cambiando la humanidad pero, además de estudiar los problemas potenciales, es muy importante que aspectos éticos esenciales sean discutidos en todo los planos. Felicito la iniciativa”.

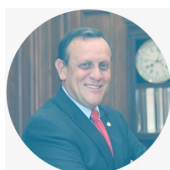
## PANEL DE CONVERSACIÓN



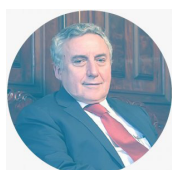
**Rafael Yuste, Director del NeuroTechnology Center de la Universidad Columbia** y **coordinador del grupo Morningside que impulsó los Neuroderechos**, agradeció a los senadores de la Comisión de Desafíos de Futuro y felicitó “las iniciativas sobre los neuroderechos, pues están haciendo historia”.



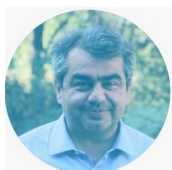
La **diputada Gabriela Cuevas, Presidenta de la Unión Internacional Parlamentaria** destacó que “es muy importante que los senadores y parlamentarios tomemos la vanguardia en estos temas” y llamó a “incorporar a todos los parlamentos y generar grupos de trabajo para compartir esta legislación pionera en Chile”. Recalcó que “ninguna tecnología debe estar sobre los derechos humanos”.



El **Rector de la Universidad Católica, Ignacio Sánchez**, coincidió en el sentido que “las ciencias y tecnologías deben estar al servicio del ser humano y no al revés”. Destacó además que “llevamos un trabajo conjunto con el Congreso Futuro de modo de aunar esfuerzos porque creemos que es fundamental asegurar la privacidad y el respeto a la dignidad de las personas”.



El **Rector de la Universidad de Chile, Ennio Vivaldi**, puntualizó que «tenemos que generar espacios de conversación que reinstalen la idea del bien común. Chile tiene el deber de estar en la avanzada del pensamiento”. Asimismo, valoró la iniciativa porque significa “ser parte de la avanzada del pensamiento mundial”.



El **abogado Ciro Colombara**, aseveró que “lo que viene ahora es un desafío tremendo en el mundo del derecho. El avance científico puede ser un gran avance y un gran retroceso si no se regula bien”.



# “NEURODERECHOS”

## Y por qué los necesitas

Artículo original y traducción de Elena Blanco-Suárez, Ph.D.

La mayoría de nosotros, especialmente a quienes nos interesa la tecnología, encontramos fascinante la manera en la que la Inteligencia Artificial (IA) y las neurotecnologías están evolucionando. Las usamos muchas veces a diario sin casi ni darnos cuenta. Por ejemplo, las predicciones de Google para planear cómo llegar al trabajo de la manera más rápida, evitando así estar atascada en tráfico y enfadándome con todo ser humano que me rodea, es IA. Y apuesto a que alguna vez has usado los servicios de transporte para compartir vehículo. Pues adivina, esas apps también son IA. Lo mismo que los filtros de spam, o la aplicación para depositar cheques online, por poner algunos ejemplos de lo que la IA está haciendo por ti. IA también hace que el contenido online sea más accesible para personas con discapacidades, por ejemplo con alt-text HTML para gente con problemas de vista, o a través de otras apps que permiten el lenguaje para aquellos que sufren secuelas de infartos cerebrales o problemas derivados de la enfermedad de Parkinson.

Por otro lado, las neurotecnologías tienen como objetivo manipular el cerebro y la mente a través de avances tecnológicos. El auge y desarrollo de las neurotecnologías ha sido increíble. Un ejemplo de neurotecnología es la Estimulación Cerebral Profunda (DBS en sus siglas en inglés), una técnica que consiste en la implantación de electrodos en el cerebro. Se usa normalmente para tratar epilepsia o Parkinson en pacientes que no responden a la medicación. Los beneficios de la DBS pueden cambiarle la vida al paciente. Debido a las posibilidades que este tipo de tecnologías ofrecen, muchas compañías han empezado a invertir más recursos en desarrollarlas y comercializarlas.

Parece que la IA y las neurotecnologías han revolucionado el mundo para mejor. ¿Pero es realmente así?

### ¿QUÉ SON LOS NEURODERECHOS?

Rafael Yuste, profesor del NeuroTechnology Center de la Universidad de Columbia en New York, y miembro de la BRAIN Initiative, se dio cuenta de que a medida de que la IA y su relación con las neurotecnologías iban avanzando también lo hacía la preocupación sobre las posibles implicaciones éticas. Sin embargo, nadie estaba haciendo nada por controlarlo. Junto a Sara Goering, profesora de la Washington University, y un grupo de científicos también preocupados, se dieron cuenta de que la IA y las neurotecnologías estaban íntimamente conectadas, y que no había ningún tipo de regulación ética de cómo se podían aplicar conjuntamente. Regular cada caso individual no resultaba práctico, y por lo tanto comenzaron a redactar los fundamentos éticos que regularían el uso y desarrollo de la neurotecnología: lo que ahora llamamos “neuroderechos”.

