

¿CÓMO APRENDEMOS?

Stanislas Dehaene

Los cuatro pilares con los que la educación
puede potenciar los talentos de nuestro cerebro



Índice

[Cubierta](#)

[Índice](#)

[Portada](#)

[Copyright](#)

[Este libro \(y esta colección\)](#)

[Dedicatoria](#)

[Epígrafe](#)

[Introducción a las ciencias del aprendizaje](#)

[¿Por qué el aprendizaje?](#)

[Homo docens](#)

[Aprender a aprender](#)

[El desafío de las máquinas](#)

[Parte I. ¿Qué es aprender?](#)

[1. Siete definiciones del aprendizaje](#)

[Aprender es ajustar los parámetros de un modelo mental](#)

[Aprender es aprovechar la explosión combinatoria](#)

[Aprender es minimizar los errores](#)

[Aprender es explorar el espacio de lo posible](#)

[Aprender es optimizar una función de recompensa](#)

[Aprender es acotar el espacio de investigación](#)

[Aprender es proyectar hipótesis a priori](#)

[2. Por qué nuestro cerebro aprende mejor que las máquinas actuales](#)

[Lo que aún le falta a la inteligencia artificial](#)

[Aprender es inferir la gramática de un dominio](#)
[Aprender es razonar como un buen científico](#)

Parte II. Cómo aprende nuestro cerebro

3. El saber invisible: las sorprendentes intuiciones de los bebés

[El concepto de objeto](#)
[El sentido del número](#)
[La intuición de las probabilidades](#)

4. El nacimiento de un cerebro

[Desde el comienzo, el cerebro del bebé está bien estructurado](#)
[Las autopistas del lenguaje](#)
[La autoorganización de la corteza](#)
[Los orígenes de la individualidad](#)

5. Lo que adquirimos

[¿Qué es la plasticidad cerebral?](#)
[El retrato de un recuerdo](#)
[Verdaderas sinapsis y falsos recuerdos](#)
[La nutrición, una pieza clave del aprendizaje](#)
[Posibilidades y límites de la plasticidad sináptica](#)
[¿Qué es un período sensible?](#)
[Una sinapsis debe estar abierta o cerrada](#)
[Milagro en Bucarest](#)

6. Reciclen su cerebro

[La hipótesis del reciclaje neuronal](#)
[Las matemáticas reciclan los circuitos del número](#)
[La lectura recicla los circuitos de la visión y de la lengua hablada](#)
[Divisiones, ecuaciones y rostros](#)
[Los beneficios de un ambiente enriquecido](#)

Parte III. Los cuatro pilares del aprendizaje

7. La atención

[Alerta: el cerebro sabe cuándo prestar atención](#)
[Orientación: el cerebro sabe a qué prestar atención](#)
[Control ejecutivo: el cerebro sabe cómo procesar la información](#)
[Aprender a prestar atención](#)
[Presto atención si prestas atención](#)
[Enseñar es prestar atención a la atención del otro](#)

8. El compromiso activo

[Un organismo pasivo no aprende](#)
[Procesar en profundidad para aprender mejor](#)
[El fracaso de las pedagogías del descubrimiento](#)
[Sobre la curiosidad, y cómo despertarla](#)
[Saber qué y cuánto sabemos multiplica la curiosidad](#)
[Tres maneras de atentar contra la curiosidad en la escuela](#)

9. El error es productivo y dar un buen feedback es garantía de mejores aprendizajes

La sorpresa, motor del aprendizaje

El cerebro está repleto de mensajes de error

Feedback no es sinónimo de castigo

La calificación, ese penoso sucedáneo del feedback

Evaluarse para aprender mejor

La regla de oro: planificar intervalos entre los aprendizajes

10. La consolidación

Liberar los recursos cerebrales

El sueño, un ingrediente clave

El cerebro dormido revive los episodios de la víspera

Sueño de un descubrimiento de verano

El sueño, la infancia y la escuela

Conclusión

Agradecimientos

Bibliografía

Créditos de material gráfico

Stanislas Dehaene

¿CÓMO APRENDEMOS?

