



integración sensorial

Principio # 9

Estimule más sentidos.



CADA VEZ QUE Tim ve la letra “E”, ve también el color rojo. Y describe el cambio de color como si estuviera repentinamente forzado a ver el mundo con unos lentes teñidos de rojo. Cuando aparta la mirada de la letra “E”, el mundo regresa a la normalidad, hasta encontrarse con la letra “O”. Entonces el mundo se vuelve azul. Para Tim, leer un libro es como estar en una discoteca. Durante mucho tiempo, creyó que esto le sucedía a todo el mundo, pero cuando descubrió que no le sucedía a *nadie* —al menos a nadie dentro de su círculo más cercano—, empezó a sospechar que estaba loco. Ninguna de las dos impresiones era correcta, por supuesto. Tim sufre —si esa es la palabra adecuada— una afección cerebral llamada *sinestesia*, que aunque solo la experimenta una en dos mil personas (algunos creen que una en doscientas), es una conducta acerca de la cual los científicos no saben casi nada. A primera vista, pareciera que hay un corto circuito entre el procesamiento de diversas informaciones sensoriales. Y si los científicos pudieran establecer con certeza lo que sucede cuando falla el procesamiento sensorial, podrían entender mejor qué sucede cuando funciona. Por tanto, la sinestesia aviva la curiosidad de los científicos interesados en descubrir cómo procesa el cerebro los diversos modos de *sentir* el mundo. Y el efecto

que esto tiene en el aprendizaje es la esencia de la regla #9: estimular más sentidos al mismo tiempo.

Fiebre de sábado en la noche

El simple hecho de que podamos detectar algo siempre me ha parecido un pequeño milagro. Por una parte, el interior de la cabeza es un lugar oscuro y silencioso, solitario como una cueva. Por otra parte, la cabeza crepita con las percepciones del mundo entero; la vista, el sonido, el gusto, el olor y el tacto, frenéticos como una fiesta universitaria. ¿Cómo es posible? Durante un buen tiempo, nadie podía entenderlo. Los griegos no creían que el cerebro hiciera gran cosa. Estaba allí, simplemente, como una pila inerte de arcilla (en realidad, el cerebro no produce siquiera suficiente electricidad como para hacernos sentir un pinchazo en el dedo). Aristóteles creía que el corazón se encargaba de toda la acción, al bombear la sangre roja y sustanciosa las 24 horas del día. El corazón, según Aristóteles, albergaba la "llama vital de la vida", un fuego que producía el calor necesario para darle al cerebro una misión: actuar como dispositivo de enfriamiento (y creía que los pulmones también le ayudaban). Tal vez por herencia de nuestro mentor macedonio, hoy en día seguimos usando la palabra "corazón" para describir muchos aspectos de la vida mental.

¿Cómo percibe el mundo el cerebro, que se la pasa rumiando en su cueva aislada entre su caja de huesos? Pensemos en el siguiente ejemplo: es sábado en la noche y estamos en una discoteca. El ritmo de la música se impone, fastidiosa e hipnóticamente, y usted lo siente más en el cuerpo que en los oídos. Las luces láser recorren la sala. Los cuerpos se mueven. El olor a alcohol, comida frita y el humo de sustancias ilegales se mezcla en la atmósfera como una segunda banda sonora. En un rincón, una amante rechazada llora

Hay tanta información, que usted empieza a sentir dolor de cabeza y entonces sale a respirar un poco de aire fresco. La amante rechazada lo sigue.

Instantáneas como esta ilustran la increíble cantidad de información sensorial que el cerebro debe procesar simultáneamente. El cerebro recibe información física externa e información emocional interna en una sucesión infinita de sensaciones. El ejemplo de la discoteca puede parecer extremo, pero es probable que allí no haya más información de la que experimentaríamos normalmente en la calle de una gran ciudad. El cerebro percibe, religiosamente, los pitidos de los autos, los gritos de los vendedores ambulantes, la señal del cruce peatonal y la gente que avanza a toda velocidad, así como podía oír el ritmo palpitante y oler los cigarrillos en la discoteca. El cerebro es asombroso. Y nosotros, que vivimos en el mundo de la neurociencia, apenas empezamos a entender cómo lo hace.

Los científicos suelen citar una experiencia denominada efecto McGurk para explicar la integración sensorial. Supongamos que unos investigadores le mostraran un video de una persona que dice la sílaba "ga". Sin que usted lo supiera, sin embargo, los investigadores apagaron el sonido del video original y superpusieron el sonido "ba". Cuando le piden que oiga el video con los ojos cerrados, usted oye la sílaba "ba" sin problemas. Pero si abre los ojos, su cerebro se encuentra repentinamente con que los labios forman la sílaba "ga" mientras sus oídos siguen oyendo "ba". El cerebro no sabe qué hacer con esta contradicción y entonces se inventa algo. Y si usted es como la mayoría de las personas, lo que oirá cuando ve el video con los ojos abiertos es la sílaba "da". Así es como el cerebro equilibra lo que oye y lo que ve, he ahí su necesidad de lograr la integración.

Pero no hace falta estar en un laboratorio para demostrar esto. Basta con ir al cine. Los actores que vemos conversando en la pantalla no están hablándose mutuamente en realidad. Sus voces provienen de los parlantes astutamente ubicados en distintos lugares

de la sala: detrás de nosotros, y al lado, pero ninguno en las bocas de los actores. Sin embargo, creemos que las voces vienen de esas bocas. Nuestros ojos ven como los labios se mueven al tiempo con las palabras que oyen nuestros oídos, y el cerebro combina esta experiencia para hacernos creer que el diálogo viene de la pantalla. Combinados, estos sentidos producen la sensación de que alguien está hablando al frente de nosotros, cuando en realidad nadie es hablando frente a nosotros.

Cómo se integran los sentidos

Los análisis como estos han llevado a los científicos a proponer una serie de teorías acerca de cómo se integran los sentidos. En un extremo de este largo continuo hay ideas que me recuerdan a los ejércitos británicos durante la Guerra de la Revolución. Y en el otro extremo hay ideas que me recuerdan a los estadounidenses y cómo los combatieron. Los británicos, aferrados a las tradiciones de los combates terrestres europeos, tenían una gran planificación central. Los oficiales superiores reunían la información de los líderes del campo de batalla y después hacían públicas sus órdenes. Los estadounidenses, aferrados a ninguna tradición, usaban tácticas de guerrilla: análisis en el terreno y toma de decisiones antes de consultar con un comando central.

Pensemos en el sonido de un disparo sobre un campo verde durante esa contienda. Siguiendo el modelo británico de esta experiencia, nuestros sentidos funcionarían separadamente, enviando la información al comando central del cerebro, donde se encuentran sus sofisticados centros de percepción. Solo en estos centros del cerebro combina las diversas informaciones sensoriales para lograr una percepción cohesionada del entorno. Los oídos oyen el fusil y producen un informe completo de lo ocurrido. Los ojos ve-

el humo del disparo, que se alza sobre el terreno, y procesan la información por separado para producir un informe visual del suceso. La nariz, al oler la pólvora, hace lo mismo. Así, todos envían sus datos al comando central, donde se combinan para crear una percepción cohesionada, y el cerebro anuncia entonces a los soldados lo que acaba de experimentar. El proceso puede dividirse en tres pasos:

PASO 1: SENSACIÓN

Aquí es donde capturamos las energías del entorno que se abren paso a través de nuestros orificios y se restriegan contra nuestra piel. El esfuerzo implica traducir esta información exterior al lenguaje eléctrico comprensible por el cerebro.

PASO 2: ENRUTAMIENTO

Una vez la información se ha traducido al idioma del cerebro, es enviada a las regiones cerebrales indicadas para su procesamiento. Las señales de la vista, el oído, el tacto, el gusto y el olor se procesan en lugares específicos. La región llamada tálamo, esa estructura bien conectada y con forma de huevo que está en la mitad de nuestro "segundo cerebro", ayuda a supervisar la mayor parte de estos enrutamientos.

PASO 3: PERCEPCIÓN

Los distintos sentidos empiezan a fusionar la información. Las señales integradas son enviadas a regiones del cerebro mucho más complejas (llamadas regiones superiores), y entonces empezamos a percibir lo que nos han transmitido nuestros sentidos. Como veremos próximamente, este último paso tiene características que van de lo sencillo a lo complejo y de lo complejo a lo sencillo.

El modelo estadounidense hace las cosas de otro modo. Aquí, los sentidos trabajan juntos desde el principio, consultándose e

influyéndose mutuamente desde las etapas tempranas del proceso. Cuando el oído y la vista captan el disparo y el humo simultáneamente, las dos impresiones se consultan entre sí. Perciben que los sucesos se están produciendo conjuntamente, sin consultárselo ninguna autoridad superior. La imagen de un fusil que se dispara sobre un campo verde aparece en el cerebro del observador. Los pasos siguen siendo sensación, enrutamiento y percepción, pero en cada paso, se añade que "las señales empiezan a comunicarse inmediatamente, influyendo en las rondas subsiguientes del procesamiento de señales". El último paso, el de la percepción, no es donde empieza la integración sino donde culmina.

¿Cuál es el modelo correcto? Los datos apuntan en dirección del segundo, pero la verdad es que nadie sabe cómo funciona. Hay sugerencias seductoras de que los sentidos se ayudan mutuamente y con una coordinación muy precisa. En este capítulo nos interesa principalmente lo que sucede después de la sensación y el enrutamiento, es decir, una vez lograda la percepción.

De lo sencillo a lo complejo y viceversa

Podemos ver lo importante que es este último paso al examinar lo que sucede cuando falla. Oliver Sacks se refiere a un paciente al que llama doctor Richard y quien había perdido diversas capacidades de procesamiento perceptivo. El doctor Richard no tenía ningún problema de vista, pero no siempre lograba darle sentido a lo que veía. Cuando un amigo entraba en la habitación y se sentaba en una silla, el doctor Richard no percibía las distintas partes del cuerpo como parte de una misma persona. Sólo cuando la persona se levantaba de la silla podía reconocer las partes como pertenecientes a un mismo cuerpo. Si se le mostraba una fotografía de personas en un estadio, el doctor Richard identificaba el mismo color de la ropa de

distintas personas como un “conjunto” de cierto tipo, pero no podía verlo como parte de distintas personas. Lo que es aun más interesante, no siempre podía percibir estímulos multisensoriales como pertenecientes a una misma experiencia. Esto se observaba cuando el doctor Richard intentaba ver a alguien que estaba hablando. A veces le costaba hacer la conexión entre el movimiento de los labios del hablante y el discurso. Los dos estímulos estaban desincronizados. En ocasiones, el doctor Richard describía la experiencia como “ver una película mal doblada”.

Dada la ventaja evolutiva que implica ver el mundo como un todo, a los científicos les inquieta profundamente el problema de la integración. Se preguntan: ¿Qué sucede en cuanto el tálamo ha cumplido su misión distribuidora? La información, diseccionada y distribuida ampliamente por el paisaje cerebral, debe ser reensamblada (algo que no se le daba muy bien al doctor Richard). ¿Dónde y cómo empieza a fundirse en el cerebro la información proveniente de diversas fuentes?

El dónde es más fácil que el cómo. Sabemos que la mayor parte de este sofisticado proceso se da en regiones conocidas como cortezas de asociación. Las cortezas de asociación son áreas especializadas que están en diversas partes del cerebro, incluyendo los lóbulos parietales, temporales y frontales. No son exactamente regiones sensoriales ni tampoco regiones motoras, sino puentes entre las unas y las otras (de ahí su nombre, *de asociación*). Los científicos creen que, para lograr la percepción, estas regiones usan procesos que van tanto de lo sencillo a lo complejo como de lo complejo a lo sencillo. A medida que las señales sensoriales ascienden a órdenes cada vez más altas del procesamiento neural, intervienen estos procesos asociativos.

El escritor Somerset Maugham dijo en una ocasión: “Hay solo tres reglas para escribir una novela. Desafortunadamente, nadie sabe cuáles son”. Después de que sus ojos han leído esta oración, y

su tálamo ha esparcido diversos aspectos de la misma por el interior de su cerebro, los procesadores que van de lo sencillo a lo complejo se ponen manos a la obra. El sistema visual (del que hablaremos más detalle en el capítulo sobre la vista) es un clásico procesador de lo sencillo a lo complejo. ¿Qué sucede? Los detectores de rasgos —que actúan como los auditores de una empresa de contabilidad— reciben los estímulos visuales de la oración. Esos auditores inspeccionan todos los elementos estructurales de cada letra en cada palabra de la cita de Maugham. Escriben un informe, una idea visual compuesta de letras y palabras. Un arco al revés se convierte en la letra “U”. Dos líneas rectas que se encuentran en un ángulo recto convierten en la letra “T”. Combinaciones de líneas rectas y curvas dan lugar a la palabra “tres”. La información escrita contiene una gran cantidad de rasgos visuales, y ese informe requiere una buena dosis de esfuerzo y tiempo para su organización. Esa es una de las razones por las cuales la lectura es una forma relativamente lenta de llevar información al cerebro.

Luego viene el procesamiento que va de lo complejo a lo sencillo. Esto puede compararse con una junta directiva que lee el informe de los auditores y reacciona ante este. Se hacen comentarios y se analizan las secciones a la luz del conocimiento preexistente. La junta cerebral ha oído antes la palabra “tres”, por ejemplo. Incluso algunos de sus miembros han oído hablar de W. Somerset Maugham y traen a su mente la película llamada *Cautivo del deseo*, que usted vio en una clase de historia del cine. Así se añade o se sustrae información de la corriente de datos. El cerebro puede incluso alterar la corriente de datos si así lo decide. Y lo decide así con mucha frecuencia.

Esta actividad interpretativa es el dominio del procesamiento que va de lo complejo a lo sencillo. A estas alturas, el cerebro nos hace partícipes, generosamente, del hecho de que estamos haciendo algo. Puesto que las personas tienen experiencias anteriores

únicas, aportan distintas interpretaciones a sus análisis que van de lo complejo a lo sencillo. Además, dos personas pueden recibir una misma información y resultar con unas percepciones muy distintas. Y esto nos hace pensar. No hay ninguna garantía de que nuestro cerebro percibirá fielmente el mundo, ni siquiera si otras partes del cuerpo pueden hacerlo.

Así, pues, la vida está llena de las cualidades complejas del sonido, las imágenes visuales, las formas, las texturas, los sabores y los olores, y el cerebro trata de simplificar ese mundo añadiendo más confusión. Para esto se requieren grandes grupos de receptores, cada uno a cargo de un atributo sensorial particular, para actuar simultáneamente. Para que podamos saborear la riqueza y diversidad de la percepción, el sistema nervioso central debe integrar la actividad de poblaciones sensoriales enteras. Y lo hace al enviar señales eléctricas a través de un matorral casi apabullante de concurrencias neurales superiores y mucho más complejas. Por último, y finalmente, percibimos algo.

Supervivencia gracias al trabajo en equipo

Hay muchos tipos de sinestesia; más de cincuenta, según un artículo. Uno de los más extraños muestra que incluso cuando el cableado del cerebro se confunde, los sentidos siguen trabajando en equipo. Hay personas que ven una palabra y de inmediato sienten un sabor en la lengua. Y no se trata de la típica reacción de “se me hace agua la boca”, como cuando pensamos en el sabor de una chocolatina después de oír la palabra “chocolate”. Es como ver la palabra “cielo” en una novela y, de repente, sentir el sabor de un limón en la boca. Un experimento ingenioso demostró que incluso cuando la persona no podía recordar la palabra exacta, podía sentir el sabor, siempre y cuando se le diera una descripción generalizada de la palabra en

cuestión. Datos como este ilustran el hecho de que los procesos sensoriales están cableados para trabajar en equipo. He aquí el corazón de esta regla del cerebro: estimular más sentidos.

Las razones evolutivas de esta observación son sencillas: durante nuestro desarrollo, nuestra cuna del África Oriental no desveló información sensorial un sentido por uno. No tenía *solo* estímulos visuales, cual película muda, para luego, unos cuantos millones de años después, adquirir una pista de sonido y, luego, olores y texturas. Para cuando abandonaron los árboles, nuestros antepasados encontraron con un mundo multisensorial y eran ya unos campeones en el arte de experimentarlos.