Dr Rafael Yuste. Fuente: <https://blogs.cuit.columbia.edu/rmy5/>

Los cinco principios éticos en los cuales se basan los neuroderechos son:

**Privacidad y Consentimiento.** Es posible adquirir una gran cantidad de datos de los usuarios de las neurotecnologías



(¿sabías que la forma en la que usas tu Smartphone se puede utilizar en investigaciones de comportamiento?), y esos datos deben de protegerse. Cada individuo debería ser capaz de decidir no compartir sus datos con terceras partes sin su consentimiento, y así evitar situaciones tan peliagudas como las que hemos visto en el pasado con otras formas de IA, como en el escándalo de Facebook y Cambridge Analytica.

**Identidad.** Representa nuestra habilidad para pensar y sentir por nosotros mismos, independientemente de cualquier neurotecnología aplicada. Por ejemplo, algunos pacientes tratados con DBS han informado sentir depresión, tendencias suicidas, ansiedad, hiperreactividad emocional e hipomanía. A pesar de que estos síntomas no aparecen en todos los pacientes tratados con DBS, son suficientemente preocupantes como para preguntarnos: ¿son los electrodos implantados los responsables por estos cambios en la personalidad?

**Libre Albedrio.** Los pacientes generalmente reciben información sobre los posibles efectos secundarios y riesgos asociados a implantar electrodos en el cerebro. Sin embargo, muchas de estas respuestas emocionales adversas no se encuentran en la lista de efectos adversos que los pacientes ven cuando dan su consentimiento. ¿Quién tiene la culpa si el paciente experimenta algún problema con su libre albedrio o emociones adversas? ¿Sabrán si quiera que es debido al DBS? ¿Quién será responsable de cualquier resultado desastroso que se derive? El establecimiento de neuroderechos tiene como objetivo el proteger el libre albedrio de los pacientes a través del desarrollo responsable de las neurotecnologías.

**Aumentación.** Algunas neurotecnologías están desarrollándose con el objetivo de mejorar las capacidades cognitivas. Llamémoslo “doping cognitivo”. Es necesario establecer qué “neurotecnologías de mejora” pueden usarse y cómo usarlas apropiadamente, para así prevenir posibles inequidades entre los que deciden y pueden utilizarlas y los que no.

**Prejuicios.** Las neurotecnologías son desarrolladas por los humanos, y los humanos tenemos prejuicios. Es necesario asegurarse que dichas neurotecnologías estén libres de prejuicios. Por ejemplo, imagínate preguntarle a Google qué regalo sería el más adecuado para tu madre el día de su cumpleaños, y lo único que Google te sugiere son productos de limpieza. Nos damos cuenta de que eso es altamente problemático, y hace falta que las neurotecnologías también sean capaces de “darse cuenta”. Recientemente se ha acusado a cierta tecnología de reconocimiento facial de tener prejuicios racistas. Los neuroderechos pretenden prevenir este tipo de situaciones con la neurotecnología.

## ¿POR QUÉ NECESITAMOS NEURODERECHOS?

Con el crecimiento de negocios contruidos alrededor de interfaces cerebro-maquina, tales como los esfuerzos de Elon Musk, muy en el estilo de Black Mirror, por desarrollar una tecnología que supuestamente sea capaz de leer la mente, parece necesario que las leyes y los Derechos Humanos por una vez se adelanten a la tecnología. Necesitamos poder prever todos los desastres potenciales que la IA y las neurotecnologías sin regular pueden traernos.

El Dr. Rafael Yuste lo dice alto y claro: “Esto es un tema urgente. No es ciencia ficción, y necesitamos regulación urgentemente. Hay muchas cosas que se están haciendo y no sabemos, y otras que sabemos y son muy preocupantes. Si no hacemos nada, acabaremos en la típica situación en la que es demasiado tarde para intentar solucionar nada. Muchas compañías están diseñando prototipos que pueden leer las señales cerebrales para controlar equipos robóticos y codificar intenciones y pensamientos para aplicarlos a la tecnología de control”.

Por ejemplo, ya hace dos años que Facebook puso un equipo a trabajar en el desarrollo de la tecnología thought-to-type(literalmente, “de pensamiento a tecleo”). Aunque aseguran que su intención no es “leer la mente de los usuarios”, eso es exactamente en lo que llevan trabajando y progresando desde 2017. Es por eso que el Dr. Yuste urge a los gobiernos a “mantenerse a la par que el progreso científico y tecnológico, y estar preparados para responder”.

## ¿QUÉ PODEMOS HACER NOSOTROS?

Hoy por hoy, el gobierno chileno ha estado trabajando con Yuste para modificar su constitución e incluir los Neuroderechos. Para noviembre de 2019, la Constitución de Chile será la primera en el mundo y en la historia en abordar de forma específica la regulación de neurotecnologías para proteger a sus ciudadanos. Cosas como el proyecto de Facebook thought-to-type serán ilegales en Chile.