Los cuatro pilares con los que la educación puede potenciar los talentos de nuestro cerebro

Edición al cuidado de
Yamila Sevilla y Luciano Padilla López

Traducción de
Josefina D'Alessio

Dehaene, Stanislas

¿Cómo aprendemos? / Stanislas Dehaene.- 1ª ed.- Ciudad Autónoma de Buenos Aires: Siglo Veintiuno Editores Argentina, 2019.

Libro digital, EPUB.- (Ciencia que ladra... Serie Mayor // dirigida por Diego Golombek)

Archivo Digital: descarga

Traducción de Josefina D'Alessio // ISBN 978-987-629-974-9

1. Desarrollo mental. 2. Neurociencias. i. D'Alessio, Josefina, trad. II. Título.

CDD 612.825

Cet ouvrage, publié dans le cadre du Programme d'aide à la publication Victoria Ocampo, a bénéficié du soutien de l'Institut français d'Argentine. Esta obra, publicada en el marco del Programa Victoria Ocampo de Ayuda a la Publicación, cuenta con el apoyo del Institut Français d'Argentine.

Título original: *Apprendre! Les talents du cerveau, le défi des machines*

© 2019, Stanislas Dehaene

© 2019, Siglo Veintiuno Editores Argentina S.A.

www.sigloxxieditores.com.ar

Diseño de cubierta: Eugenia Lardiés

Ilustraciones de cubierta: Guido Ferro

Corrección: Mariana Gaitán y Héctor Di Gloria

Digitalización: Departamento de Producción Editorial de Siglo XXI Editores Argentina

Primera edición en formato digital: noviembre de 2019

Hecho el depósito que marca la ley 11.723

ISBN edición digital (ePub): 978-987-629-974-9

Este libro (y esta colección)

Adorable puente se ha creado entre los dos.

Gustavo Cerati, "Puente"

Un primer saber [...] necesario para la formación docente, desde una perspectiva progresista[:] *Enseñar no es transferir conocimiento, sino crear las posibilidades para su propia producción o construcción.*

Paulo Freire, *Pedagogía de la autonomía*

Cuanto más estudio el cerebro humano, más me impresiona.

Stanislas Dehaene, en este mismo libro

En muchas universidades del mundo existen facultades o escuelas de Ciencias de la Educación; por supuesto, siguen las líneas clásicas y las más renovadoras de los últimos siglos en cuanto a pedagogía y otras disciplinas sociales y humanas. Pero a veces da la sensación de que dejaron en suspenso algunas ciencias y que, pasados ya los tiempos de Piaget, hubo cierto divorcio con el trabajo de laboratorio. ¿Qué fue de los experimentos, las evidencias y los conocimientos que la psicología cognitiva, la computación y, muy especialmente, las neurociencias aportan para mejorar nuestras experiencias de aprendizaje y de enseñanza? Mientras vemos naufragar programas educativos, mientras nos quedamos con más errores o mitos que pruebas, nos llegan noticias de los enormes avances de los estudios acerca de nuestra conciencia, el procesamiento de la información en el cerebro o la plasticidad neuronal que deberíamos aprovechar cuanto antes en las aulas.

Al otro lado del río, el estudio del cerebro viene prometiendo una revolución en nuestro conocimiento de cómo y por qué hacemos lo que hacemos y hasta cómo mejorar nuestro desempeño en diversos órdenes de la vida. Así, aunque los frutos son muy recientes, la tentación de vincular la investigación

con el mundo educativo siempre ha sido importante. Pero el pasaje nunca es tan simple y la expectativa es tan grande que esas promesas se exponen al riesgo de resultar engañosas.

Lo cierto es que durante muchos años los grandes logros de los laboratorios neurocientíficos se quedaban allí... en el laboratorio y, aunque supiéramos cada vez más sobre la memoria, la motivación o el alerta, las consecuencias no se veían en las aulas. Quizá por esto mismo, en la década de 1990 –ayer no más– apareció un trabajo de John Bruer llamado “Neurociencias y educación: un puente demasiado lejos”. La respuesta llegó ya avanzado este siglo, con investigaciones que respondían “es tiempo de construir el puente”, delineando cómo por fin la escuela podía considerarse un campo para aplicar los frutos de la cerebrología.