Varios experimentos interesantes respaldan estas ideas. Hace unos años, los científicos pudieron escudriñar el cerebro mediante la tecnología de la obtención de imágenes por resonancia magnética. Y les hicieron una trampa a los sujetos del estudio: les enseñaron un video de alguien que hablaba, pero sin sonido. Al examinar lo que hacía el cerebro de los individuos, los investigadores descubrieron que el área responsable de procesar el sonido, la corteza auditiva, veía estimulada como si la persona estuviera oyendo el sonido. Cuando se les presentaba una persona haciendo muecas, la corteza auditiva permanecía inactiva. Tenía que ser una información visual *relacionada* con el sonido. Claramente, las informaciones visuales influyen en las auditivas, incluso con el sonido apagado.

En otro experimento realizado más o menos al mismo tiempo, los investigadores mostraron a los sujetos unos breves destellos cerca de sus manos, en las que habían instalado un estimulador táctil. A veces, los investigadores encendían el estimulador cuando aparecía el destello, a veces no. Sin importar cuántas veces lo hicieron, la parte visual del cerebro se activaba con más fuerza cuando se compaginaba con la respuesta táctil. Los investigadores podían literalmente, producir un impulso en el sistema visual al introducir el tacto. Este efecto se llama reforzamiento multimodal.

Asimismo, la presencia de múltiples sentidos incide en nuestra capacidad de detectar estímulos. A la mayoría de la gente, por ejemplo, le cuesta ver una luz titilante si la intensidad de la luz se disminuye gradualmente. Los investigadores decidieron examinar ese umbral coordinando con precisión un sonido breve con la luz parpadeante. En efecto, la presencia del sonido alteraba el umbral. Los sujetos indicaban que podían ver la luz mucho más allá del límite normal si el sonido formaba parte de la experiencia.

Estos datos resaltan los poderosos instintos integradores del cerebro. Y al ser conscientes de que el cerebro hincó su diente evolutivo en un entorno abrumadoramente multisensorial, podríamos suponer que cuanto más multisensorial sea el entorno, más afiladas estarán las capacidades de aprendizaje. Asimismo, podríamos suponer que lo contrario también es cierto: el aprendizaje es menos eficaz en un entorno unisensorial. Eso es exactamente lo que descubrimos, y tiene implicaciones directas en el campo de la educación y de los negocios.

La integración del aprendizaje

El psicólogo cognitivo Richard Mayer es, probablemente, la persona que más ha explorado el vínculo entre la exposición multimedia y el aprendizaje. Uno de sus experimentos funciona así: un grupo recibe una información a través de un sentido (digamos, el oído); otro recibe la misma información a través de otro sentido (digamos, la vista), y el tercero recibe la misma información a través de ambos sentidos.

A los grupos del ambiente multisensorial siempre les va mejor que a los unisensoriales. Tienen un recuerdo más certero; un recuerdo con mejor resolución y mayor duración, pues se hace evidente incluso veinte años después. Además mejora su capacidad de resolver

problemas. En un estudio, el grupo expuesto a las presentaciones multisensoriales produjo más del doble de soluciones más creativas en una prueba de resolución de problemas que los estudiantes vieron presentaciones unisensoriales. Y en otro estudio, la mejora fue de más del 75 por ciento.

Los beneficios de la información multisensorial también se ven en otros aspectos físicos. Nuestros músculos reaccionan más rápidamente, el oído para detectar estímulos mejora y nuestros ojos reaccionan a los estímulos visuales con mayor velocidad. Y esto no sucede solo con la combinación del sonido con la vista. Cuando el tacto se combina con la información visual, el aprendizaje mejora casi en un 50 por ciento. El simple hecho de combinar los datos unisensoriales implica mejoras mucho más grandes de lo que uno pensaría. En otras palabras, los beneficios de las presentaciones multisensoriales son mayores que la suma de sus partes. Mejor dicho: las presentaciones multisensoriales son el camino a seguir.

Se han dado muchas explicaciones para dar cuenta de estas conclusiones, y la mayoría tienen que ver con la memoria operativa. Como recordará, la memoria operativa, anteriormente denominada memoria a corto plazo, es un complejo espacio de trabajo que permite al estudiante retener información durante un periodo breve. También recordará su importancia para los salones de clase y las salas de negocios. Lo que sucede en el volátil mundo de la memoria operativa incide profundamente en el hecho de si algo que se enseña también se aprende.

Todas las explicaciones acerca del aprendizaje multisensorial también tienen que ver con una peculiaridad aparentemente ilógica que ronda en su meollo mecanicista: la información extra, dada al momento del aprendizaje, beneficia al aprendizaje. Es como decir que si llevamos dos morrales pesados a una excursión en vez de uno, haremos nuestro viaje más rápido. He aquí el proceso "elaboración"

que vimos en el capítulo sobre la memoria a corto plazo. En otras palabras: el procesamiento cognitivo extra es el que ayuda al estudiante a integrar el nuevo material con la información anterior. Y las experiencias multisensoriales son, por supuesto, más elaboradas. ¿Acaso por eso funcionan? Eso piensa Richard Mayer, así como otros científicos que también han examinado el reconocimiento y el recuerdo.

Otro ejemplo de sinestesia respalda estas conclusiones. ¿Recuerda las asombrosas capacidades mentales de Solomon Shereshevskii? Podía oír una lista de setenta palabras una vez, repetir toda la lista sin equivocarse (de principio a fin, o al revés) y luego citar la lista, sin equivocarse, quince años después. Shereshevskii presentaba múltiples categorías de (dis)capacidad. Sentía que algunos colores eran cálidos o fríos, y esto es común. Pero también creía que el número 1 era un hombre orgulloso y fornido, y que el número 6 era un hombre con un pie hinchado; y esto no es común. Su imaginación podía llegar a extremos alucinatorios: “Una vez fui a comprar un helado [...] Me acerqué a la vendedora y le pregunté qué tipo de helados tenía. ‘Helados de fruta’, respondió. Pero lo hizo con un tono tal, que una montaña entera de carbones, de cenizas negras, irrumpió de su boca, y no fui capaz de comprar ningún helado después de su forma de responder”.

Shereshevskii estaba claramente en su propio universo mental, pero su caso ilustra un principio mucho más general. Casi todas las personas con sinestesia responden a la pregunta “¿Para qué sirve esta información extra?” con una respuesta inmediata e inequívoca: “Ayuda a recordar”. En vista de esta unanimidad, los investigadores se han preguntado durante años si hay una relación entre la sinestesia y una capacidad mental sobresaliente.

Y la hay. Las personas con sinestesia suelen hacer gala de una capacidad mnémica poco común; en algunos casos fotográfica. Y la mayoría de estas personas califica estas experiencias extrañas de

muy placenteras, lo que, gracias a la dopamina, ayuda a la fijación de la memoria.

Reglas para el resto de nosotros

Durante décadas, Mayer ha aislado una serie de reglas para la presentación multimedia, vinculando lo que sabemos acerca de la memoria operativa con sus propias conclusiones empíricas sobre la influencia de la exposición multimedia en el aprendizaje humano. A continuación, resumo cinco de estas reglas:

1) *Principio multimedia*: Los estudiantes aprenden mejor con palabras e imágenes que con palabras solas.

2) *Principio de la contigüidad temporal*: Los estudiantes aprenden mejor cuando se les presentan simultáneamente palabras e imágenes que se corresponden que cuando se les presentan sucesivamente.

3) *Principio de la contigüidad espacial*: Los estudiantes aprenden mejor cuando se les presentan unas palabras e imágenes que se corresponden que cuando se les presentan separadas en la página o en la pantalla.

4) *Principio de la coherencia*: Los estudiantes aprenden mejor cuando se excluye material superfluo en lugar de incluirlo.

5) *Principio de la modalidad*: Los estudiantes aprenden mejor de la animación y la narración que de la animación con texto en pantalla.

Aunque son maravillosamente empíricos, estos principios son relevantes para la combinación de solo dos sentidos: la vista y el oído.

oído. Pero tenemos otros tres sentidos que también son capaces de contribuir con el entorno educativo. Empezando por la historia de un talentoso veterano de combate, exploremos lo que sucede si añadimos tan sólo uno más: el olor.

Meter las narices en ello

En una ocasión, oí una historia sobre un hombre que abandonó sus estudios de medicina debido a su nariz. Para entender esta historia, tiene que saber algo acerca del olor a cirugía, y tiene que haber matado a alguien. La cirugía puede ser una experiencia muy olorosa. Al abrir el cuerpo de una persona, se cortan sus vasos sanguíneos, y para evitar que la sangre interfiera con la operación, los cirujanos usan una herramienta cauterizante para cerrar la herida quemándola, lo que inunda el quirófano con el olor acre de la carne achicharrada. La guerra puede oler igual. Y el estudiante de medicina de la historia era un veterano de Vietnam con una dura experiencia en el combate. Sin embargo, al regresar de la guerra, no parecía sufrir ningún efecto de aversión. No presentaba ningún trastorno de estrés postraumático y se convirtió en un estudiante universitario de alto rendimiento que fue aceptado en la facultad de medicina. Hasta que empezó su primera rotación en cirugía. Al entrar en el quirófano, el ex soldado olió la carne ardiente bajo el cauterizador y el olor le trajo el recuerdo inmediato de un combatiente enemigo al que había disparado en el rostro, a quemarropa; una experiencia que había reprimido durante años. El recuerdo lo hizo doblarse literalmente en dos y tuvo que abandonar la habitación, llorando; los ruidos borboteantes de su enemigo moribundo retumbaban en sus oídos, los helicópteros de evacuación rugían a lo lejos. El hombre revivió esa experiencia durante todo el día, y tarde en la noche empezó a

recordar otros sucesos igualmente terribles, uno tras otro. Al día siguiente, se retiró del programa de medicina.

Esta historia es ilustrativa de algo que los científicos han descubierto durante años: el olor puede evocar el recuerdo. A esto se le conoce como el efecto Proust. Hace cien años, Marcel Proust, el escritor francés de *En busca del tiempo perdido*, habló profusamente de los olores y su capacidad de suscitar recuerdos lejanamente olvidados. Y en el laboratorio, experimentos típicos han investigado la insólita capacidad de un olor para fortalecer la recuperación del recuerdo. Por ejemplo, a dos grupos de personas se les asigna la tarea de ver una película juntos para después presentarse en el laboratorio y hacer un test de memoria. El grupo de control entra en una habitación que no ha sido manipulada y hace la prueba. El grupo experimental hace la prueba en una habitación inundada por el olor a palomitas de maíz. Y los resultados, que miden la cantidad de sucesos recordados, la exactitud de esos recuerdos, ciertas características específicas, etc., pueden ser pasmosos. Algunos investigadores indican que los grupos experimentales pueden recuperar fielmente el doble de recuerdos que los grupos de control. Otros señalan una diferencia del veinte por ciento; otros solo del diez.

Una forma de reaccionar ante estos datos es exclamar: "¡Vaya!". Otra es preguntarse: "¿Por qué esa disparidad en los resultados?". Una razón importante está en que los resultados dependen del tipo de memoria que se evalúe y de la metodología que se utilice. Por ejemplo, los investigadores han descubierto que algunos tipos de memoria son sumamente sensibles a los olores y otros son casi insensibles. Los olores parecen tener una gran influencia cuando a los sujetos se les pide recuperar los aspectos emocionales del recuerdo, como lo experimentó el estudiante de medicina, o recuperar recuerdos autobiográficos. Y los mejores resultados se obtienen si los olores son congruentes. El experimento de la película realizado en una habitación bañada en olor a gas

no arroja los mismos resultados positivos que con el olor a palomitas de maíz.

Los olores no son muy efectivos para la recuperación de la memoria explícita. Podemos hacer que el olor le de un empujoncito a los resultados de este tipo de tests, pero solo si los sujetos están comprometidos emocionalmente —y esto quiere decir estresados, por lo general— antes de empezar el experimento. (Por alguna razón, una de las formas favoritas de lograr este efecto es mostrándoles a los sujetos imágenes de la circuncisión de unos jóvenes aborígenes australianos.) En todo caso, hay pruebas recientes que demuestran que el olor puede mejorar la recuperación de la memoria explícita mientras dormimos; tema que retomaremos próximamente. ¿Hay alguna razón que explique la existencia del efecto Proust, es decir, el hecho de que el olor evoca el recuerdo? Puede que la haya, pero, para entenderla, necesitamos saber un poco acerca de cómo se procesa el olor en el cerebro.

Justo en el espacio que hay entre los ojos, tenemos una especie de parche de neuronas, más o menos del tamaño de una estampilla, conocido como la región olfativa. La superficie exterior de esta región, la que está más cerca del aire de la nariz, es el epitelio olfativo. Cuando inhalamos, las moléculas del olor entran en la cavidad nasal y chocan con los nervios que hay allí. Esto, en sí, es algo asombroso, puesto que esa cavidad siempre está cubierta por una gruesa capa de mocos. De alguna manera, estos bioquímicos persistentes se abren camino por entre la mucosidad y rozan con unos pequeños receptores de proteínas que están esparcidos por todos los nervios del epitelio olfativo. Estos receptores pueden reconocer una buena cantidad de moléculas que evocan los olores. Cuando esto sucede, las neuronas empiezan a activarse con excitación, y entonces estamos a punto de oler algo. El resto del viaje se da en el cerebro. Los nervios del epitelio olfativo, ahora muy ocupados, parlotean cual adolescentes con un grupo de nervios que está justo encima de

ellos, en el bulbo olfativo. Estos nervios ayudan a separar las señales enviadas por el epitelio.

Y aquí viene la parte interesante de la historia. A estas alturas cualquier otro sistema sensorial tendría que enviar una señal al tálamo y pedirle permiso para conectarse con el resto del cerebro, incluyendo los niveles superiores donde tiene lugar la percepción. Así los nervios que transportan la información acerca del olor de un jefe de estado que se pasea en un desfile, las señales olfativas van por encima del tálamo y van directamente a sus metas cerebrales sin necesidad de ningún intermediario entrometido.

Una de esas metas es la amígdala, y es a estas alturas cuando el efecto Proust empieza a cobrar sentido. Como recordará, la amígdala supervisa no sólo la formación de las experiencias emocionales, sino también el *recuerdo* de esas experiencias emocionales. Y como que el olor estimula a la amígdala directamente, el olor estimula directamente las emociones. Las señales olfativas también viajan desde la corteza en dirección a la corteza orbitofrontal, una parte del cerebro que está justo arriba y detrás de los ojos, y profundamente implicada en la toma de decisiones. De modo que el olor juega un papel importante en la toma de decisiones. Es como si el olor dijera: "Me gusta que seas tan importante que voy a darte una emoción memorable. ¿Qué piensas hacer al respecto?".

Las señales olfativas parecen tener mucha prisa por llegar a estas alturas, tanta, que las células receptoras del olfato no están custodiadas por ninguna barrera protectora. Un caso muy diferente al de la mayoría de las células sensoriales receptoras: las neuronas receptoras de la vista, en la retina, están protegidas por la córnea. Las neuronas receptoras del oído están protegidas por el tímpano. Pero lo único que protege a las neuronas receptoras del olfato son los mocos. Por lo demás, están expuestas directamente al aire.

Ideas

No hay duda de que diversas pistas, ofrecidas por medio de distintos sentidos, favorecen al aprendizaje. Aceleran las reacciones, aumentan la precisión, mejoran la detección de estímulos y enriquecen la codificación en el momento del aprendizaje. Sin embargo, no estamos sacando provecho de estos beneficios con regularidad en nuestros salones de clase y nuestras salas de juntas. A continuación, unas cuantas ideas que me vienen a la mente.

Lecciones escolares multisensoriales

Como vimos en el capítulo sobre la atención, los minutos iniciales de una clase son terreno sagrado en términos de cognición. Es el momento en que los profesores tienen más mentes estudiantiles prestándoles atención. Si las presentaciones durante ese momento clave fueran multisensoriales, aumentaría la retentiva en general. En los capítulos sobre la memoria vimos que repetir información a intervalos regulares ayuda a estabilizar el recuerdo. ¿Y si introdujéramos la información dentro de una experiencia multisensorial, y luego repitiéramos no solo la información sino también uno de los modos de esa presentación multisensorial? La primera re-exposición podría hacerse visualmente, por ejemplo; la siguiente, auditivamente; la tercera, cinestésicamente. ¿Ayudaría esto a aumentar la retentiva en ambientes de la vida real, al impulsar la influencia, de por sí sólida, de la repetición?