“La integridad física y psíquica permite a las personas gozar plenamente de su identidad individual, y del derecho a actuar de manera autodeterminada, ninguna autoridad o individuo podrá, por sí o por medio algún mecanismo tecnológico, aumentar, disminuir o perturbar dicha integridad individual. Sólo la ley podrá establecer los requisitos para limitar este derecho, y los requisitos que debe cumplir el consentimiento en estos casos.”

### Cláusula 19 de la Constitución chilena

Es difícil convencer a las autoridades y a la sociedad de los peligros de la neurotecnología, ya que muchos creen que es pura ciencia ficción. En Chile, el apoyo de la sociedad fue clave para convencer al gobierno de la necesidad e importancia de los neuroderechos. Yuste nos cuenta que como ciudadanos podemos abogar por los neuroderechos y presionar a los gobiernos para que impulsen leyes que nos protejan.

La Declaración de los Derechos Humanos no ha sido modificada desde 1948.

El gol de Dr. Yuste es llegar a incluir los neuroderechos en la Declaración de los Derechos Humanos para así establecer una clara guía que nos proteja de las neurotecnologías y como pueden llegar a impactar nuestras habilidades, identidad individual (nuestra integridad mental y física) y agencia (nuestra habilidad para elegir nuestras propias acciones), y por último nuestras vidas. Además, Yuste está liderando la creación de la Iniciativa por los Neuroderechos (Neurorights Initiative en inglés) en el NeuroTechnology Center que se dedicara enteramente al logro de estas metas.

De todas maneras, no parece que estemos totalmente condenados. Como Rafael Yuste dijo durante su discurso durante la Asamblea de la Unión Inter-Parlamentaria en Catar, “a pesar de que haya podido sonar como una visión pesimista, creo que la doble revolución en Neurotecnología e IA pueden ser un nuevo Renacimiento, ya que el llegar a entender el cerebro nos ayudara a comprender quienes somos realmente, [...] y esto podría llevar a un nuevo humanismo. Habrá importantes implicaciones con resultados positivos en educación, ciencia, medicina, legislación, economía, la sociedad y en las relaciones internacionales ya que la raíz de todo conflicto suele deberse la falta de comprensión entre nosotros”.

**(La autora quiere agradecer al Profesor Rafael Yuste por cederle su tiempo para hablar sobre los neuroderechos y todos sus proyectos en defensa de los mismos.)**

### REFERENCIAS

Yuste R., Goering S. (2016) On the Necessity of Ethical Guidelines for Novel Neurotechnologies. Cell.

Yuste R., et al. (2017) Four ethical priorities for neurotechnologies and AI. Nature.

Harari, G. M., Lane, N. D., Wang, R., Crosier, B. S., Campbell, A. T., & Gosling, S. D. (2016). Using Smartphones to Collect Behavioral Data in Psychological Science: Opportunities, Practical Considerations, and Challenges. Perspectives on psychological science : a journal of the Association for Psychological Science, 11(6), 838–854.

Klaming, L. & Haselager, P. Neuroethics (2013) Did My Brain Implant Make Me Do It? Questions Raised by DBS Regarding Psychological Continuity, Responsibility for Action and Mental Competence. Neuroethics 6: 527.



Rafael Yuste, neurobiólogo:

## “Creo que vamos en camino hacia un nuevo Renacimiento”

---



Daniel Hopenhayn

3 OCT 2020 11:46 PM [Diario La Tercera, Chile](#)

En su laboratorio de la Universidad de Columbia, el científico español dirige los experimentos que más lejos han llegado en el arte de “escribir” sobre cerebros. Fue además el ideólogo del Proyecto Brain, creado por Obama para mapear el cerebro humano. Pero tan rápido han ido las cosas que ahora Yuste intenta persuadir a los líderes mundiales de legislar a tiempo sobre los “neuroderechos”, pues la tecnología capaz de editarnos el pensamiento vendría en camino. Este miércoles se anunciará un proyecto de ley inspirado en su propuesta y que podría hacer de Chile el primer país del mundo en proteger los datos cerebrales.

**Para serle franco, lo entrevisto desde el convencimiento de que nunca habrá máquinas capaces de leer nuestros pensamientos.**

Pues llegas tarde. Ya las hay. Son todavía muy primitivas, pero han cruzado la línea.

**Pero sólo pueden decodificar lo que estoy viendo o escuchando.**

No. Ya han podido asomarse a lo que estás imaginando.

En el curso de esta entrevista, que concede desde su oficina en Nueva York, Rafael Yuste responderá pacientemente a todos los lugares comunes de la ciencia ficción. Que podremos *googlear* con la mente y recurrir a la telepatía como hoy recurrimos a Zoom. Que hablarán los mudos y se moverán los tetraplégicos, pero también será posible crear superhumanos con fines menos altruistas. Que empresas, *hackers* o gobiernos se verán tentados a lavarnos el cerebro, esta vez por dentro. Que la pregunta “quién soy”, si las neurotecnologías operan en el descampado legal, podría volverse incontestable.