Uno de los constructores del puente es Stanislas Dehaene, sin duda uno de los más importantes neurocientíficos contemporáneos. Con un rigor y un carisma a toda prueba, nos convence de que si existe un destino para los humanos, es el de aprender, tanto con lo que traemos de fábrica como con ese acelerador de mentes que llamamos escuela. Pero allí, en esa escuela, debemos considerar también el funcionamiento de la memoria (necesaria aunque no goce de la mejor prensa), el rol de la atención, la importancia del sueño y hasta de una buena alimentación. Y, también, explorar ciertas patologías del desarrollo como ventanas abiertas que nos permiten contemplar y comprender las funciones cerebrales.

Si de aprendizaje se trata, no podemos dejar de lado a las máquinas, que prometen (o amenazan con) entender procesos cada vez más complejos e incluso enseñarse a sí mismas, configurando modelos del mundo que se acercan a la realidad y que algunos agitan como un fantasma. Sin embargo, el autor nos tranquiliza recordando que –al menos por ahora– detrás de toda gran máquina hay siempre un gran ser humano. Y que ese mismo ser humano procesa datos, aprende y resuelve problemas mil veces más rápido que cualquier inteligencia artificial que quiera hacerle sombra.

Y es que, en el fondo, ¿por qué aprendemos? ¿Tenemos un instinto de aprendizaje? Podemos considerar las investigaciones clásicas sobre el canto de los pájaros para proponer que sí, lo tenemos. Muchos pajaritos suelen aprender sus músicas

de otros tutores a los que imitan, para luego agregar un toque personal que les permitirá desempeñarse mejor en la Ópera entre los árboles. Cual pajaritos, los bebés parecen venir de fábrica con ese instinto, lo que los lleva velozmente a hablar, cantar, comer caramelos o desarmar los juguetes. Las investigaciones de Dehaene y sus colegas demuestran inequívocamente que el cerebro de los bebés ya cuenta con herramientas aritméticas, lingüísticas y con un GPS muy refinado: el bebé es, desde el comienzo, una máquina de aprender. Crecer es, quizá, exagerarse a uno mismo, poner en práctica ese plan innato que se va enriqueciendo a lo largo de la vida. Como en el Aleph de Borges, el cerebro en desarrollo puede ser “uno de los puntos del espacio que contienen todos los puntos” (algo que Dehaene nos aclara cuando encuentra en la teoría de Thomas Bayes la posibilidad de pensar al niño como a una suerte de estadístico).

Uno de los hallazgos prácticos de este libro es la propuesta de los cuatro pilares del aprendizaje, que permiten mejorar de verdad la educación. Ya los conocerán en detalle, pero vale la pena al menos enumerarlos para que esos principios virtuosos empiecen a abrirse camino en sus neuronas:

- la atención, ese mecanismo que nos permite darle importancia y amplificar ciertas señales e ignorar otras,
- el compromiso activo, o curiosidad, que nos obliga a tener cerebros exigentes y motivados en el aula,
- la detección y corrección de errores (el buen *feedback* que se aleja diametralmente del castigo frente al error) y
- la consolidación, esto es, la puesta en marcha de los diversos pasos en la formación de las memorias.

Con esos cuatro jinetes del aprendizaje, y desplegando la evidencia empírica que funda cada una de sus afirmaciones, Dehaene pone a la vista cuáles son las consecuencias prácticas de sus investigaciones.

Por si fuera poco, luego de este extraordinario paseo por los recovecos del cerebro que aprende, también conoceremos a otro Dehaene, el que se calza el traje de hacedor –no por na-

da es el presidente del primer Consejo Científico del Ministerio de Educación de Francia— y recuerda que la educación pública debe ser siempre una de las primeras prioridades del Estado. Así, en la conclusión nos regala trece recomendaciones para optimizar el potencial de los niños en el proceso de enseñanza y aprendizaje. Del laboratorio y la mente del autor al aula y a nuestras casas, sin escalas.