Y, por favor, no sigamos descuidando nuestros demás sentidos. Hemos visto que el tacto y el olor pueden contribuir de manera poderosa con el proceso del aprendizaje. ¿Y si empezáramos a pensar seriamente en cómo adoptarlos en los salones de clase, en combinación con nuestras presentaciones tradicionales? ¿Podríamos aprovechar así sus efectos estimulantes?

Un estudio mostró que una combinación de olor y sueño mejoraba la consolidación de la memoria explícita. El encantado experimento se valía de un juego de cartas al que mis hijos y yo jugamos con regularidad. Para ello se necesita una baraja especial que compramos en un museo y que está compuesta por 52 cartas con 26 pares de animales. Se ponen todas las cartas boca abajo; se van seleccionando dos cartas cada vez para ir encontrando parejas, y el que encuentre más parejas, gana. Es un test de memoria explícita.

En el experimento, los grupos de control jugaron el juego normalmente. No así los grupos experimentales, que jugaron en presencia de un aroma a rosas. Después se fueron todos a dormir. Lo del grupo de control durmieron normalmente. Sin embargo, en cuanto empezaron los ronquidos de los grupos experimentales, los investigadores inundaron sus habitaciones con el mismo aroma a rosas. Y al despertar, examinaron el conocimiento de los sujetos acerca de la posición de las parejas de animales descubiertas el día anterior. Los sujetos que no habían oído el aroma respondieron correctamente en un 86 por ciento de las veces. Los que se vieron re-expuestos al aroma respondieron correctamente en un 97 por ciento de las veces. Experimentos realizados con técnicas de imagenología han demostrado la implicación directa del hipocampo. Por tanto, es muy posible que el olor realce el recuerdo durante el procesamiento "en estado desconectado" que se produce normalmente mientras dormimos.

En el competitivo mundo del desempeño escolar, hay padres que morirían por darles a sus hijos un once por ciento de ventaja frente a sus rivales. Y algunos directores ejecutivos apreciarían también una ventaja tal frente a los accionistas ansiosos.

Publicidad sensorial

La escritora Judith Viorst señaló en una ocasión: “La fortaleza es la capacidad de romper una barra de chocolate en cuatro pedazos y luego comerse solo uno”. Ella se refería, por supuesto, al poder de la premeditación, pero es un testimonio del poder de la emoción para incitar a la acción.

Pues eso es lo que hacen las emociones: influir en las motivaciones. Como vimos en el capítulo de la atención, el cerebro usa las emociones para escoger ciertos datos e inspeccionarlos mejor. Dado que el olor estimula regiones del cerebro que son responsables de la creación tanto de emociones como de recuerdos, muchos profesionales de los negocios se han preguntado: “¿El olor, que puede influir en la motivación, podrá incidir también en las ventas?”.

Una empresa puso a prueba los efectos del olor en las ventas y se encontró con un resultado impresionante. Al emanar el aroma a chocolate a través de una máquina expendedora, las ventas aumentaron en un sesenta por ciento. He ahí una gran motivación. La misma empresa instaló una máquina que emanaba un olor a cucurucho de *waffle* cerca de una heladería que tenía problemas por su ubicación (estaba dentro de un hotel enorme y no era fácil de encontrar). Las ventas aumentaron en un cincuenta por ciento, lo que llevó al inventor a acuñar el término “publicidad aromática” para describir dicha técnica.

Bienvenido al mundo de la publicidad sensorial. Una industria entera está empezando a prestarle atención a las reacciones sensoriales de los seres humanos, y el olor es el eje. En un experimento para una tienda de ropa, los investigadores impregnaron sutilmente la sección femenina con un olor a vainilla; un aroma que produce una reacción positiva entre las mujeres. En la sección masculina, difundieron esencia de rosa de Marruecos, una fragancia penetrante cuyo efecto había sido examinado anteriormente en hombres. Los

resultados fueron impresionantes. Al utilizar los aromas, las ventas duplicaron el promedio habitual en cada sección. Y al invertirlo —vainilla en la sección masculina, rosa de Marruecos en la femenina—, las ventas se desplomaron por debajo del promedio habitual. ¿Conclusión? El olor funciona, pero solo cuando se usa de un modo particular. “No podemos usar simplemente un aroma agradable esperar que funcione”, dice Eric Spangenberg, el científico a cargo de la investigación. “Tiene que ser congruente”. Razón por la cual la tienda de café Starbucks no permite que sus empleados usen perfume durante el trabajo, pues esto afecta el seductor aroma del café que sirven y su potencial para atraer clientes.

Los profesionales del mercadeo han empezado a inventar recomendaciones sobre el uso de olores para hacer que una marca destaque: primero, identificar el olor con las esperanzas y necesidades del público objetivo. El agradable olor a café puede llevar a un ocupado ejecutivo a recordar las comodidades del hogar, una sensación muy bienvenida cuando se está a punto de cerrar un negocio. Segundo, integrar el olor con la “personalidad” del artículo en cuestión. El fresco olor del bosque, o el olor salado de una playa, podría evocar una sensación de aventura en un potencial comprador de camionetas deportivas más que, digamos, el olor a vainilla. Recuerde el efecto Proust: el olor puede despertar la memoria.

Olores en el trabajo

¿Y qué hay del papel del aprendizaje en el mundo de los negocios? Me vienen dos ideas a la cabeza, basadas libremente en mis experiencias como profesor. De vez en cuando doy una clase de biología molecular para ingenieros, y en una ocasión decidí hacer mi propio experimento proustiano. (No había nada de riguroso en esta investigación; fue simplemente un experimento informal.) Cada vez que enseñaba un módulo sobre una enzima (llamada ARN

polimerasa II), preparaba el salón echando un poco del perfume Brut en una pared. En una clase idéntica, en otro edificio, enseñaba el mismo módulo pero sin echar el perfume. Después, hacía un examen y echaba el perfume en ambos salones. Cada vez que hacía este experimento, obtenía los mismos resultados. En lo que tenía que ver con la enzima, siempre les iba mejor —a veces muchísimo mejor— a quienes habían estado expuestos al perfume durante el aprendizaje que a los otros.

Y esto me llevó a la siguiente idea. Muchos negocios tienen la necesidad de enseñarles a sus clientes acerca de sus productos, desde cómo implementar un programa de computador hasta cómo reparar motores de avión. Y, por motivos económicos, esas clases suelen ser muy comprimidas en términos de tiempo, espacio e información, noventa por ciento de la cual se olvida al día siguiente. (Para la mayoría de los sujetos, la degradación del recuerdo empieza en las primeras horas después de terminada la lección.) ¿Y si el profesor asignara un olor a cada tema, como mi experimento del Brut? Incluso podría exponer a los alumnos al olor mientras duermen. Así, los estudiantes no podrían evitar asociar la experiencia autobiográfica de la clase —junto con la intensa transferencia de información— con el olor.

Después de la clase, los estudiantes (digamos que están aprendiendo a reparar motores de aviones) regresan a su empresa. Dos semanas después, se encuentran en una habitación llena de motores por reparar. La mayoría habrá olvidado algo de la intensa clase que tomaron y necesitará revisar sus notas. Y esta revisión podría llevarse a cabo en presencia del olor que percibieron durante la clase. ¿Le daría esto un empujón a sus recuerdos? ¿Y si estuvieran expuestos al olor mientras están en el taller arreglando los motores? El recuerdo realzado podría mejorar su desempeño, e incluso evitar errores.

¿Suenan absurdos? Tal vez. En realidad, hay que tener cuidado de separar el aprendizaje dependiente del contexto (recuerde a los

buzos del capítulo 5) de los entornos verdaderamente multisensoriales. Pero es una manera de empezar a pensar en ambientes de aprendizaje que van más allá de nuestra adicción actual a la información audio-visual. Es un campo con muchos frutos potenciales para la investigación; un lugar donde los neurocientíficos, los educadores y los empresarios pueden trabajar juntos de una manera práctica.



Resumen

Principio # 9

Estimule más los sentidos.

- Absorbemos información acerca de un suceso por medio de nuestros sentidos, la traducimos a señales eléctricas (algunas para la vista, otras para el sonido, etc.), distribuimos esas señales a distintas partes del cerebro y luego reconstruimos lo sucedido para, finalmente, percibir el suceso como un todo.
- El cerebro parece basarse, en parte, en experiencias pasadas para decidir cómo combinar esas señales, de modo que dos personas pueden percibir un mismo suceso de maneras muy diferentes.
- Nuestros sentidos evolucionaron para trabajar en equipo—la vista influye en el oído, por ejemplo—, lo que significa que aprendemos mejor si estimulamos distintos sentidos al mismo tiempo.
- Los olores tienen un poder inusual para traernos recuerdos, quizá porque las señales olfativas pasan por encima del tálamo y van directamente a su meta, una de las cuales es esa supervisora de las emociones que llamamos amígdala.

Encuentre más información en la página web [en inglés]:

www.brainrules.net



vista

Principio # 10

La vista domina todos los sentidos.



NO VEMOS CON los ojos, vemos con el cerebro. La prueba la ofrece un grupo de 54 aficionados al vino. Pero espero que esto no lo espante. Para aquel que no cuenta con el entrenamiento adecuado, el vocabulario que los catadores usan para describir el vino puede sonar pedante y recordar más a un psicólogo describiendo a un paciente. (“De complejidad agresiva, con un leve dejo de timidez”, fue algo que escuché alguna vez en una velada de cata de vinos a la que me invitaron por equivocación, y de la que me pidieron que saliera rápidamente al oír mis carcajadas.)

Pero los profesionales se toman estas palabras muy en serio. Existe un vocabulario específico para los vinos blancos y otro para los tintos, y los dos no deben mezclarse nunca. Dada la forma tan individual como cada cual percibe las impresiones sensoriales, muchas veces me he preguntado qué tan objetivos pueden ser realmente estos catadores. Al parecer, lo mismo se preguntó un grupo de neurocientíficos que aterrizó en el epicentro mundial de la cata de vinos, la universidad de Bourdeaux. “¿Qué pasaría si vertiéramos unas gotas de tinte inodoro e insípido en algunos vinos blancos y se los diéramos a probar a cincuenta y cuatro catadores profesionales?”, se preguntaron. “¿Cómo describirían los enólogos un vino

si tan sólo alteráramos el aspecto visual? ¿Detectaría su paladar exquisito la estratagema, o engañaría a sus narices?”. La respuesta es: “Engañaría a sus narices”. Al probar los vinos blancos alterados, todos usaron el vocabulario de los tintos. La información visual parecía haberse impuesto sobre sus otros sentidos, altamente entrenados.

La noticia fue un verdadero festín para la comunidad científica. Se publicaron artículos con títulos como “El color de los olores” y “La nariz huele lo que ven los ojos”. Ese es prácticamente el máximo grado de informalidad e ironía que toleran las prestigiosas revistas de neurociencia, y al leer los artículos, uno casi podía ver el brillo caro en los ojos de los investigadores. Datos como estos señalan aspectos prácticos de nuestra regla #10. El procesamiento visual interviene simplemente en la percepción de nuestro mundo, sino que la domina. Descubramos por qué, comenzando por unos mínimos fundamentos de biología.

Una multitud hollywoodense

Vemos con el cerebro. Tras años de estudio, este descubrimiento fundamental ha resultado ser más complejo de lo que parecer y es más engañoso aun porque los mecanismos de la vista parecen fáciles de comprender. Primero, la luz (en realidad, los grupos de fotones) penetra en nuestros ojos y es curvada por la córnea, esa estructura llena de fluido donde generalmente se acomodan los lentes de contacto. La luz viaja entonces a través del ojo hasta el cristalino, donde se enfoca y choca contra la retina, un grupo de neuronas que hay en la parte posterior del ojo. El choque contra estas células genera señales eléctricas que se dirigen hacia el interior del cerebro a través del nervio óptico. El cerebro interpreta la información eléctrica, y entonces nos hacemos visualmente conscientes.

conscientes. Todos estos pasos parecen ser sencillos y producirse sin esfuerzo; dan la impresión de ser ciento por ciento confiables y capaces de proporcionar una representación exacta de lo que realmente hay en el exterior.

Aunque estamos acostumbrados a concebir nuestra vista en estos términos de alta confiabilidad, nada de lo que dice la frase anterior es cierto. El proceso es sumamente complejo, pocas veces ofrece una representación totalmente precisa del mundo y no es ciento por ciento confiable. Mucha gente piensa que el sistema de visión del cerebro funciona como una cámara que simplemente reúne y procesa los datos visuales en bruto proporcionados por el mundo exterior. Sin embargo, estas analogías solo describen la función del ojo, y no lo hacen particularmente bien. En realidad, experimentamos nuestro entorno visual como una *opinión* de lo que el cerebro cree que hay afuera.

Antes creíamos que el cerebro procesaba informaciones como el color, la textura, el movimiento, la profundidad y la forma en áreas diferenciadas; pensábamos que las estructuras cerebrales les daban sentido a estas características, y que entonces, de repente, obteníamos una percepción visual. Esto es muy similar a los pasos discutidos en el capítulo sobre la integración sensorial: detectar, enviar y percibir a través de métodos que van de lo sencillo a lo complejo y viceversa. Pero cada vez se hace más claro que debemos corregir esta noción. Ahora sabemos que el análisis visual comienza sorprendentemente temprano, cuando la luz choca contra la retina. Antes se creía que esta colisión era un proceso mecánico y automatizado: un fotón impactaba un nervio de la retina, obligándolo a producir una especie de señal eléctrica que finalmente se dirigía a la parte posterior de la cabeza. Todo el ejercicio perceptivo duro ocurría después, en las profundas entrañas del cerebro. Pero existen pruebas contundentes de que esta no es solo una descripción simplista, sino una explicación errada de lo que sucede.

En lugar de actuar como una antena pasiva, la retina procesa rápidamente los patrones eléctricos antes de enviar una señal a la torre de control. Células nerviosas especializadas, están en la parte interna de la retina, interpretan los patrones de los fotones que han impactado en ella y los ordenan a manera de "películas" parciales que luego envían a la parte posterior de la cabeza. Al parecer, la retina está llena de diminutos equipos de Martin Scorsese. Estas películas se conocen como pistas y constituyen abstracciones coherentes, aunque parciales, de características específicas del entorno visual. Aparentemente, una pista transmite una película que podríamos llamar *Encuentro del ojo y el bastidor*, la cual se compone exclusivamente de esbozos y contornos. Otra produce una película que podría llamarse *El encuentro del ojo y el movimiento*, dedicada a procesar únicamente el movimiento de un objeto (con frecuencia sólo en una dirección específica). Otra crea *El encuentro del ojo y las sombras*. Puede haber hasta doce de estas pistas operando simultáneamente en la retina y enviando interpretaciones de rasgos específicos del campo visual. Esta nueva comprensión del proceso de la vista es bastante inesperada. Es como si descubriéramos que la razón por la que la televisión nos permite ver películas es porque nuestro sistema de televisión por cable está lleno de una cadena de productores de cine que trabajan intensamente para crear una película mientras nosotros la observamos.

Corrientes de pensamiento

Ahora, estas películas corren desde el nervio óptico e inundan el tálamo, esa estructura en forma de huevo ubicada en el centro de la cabeza que funciona como centro de distribución para la mayoría de los sentidos. Si estas corrientes de información visual pueden asimilarse a un gran río que corre, el tálamo puede equipararse a

el punto inicial de un delta. Una vez sale del tálamo, la información viaja a través de corrientes neurales cada vez más divididas hasta que, al final, solo haya miles de pequeños tributarios neurales que llevan partes de la información original a la parte posterior del cerebro. La información desemboca en una región grande y compleja dentro del lóbulo occipital conocido como corteza visual. Ponga la mano en la parte posterior de su cabeza. Su palma se encuentra ahora a poco más de medio centímetro del área del cerebro que le permite ver esta página en este momento; está a poco más de medio centímetro de su corteza visual.