“La tecnología necesaria para eso viene seguro”, responde Yuste una y otra vez. “Ya sólo falta saber cuándo. Y qué vamos a hacer con ella”.

Para apurar esa causa, Yuste propuso el año 2011, en una conferencia de científicos en Londres, acometer un proyecto colectivo a gran escala: reconstruir, entre todos, el mapa completo de las más de 80 mil millones de neuronas que conversan simultáneamente en un cerebro humano. La idea prendió, Yuste visitó varias veces la Casa Blanca y en 2013 el presidente Obama anunció el Proyecto Brain, en virtud del cual centenares de científicos –premunidos de tecnologías ópticas, ondas ultrasónicas, ingeniería genética, inteligencia artificial y herramientas de big data– se internan cada año un poco más profundo en “la selva impenetrable de la sustancia gris”, como la definió Santiago Ramón y Cajal, padre de las neurociencias.

### **¿En qué etapa de avance va el Proyecto Brain?**

Mira, hay que mapear dos cosas distintas: la estructura neuronal, que son las conexiones, y la actividad neuronal, que son las funciones. En ambos casos se empieza con animales pequeños. De la estructura, ya se mapeó hace tiempo un gusano pequeñito y el año pasado mapearon la larva de la mosca. Ahora se está mapeando la mosca entera y hace poco se lanzó un artículo para poner sobre la mesa el objetivo de mapear el cerebro entero del ratón. Ya es una cosa gigantesca, el ratón tiene 100 millones de neuronas.

### **¿Cada neurona tiene una función específica?**

No se sabe. Yo creo que no, que funcionan más bien como los átomos, en grupo. Y en cuanto al mapeo de la actividad, hace dos años mapeamos toda la actividad de una hidra, animalitos de agua dulce que son como pólipos. Y ahora mismo están intentando mapear toda la actividad del gusano y del pez cebra. Vamos poco a poco. Actualmente hay 500 laboratorios participando, el 80% en Estados Unidos y 20% en el resto del mundo.

**El hecho de que Trump no sea muy amigo del multilateralismo, menos aún financiado por Estados Unidos, ¿no ha afectado al proyecto?**

En absoluto. Esa fue la estrategia brillante de Obama: incrustar el Proyecto Brain en la burocracia. Porque tú sabes que una vez que una cosa se hace burocrática, ya nadie puede con ella [se ríe]. Así que esto no se para, fue dotado de dinero que no se puede usar para otra cosa. Además, es de las pocas políticas que tiene el apoyo de los dos partidos en Estados Unidos. El presupuesto de este año va a rondar los US\$ 450 millones y durante los 12 o 15 años que dure el proyecto acabarán siendo varios miles de millones. En todo caso, esto avanza en paralelo a las tecnologías, porque no necesitas el mapa completo del cerebro para trabajar con ciertas partes.

### **Me iba a contar de las máquinas que ya nos leen el pensamiento.**

Sí. Para explicarlo fácil, las neurotecnologías se dividen en dos tipos: las que leen la actividad cerebral, que es como “bajarla” del cerebro al dispositivo, y las que cambian la actividad, que como escribirla o “subirla” desde el dispositivo al cerebro. Las tecnologías para leer siempre van más adelante, como es lógico. Un grupo de Berkeley, que deben ser hoy los mejores del mundo en esto, hace lo siguiente desde el año 2008. Te muestran una imagen y escanean la respuesta de tu cerebro a ella. Luego te muestran otra imagen y vuelven a mapear tu respuesta neuronal, y lo hacen así con 100 imágenes. Luego te dicen: “Piensa en una de las 100 imágenes”. Tú piensas en una y ellos saben decirte en cuál estás pensando.

### **Ya pueden hacer eso.**

Pero es lo de menos, ahora viene lo interesante. Te dicen después: “Piensa en algo que no te hayamos mostrado”. Tú piensas en una cosa, ellos triangulan lo que muestra el escáner con lo que mostró cuando viste las 100 imágenes y se aproximan a lo que estás pensando. No es exacto, pero se acerca mucho y desde 2008 han mejorado muchísimo la precisión. Tú ya sabes que los algoritmos de las redes sociales usan tu historial de datos para predecir tu comportamiento, pero aquí ya predicen lo que tienes en tu imaginación. Y te estoy contando lo que se hace en la academia, porque no sé lo que están haciendo las empresas privadas y los ejércitos.