Adorable puente se ha creado entre las neurociencias y la educación. Stanislas Dehaene es ese puente. Este libro es ese puente. Podemos cruzar tranquilos.

La Serie Mayor de Ciencia que ladra es, al igual que la Serie Clásica, una colección de divulgación científica escrita por científicos que creen que ya es hora de asomar la cabeza por fuera del laboratorio y contar las maravillas, grandezas y miserias de la profesión. Porque de eso se trata: de contar, de compartir un saber que, si sigue encerrado, puede volverse inútil.

Ciencia que ladra... no muerde, sólo da señales de que cabalga.

Diego Golombek

*Para Aurore, que acaba de nacer,
y para todas aquellas y todos aquellos
que fueron bebés alguna vez*

Comenzad, pues, por estudiar mejor a vuestros alumnos; seguramente no los conocéis.

Jean-Jacques Rousseau, *Emilio o De la educación* (1762)

Cosa extraña y casi pasmosa: conocemos todos los recodos del cuerpo humano, ya catalogamos todos los animales del planeta, describimos y bautizamos cada brizna de hierba, y durante siglos dejamos las técnicas psicológicas libradas a su empirismo, como si fueran menos importantes que las utilizadas por quienes nos curan, nos crían y educan o cultivan los campos.

Jean Piaget, "La pedagogía moderna" (1949)

Si no sabemos cómo aprendemos, ¿cómo podríamos saber cómo enseñar?

Leo Rafael Reif, presidente del MIT (2017)

Introducción a las ciencias del aprendizaje

En septiembre de 2008, el encuentro con un niño fuera de lo común me forzó a revisar mis ideas sobre el aprendizaje. Estaba visitando uno de los hospitales de la Rede Sarah de Brasilia, esos centros de salud de arquitectura blanca que desarrolló João Filgueiras, inspirado en la estética de Oscar Niemeyer. Esa red de nueve unidades se especializa en la “rehabilitación” neurológica; desde hace unos diez años mi laboratorio (NeuroSpin, dependiente del Inserm)[1] sostiene proyectos en colaboración con ella. Su directora, la destacada psicóloga y neurocientífica Lúcia Braga, me propuso conocer a uno de los pacientes: Felipe, un niño de 7 años que había transcurrido la mitad de su vida en el hospital. Según me explicó Lúcia, a los 4 años este niño había recibido una bala perdida (por desgracia, en Brasil no es algo tan infrecuente). El proyectil le seccionó la médula espinal, de modo que lo dejó casi completamente paralizado en los cuatro miembros, es decir, cuadripléjico. La bala también arrasó con las áreas visuales de la corteza: Felipe quedó ciego. Para ayudarlo a respirar, se le hizo una traqueotomía en la base del cuello. Desde hace tres años, vive en una habitación del hospital, encerrado en su cuerpo inerte.

En el pasillo que me lleva a su habitación, me preparo mentalmente para enfrentarme a un niño con una gran discapacidad. Y me encuentro con... Felipe, un pequeño como todos los de 7 años, con el rostro lleno de vida, conversador y de una curiosidad inagotable. Habla a la perfección, con un vocabulario rico, y me pregunta con picardía sobre las palabras de mi lengua materna, el francés. Descubro que es un apasionado de los idiomas y que nunca pierde la ocasión de enriquecer su vocabulario trilingüe (portugués, inglés y español). Si bien es ciego y está inmovilizado en la cama, viaja con su imaginación y se distrae creando sus propios cuentos; el equipo del hospi-

tal lo alienta en la tarea. En pocos meses, Felipe aprendió a dictar sus historias a un asistente y luego a escribirlas con ayuda de un teclado conectado a una terminal informática y a una placa de sonido. Los pediatras y los terapeutas del lenguaje de esa institución, deslumbrados, se turnan junto a la cama de Felipe para transformar esos relatos en verdaderos libros táctiles ilustrados con imágenes en relieve que él palpa con orgullo, con la poca sensibilidad de que dispone. Sus libros hablan de héroes y heroínas, de montañas y de lagos que jamás volverá a ver, pero con los que sueña como cualquier otro niño pequeño.