La corteza visual es una gran superficie neural en la que cada una de las diferentes corrientes fluye hacia regiones específicas. Hay miles de regiones, cada una con funciones asombrosamente específicas. Algunas áreas responden únicamente a líneas diagonales y no a cualquier diagonal (hay un área que responde a líneas con una inclinación de cuarenta grados, pero no a aquellas con una inclinación de 45). Algunas procesan únicamente la información relativa al color de una señal; otras, solo a los bordes, y otras solo al movimiento.

El daño en la región que responde al movimiento produce una deficiencia extraordinaria: la incapacidad de percibir el movimiento de los objetos. Esto puede ser muy peligroso, como lo muestra el famoso caso de una mujer suiza a la que llamaré Gerte. En muchos sentidos, la vista de Gerte era normal: podía nombrar los objetos que aparecían en su campo visual, reconocer como humanas tanto a las personas conocidas como a las desconocidas, leer el periódico con facilidad. Pero si veía un caballo galopando por un campo, o un camión ruidoso pasando por alguna avenida, ella no veía ningún movimiento. En lugar de ello, veía una secuencia de fotos estáticas de los objetos, como si observara a través de un estroboscopio. No tenía ninguna impresión de movimiento continuo, ninguna percepción natural de cambios instantáneos de lugar. Para ella no había

movimiento, de ningún tipo. A Gerte le asustaba la idea de cruzar calle. Su mundo estroboscópico no le permitía calcular la velocidad ni la dirección de los vehículos. No podía percibir los autos como estuvieran acercándose a ella (aunque podía reconocer fácilmente los objetos agresores como automóviles de forma tan detallada que llegaba incluso a anotar el número de su matrícula). Gerte dijo alguna vez que para ella hablar con alguien cara a cara era como hacer por teléfono. No podía ver los cambios en la expresión facial propia de una comunicación normal. No podía percibir ningún "cambio" en las cosas.

La experiencia de Gerte pone de presente la naturaleza modular del procesamiento visual. Pero no se trata solo del movimiento. Las mil corrientes distintas que desembocan en estas regiones permiten que las características individuales se procesen por separado. Si ese fuera el final de la historia visual podríamos percibir nuestro mundo con el furor de un cuadro de Picasso, una pesadilla de objetos fragmentados, colores desunidos y contornos extraños sin límites claros.

Pero eso no es lo que ocurre, gracias al paso que se presenta continuación. En el momento en que el campo visual se encuentra en su punto más fragmentado, el cerebro decide reunir la información dispersa. Los tributarios individuales empiezan a recombinarse. Se funden y establecen un fondo común a partir de su información, comparan sus conclusiones y luego envían sus análisis a otros centros del cerebro de un nivel más alto. Los centros reúnen estos cálculos increíblemente intrincados, provenientes de muchas fuentes, y los integran en un nivel aun más sofisticado. Avanzan a niveles cada vez más altos, hasta caer, al fin, en dos enormes corrientes de información procesada. Una de ellas, llamada la "corriente ventral", reconoce de qué objeto se trata y qué color posee. La otra conocida como la "corriente dorsal", reconoce la posición del objeto en el campo visual y si está o no en movimiento. Las "regiones d

asociación” se encargan de integrar las señales, al asociar —o mejor, re-asociar— las señales eléctricas fragmentadas. En ese momento vemos algo. El proceso de la vista no es entonces tan simple como una cámara que toma fotografías, es más complejo y más intrincado de lo que cualquiera habría podido imaginarse. No existe siquiera un acuerdo científico real sobre la razón por la cual se presenta esta estrategia de división y reagrupación.

A pesar de que el procesamiento visual ya es bastante complejo hasta aquí, todo se complica aun más enseguida. Generalmente confiamos en nuestro aparato visual como un sistema que nos ofrece una representación fiel, casi instantánea y ciento por ciento precisa de lo que se encuentra en el exterior. ¿Por qué creemos eso? Porque el cerebro insiste en ayudarnos a crear nuestra propia percepción de la realidad. Dos ejemplos servirán para explicar esta exasperante tendencia. Una tiene que ver con personas que ven policías miniatura que no existen, la otra tiene que ver con la percepción activa de camellos.

Policías y camellos

Si en este preciso momento le dijera que está alucinando, usted podría pensar que estoy borracho. Pero es verdad, en este mismo momento, mientras lee este texto, usted está percibiendo partes de esta página que no existen, lo que quiere decir que usted, mi querido amigo, está alucinando. Estoy a punto de mostrarle que a su cerebro le gusta inventar cosas, de modo que no es ciento por ciento fiel a lo que los ojos le transmiten.

Hay una región en el ojo donde las neuronas retinales, encargadas de llevar información visual, se reúnen para empezar un viaje por los tejidos profundos del cerebro. Ese punto de encuentro se llama “disco óptico”. Es una región extraña, pues ninguna célula puede

percibir la vista en ese punto. En ese lugar las células son ciegas usted también. Se conoce como el "punto ciego", y cada ojo tiene uno. ¿Alguna vez ha visto dos agujeros negros que no desaparecen de su campo visual? Eso es lo que debería ver, pero el cerebro engaña. A medida que las señales son enviadas a la corteza visual el cerebro detecta la presencia de los agujeros y hace algo extraordinario: examina la información visual 360 grados a la redonda y calcula qué tiene más probabilidades de estar allí. Luego, como un programa de dibujo por computador, llena el punto. El proceso se llama "rellenar" pero bien podría llamarse "fingir". Algunos especialistas creen que, más que calcular lo que está ausente, el cerebro simplemente hace caso omiso de la falta de información visual. En cualquier forma, lo que se obtiene no es una representación cien por ciento exacta.

No debería sorprendernos que el cerebro posea sistemas de representación de visual tan tolerantes. Para encontrar una prueba de ello, basta considerar los sueños que usted tuvo anoche. Pero una prueba de cuán peligrosos pueden llegar a ser estos sistemas es la ofrece un fenómeno conocido como el síndrome de Charles Bonnet. Aunque millones de personas lo padecen, la mayoría no dice nada, y tal vez con razón. Quien tiene este síndrome ve cosas que no están allí. Es como si el aparato encargado de rellenar los puntos ciegos hubiera sufrido una terrible falla. A algunos pacientes les aparecen objetos cotidianos en el campo visual de un momento a otro, otros ven personas desconocidas que de repente aparecen sentadas junto a ellos a la hora de la cena. El neurólogo Vilayanur Ramachandran describe el caso de una mujer que, de repente, observó maravillada a dos policías diminutos que corrían por el piso y conducían a un criminal aun más pequeño hasta una camioneta del tamaño de una caja de fósforos. Otros pacientes indican haber visto ángeles, cabras con abrigos, payasos, cuádrigas romanas y elefantes. Las ilusiones suelen presentarse en la noche y por lo general

son inofensivas. El síndrome es común en personas de edad, en especial entre aquellas que han sufrido una lesión en algún lugar de su camino visual. Sorprendentemente, casi todos los pacientes que experimentan alucinaciones saben que no son reales. Nadie sabe en realidad por qué ocurren.

Este es solo un ejemplo de las poderosas formas como el cerebro interviene en nuestra experiencia visual. Lejos de ser una cámara, el cerebro deconstruye activamente la información que le transmiten los ojos, la hace pasar por una serie de filtros y luego reconstruye lo que cree estar viendo, o lo que cree que debemos ver.

Pero el misterio no termina aquí. No solo percibimos cosas que no están allí con total despreocupación, sino que la manera exacta *como* construimos esta información falsa sigue ciertas reglas. La experiencia previa juega un papel importante en lo que el cerebro nos permite ver, y las conjeturas del cerebro desempeñan un rol vital en nuestras percepciones visuales. ¿Si hay un camello en su ojo izquierdo y un camello en su ojo derecho, por qué no percibe dos camellos? Este experimento ilustra bien el problema.

- 1) Cierre su ojo izquierdo, estire el brazo izquierdo hacia adelante.
- 2) Levante el índice de la mano izquierda como si apuntara al cielo.
- 3) Mantenga el brazo en esta posición mientras pone el brazo derecho a unos quince centímetros de su rostro. Levante su índice derecho como si señalara al cielo.
- 4) Con el ojo aún cerrado, ponga el índice de la mano derecha de manera que aparezca justo a la izquierda de su índice izquierdo.

5) Ahora abra el ojo izquierdo rápidamente y cierre el derecho. Repítalo varias veces.

Si puso los dedos correctamente, su dedo derecho saltará al otro lado de su dedo izquierdo y luego volverá a saltar para regresar a su posición inicial. Cuando abra los dos ojos, los saltos cesarán. Este corto experimento muestra que las dos imágenes que aparecen en cada retina siempre son diferentes. También pone de presente que al trabajar juntos, los dos ojos de alguna manera le dan al cerebro información suficiente para ver una realidad sin saltos.

¿Por qué ve un solo camello? ¿Por qué ve dos brazos con dedos estables, en lugar de verlos saltando? Porque el cerebro interpola información proveniente de ambos ojos. Hace cerca de un millón de cálculos, luego ofrece su mejor conjetura. Pero no es más que una conjetura. Uno podría demostrar que el cerebro no sabe dónde están las cosas realmente. En lugar de ello, hace hipótesis acerca de la probabilidad de cómo debe ser la apariencia del hecho presente. Luego, en un acto de fe, produce una imagen visible aproximada. Lo que usted experimenta no es la imagen, lo que usted experimenta es el acto de fe. ¿Por qué hace esto el cerebro? Porque se ve obligado a resolver un problema: vivimos en un mundo tridimensional, pero la luz cae sobre nuestra retina de forma bidimensional. Si quiere representar el mundo de manera precisa, el cerebro tiene que enfrentarse a esta discrepancia. Para complicar un poco más las cosas, cada ojo le da un campo visual distinto y proyecta sus imágenes hacia abajo y hacia atrás. Para poder encontrarle sentido a todo esto, el cerebro se ve forzado a adivinar.

¿En qué basa parcialmente sus conjeturas? La respuesta es perturbadora: en experiencias anteriores de su pasado. Después de introducir con firmeza numerosas conjeturas acerca de la información que recibe (algunas de las cuales pueden ser innatas), el cerebro ofrece sus conclusiones para que usted las examine. Realiza todo

estos esfuerzos por una razón importante, cargada de buenas intenciones darwinianas: para que usted vea un solo camello en la habitación cuando realmente solo haya un camello en la habitación (y para que vea su profundidad, su forma y su tamaño correctos, e incluso indicios de si está a punto de morderlo). Y todo esto tarda lo mismo que usted necesita para pestañear. De hecho, está pasando en este mismo momento.

Si piensa que el cerebro tiene que dedicarle buena parte de sus preciosos recursos de pensamiento a la vista, está en lo cierto. En más, constituye cerca de la mitad de todo lo que usted hace. Y esto ayuda a explicar por qué unos pretenciosos catadores de vino, con muchísima experiencia profesional, hacen caso omiso de sus papilas gustativas, esclavos de sus estímulos visuales. Este es uno de los aspectos fundamentales de esta regla del cerebro.

El fantasma ocular

En la tierra de los reinos sensoriales hay muchas formas de mostrar que la vista no es un primer ministro benevolente sino un emperador dictatorial. Consideremos, por ejemplo, las experiencias de miembros fantasmas. A veces, las personas que han sufrido una amputación siguen sintiendo la presencia de aquel miembro a pesar de que ya no exista. En ocasiones, perciben el miembro como si estuviera congelado en una posición fija. En otros casos, el miembro les duele. Los científicos han usado los miembros fantasmas para demostrar la poderosa influencia de la vista sobre nuestros sentidos.

En una ocasión, sentaron a un paciente amputado, con un brazo fantasma "congelado", frente a una mesa sobre la cual había una caja dividida y sin tapa. En la parte delantera de la caja había dos aberturas, una para el brazo, la otra para el muñón. Los dos lados

estaban divididos por un espejo, en el que el paciente podía ver el reflejo, bien de su mano funcional o de su muñón. Cuando miraba su mano sana, podía ver el brazo derecho presente y el izquierdo ausente. Pero cuando observaba el reflejo de su brazo derecho en el espejo —que se veía como otro brazo— el miembro fantasma del otro lado de la caja “despertaba” de un momento a otro. Si movía su mano sana mientras miraba su reflejo, sentía su mano fantasma también se movía, y cuando dejaba de mover el brazo derecho, el brazo izquierdo ausente también se “detenía”. La adición de información visual empezó a convencer a su cerebro de un renacimiento milagroso del miembro ausente. En este caso la vista funciona, no como dictadora, sino como curandera. El efecto de atracción visual es tan poderoso que puede usarse para aliviar dolores en el miembro fantasma.

¿Cómo medimos el carácter dominante de la vista? Una forma de hacerlo es medir sus efectos en el aprendizaje y en la memoria. Tradicionalmente, los investigadores han usado dos tipos de memoria en sus estudios. La primera, la memoria de reconocimiento de una forma que ha sido glorificada para explicar la familiaridad. Con frecuencia, usamos la memoria de reconocimiento al mirar fotos de nuestra familia, como cuando encontramos una vieja imagen de una tía en la que no pensábamos hacía años. No recordamos necesariamente su nombre, ni la foto, pero aun así, la reconocemos como nuestra tía. Puede ser que no recordemos ciertos detalles, pero pronto vemos la foto, sabemos que la hemos visto antes.

Otros tipos de aprendizaje involucran la memoria operativa. Descrita en mayor detalle en los capítulos 5 y 6, la memoria operativa es una colección de registros temporales de almacenamiento con capacidades fijas y periodos de vida frustrantemente cortos. La memoria visual a corto plazo constituye la parte de este registro dedicada a almacenar información visual. La mayoría de nosotros puede retener cerca de cuatro objetos a la vez, lo que per-

constatar que se trata de un espacio bastante pequeño. Al parecer, su tamaño está disminuyendo aun más. Algunos datos recientes muestran que, a medida que aumenta la complejidad de los objetos, se reduce la cantidad de objetos que podemos captar. Las pruebas indican también que la cantidad de objetos y la complejidad de los mismos son captados por diferentes sistemas del cerebro, lo cual invierte por completo la noción de capacidad de corta duración. Estas limitaciones hacen que el hecho de que la vista sea la mejor herramienta que tenemos para aprender cualquier cosa sea mucho más asombroso, o deprimente.

Más que mil palabras

Los investigadores saben desde hace más de un siglo que las imágenes y el texto siguen reglas muy distintas en lo que respecta a la memoria. En términos simples, cuanto más visual sea la información recibida, mayores serán las probabilidades de que sea reconocida y recordada. Este fenómeno es tan dominante que ha recibido un nombre propio: efecto de superioridad pictórica.

El efecto de superioridad pictórica humano es realmente de talla mayor. Algunos estudios realizados hace varios años evidenciaron que la gente podía recordar más de dos mil quinientas imágenes con al menos un noventa por ciento de precisión varios días después de haber sido expuesta a ellas y a pesar de haber visto cada imagen solo durante diez segundos aproximadamente. Un año después, los índices de precisión aún eran cercanos al 73 por ciento. En un artículo —con el encantador título “¿Recuerdas a Dick y Jane?”—, los investigadores informaban que las personas eran capaces de recuperar información de reconocimiento pictórico de manera confiable varias décadas después de haber visto las imágenes.

A lo largo de estos experimentos se establecían comparaciones con otras formas de comunicación. Los textos y las presentaciones orales solían ser los blancos preferidos, y el resultado más común era que “la imagen los hacía polvo a los dos”. Aún lo hace. Las presentaciones textuales y orales no son simplemente menos eficientes que las imágenes para la retención de ciertos tipos de información, sino que son *mucho* menos eficientes. En estudios realizados sobre presentaciones orales, se descubrió que las personas recordaban alrededor del diez por ciento de la información 72 horas después de asistir a la presentación. La cifra ascendía al 75 por ciento si agregaba una imagen.

La ineficiencia del texto ha recibido particular atención. Una de las razones por las que el texto tiene una menor capacidad que la imagen es que el cerebro ve las palabras como un montón de imágenes en miniatura. Los datos muestran claramente que una palabra es ilegible a no ser que el cerebro pueda identificar por separado características simples en las letras. En lugar de palabras, lo que vemos son pequeñas y complejas obras de arte, como en un mosaico, con cientos de características incrustadas en cientos de letras. Como si fuéramos adictos al arte, nos detenemos en cada característica, para verificarla rigurosamente e independientemente antes de pasar a la siguiente. Este hallazgo ha tenido grandes implicaciones en la eficiencia lectora. La lectura crea un cuello de botella. Si usted avanza con dificultad en la lectura de este texto, no es porque este no sea suficientemente similar a una secuencia de imágenes, sino porque es demasiado similar a una secuencia de imágenes. Por desconcertante que parezca, para nuestra corteza no existen las palabras.