### **Según las investigaciones de algunos medios estadounidenses, el Pentágono y el gobierno chino no se están quedando atrás.**

Claro, pero no conocemos los detalles. Lo que sí es público, por ejemplo, es que Facebook está desarrollando una tecnología para descifrar las palabras que quieres escribir en tu ordenador sólo con que pienses en ellas. Este año se publicó en *Nature* un estudio de académicos, pero financiado por Facebook, que logró identificar con hasta el 97% de precisión qué palabras decía una persona –dentro de un vocabulario pequeño, ordenado en 50 oraciones– sólo mirando el interior de su cerebro. Por ahora, lo hacen con pacientes epilépticos que ya tienen sensores implantados con fines médicos, pero están buscando el modo de hacerlo con dispositivos externos.

### **¿Cree que en 20 años más podríamos sostener esta conversación sin necesidad de hablar?**

Sinceramente, le doy cinco años a eso, por lo menos en su versión experimental. Pero estamos hablando de las tecnologías para leer. Para escribir falta un poco más.

### **¿Qué se ha logrado hasta ahora?**

Bueno, en mi laboratorio somos expertos en escribir actividad cerebral en ratones. Y ya podemos, usando láseres infrarrojos, implantar en su cerebro imágenes que el ratón no está viendo realmente, pero se comporta como si las viera.

### **¿Cómo lo hacen?**

Primero, leemos la actividad que produce su corteza visual en respuesta a distintas imágenes que sí ve. Y le enseñamos al ratón a comportarse de manera que, cuando vea la imagen A, chupe una cánula donde le damos un poco de jugo. Y que cuando vea la imagen B, no chupe. Así sabemos lo que el ratón cree estar viendo. Cuando ya le tenemos entrenado, le apagamos el estímulo visual y le metemos con láseres la imagen A o B, estimulando las neuronas que respondían a cada imagen. Y se comporta exactamente igual que como si la estuviera viendo: si es A, chupa, si es B, no chupa.

**O sea, le implantan su propia memoria de la imagen, pero todavía no es posible trasplantarla desde la memoria de otro ratón.**

No, y es un buen punto. Estas tecnologías, tanto en ratones como en humanos, son todavía individuales. Tú no puedes coger el patrón de un ratón y ponérselo a otro. Por eso a cada persona que participa de un estudio hay que hacerle todo el mapeo primero. Porque a otra persona le muestras la misma imagen y se le encienden otras partes del cerebro, no muy distintas pero tampoco iguales.

**Algunos neurocientíficos creen que trasplantar memoria de una persona a otra nunca va a ser posible.**

Es pronto para saberlo. Pero hoy sí podríamos, por ejemplo, mapear la respuesta cerebral de dos personas cuando ven un perro, y luego hacer que cada vez que la persona A ve un perro, la persona B también crea verlo, o al menos piense “perro”. No sería trasplantar la memoria de A a la de B, sino usar los parámetros equivalentes en la memoria de cada uno. No lo hemos hecho todavía con dos ratones, pero ya podríamos hacerlo y con toda seguridad se acabará haciendo en humanos. Una demostración es lo que presentó Elon Musk hace pocas semanas.

**Con un chip implantado en el cerebro de una chancha.**

Exacto. Le pusieron una interfaz cerebro-computadora para leer su cerebro y también escribir en él. Funciona de manera inalámbrica y ya es tecnología muy sofisticada. Y ya pidieron permiso para ponérsela a personas.

### **¿El avance ha sido más rápido de lo que usted se imaginaba hace 10 años?**

Muchísimo más rápido. Y también ha ido mucho más rápido de lo que yo hubiera previsto hace dos años. Imagínate que llevo 30 años en la neurotecnología y la primera reunión sobre las consecuencias éticas la hicimos recién en 2016. En 2017 hicimos la segunda, que dio lugar al *paper* que publicamos en *Nature* proponiendo regulaciones. Y desde entonces la aceleración fue brutal, sobre todo en el último año. A nosotros nos preocupaba lo que ya se podía hacer en los laboratorios de la academia, pero en el último año esto saltó a las empresas privadas.

### **Algunos artículos han anunciado un inminente “neurocapitalismo”. No digamos que suena atractivo.**

Pues el neurocapitalismo ya ha empezado. En el último año, Microsoft y Facebook invirtieron mil millones de dólares cada una comprando *startups* de neurotecnología. Y el objetivo de Elon Musk con Neuralink es aumentar cognitivamente a las personas, va directamente a por ello.

### **Ya no se disfraza de “esto es para curar enfermedades”.**

#### **El modelo chileno**

“Chile será el país modelo en el mundo”, declaraba hace un año el senador Guido Girardi tras reunirse en La Moneda con el presidente Piñera y Rafael Yuste, para tratar las inquietudes de este último. Aunque el estallido social dejó entre paréntesis su profecía, Girardi, que preside la comisión Desafíos del Futuro del Senado, siguió empujando la agenda de los neuroderechos y sumó en el camino a científicos, rectores y organismos multilaterales. Este miércoles 7 presentarán el fruto de ese trabajo: una reforma constitucional y un proyecto de ley que, de aprobarse, pondrán a Chile en una posición de vanguardia que Yuste invita a no subestimar.