El encuentro con Felipe me conmocionó y al mismo tiempo me persuadió a optar por una exploración de lo que, sin lugar a dudas, es el mayor talento de nuestro cerebro: la capacidad de aprender. En efecto, este niño plantea a la vez una hermosa lección de esperanza y un desafío para la neurociencia. ¿Cómo puede ser que las facultades cognitivas resistan a una alteración tan grande del entorno? ¿Por qué Felipe y yo podemos compartir los mismos pensamientos, aunque tengamos experiencias sensoriales tan diferentes? ¿Cómo logran distintos cerebros humanos converger en los mismos conceptos, sin importar cómo ni cuándo los aprendan?

Muchos neurocientíficos son empiristas: consideran, como John Locke, que el cerebro obtiene sus conocimientos de su ambiente. Según ellos, la principal propiedad de los circuitos corticales es la plasticidad, la capacidad de adaptarse. En efecto, las células nerviosas ajustan permanentemente sus sinapsis en función de la información de entrada que reciben. Pero en este caso, dado el impedimento del ingreso de información visual y motriz, Felipe debería haberse convertido en un ser profundamente diferente. ¿Por obra de qué milagro logró desarrollar facultades cognitivas estrictamente normales?

El caso de Felipe está lejos de ser un hecho aislado: todos conocen las historias de Helen Keller o de Marie Heurtin, las dos fueron sordas y ciegas de nacimiento que, tras duros años de aislamiento social, aprendieron lengua de señas y lograron desarrollarse como pensadoras y escritoras brillantes.^[2] A lo largo de estas páginas, ustedes y yo tendremos otros encuentros que, según espero, cambiarán por completo sus ideas sobre el aprendizaje. Conocerán a Emmanuel Giroux, ciego des-

de los 11 años, eximio matemático especializado en geometría. Parafraseando al zorro de *El Principito* de Saint-Exupéry, Emmanuel afirma convencido: "En geometría, lo esencial es invisible a los ojos; solo se puede ver bien con la mente". ¿Cómo llega este hombre ciego a pasearse ágilmente por los abstractos espacios de la geometría algebraica, a manipular planos, esferas y poliedros, sin haberlos visto siquiera una vez? Descubriremos que utiliza los mismos circuitos cerebrales que otros matemáticos, con la única salvedad de que su corteza visual, lejos de permanecer inactiva, se recicló también para hacer matemáticas.

Además, les presentaré a Nico, un joven pintor que, durante una visita al museo Marmottan-Monet de París, logró hacer una excelente copia del famoso cuadro de Monet *Impresión, sol naciente* (figura 1). ¿Qué tiene esto de excepcional? Nada, excepto que su cerebro no posee más que un solo hemisferio, el izquierdo: ¡cuando Nico tenía 3 años le fue extirpada casi la totalidad del hemisferio derecho! Su cerebro, entonces, aprendió a alojar en un solo hemisferio todos sus talentos: el habla, la lectura y la escritura, el dibujo, la pintura, la informática e incluso la esgrima, deporte del que es campeón internacional en silla de ruedas. Por favor, olviden todo lo que crean saber acerca de los respectivos roles de los dos hemisferios, porque la vida de Nico prueba que es completamente posible convertirse en un artista sin ayuda del hemisferio derecho: la plasticidad cerebral parece obrar milagros.

En nuestra travesía visitaremos también los siniestros orfanatos de Bucarest donde se tenía a los niños en un estado de cuasiabandono desde su nacimiento. Al ampliar un poco nuestro rango de observación, notaremos que tiempo después, pese a todo, algunos de ellos, que fueron adoptados antes de cumplir 1 o 2 años, tuvieron una trayectoria escolar casi normal.