Esto no es necesariamente obvio. Después de todo, el cerebro es tan *adaptativo* como la plastilina. Usted pensaría que después de años de leer libros, escribir correos electrónicos y enviar mensajes de texto, el sistema visual podría entrenarse para reconocer palabras comunes sin tener que seguir estos tediosos pasos adicionales.

para reconocer las características de las letras. Pero eso no es lo que sucede. Sin importar cuán experimentado pueda llegar a ser como lector, usted siempre se detendrá y analizará características textuales individuales mientras se abre paso por estas páginas (y lo seguirá haciendo hasta que ya no pueda leer más).

Tal vez, en retrospectiva, habríamos podido predecir esta ineficiencia. Nuestra historia evolutiva nunca estuvo dominada por letreros llenos de texto ni por Microsoft Word, estaba dominada por árboles llenos de hojas y tigres de dientes de sable. La razón por la que la vista es tan importante para nosotros puede ser tan simple como el hecho de que la mayoría de las amenazas más serias a nuestra vida en la sabana podían aprehenderse visualmente. Lo mismo ocurría con nuestras fuentes de comida y con nuestra percepción de oportunidades reproductivas.

Esta tendencia es tan fuerte que, aun cuando leemos, la mayoría de nosotros trata de visualizar lo que el texto le está diciendo. “Las palabras son solo sellos postales que nos entregan el objeto para que lo desenvolvamos”, le gustaba decir a George Bernard Shaw. Hoy en día existe una gran cantidad de tecnología neurocientífica para respaldarlo.

Un golpe en la nariz

Este es un truco que puede hacerle a un bebé. Tal vez ponga en evidencia algo de su personalidad; con seguridad ilustra algo acerca del procesamiento visual. Amarre una cinta alrededor de la pierna del bebé y ate el otro extremo de la cinta a una campana. Al principio, él parece mover las piernas aleatoriamente. Poco después, el niño aprende que si mueve una pierna, suena la campana. Al rato estará feliz, moviendo esa pierna más que la otra. La campana suena y suena y suena. Ahora, corte la cinta. La campana deja de sonar.

¿Detiene eso al bebé? No. Él sigue sacudiendo la pierna. Algo es malo, entonces patea con más fuerza. Pero tampoco pasa nada. El bebé mira la campana, la observa fijamente. Esta conducta visual nos dice que le está poniendo atención al problema. Los científicos pueden medir el estado de atención del cerebro aun en la población que usa pañales y que bebe leche materna gracias a esta dependencia del procesamiento visual.

Esta historia ilustra algo fundamental acerca de la forma como el cerebro percibe su mundo. A medida que los bebés empiezan a entender las relaciones de causa y efecto podemos determinar cómo prestan atención al observar la manera como contemplan su mundo fijamente. La importancia de esta conducta de concentración de mirada no puede subestimarse. Los bebés usan claves visuales para mostrar que le están prestando atención a algo, aunque nadie les ha enseñado a hacerlo. La conclusión es que los bebés vienen con una variedad de *software* preinstalado, dedicado al procesamiento visual.

Esta conclusión prueba ser cierta. Los bebés demuestran una preferencia por los patrones de alto contraste. Parecen entender el principio del destino común: perciben los objetos que se mueven juntos como parte del mismo objeto, así como las rayas de una comba. Pueden distinguir los rostros humanos de los no humanos; parecen preferir los primeros. Tienen cierta comprensión del tamaño en relación con la distancia; que a pesar de que un objeto se está acercando (y por consiguiente se esté haciendo más grande) así sigue siendo el mismo objeto. Pueden incluso categorizar objetos visuales a partir de sus características físicas comunes. El predominio de la vista en términos de la conducta empieza en el diminuto mundo de los bebés.

Y aparece en el mundo aun más pequeño del ADN. Nuestros sentidos del olfato y la visión en color están peleando violentamente por el control evolucionario, por el derecho de ser los primeros en ser consultados cada vez que suceda algo en el exterior. Y la vis

está ganando. De hecho, cerca del sesenta por ciento de los genes relacionados con el olfato han resultado deteriorados de forma permanente en esta lucha neural, y están en camino de volverse obsoletos a una velocidad cuatro veces mayor que en cualquier otra especie estudiada. La razón de este desmantelamiento es simple: la corteza visual y la corteza olfativa ocupan una gran cantidad de bienes raíces neurales. En el apiñado mundo de suma cero que yace debajo del cuero cabelludo alguien tiene que ceder.

Bien sea que consideremos la conducta, las células o los genes, podemos observar cuán importante es el sentido de la vista para la experiencia humana. Avanzando a paso enérgico dentro de nuestro cerebro, como una superpotencia fuera de control, nuestro sistema visual está consumiendo buena parte de nuestros recursos biológicos. A cambio, crea películas, produce alucinaciones y consulta con información previa antes de dejarnos ver el exterior; obliga a la información de otros sentidos a obedecer sus órdenes y, al menos en el caso del olfato, parece que lo estamos sorprendiendo en el acto de tomar el control.

¿Tiene algún sentido tratar de ignorar a este gigante, sobre todo si somos padres, educadores o profesionales de los negocios? Basta considerar a los expertos de Bordeaux para obtener la respuesta.

Ideas

Yo le debo la elección de mi profesión al Pato Donald. Y no estoy bromeando. Recuerdo incluso el momento en que me convenció. En esa época tenía ocho años y mi madre nos llevó casi a rastras a una proyección de *Donald en el mágico mundo de las matemáticas*, un increíble corto animado de veintisiete minutos. Mediante imágenes visuales, un travieso sentido del humor y el asombro boquiabierto de un niño, el Pato Donald me presentó las matemáticas e hizo que me emocionara con ellas. De la geometría al fútbol y al billar, el

poder y la belleza de las matemáticas se hicieron tan reales para *nerd* en ciernes, que pregunté si podía ver el corto otra vez. Mi madre me complació, y el efecto fue tan memorable que terminó influyendo en mi elección profesional. Ahora guardo una copia de esos veintisiete valiosos minutos en casa, y cada cierto tiempo se la hago ver mis pobres hijos. *Donald en el mágico mundo de las matemáticas* ganó el Oscar al mejor corto animado en 1959. También debió haberse ganado el premio al “Maestro del Año”. La película ilustra —literalmente— el poder de la imagen en movimiento para transmitirles informaciones complejas a los estudiantes. Y es una fuente de inspiración para las sugerencias que ofrezco a continuación.

Los maestros deberían aprender por qué las imágenes captan la atención

Los educadores deberían saber cómo transmiten la información las imágenes. Tenemos algunos conocimientos irrefutables acerca del modo como las imágenes captan la atención. Le prestamos mucha atención al color, la orientación y el tamaño. Y prestamos especial atención si el objeto está en movimiento. En efecto, la mayoría de las cosas que nos amenazaban en el Serengueti *se movían*, y el cerebro desarrolló unos cables increíblemente sofisticados para detectar el movimiento. Tenemos incluso regiones especializadas para distinguir cuándo se están moviendo nuestros ojos y cuándo se está moviendo nuestro mundo. Estas regiones apagan las percepciones del movimiento de los ojos automáticamente para dar prioridad al movimiento del entorno.

Los profesores deberían usar animaciones por computador

La animación no solo capta la importancia del color y la ubicación, sino también la del movimiento. Con la llegada de los gráficos

basados en la web, los tiempos en los que este conocimiento era opcional para los maestros probablemente hayan quedado atrás. Por suerte, los elementos básicos no son difíciles de aprender. Con el *software* actual, cualquiera que sepa dibujar un cuadrado y un círculo puede crear animaciones sencillas. Las imágenes sencillas, en dos dimensiones, son bastante adecuadas; varios estudios han demostrado que cuando los dibujos son demasiado complejos o reales pueden distraer de la transmisión de información.

Someta a prueba el poder de las imágenes

Aunque el efecto de superioridad pictórica es un hecho bien establecido para ciertos tipos de material de clase, en el caso de otros materiales no se cuenta con suficiente documentación; los datos son escasos. Algunos medios son mejores para comunicar determinados tipos de información que otros. ¿Pueden comunicar las imágenes ideas conceptuales como “libertad” y “cantidad” mejor que, digamos, una narración? ¿Las formas visuales ofrecen la mejor representación de las artes del lenguaje, o existen otros medios más adecuados? Si resolviéramos estos temas en situaciones reales dentro del salón de clases obtendríamos la respuesta, pero para ello se necesita la colaboración de profesores e investigadores.

Comunicar a través de imágenes más que de palabras

“Menos texto, más imágenes” eran palabras casi combativas en 1982. Se usaron burlescamente para darle la bienvenida al *USA Today*, un tipo de diario con menos texto y más imágenes, totalmente innovador. Algunos pensaron que el estilo nunca funcionaría. Otros predijeron que si lo hacía, sería el anuncio del fin de la civilización occidental tal como la conocía el público que leía periódico. Aunque esta conclusión haya resultado errónea, la predicción

del éxito de la publicación fue un veredicto poderoso y embarazoso. Cuatro años después, *USA Today* era el segundo periódico más leído en Estados Unidos, y diez años más tarde, era el número uno. ¿Y lo sigue siendo.

¿Qué pasó? Primero, sabemos que las imágenes son un medio más eficiente de transmisión de la información que el texto. Segundo, la población activa estadounidense trabaja demasiado y cada vez menos personas deben hacer más tareas. Tercero, muchas personas siguen leyendo el periódico. En este caótico mundo de estadounidenses agotados, el medio de transmisión de la información más eficiente puede resultar favorecido. Tal como indica el éxito de *USA Today*, la atracción puede ser lo suficientemente fuerte como para persuadir a los consumidores a llevarse la mano al bolsillo. La información codificada en imágenes puede ser inicialmente más atractiva para los consumidores, en parte porque su comprensión requiere menos esfuerzo. Debido a que también es una forma más eficiente de adherir la información a las neuronas, parece haber poderosas razones para que departamentos enteros de mercadeo consideren seriamente hacer de las imágenes su principal forma de transmisión de la información.

El efecto inicial de las imágenes sobre la atención ha sido estudiado. Por medio de una tecnología infrarroja que permite rastrear el ojo, se analizó la lectura de 3600 consumidores de 1363 anuncios impresos. ¿A qué conclusión llegaron? La información en forma de imágenes atraía más la atención, independientemente de su tamaño. Aun cuando la imagen era pequeña y aparecía rodeada de muchos otros elementos no visuales, el ojo se dirigía al aspecto visual. Desafortunadamente, los realizadores de este estudio no analizaron la retención.

No más presentaciones en PowerPoint

El programa PowerPoint se ha vuelto omnipresente, tanto en las salas de junta como en los salones universitarios y las conferencias científicas. ¿Qué hay de malo en ello? Se basa en el texto, con seis niveles jerárquicos de capítulos y subtítulos: en él todo son palabras. En todos los casos, los profesionales deben ser conscientes de la asombrosa ineficiencia de la información basada en textos y de los increíbles efectos de las imágenes. Después deben hacer dos cosas:

- 1) Quemar sus presentaciones de PowerPoint.
- 2) Elaborar nuevas presentaciones.

En realidad, las viejas deberían almacenarse, al menos temporalmente, para permitir comparaciones útiles. Los profesionales de los negocios deberían poner sus nuevos modelos a prueba y compararlos con los viejos para determinar cuáles funcionan mejor. Una típica presentación de negocios en PowerPoint tiene cerca de cuarenta palabras *por lámina*. Eso significa que tenemos muchas palabras por delante.



Resumen

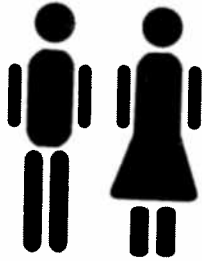
Principio # 10

La vista domina todos los sentidos.

- La vista es, de lejos, nuestro sentido más dominante, y ocupa la mitad de los recursos de nuestro cerebro.
- Lo que vemos es apenas lo que el cerebro nos dice que vemos: lo cual no es ciento por ciento exacto.
- El análisis visual sigue muchos pasos. La retina reúne los fotones y los convierte en pequeñas corrientes de información similares a películas. La corteza visual procesa estas corrientes; unas áreas registran el movimiento, otras el color, etc. Al final, volvemos a recombinar esa información de manera que podamos ver.
- Aprendemos mejor y recordamos más por medio de las imágenes que de la palabra oral o escrita.

Encuentre más información en la página web [en inglés]:

www.brainrules.net.



género

Principio # 11

El cerebro masculino y el femenino
son diferentes.



TRES INVESTIGADORES CREARON un asistente de vicepresidencia ficticio para una empresa de aviación, y a cuatro grupos experimentales (formados por iguales cantidades de hombres y mujeres) se les pidió que evaluaran el desempeño laboral del personaje ficticio. Cada grupo recibió una breve descripción del puesto del vicepresidente, pero al primero le dijeron que ese vicepresidente era un hombre. Se les pidió evaluar tanto su competencia como su capacidad de agrandar, y las respuestas fueron muy elogiosas, pues lo calificaron como “muy competente” y “agradable”. Al segundo grupo le dijeron que el vicepresidente era una mujer, y a ella la calificaron de “agradable” pero “no muy competente”. Todos los demás factores eran iguales. La única diferencia era la percepción de género.

Al tercer grupo le dijeron que el vicepresidente era un hombre superestrella, uno de los grandes ejecutivos de la empresa. Al cuarto grupo le dijeron que era una mujer superestrella que iba en línea directa a la elite de los ejecutivos. Como los demás grupos, el tercero calificó al hombre como “muy competente” y “agradable”. La mujer superestrella también fue evaluada como “muy competente”, pero no como “agradable”. Es más, las descripciones del grupo incluían palabras como “hostil”.

En fin, el caso es que los prejuicios sexuales perjudican a personas reales en situaciones de la vida real. Por tanto, a medida que nos adentramos en el controversial mundo de los cerebros y géneros, es muy importante que tengamos en mente estos efectos sociales. También hay mucha confusión en los términos, lo que borrona el límite entre los conceptos. Aquí, el "sexo" se referirá a términos generales a la biología y la anatomía, y el "género" a expectativas sociales. El sexo está en el ADN; el género, no. Y las diferencias entre el cerebro de los hombres y el de las mujeres se piezan en cómo llegaron a ese punto en primer lugar.

El factor X

¿Cómo nos convertimos en hombres o mujeres? La ruta hacia la asignación del sexo se inicia con el entusiasmo que el sexo suele estimular. Durante el coito, cuatrocientos millones de espermatozoides se precipitan en busca de un óvulo. La tarea no es nada difícil. En el microscópico mundo de la fertilización humana, el óvulo tiene el tamaño de la Estrella de la Muerte (de *La guerra de las galaxias*); los espermatozoides son del tamaño de los luchadores de los *cañales* de Ala-X. La letra X es una letra muy apropiada para este caso; no es más y nada menos que el nombre de ese cromosoma tan importante que llevan la mitad de todos los espermatozoides y todos los óvulos. Bien recordará los cromosomas de la clase de biología del colegio: esos retorcidos filamentos de ADN embutidos en el núcleo que contienen la información necesaria para hacer que usted sea usted. Como necesitan 46 de estos filamentos para cumplir dicha misión, los podemos visualizar como 46 volúmenes de una enciclopedia. Veintitrés vienen de la madre y veintitrés del padre. Dos son los cromosomas del sexo, y al menos uno de estos cromosomas tiene que ser el cromosoma X, de lo contrario, moriría.

Si recibe dos cromosomas X, queda asignada al probador femenino durante toda su vida; un cromosoma X y uno Y lo asignan al masculino. Esta definición de sexo la controla el hombre. Ya hubieran querido las mujeres de Enrique VIII que él supiera esto. Mandó a matar a una por no haberle dado un heredero a la corona, cuando en realidad habría tenido que ajusticiarse a sí mismo. Sólo los espermatozoides pueden transmitir la "Y", de modo que es el hombre el que determina el sexo.