“No es ninguna exageración, Chile va a ser pionero en el mundo. Y yo espero que se convierta en un ejemplo a seguir por otros países en cuanto a poner esta discusión sobre la mesa, porque al hablar de datos cerebrales no estamos resguardando derechos de propiedad, sino derechos humanos”.

Tampoco se trata, previene el neurobiólogo, de crear regulaciones demasiado restrictivas. Sería cerrarle el paso a una verdadera revolución en el tratamiento de enfermedades mentales, como la esquizofrenia, el Alzheimer o el mal de Parkinson. O privar a quienes sufren de parálisis de herramientas que les podrían cambiar la vida. Actualmente, en el mundo, más de una veintena de personas que perdieron el uso de sus extremidades cuentan con sensores en el cerebro que les permiten mover su brazo robótico, o el cursor de una pantalla, por medio del pensamiento. El año 2017, en Ohio, un paciente paralizado del cuello para abajo pudo alimentarse y tomar agua con su brazo humano, conectado electrónicamente a su cerebro. Dos años antes, Darpa, la agencia del Pentágono que propició la invención de internet, presentó el caso de una mujer cuadripléjica que pudo operar con la mente el simulador de vuelo de un F-35.

Pero las mismas tecnologías, mal usadas, podrían dar lugar no sólo a distopías sociales y políticas, sino incluso existenciales. La medicina ya ha reportado casos de pacientes expuestos a neurodispositivos que se han sentido incapaces de determinar dónde termina su yo y dónde empieza la máquina. Un hombre que usó un estimulador cerebral para tratar su depresión dijo en un estudio: “Se difumina hasta el punto en que no estoy seguro, francamente, de quién soy”. Una mujer epiléptica llegó a experimentar una simbiosis tal con su interfaz cerebro-computadora que afirmó: “Me convertí en mí”. Cuando el implante debió serle retirado porque la empresa responsable quebró, lloró diciendo: “Me perdí a mí misma”. Un paciente implantado con electrodos para tratar su mal de Parkinson comenzó a derrochar los ahorros familiares en juegos de apuestas y sólo tomaba conciencia del problema al apagarse la estimulación.

Buscando un punto de equilibrio, la propuesta que ha liderado Yuste contempla cinco neuroderechos fundamentales: “El primero es el derecho a la identidad personal: que tú tengas derecho a ser tú. Porque si te quitan eso, ya me dirás de qué valen el resto de los derechos humanos. El segundo es el derecho al libre albedrío. Porque a este ratón, como te decía, le quitamos completamente el libre albedrío, lo manejamos como a una marioneta”.

**Con lo cual tampoco seríamos responsables de lo que hagamos a otros.**

Claro. Mucha gente dice “la manipulación ha existido siempre, esto es lo mismo que cuando te lavan el cerebro desde afuera”. No es lo mismo. Lo que te meto en el cerebro ya no te viene de afuera, te viene de adentro. No puedes tomar distancia y decir “esto no lo estoy pensando yo”, así que nunca te vas a enterar. El tercero es el derecho a la privacidad mental, que debería contemplar los contenidos conscientes de la mente pero también los subconscientes, que son la mayor parte.

**Sería el derecho a que nadie sepa de mí lo que yo tampoco sé.**

Y ya te imaginas lo que puedo hacer contigo si te llevo esa ventaja. El cuarto derecho es el acceso equitativo a las tecnologías que permitirán a las personas aumentar su capacidad cognitiva. Y el quinto es que no haya sesgos socioculturales en los algoritmos que se utilicen.

**Si los multimillonarios acceden primero, no los pillamos más.**

Esa es una amenaza realmente seria y deberíamos establecerlo como un principio universal de justicia: al aumento cognitivo no pueden tener acceso ciertas personas y no otras. Y el quinto derecho es que no haya sesgos sociales o culturales en los algoritmos que se utilicen.

**Desde la academia ya han surgido críticos de esta cruzada legal. Dicen que falta mucho para que sea necesaria y que lo urgente es regular el uso de otro tipo de datos.**

Precisamente porque ya hemos perdido mucha privacidad con internet y las redes sociales, debemos aprender



la lección. Recordemos lo que dice el Dilema de Collingridge: cuando aparece una tecnología nueva, no sabes muy bien para qué va a servir pero es muy fácil regularla; pero después, si la dejas andar y se extiende por toda la población, ya sabes perfectamente para qué sirve, pero es imposible regularla. Por lo tanto, si esperamos a que regular la neurotecnología sea urgente, probablemente esperaremos a que sea tarde. Mientras antes lo hagamos, mejores opciones tenemos.

**¿La idea es exigir el uso consentido de los datos cerebrales o prohibir su uso aunque haya consentimiento?**

Depende del caso, pero lo importante es que eso se tiene que discutir democráticamente. Yo soy un científico, no soy nadie para decidir por la sociedad. Pero sé que esto es tan importante que requiere una discusión pública. Nuestra propuesta, en todo caso, es que sólo se debiera acceder a los datos cerebrales por razones médicas o científicas. Y que no se debería poder comerciar con ellos.