Las diferencias de género pueden dividirse en tres áreas: las genéticas, las relacionadas con la neuroanatomía y las conductuales. Los científicos suelen dedicar toda su carrera a explorar solo una, pues cada diferencia es como una isla aislada en el océano común de la investigación. Aquí, haremos un recorrido por las tres, empezando por una explicación molecular de por qué Enrique VIII le debe una excusa gigantesca a Ana Bolena.

Uno de los aspectos más interesantes del cromosoma Y es que no se necesita uno entero para crear a un hombre. Lo único que se necesita para darle el primer empujón al programa del desarrollo masculino es un trocito que lleva un gen llamado SRY. En nuestro recorrido, advertimos inmediatamente que la Isla de los Genes está dominada por un solo científico, David C. Page, el investigador que aisló el SRY. Aunque tiene cincuenta y pico de años, Page parece de veintiocho. Este hombre, que dirige el Instituto Whitehead, es profesor de MIT y es de una inteligencia sobresaliente; es además encantador, con un sentido del humor ácido y refrescante. Page fue el primer terapeuta sexual molecular, pues descubrió que es posible destruir el gen SRY en un embrión masculino y convertirlo en femenino, o añadir un gen SRY a un embrión femenino y convertirlo en masculino (SR quiere decir sex reversal, "invertir el sexo"). ¿Y por qué es posible hacer esto? Aunque es un hecho que incomoda a quienes piensan que los hombres están programados para dominar el planeta, los investigadores descubrieron que, por defecto, la

principal configuración del embrión de los mamíferos está programada para convertirse en mujer.

Hay una terrible desigualdad entre los dos cromosomas. El cromosoma X hace todo el trabajo duro, mientras que el diminuto cromosoma Y pierde sus genes a una velocidad de cerca cinco por cada millón de años, suicidándose en cámara lenta. En la actualidad, ha llegado a menos de cien genes. En comparación, el cromosoma X lleva cerca de mil quinientos genes, y todos tienen que participar en los proyectos de construcción embrionaria. Y muestran ninguna señal de decadencia.

Al tener un solo cromosoma X, los hombres necesitan todos los genes X que puedan obtener. Sin embargo, las mujeres tienen el doble de la cantidad necesaria. Puede imaginárselo como una receta para un pastel, que necesita solo una taza de harina. Si decide ponerle dos tazas, las cosas cambiarán de modo bastante desagradable. Para solucionar el problema de las dos X, el embrión femenino utiliza lo que podría ser el arma más valorada en la batalla de los sexos: hacer caso omiso de una de ellas. Este desprecio cromosómico se conoce como la inactivación del cromosoma X; decir que uno de los cromosomas lleva una etiqueta molecular "No molestar". Puesto que el embrión debe elegir entre dos cromosomas X, el de mamá o el de papá, los investigadores querían saber cuál de los dos tiende a llevar la etiqueta.

La respuesta fue totalmente inesperada. No hay preferencia alguna. Unas células del embrión femenino ponen su etiqueta al cromosoma X de la madre. Unas células vecinas se lo ponen al cromosoma X del padre. En este punto de la investigación, no parece haber ningún esquema fijo o lógico, por lo que se considera como un suceso aleatorio. Lo que significa que las células del embrión femenino son un complejo mosaico de los genes X activos e inactivos de mamá y papá. Puesto que los hombres necesitan que todos los mil quinientos genes X sobrevivan, y solo tienen un cromosoma X.

sería una estupidez colgarles el letrero de “No molestar”. Y nunca lo hacen. La inactivación del cromosoma X no se da en los hombres. Y puesto que los hombres reciben su cromosoma X de la madre, todos los hombres son, en lo relacionado con su cromosoma X, unos “hijos de mami”, literalmente. Hay una gran diferencia con sus hermanas, pues ellas son más complejas genéticamente. Estos datos describen las primeras conclusiones basadas realmente en la genética acerca de las potenciales diferencias de género.

Ahora sabemos cuál es la función de muchos de los mil quinientos genes que residen en el cromosoma X. Prepárese. Muchos de esos genes implican funciones cerebrales. Muchos de ellos gobiernan la manera como pensamos. En el 2005 se estableció la secuencia del genoma humano y se descubrió que un enorme porcentaje de genes del cromosoma X produce proteínas relacionadas con la formación del cerebro. Algunos de estos genes pueden estar relacionados con el establecimiento de funciones cognitivas superiores, desde las habilidades del lenguaje y la conducta social hasta ciertos tipos de inteligencia. Los investigadores llaman “punto álgido” al cromosoma X.

Estas conclusiones representan una de las regiones más importantes de la Isla de los Genes, pero no es la única región de importancia, y ni si quiera la isla más importante.

¿Cuanto más grande. mejor?

El objetivo de los genes es producir moléculas que regulen las funciones de las células en las que residen. Una multitud de estas células crea la neuroanatomía del cerebro (la que a su vez es responsable de nuestra conducta). Al salir de la Isla de los Genes, la siguiente parada es la Isla de las Células, una región en la que los científicos investigan amplias estructuras del cerebro, o sea la neuroanatomía.

La clave, aquí, está en encontrar estructuras que no se ven afectadas por la dosificación de los cromosomas del sexo.

Los laboratorios quizá debería precisar que se trata de laboratorios dirigidos por científicos de los dos sexos han encontrado diferencias en las cortezas frontales y prefrontales; áreas del cerebro que controlan buena parte de nuestra capacidad de tomar decisiones. Esta corteza es más espesa, en algunas partes, en las mujeres que en los hombres. En el sistema límbico, que controla nuestra vida emocional y sirve de mediador en algunos tipos de aprendizaje, hay diferencias basadas en el sexo. Y hay diferencias importantes en la amígdala, que controla no sólo la generación de las emociones sino también la capacidad de recordarlas. En contraposición a la corriente del prejuicio social vigente, esta región es mucho más grande en los hombres que en las mujeres. En reposo, la amígdala femenina tiende a hablarle principalmente al hemisferio izquierdo mientras que la amígdala de los hombres se comunica principalmente con el hemisferio derecho. Las células del cerebro se comunican a través de agentes bioquímicos, y estos tampoco escapan a las diferencias sexuales. La regulación de la serotonina es un caso particularmente notorio. La serotonina es pues es la clave para la regulación de las emociones y el estado de ánimo (la función de Prozac es alterar la regulación de este neurotransmisor). Los hombres pueden sintetizar la serotonina unas 52 veces más rápido que las mujeres. ¿Tienen algún significado estas diferencias físicas? ¿Cree que, en los animales, el tamaño de las estructuras refleja su importancia relativa con respecto a la supervivencia. Y, a primera vista, los ejemplos humanos parecen seguir un patrón semejante. Ya hemos advertido que, en los violinistas, las áreas que controlan la mano izquierda son más grandes que las que controlan la mano derecha. Pero los neurocientíficos no han conseguido ponerse de acuerdo en lo referente a cómo se relaciona la estructura con la función. Todavía no sabemos si las diferencias en la distribución

neurotransmisores, o en el tamaño de una región cerebral, tienen un significado importante.

No obstante, estas dificultades no han impedido a los científicos del cerebro proseguir en sus investigaciones acerca de las diferencias conductuales, y tampoco van a detenernos a nosotros. Amárrese el cinturón y prepárese, pues estamos a punto de aterrizar en la isla más ruidosa e intelectualmente violenta de nuestro itinerario imaginario: la Isla de la Conducta.

La batalla de los sexos

En realidad, yo no quería escribir acerca de esto, pues la caracterización de conductas específicas del género ha tenido una historia larga y muy complicada. Ni siquiera las instituciones que cuentan con las cabezas más brillantes del planeta se han librado de participar en esta larga historia. Larry Summers era rector de Harvard, nada más y nada menos, cuando se atrevió a decir que los bajos puntajes en matemáticas y ciencias obtenidos por las estudiantes eran producto de la genética conductual, lo que le costó su puesto. Y lo acompañan otras cuantas mentes excepcionales. Considere las siguientes citas:

La hembra es un macho infértil, incapaz de producir semen debido a la frialdad de su naturaleza. Por tanto, deberíamos considerarla como una deformidad del ser humano, deformidad que se da en el curso ordinario de la naturaleza.

Aristóteles (384-332 A.C.)

Las niñas empiezan a hablar y a sostenerse en pie antes que los chicos porque la hierba mala siempre crece más deprisa que las buenas cosechas.

Martin Luther (1483-1546)

Si pueden llevar a un hombre a la Luna... ¿por qué no se los llevan a todos?

Jill (1985, graffiti en la pared de un baño,
en respuesta a la cita de Lutero)

Y así continúa la batalla de los sexos. Casi 2400 años de historia separan a Aristóteles de Jill; sin embargo, parecería que apenas hemos avanzado. Al invocar metáforas planetarias como Venus o Marte, algunos intentan expandir las diferencias percibidas para convertirlas en consejos para las relaciones. Y estamos en la era más avanzada, en términos científicos, de la historia de la humanidad.

Yo creo que se trata, básicamente, de una cuestión de estadísticas.

Bien puede haber diferencias en la manera como los hombres y las mujeres piensan acerca de algunas cosas. Pero cuando la gente oye algo relacionado con diferencias mensurables suele pensar que los científicos están hablando de individuos. Y esto es un gran error. Cuando los científicos buscan tendencias conductuales no estudian individuos sino poblaciones. Y las estadísticas de estos estudios nunca aplican a los individuos. Estas estadísticas evidencian tendencias, pero siempre hay variaciones dentro de una población, menudo con traslapes importantes entre los géneros. Es cierto que cada vez que la neurocientífica Flo Haseltine hace una representación óptica por resonancia magnética, observa distintas partes del cerebro que se activan dependiendo de si el objeto de estudio es un hombre o una mujer. Pero saber exactamente cómo se relaciona esto con nuestra conducta es otra cuestión totalmente diferente.

Primeros indicios

Lo que sabemos ahora acerca de las raíces biológicas de las diferencias conductuales empezó gracias al estudio de las patologías de

cerebro. Dentro de la población general, el retardo mental es más común en los hombres que en las mujeres, y muchas de estas patologías son ocasionadas por mutaciones en cualquiera de los veinticuatro genes dentro del cromosoma X. Como usted sabe, los hombres no tienen un cromosoma X de repuesto. Si su X se deteriora, tienen que asumir las consecuencias. En cambio, si el cromosoma X de una mujer se deteriora, suele poder hacer caso omiso de las consecuencias. Esto representa, hasta la fecha, una de las pruebas más poderosas de la participación de los cromosomas X en el funcionamiento del cerebro y, por tanto, en el comportamiento del mismo.

Durante años, los profesionales de la salud mental han sido conscientes de cómo las diferencias basadas en el sexo inciden en el tipo y la gravedad de los trastornos psiquiátricos. Por ejemplo, los hombres son más propensos a padecer esquizofrenia que las mujeres. Las mujeres son más propensas a deprimirse que los hombres, en una proporción mayor de 2 a 1, una cifra que aparece justo después de la pubertad y permanece estable durante los siguientes cincuenta años. Los hombres son más propensos al comportamiento antisocial, las mujeres son más ansiosas. La mayoría de los alcohólicos y los drogadictos son hombres, mientras que la mayoría de anoréxicos son mujeres. Según Thomas Insel, del Instituto Nacional de la Salud Mental de Estados Unidos, “es muy difícil encontrar cualquier factor distinto al género que ayude a predecir algunos de estos desórdenes”.

¿Y la conducta normal? Hay muy pocos puentes que conecten a las tres islas de investigación. No obstante, hay proyectos de construcción de puentes, y vamos a hablar acerca de dos de los mejores.

Enfrentar situaciones difíciles

Una escena espantosa. Un niño es atropellado por un auto cuando va caminando con sus padres. Si alguna vez se enfrenta a

una situación así, nunca podrá olvidarla. Pero ¿y si pudiera olvidar la? La amígdala cerebral interviene en la creación de las emociones y en nuestra capacidad de recordarlas. ¿Y si existiera un elixir mágico que pudiera suprimirla momentáneamente? Dicho elixir existe y fue utilizado para mostrar que los hombres y las mujeres procesan las emociones de diferente manera.

Probablemente ha oído hablar del cerebro izquierdo versus el cerebro derecho. Y probablemente habrá oído que esto distingue a las personas creativas de las analíticas. Pero no es más que una creencia popular, el equivalente a decir que el lado izquierdo de un transatlántico de lujo es el responsable de mantenerlo a flote y el lado derecho el de hacer que se desplace en el agua. Ambos lados participan en ambos procesos. Sin embargo, eso no significa que los dos hemisferios sean iguales. El lado derecho del cerebro tiende a recordar lo esencial de una experiencia y la parte izquierda tiende a recordar los detalles.

El investigador Larry Cahill hizo un seguimiento de los cerebros de hombres y mujeres bajo un estrés intenso (les mostró películas de terror) y encontró lo siguiente: los hombres manejan la situación activando la amígdala en su hemisferio derecho. El hemisferio izquierdo permanecía relativamente silencioso. Las mujeres enfrentaron la situación con el hemisferio opuesto, al activar la amígdala izquierda, mientras que la derecha permanecía en relativo silencio. Si los hombres activan el hemisferio derecho (el "dictador de lo esencial"), ¿quiere decir que los hombres recuerdan más lo esencial de una experiencia emocional determinada relacionada con el estrés y las mujeres recuerdan más los detalles de las experiencias emocionales relacionadas con el estrés? Cahill decidió averiguarlo.

El elixir mágico para olvidar es una medicina llamada propranolol, utilizada normalmente para regular la presión arterial. Al ser un beta-bloqueador, también inhibe a los agentes bioquímicos que

activarían a la amígdala durante las experiencias emocionales. Actualmente se investiga el uso potencial de este medicamento para tratar los trastornos postraumáticos.

Pero Cahill se la dio a los sujetos de su investigación antes de mostrarles una película traumática y, una semana después, examinó los recuerdos que tenían de dicha película. Efectivamente, al comparar entre los hombres que tomaron la medicina y los que no, los primeros perdieron la capacidad de recordar lo esencial del relato, mientras que los otros no. Y las mujeres que tomaron el medicamento perdieron la capacidad de recordar los detalles. Hay que tener cuidado de no sobreinterpretar estos datos, pues sus resultados solo definen claramente las respuestas emocionales a situaciones estresantes, no el recuerdo de detalles y resúmenes objetivos. No estamos en una batalla entre contadores y visionarios.

Los resultados de Cahill están muy cerca de resultados parecidos alrededor del mundo. Otros laboratorios han ampliado su trabajo y han encontrado que las mujeres recuerdan los sucesos emocionales autobiográficos más rápida e intensamente que los hombres. Las mujeres también suelen indicar recuerdos más vivos de los sucesos emocionalmente importantes como una discusión reciente, una primera cita o unas vacaciones. Otros estudios muestran que, bajo estrés, las mujeres tienden a centrarse en la crianza de sus hijos mientras que los hombres tienden a tomar distancia, tendencia que suele denominarse “acercarse y proteger”, en contraposición a la reacción de “huir o luchar”. Se desconocen los orígenes de esta tendencia, y la razón nos la ofrece Jay Gould: “Es lógica, matemática y científicamente imposible separarlas”. Esta cita me recuerda una pelea entre mis dos hijos, pero Gould está hablando de la discusión de “naturaleza versus crianza”.

Comunicación oral

La lingüista conductista Deborah Tannen ha realizado un trabajo fascinante en este ámbito al estudiar las diferencias de género en la capacidad oral. Los resultados que se muestran en la guía de estudio de las investigaciones hechas durante treinta años por Tannen y otros señalan que "las mujeres tienen mejor capacidad oral". Aunque los detalles suelen ser polémicos, gran parte del apoyo empírico procede de fuentes poco comunes, incluyendo las patologías del cerebro. Durante años hemos sabido que los trastornos del lenguaje y la lectura se dan aproximadamente dos veces más en los niños que en las niñas. Las mujeres también se recuperan mejor que los hombres del impedimento del habla producido por un derrame. Muchos investigadores sospechan que estas disparidades son indicio de diferencias subyacentes en el proceso cognitivo normal. Estos investigadores suelen remitirse a los datos de la neuroanatomía para explicar la diferencia: las mujeres tienden a utilizar los dos hemisferios cuando hablan y cuando procesan información oral. Los hombres utilizan principalmente uno. Las mujeres tienden a tener gruesos cables que conectan sus dos hemisferios. Los de los hombres son más delgados. Es como si las mujeres tuvieran un sistema de reserva del que carecen los hombres.