**Como comercian las redes sociales con los datos que hoy les ofrecemos.**

Exactamente. La idea nuestra es que los datos obtenidos del cerebro sean tratados como un órgano del cuerpo. Eso limitaría la posibilidad de que las personas vendan sus datos o tengan actividad neuronal a cambio de una recompensa financiera, tal como la legislación prohíbe la venta de órganos humanos.

**Si su causa prospera, entonces, arruinará las inversiones que están haciendo Mark Zuckerberg y Elon Musk.**

Bueno, hay soluciones intermedias, también estamos trabajando en ello. Una propuesta es que los datos se queden en tu dispositivo y no vayan al servidor de la empresa, pero que las compañías sí puedan utilizar lo que han aprendido de tus datos para mejorar sus programas y sus algoritmos. Y para que te hagas una idea, esta idea ha surgido de Google. Ellos están siendo los primeros interesados en no aparecer como los malos de la película. Y por cierto, la ley chilena también será pionera en esto, porque propone regular estas tecnologías desde las pautas éticas de la medicina. Así ocurre hoy con la industria médica y farmacéutica, y no veo que tengan problemas para hacer dinero.

**Según lo que hemos conversado, en el futuro podremos hacer todo más rápido y procesar mucha más información en tiempo real.**

Sí.

**¿Quedará espacio para esos estados de conciencia que requieren frecuencias más lentas, ya sea para mirar el techo o leer un poema?**

Yo creo que el problema que describes ocurre con todas las tecnologías: siempre parten desde un desfase con la realidad que ya conocemos. Por lo tanto, lo que tenemos que hacer es adaptarla para que haya una integración sin fractura, sin violencia. Pero yo no tengo ningún miedo a este paso, creo que va a ser maravilloso. De hecho,

creo que vamos en camino hacia un nuevo Renacimiento, porque nos vamos a reinventar como seres humanos. Va a ser un salto tecnológico igual a los que tuvimos en la historia con el fuego, la rueda, la imprenta, la revolución industrial, las computadoras, y ahora, ¡boom!, las neurotecnologías. Y ese mismo pasado nos enseña que, cuando aprendemos a usar la tecnología bien, la humanidad acaba siendo más libre, no menos.

**Habla de un nuevo Renacimiento, pero la crítica de los humanistas a las neurociencias es que, en lugar de emanciparnos, nos predeterminan desde mecanismos ajenos a la voluntad, lo que sería la ruina de ese sujeto kantiano basado en su autodeterminación racional.**

Sí, eso dicen. Y me encanta que menciones a Kant porque yo soy kantiano a un cien por cien. Te muestro el libro que tengo aquí sobre la mesa: la *Crítica del juicio*, justamente. Y si quieres la *Crítica de la razón pura*, aquí también la tengo [busca el libro y lo muestra].

**¿En alemán?** sí, este lo leo en alemán. Cuando me vine de España a Estados Unidos, hace ya 30 años, me traje dos libros y este era uno de ellos. Pues mira, Kant predijo, creo que acertadamente, que el mundo en el que vivimos está construido por nuestra mente. O sea, que la mente no refleja el mundo: proyecta su propio reflejo sobre él. Y esto lo estamos empezando a confirmar, siglos después, los neurobiólogos. Entonces, explicar cómo funciona la mente nos llevará a entender por fin quiénes somos. Y yo creo que será un momento brillantísimo que nos hará admirar todavía más al cerebro humano. En el Renacimiento, cuando los médicos empezaron a diseccionar cadáveres, a los primeros los quemaron en la hoguera, porque decían lo mismo que tú: “No, no, el cuerpo humano es sagrado, es el fruto de la Divina Providencia. Y al abrirlo y enseñar cómo funciona en plan máquina, lo estás desacralizando. ¡Vamos a deshumanizar al hombre!”. Y fue lo contrario. Cuanto más aprendemos del cuerpo humano, más crece la admiración por la máquina que llevamos puesta. Por eso creo que esto nos mete en los umbrales de un segundo Renacimiento: si en el primero nos descubrimos desde el cuerpo, en este nos descubriremos desde la mente. Y el gran proyecto del humanismo es descubrir qué es el humano, ¿no?

**Eso si descubrimos que efectivamente somos algo.**

No, evidentemente somos algo. Pero no sabemos lo que somos. Actuamos como si tuviéramos una caja negra de la cual salen un montón de cosas: libertad, imaginación, creatividad, pero son palabras que utilizamos porque no sabemos bien lo que hay dentro. Cuando lo sepamos, será más impresionante todavía y aparecerán nuevos humanismos.