Estos datos clínicos se han utilizado para apoyar conclusiones advertidas inicialmente por los educadores. Las niñas parecen tener mayor habilidad oral que los niños en su recorrido por el sistema escolar. Son mejores para las tareas que requieren memoria, los ejercicios de fluidez oral y la velocidad de articulación. Al crecer, estas niñas siguen siendo las campeonas en el procesamiento de la información oral. Pero aunque estos datos parecen reales, casi ninguno de ellos puede separarse del contexto social. Por eso resulta tan útil el comentario de Gould.

Tannen pasó mucho tiempo observando y registrando la manera como las niñas y los niños interactúan unos con otros. Su primera misión era estudiar cómo hablaban con sus mejores amigos los niños y las niñas de diferentes edades y averiguar si emergían patrones detectables. Si encontraba algunos, quería saber cuán estables eran. ¿Los patrones detectados en la infancia estarían presentes en los estudiantes universitarios? Los patrones encontrados resultaron ser predecibles y estables, independientemente de la edad y la geografía. Los estilos coloquiales que desarrollamos como adultos proceden directamente de las mismas interacciones que solidificamos cuando éramos niños. Las conclusiones de Tannen se centran en tres áreas.

Consolidar las relaciones

Cuando las mejores amigas se comunican entre sí, se inclinan, mantienen contacto visual y hablan mucho. Utilizan sus sofisticados talentos orales para consolidar sus relaciones. Los niños, en cambio, prefieren los ángulos, ya sean paralelos u oblicuos. Hacen poco contacto visual, y su mirada suele recorrer la habitación. No utilizan la información oral para consolidar su relación. En lugar de ello, el alboroto parece ser el valor central de la economía social de un chico pequeño. Hacer cosas unos con otros parece ser el pegamento que mantiene intacta su relación. Mis hijos Josh y Noah han jugado a competir desde que aprendieron a caminar. Una versión típica de estas competencias es el juego de lanzar el balón. Josh decía: "Puedo tirarlo hasta el techo", y lo hacía rápidamente. Reían. La respuesta de Noah era apoderarse del balón diciendo: "¿Ah sí? Pues yo puedo tirarlo hasta el cielo", y lo lanzaba todavía más alto. Esta jugarreta, entre risas, podía seguir hasta llegar a las galaxias o hasta obtener el precio mayor, "Dios".

En sus investigaciones, Tannen comprobó la consistencia de este estilo por todas partes, excepto cuando estudiaba a las niñas pequeñas. La versión femenina sigue más o menos esta línea: Una de las hermanas dice: "Puedo lanzar este balón hasta el techo", y la otra hace de inmediato. Las dos ríen. La otra hermana toma el balón y lo tira hasta el techo y dice: "¡Yo también!". Después hablan de lo divertido que es que las dos puedan tirar el balón hasta la misma altura. El estilo persiste hasta la edad adulta en ambos sexos.

Desafortunadamente, los resultados de las investigaciones de Tannen han sido malinterpretados de esta manera: "Los niños siempre compiten, las niñas siempre colaboran". No obstante, como lo muestra este ejemplo, los niños colaboran inmensamente, pero lo hacen compitiendo, poniendo en práctica su estrategia favorita de la actividad física.

Negociar el estatus

En la escuela elemental, llega un momento en que los niños empiezan a utilizar sus habilidades orales para algo: negociar su estatus en un grupo grande. Tannen descubrió que los chicos de alto estatus dan órdenes al grupo, ya sea oral o físicamente, manejando a los de bajo estatus. Los "líderes" mantienen sus feudos no solo porque dan órdenes, sino porque se aseguran de que sus órdenes se cumplan. Hay otros miembros del grupo que son fuertes y tratan de desafiarlos, por lo que los líderes aprenden a evitar los desafíos, cosa que a menudo hacen con palabras. El resultado es que la jerarquía es muy evidente entre los niños. Y dura. La vida de un niño de bajo estatus suele ser muy dura, y una conducta independiente tiende a ser muy valorada.

Al observar a las niñas, Tannen descubrió conductas muy distintas. También existía la jerarquía de alto y bajo nivel, pero las

estrategias que utilizaban para generar y conservar sus jerarquías eran muy distintas. Las niñas pasaban mucho tiempo hablando. Esta comunicación es tan importante, que el tipo de conversación determina el estatus de la relación. La amiga a la que se le cuentan los secretos es la “mejor amiga”. Y cuantos más secretos se cuentan, más posibilidades hay de que se identifiquen una a otra como amigas cercanas. En estas situaciones, las chicas tienden a quitarle importancia a las diferencias de estatus entre sí. Al utilizar su sofisticada habilidad oral, las niñas tienden a no dar órdenes de arriba abajo. Si una de ellas trata de hacerlo, suele encontrarse con un rechazo: se la califica de “mandona” y se la aísla socialmente. Esto no significa que no se tomen decisiones. Se ofrecen sugerencias, se discuten las alternativas y, con el tiempo, se llega a un consenso.

La diferencia entre géneros podría describirse con estas dos frases, los chicos dirían: “haz esto”; las niñas: “hagamos esto”.

En la edad adulta

Tannen descubrió que, con el tiempo, estas maneras de utilizar el lenguaje se veían cada vez más reforzadas, lo que daba paso a diferentes sensibilidades sociales en los dos grupos. Cualquier chico que diera órdenes era un líder. Cualquier chica que diera órdenes era una mandona. Al llegar a la edad universitaria, muchos de estos estilos ya estaban profundamente enraizados. Y era entonces cuando los problemas se hacían más evidentes, pues saltaban a la vista en la oficina y en el matrimonio.

Una recién casada de un poco más de veinte años iba en el auto con su amiga Emily. Sintió sed y preguntó: “Emily, ¿tienes sed?”. Como ya tenían años de experiencia en la negociación oral, Emily supo lo que su amiga quería. “No sé. ¿Tú tienes sed?”, replicó, y dio pie a una breve discusión acerca de si las dos tenían suficiente sed como para detenerse y comprar agua.

Unos pocos días después, la misma mujer iba en el auto con su esposo. “¿Tienes sed?”, preguntó. “No. Yo no” respondió él, y estalló en una pelea. Ella estaba molesta porque habría querido que se detuvieran, y él porque ella no había sido clara. Con el paso de los años, este tipo de conflicto se haría cada vez más corriente.

Situaciones de este tipo también pueden hacerse presentes en el trabajo. Las mujeres que ejercen un estilo de liderazgo “masculino” corren el riesgo de ser percibidas como mandonas. Los hombres que hacen lo mismo suelen ser alabados como hombres con capacidad de decisión. La gran contribución de Tannen fue mostrar que este tipo de estereotipos se construyen muy pronto en nuestro desarrollo social, quizá reforzados por el desarrollo asimétrico del lenguaje. Trascienden la geografía, la edad e incluso el tiempo. Tannen, quien estudió literatura, ha encontrado estas tendencias en manuscritos de hace muchos siglos.

¿Naturaleza o crianza?

Las conclusiones de Tannen se muestran en patrones estadísticos; no se trata de fenómenos de “o todo o nada”. Ella ha descubierto que hay muchos factores que influyen en nuestros patrones de habla. Los antecedentes regionales, la personalidad individual, la profesión, la clase social, la edad, la etnia y el lugar que se ocupa dentro de los hermanos son factores que inciden en nuestro uso del lenguaje para negociar nuestras ecologías sociales. Los chicos y las chicas son tratados de manera diferente desde el momento en el que nacen y, con frecuencia, son criados en sociedades llenas de prejuicios enraizados desde hace siglos. Sería un milagro que trascendiéramos, de alguna manera, nuestra experiencia y nos comportáramos de manera igualitaria.

Dada la influencia de la cultura en la conducta, es demasiado simplista apelar a una explicación exclusivamente biológica para las observaciones de Tannen. Y, dada la gran influencia de la biología del cerebro en la conducta, también es simplista apelar a una explicación exclusivamente social. La verdadera respuesta a la pregunta sobre la supremacía de la naturaleza o la crianza es: "No lo sabemos". Oír esto puede ser frustrante, pues todo el mundo quiere construir puentes entre estas islas. Cahill, Tannen y muchísimos otros están haciendo todo lo posible para proporcionarnos las herramientas necesarias. Pero esto no equivale a decir que las conexiones existen. Creer que hay asociaciones fuertes entre los genes, las células y las conductas cuando no hay ninguna, no solo es un error, sino que puede ser peligroso. Basta con preguntarle a Larry Summers.

Ideas

¿Cómo podemos usar estos datos en la vida real?

Entender las emociones

Lidiar con la vida emocional de hombres y mujeres compone una buena parte del trabajo de los educadores y los empresarios, quienes necesitan saber lo siguiente:

- 1) Las emociones son útiles. Hacen que el cerebro preste atención.
- 2) Las mujeres y los hombres procesan ciertas emociones de distintos modos.
- 3) Esas diferencias son producto de interacciones complejas entre la naturaleza y la crianza.

Ensayar diferentes disposiciones del salón de clase según el género

La profesora de tercer grado de uno de mis hijos empezó a observar un estereotipo que empeoró a medida que el año avanzaba. Las niñas se destacaban cada día más en las artes del lenguaje, y los niños en matemáticas y ciencias. ¡Y era apenas tercer grado! Las diferencias en las artes del lenguaje tenían cierta lógica, pero ella sabía que no había un respaldo estadístico para afirmar que los hombres tienen más aptitud para las matemáticas y las ciencias que las mujeres. ¿Por qué diablos estaba presidiendo un estereotipo?

La profesora supuso que parte de la respuesta estaba en la participación de los estudiantes en clase. Cuando hacía una pregunta quien respondía primero tenía una enorme importancia. En las artes del lenguaje, las niñas siempre respondían primero. Luego, otras chicas reaccionaban con el instinto participativo del “yo también”. La reacción por parte de los chicos era jerárquica. Las chicas solían saber las respuestas, los chicos no, y estos respondían haciendo lo que tienden a hacer los hombres de bajo estatus: retraerse. Así, surgía rápidamente una brecha de comportamiento. En matemáticas y ciencias, chicos y chicas respondían primero por igual. Pero los chicos utilizaban su ya conocido “espíritu de competencia” y trataban de establecer una jerarquía basada en las aptitudes del conocimiento, lo que incluía vapulear a cualquiera que no alcanzara el punto más alto, incluso si se trataba de una chica. Las chicas, desconcertadas, empezaban a retraerse de la participación en esos temas. Y así surgía, de nuevo, otra brecha conductual.

Tras convocar a las chicas a una reunión, la profesora comprobó sus sospechas y entonces les pidió su opinión sobre lo que debían hacer. Ellas decidieron que querían aprender matemáticas y ciencias separadas de los chicos. Como se trataba de una maestra que había defendido las clases mixtas, se preguntó en voz alta si eso

tenía sentido. Pero si las chicas empezaban a perder la batalla de las matemáticas y las ciencias en el tercer grado, sospeché que era poco probable que sobresalieran en los años siguientes. De modo que cedió. Y solo se necesitaron dos semanas para cerrar la brecha.

¿Pueden aplicarse estos resultados a todos salones de clase del mundo? Este experimento no es un resultado, es un comentario. No estamos hablando de una batalla que pueda ganarse haciendo una evaluación en un salón de clase en un solo año escolar. Es una batalla que solo puede librarse haciendo muchos experimentos en cientos de salones y con miles de estudiantes de distinta condición durante varios periodos escolares.

Emplear grupos de género en la oficina

Un día hablé acerca del género con un grupo de ejecutivos en un entrenamiento en el centro de liderazgo de la Boeing, en Saint Louis. Después de mostrarles algunos de los datos acerca de lo esencial y el detalle, les dije: “A veces, a las mujeres se las acusa de ser más emocionales que los hombres, tanto en casa como en la oficina. Yo no creo que las mujeres sean más emocionales que nadie”. Y les expliqué que dado que las mujeres perciben su entorno emocional con más pormenores (he allí el detalle) y lo ven con una mejor resolución, es posible que sencillamente tengan más información ante la cual reaccionar. Si los hombres percibieran la misma cantidad de detalles, quizá tendrían la misma cantidad de reacciones. Dos mujeres que estaban sentadas en la parte de atrás empezaron a llorar silenciosamente. Después de la conferencia, les pregunté acerca de sus reacciones, porque temía haberlas ofendido. Lo que me respondieron me dejó perplejo. “Es la primera vez en mi vida profesional que no tuve la sensación de tener que disculparme por ser quien soy”, dijo una de ellas.

Y esto me puso a pensar. A lo largo de nuestra historia evolutiva, tener un equipo que pudiera comprender simultáneamente la esencia y los detalles de una situación estresante nos ayudó a conquistar el mundo. ¿Por qué habría de verse exento de esa ventaja el mundo de los negocios? Tener un equipo de trabajo capaz de comprender simultáneamente tanto el bosque emocional como los árboles de un proyecto estresante, como es el caso de una fusión, podría convertirse en un matrimonio consumado en el paraíso de los negocios. Incluso podría llegar a influir en las ganancias de la empresa.

Las empresas suelen realizar entrenamientos ejecutivos en los que se simulan situaciones. Tome un equipo mixto y uno unisex y pídale a cada equipo que se comprometa con un proyecto. Ahora, forme otros dos equipos (uno mixto y uno unisex), pero primero hábleles de las diferencias según el género expuestas en este libro antes de que se comprometan con el proyecto. Hay cuatro resultados potenciales. ¿Les irá mejor a los equipos mixtos que a los unisex? ¿Tendrán mejores resultados los grupos preparados en el tema de las diferencias de género? ¿Se mantendrían estables esos resultados, digamos, en unos seis meses? Es posible que descubra que los equipos de gerencia con un equilibrio entre lo esencial y el detalle tienen mayor probabilidad de productividad. Como mínimo, esto significa que tanto hombres como mujeres tienen igual derecho de sentarse en la mesa de la toma de decisiones.

Podríamos crear ambientes en los que las diferencias de género sean a la vez reconocidas y celebradas, en vez de ignoradas y marginadas. Si esto se hubiera hecho antes, tendríamos más mujeres en el mundo de la ciencia y la ingeniería. Podríamos haber vuelto añicos el arquetípico techo de vidrio y las empresas se habrían ahorrado mucho dinero. Y hasta el rector de Harvard habría podido conservar su puesto.



Resumen

Principio # 11

El cerebro masculino y el femenino son diferentes.

- El cromosoma X del cual los hombres tienen uno y las mujeres dos, aunque uno actúa como reserva es un "punto álgido" en términos cognitivos, pues contiene un porcentaje excepcionalmente grande de genes implicados en la producción cerebral.
- En términos genéticos, las mujeres son más complejas porque los cromosomas X activos de sus células son una mezcla de los del padre y de la madre. Los cromosomas X de los hombres provienen todos de la madre, y su cromosoma Y contiene menos de cien genes, comparado con los cerca de mil quinientos del cromosoma X.
- El cerebro masculino y el femenino son distintos tanto estructural como bioquímicamente los hombres tienen una amígdala más grande y su producción de serotonina es más rápida, por ejemplo pero no sabemos si esas diferencias tienen algún significado.
- Las mujeres y los hombres responden de distinta manera al estrés intenso: las mujeres activan la amígdala del hemisferio izquierdo y recuerdan los detalles emocionales; los hombres usan la amígdala derecha y recuerdan lo esencial.

Encuentre más información en la página web [en inglés]:

www.brainrules.net.



exploración

Principio # 12

Somos grandes exploradores
por naturaleza.



CUANDO MI HIJO Josh tenía apenas dos años, una abeja lo picó, casi con razón.