**No vamos a descubrir que somos una alucinación de nuestro cerebro, entonces.**

No. Para ser precisos, lo que dijo Kant no es que el cerebro se inventa el mundo, sino que lo construye. Es decir, crea un modelo del mundo a su propia medida, pero ajustándolo a la información sensorial que recibe de afuera. Esa es la diferencia entre la vigilia y los sueños: mientras dormimos, ese modelo sigue funcionando, pero sin ajustarse a información sensorial. De manera que Calderón tenía razón hace cuatro siglos cuando dijo “la vida es sueño”. Cuando estamos despiertos, en realidad seguimos soñando, pero los sueños tienen que ver con lo de afuera.

## CONEXIONES CEREBRO-COMPUTADOR

### THOMAS FREY:

*“Imagine conectarse a algún tipo de escáner cerebral y saber instantáneamente para qué trabajos está calificado y en qué habilidades es deficiente. En lugar de solicitar un trabajo con un currículum, les daremos a nuestros posibles empleadores una copia de nuestro último escaneo cerebral.”*

*“El aprendizaje individual comenzará a escalar mucho más rápido que cualquier cosa que jamás hayamos soñado: 4X, 6X y quizás incluso 10X más rápido que cualquier otra cosa hoy.*

*Completar un título universitario de cuatro años en 1-2 meses es completamente posible con esta forma de sistemas de aprendizaje de IA.”*

### ELON MUSK:

*One step closer to connecting a computer to your brain.*

*At an event, Elon Musk revealed more details about his mysterious neuroscience company **Neuralink** and its plans to connect computers to human brains. While the development of this futuristic-sounding tech is still in its early stages, the presentation was expected to demonstrate the second version of a small, robotic device that inserts tiny electrode threads through the skull and into the brain. Musk said ahead of the event he would “show neurons firing in real-time. The matrix in the matrix.” And he did just that.*

## SEMINARIO DE PRESENTACIÓN DE LOS PROYECTOS DE NEURODERECHOS EN EL SENADO DE CHILE:

<https://www.youtube.com/watch?v=b3cD1-PG3qU&feature=youtu.be>

## SITIOS A CONSULTAR SOBRE LAS INICIATIVAS “HUMAN BRAIN” DE ESTADOS UNIDOS Y DE LA UNIÓN EUROPEA.

<https://es.euronews.com/2019/04/01/un-proyecto-europeo-intenta-crear-una-maquina-identica-al-cerebro-humano>

[https://www.esteve.org/otras-sugerencias/materia-neurociencia/?doing\\_wp\\_cron=1602162379.2403750419616699218750](https://www.esteve.org/otras-sugerencias/materia-neurociencia/?doing_wp_cron=1602162379.2403750419616699218750)

<https://www.humanbrainproject.eu/en/>

<https://braininitiative.nih.gov/>

<https://obamawhitehouse.archives.gov/the-press-office/2013/04/02/fact-sheet-brain-initiative>

## CONSEJO CHILENO DE PROSPECTIVA Y ESTRATEGIA

[www.prospectiveyestrategia.cl](http://www.prospectiveyestrategia.cl)

[prospectiveyestrategiachile@gmail.com](mailto:prospectiveyestrategiachile@gmail.com)

<b>Sergio Bitar</b>	:	Presidente
<b>Héctor Casanueva</b>	:	Vicepresidente
<b>Paula Solar</b>	:	Directora Ejecutiva
<b>Claudio Huepe</b>	:	Finanzas
<b>Marcelo Ramirez</b>	:	Director
<b>Susana Coper</b>	:	Directora
<b>Eliel Hasson</b>	:	Director
<b>Jimena Jara</b>	:	Directora
<b>Pedro Huichalaf</b>	:	Director
<b>Paola Aceituno</b>	:	Coordinadora del Comité Consultivo

### QUIÉNES SOMOS

El Consejo Chileno de Prospectiva y Estrategia (CChPE) es una asociación independiente, interdisciplinaria, pluralista, multisectorial, interinstitucional, flexible, de amplia convocatoria, creada en 2014 por un grupo de especialistas en Prospectiva, Estrategia y estudios de futuro, pertenecientes a múltiples disciplinas y actividades, tanto académicas, profesionales, empresariales, diplomáticas y políticas, provenientes de los sectores público y privado, y vinculado a grupos y redes globales de prospectiva.

Su finalidad es desarrollar, promover y difundir en Chile la disciplina prospectiva, mediante análisis, informes, estudios, talleres, conferencias, publicaciones y propuestas, para contribuir a mejorar la formulación de políticas en materias que inciden en el futuro del país y su inserción global.

El Consejo busca instalar y extender los estudios de futuro en todas las instancias del país y vincularlas a la toma de decisiones. Ello constituiría un aporte sustantivo a su desarrollo y de la región al promover una mirada global y el pensamiento de largo plazo, contando con la visión y participación de múltiples actores.

La Prospectiva y la Estrategia, son herramientas que se deben retomar, para caminar hacia un futuro deseable, que recoja las aspiraciones humanistas de un país y un mundo social, económica y ambientalmente sustentable, equitativo, innovador, democrático y pacífico.