Era una tarde de verano cálida y soleada. Estábamos jugando el “juego de señalar”, un ejercicio simple en el que él me mostraba algo con el dedo para que yo lo mirara; después, los dos nos reíamos. Le habíamos dicho que no tocara los abejorros porque podían picarlo (solíamos usar la palabra “peligro” cada vez que se acercaba a uno). Aquella tarde, cerca a los tréboles, Josh vio una abeja tentadora, grande y peluda, que estaba zumbando. Cuando trató de tocarle, le dije con voz tranquila: “Peligro”, y él apartó la mano, obediente. Señaló un arbusto distante, siguiendo el juego.

Yo estaba mirando hacia el arbusto cuando de repente oí un grito de ciento diez decibeles. Mientras observaba en otra dirección, Josh se había acercado a la abeja, que lo había picado al instante. Josh había usado el juego de señalar para distraerme. Mi hijo de dos años había sido más listo que yo.

“PELIGRO”, dijo Josh entre sollozos cuando lo tomé en mis brazos.

“Peligro”, repetí con tristeza, mientras lo abrazaba, le ponía un poco de hielo y me preguntaba cómo sería cuando llegara la pubertad, en unos diez años.

Este incidente fue mi iniciación en la etapa que suele denominarse como los “terribles” dos años. Fue un bautismo brusco para el pequeño y para mí, pero también me hizo reír. Las facultades mentales que los niños usan para distraer a sus padres son las mismas que usarán como adultos para descubrir la composición de los metales, o la próxima energía alternativa. Somos exploradores por naturaleza, aunque este hábito a veces nos haga terminar con picaduras. La tendencia es fuerte, capaz de convertirnos en seres que aprenden toda la vida, pero se observa con mayor claridad en los más pequeños (muchas veces cuando peor parecen estar comportando).

Dañar cosas

Los bebés les permiten a los investigadores tener una visión clara y libre de los obstáculos de años de experiencias contaminantes, de la misma manera como el ser humano adquiere información naturalmente. Provistos con anterioridad con muchos programas para el procesamiento de datos, los bebés adquieren información por medio de estrategias sorprendentemente específicas, muchas de las cuales se conservan hasta la edad adulta. Entender cómo aprende el ser humano a esta edad significa entender en parte cómo aprende cualquier edad.

No siempre creímos que fuera así. Si, hace cuarenta años, usted le hubiera hablado a los investigadores acerca de instalaciones eléctricas cerebrales previamente programadas, su respuesta habría sido un indignado: “¿Qué ha estado fumando?”, o un menos cortés “Salga de mi laboratorio”. Ello se debe a que durante décadas los especialistas creyeron que los bebés eran una pizarra en blanco, una tabula rasa: pensaban que todo lo que sabía un bebé lo aprendía a través de sus interacciones con el entorno, y principalmente con

los adultos. Si duda, esta perspectiva la formularon científicos que trabajaban demasiado y que nunca tuvieron hijos. Pero ya no somos tan ingenuos. La comprensión del mundo cognitivo de los bebés ha avanzado a pasos agigantados. En efecto, la mirada de los investigadores se dirige hoy a los bebés para mostrar cómo piensa el ser humano prácticamente acerca de todo, incluso el adulto.

Echemos un vistazo, debajo del capó de la mente de un bebé, al motor que conduce sus procesos de pensamiento y el combustible de motivación que mantiene su intelecto en funcionamiento. Este combustible está compuesto de una necesidad de alto octanaje, clara e insaciable, de saber. Los bebés nacen con un profundo deseo de entender el mundo que los rodea y una curiosidad permanente que los obliga a explorarlo con intensidad. Esta necesidad de explicación está tan poderosamente ligada a su experiencia, que algunos científicos la describen como un instinto, así como el hambre, la sed o el sexo.

Los bebés parecen quedarse absortos contemplando las propiedades físicas de los objetos. Los bebés menores de un año analizan sistemáticamente los objetos con todas las armas sensoriales que tienen a su disposición. Los tocan, los patean, tratan de desbaratarlos, se los meten en los oídos, en la boca, se los dan a usted para que se los pueda meter a la boca. Parecen seguir un proceso intenso de reunión de información acerca de las propiedades de las cosas; hacen experimentos metódicos con ellas para ver qué más pueden hacer. En nuestra casa esto generalmente significaba que algo terminaba dañado.

Estos proyectos de investigación orientados al objeto se vuelven cada vez más sofisticados. En una famosa serie de experimentos les dieron a varios bebés un rastrillo y un juguete, dispuestos a cierta distancia. Rápidamente los bebés aprendieron a usar el rastrillo para acercar el juguete. Como sabrá cualquier padre, este no es un descubrimiento innovador. Sin embargo, poco después los

investigadores vieron algo asombroso. Tras unos cuantos intentos exitosos, los bebés perdían el interés en el juguete, pero no en el experimento. Agarraban el juguete, lo movían a diferentes lugares y luego usaban el rastrillo para atraparlo; ponían el juguete aun en lugares en los que quedaba fuera de su alcance para ver qué podían hacer el rastrillo. El juguete no parecía importarles en absoluto, lo que les interesaba era el hecho de que pudieran acercarlo con el rastrillo. Estaban experimentando con la relación entre los objetos, específicamente con la forma como un objeto podía influir en otro.

Así es como todos los bebés reúnen información: sometiendo sus hipótesis a prueba. Usan una serie de ideas que autocorriges continuamente para entender cómo funciona el mundo, examina su entorno con intensidad, de forma similar a como lo haría un científico: hacen una observación sensorial, formulan una hipótesis sobre lo que está sucediendo, diseñan un experimento capaz de poner la hipótesis a prueba y luego sacan conclusiones a partir de los resultados.

La prueba de la lengua

En 1979, Andy Meltzoff sacudió al mundo de la psicología infantil al sacarle la lengua a una recién nacida y ser lo suficientemente educado para esperar a que ella le respondiera. Lo que descubrió lo dejó asombrado. ¡La bebé le sacó la lengua! Meltzoff midió esta conducta imitativa de manera confiable en bebés con apenas 42 horas de nacidos. La bebé nunca había visto una lengua, ni la de Meltzoff ni la suya, y sin embargo sabía que ella tenía una lengua, que Meltzoff tenía una lengua, y de alguna manera intuía la idea del reflejo. Sabía además que si estimulaba una serie de nervios en una secuencia determinada, también podría sacar su lengua (algo que definitivamente no concuerda con la noción de tabula rasa).

Yo intenté hacer lo mismo con mi hijo Noah. Iniciamos nuestra relación sacándonos la lengua. En sus primeros treinta minutos de vida, él ya había entablado una conversación imitativa. Al final de su primera semana, nuestro diálogo estaba bien afianzado: cada vez que yo entraba en la habitación donde estaba su cuna, nos saludábamos con la lengua. Para él era algo puramente adaptivo, para mí era algo puramente encantador. Si yo no le hubiera sacado la lengua inicialmente, él no lo habría hecho de modo predecible cada vez que yo entraba en su campo visual.

Tres meses más tarde, mi esposa fue a buscarme a una clase que estaba dando en una facultad de medicina, con Noah en brazos. Yo no había terminado de contestar las preguntas, así que levanté a Noah y lo mantuve cargado mientras les respondía a mis alumnos. Por el rabillo del ojo vi que Noah me miraba expectante, sacando y metiendo la lengua cada cinco segundos aproximadamente. Le sonreí y le saqué la lengua mientras estaba a mitad de una pregunta. Él gritó de inmediato y empezó a sacar la lengua, desenfrenado, cada medio segundo más o menos. Yo sabía exactamente lo que Noah estaba haciendo. Había observado algo (papá y yo nos sacamos la lengua), formuló una hipótesis (apuesto a que si le saco la lengua, él me la sacará a mí), creó y ejecutó su experimento (le sacaré la lengua a papá), y cambió su conducta a partir de la evaluación de su investigación (sacar la lengua con más frecuencia). Nadie le enseñó a Noah, ni a ningún bebé, cómo hacerlo, y es una estrategia que dura toda la vida. Quizás usted la haya usado esta mañana mientras buscaba sus anteojos, planteaba la hipótesis de que estaban en el cuarto de lavar ropa y bajaba a buscarlos. Desde una perspectiva neurocientífica, no tenemos siquiera una buena metáfora para describir cómo sabe hacerlo, es tan automático que probablemente al ver sus anteojos sobre la lavadora usted no haya tenido idea de que estaba frente al resultado de un experimento exitoso.

La historia de Noah es apenas un ejemplo de cómo los bebés usan las preciosas estrategias con las que vienen previamente programados para obtener conocimientos que no tenían a la hora de nacer. También podemos verlo en las tazas que desaparecen y en las pataletas.

La pequeña Emily, de dieciocho meses, todavía cree que si un objeto está fuera de su vista, ha desaparecido. Aún no tiene lo que se conoce como "permanencia del objeto". Pero eso está a punto de cambiar. Emily ha estado jugando con una toallita y una taza. Cubre la taza con la toallita y luego se detiene por un segundo con cara de preocupación; retira la toallita de la taza lentamente. ¡La taza aún está allí! Se queda mirándola un momento, después vuelve a cubrir la taza con rapidez. Pasan treinta segundos antes de que estire su mano para agarrar la toallita con vacilación. Repite el experimento y retira la toallita. ¡La taza *sigue* allí! Emily grita entusiasmada. Ahora empieza a hacerlo más rápido, tapa y destapa la taza una y otra vez, al tiempo que se ríe a carcajadas con cada repetición. Emily se está dando cuenta de que la taza tiene permanencia de objeto: aunque haya quedado fuera de su vista, no ha desaparecido. Repetirá el experimento durante más de media hora. Si alguna vez ha pasado tiempo con un bebé de dieciocho meses, sabrá que lograr que se concentren en algo por treinta minutos es casi un milagro. Pero sucede con todos los bebés a esta edad en todo el mundo.

Aunque esto pueda parecer una encantadora versión del juego de esconderse y reaparecer, en realidad es un experimento cuyo fracaso tendría consecuencias fatales para la evolución. La permanencia del objeto es un concepto importante cuando se vive en la sabana. Por ejemplo, los tigres de dientes de sable siguen existiendo aun si de repente quedan escondidos detrás del pastizal. Aquellos que no adquirirían este conocimiento, por lo general pasaban a formar parte del menú de algún depredador.

Probarlo a usted

La distancia entre los catorce y los dieciocho meses de edad es inmensa. Es la época en la que los niños empiezan a aprender que las personas tienen deseos y preferencias independientes de los suyos. Al principio no es así; creen que si a ellos les gusta algo, al resto del mundo también le gustará. Tal vez ese sea el origen del “Credo del bebé que está aprendiendo a caminar”, o lo que a mí me gusta llamar las “siete reglas de la administración desde la perspectiva de un bebé”:

Si lo deseo, es mío.

Si te lo doy y después cambio de opinión, es mío.

Si te lo puedo quitar, es mío.

Si estamos armando algo juntos, todas las piezas son mías.

Si se parece a algo mío, es mío.

Si es mío nunca será de nadie más, pase lo que pase.

Si es tuyo, es mío.

A los dieciocho meses, los bebés empiezan a darse cuenta de que ese punto de vista no siempre es correcto. Comienzan a aprender el adagio que casi todos los recién casados tienen que reaprender una y otra vez: “lo que es obvio para ti es obvio para ti”. ¿Cómo reaccionan los bebés ante esta nueva información? La ponen a prueba, como siempre. Antes de los dos años, los bebés hacen una gran cantidad de cosas que sus padres preferirían que no hicieran. Pero después de los dos años, los pequeños hacen cosas *porque* sus padres no quieren que las hagan. Los adorables y sumisos pequeños se transforman en pequeños tiranos rebeldes. Muchos padres creen que sus hijos los están desafiando a propósito durante esta etapa. (La idea ciertamente se me pasó por la cabeza mientras curaba a Joshua de su desafortunada picadura de abeja.) Pero eso sería un error, esta etapa

es simplemente la extensión natural de un sofisticado programa de investigación que comienza a partir del nacimiento.

Presionamos los límites de las preferencias de los demás, luego nos alejamos para ver cómo reaccionan. Después repetimos el experimento, los empujamos hasta sus límites una y otra vez para ver qué tan estables son los resultados, como si estuviéramos jugando el juego de esconderse y reaparecer. Poco a poco, empezamos a percibir el largo, el ancho y la profundidad de los deseos de los demás, la manera como difieren de los nuestros. Luego, solo para asegurarnos de que los límites aún están activos, repetimos ocasionalmente todo el experimento.

Puede ser que los bebés no tengan una amplia comprensión del mundo, pero saben muy bien cómo obtenerla. Me recuerdan el viejo proverbio chino: "Dame un pez y tendré comida para un día; enséñame a pescar y comeré toda la vida".

Lo que hace el mono lo hace la mona

¿Por qué si le sacamos la lengua a un bebé él nos responde de la misma manera? En los últimos años se ha empezado a trazar un mapa de rutas neurales, al menos de algunas de las conductas más "simples" como la imitación. Tres investigadores de la Universidad de Parma estaban estudiando el macaco, analizando su actividad cerebral cuando se desplazaba para alcanzar diferentes objetos dentro del laboratorio. Los científicos registraban el patrón de actividad cerebral mientras el mono tomaba una uva pasa. Un día, el investigador Leonardo Fogassi entró al laboratorio y, como por casualidad, tomó una pasa del tazón. De repente, el cerebro del mono empezó a activarse, emocionado. Las grabaciones coincidían con el patrón específico de la pasa, como si el animal acabara de tomar la pasa, pero el mono no la había tomado, sólo había visto que Fogassi lo había hecho.

Los asombrados investigadores replicaron el experimento rápidamente, ampliaron sus conclusiones y finalmente las publicaron en una serie de artículos decisivos en los que describían la existencia de las “neuronas espejo”. Las neuronas espejo son células cuya actividad refleja su entorno. Los especialistas descubrieron que los impulsos que podían provocar respuestas neurales eran sorprendentemente sutiles. Con sólo oír el sonido de alguien que hacía algo que él ya hubiera experimentado antes —por ejemplo, rasgar un pedazo de papel—, las neuronas espejo del primate podían activarse como si el mono estuviera sintiendo el estímulo en su totalidad. Los investigadores no tardaron en identificar neuronas espejo en los seres humanos. Están dispersas por todo el cerebro, y un subgrupo de ellas interviene en esa conducta imitativa clásica, como cuando los bebés sacan la lengua. Otras neuronas reflejan una variedad de comportamientos motores.

También estamos empezando a entender qué regiones del cerebro están involucradas en nuestra capacidad para aprender a partir de una serie de ideas sucesivamente autocorregidas. Usamos la corteza prefrontal derecha para predecir errores y para evaluar informaciones, en retrospectiva, en busca de errores. La corteza cingulada anterior, justo al sur de la corteza prefrontal, nos avisa cuándo se presentan circunstancias que son percibidas como desfavorables y que requieren que efectuemos un cambio en nuestra conducta. Todos los años, el cerebro revela más y más secretos, y los bebés nos van indicando el camino.

Un viaje de toda la vida

No dejamos de sentir la sed de conocimiento. Esto pude verlo de cerca cuando realizaba mi posdoctorado en la Universidad de Washington. En 1992, Edmond Fisher y Edwin Krebs ganaron el Premio

Nobel de Fisiología o Medicina, y yo tuve la enorme fortuna de conocer tanto su trabajo como sus oficinas (separadas de la mía apenas por un pasillo). Cuando llegué a trabajar allí, ellos ya tenían más de setenta años. La primera cosa que noté al conocerlos fue que no estaban retirados, ni física ni mentalmente. Mucho después de habers ganado el derecho a jubilarse de la ciencia, los dos tenían eficientes laboratorios que funcionaban a toda marcha. Todos los días los veía caminando por el pasillo, totalmente ajenos a los demás, conversando sobre algún nuevo descubrimiento, intercambiando revistas escuchando atentamente las ideas del otro. A veces pasaban caminando con alguien más, bombardeándolo y a su vez siendo bombardeados con preguntas acerca de algún resultado experimental. Erán tan creativos como los artistas, tan sabios como Salomón, tan alegres como niños. No habían perdido *nada*. Sus motores intelectuales aún aceleraban, y el combustible seguía siendo su curiosidad. Eso se debe a que nuestras capacidades de aprendizaje no tienen por qué cambiar cuando envejecemos. Podemos seguir aprendiendo toda la vida.

Tres grandes presiones evolutivas pueden habernos llevado a conservar estas estrategias. La capacidad para solucionar problemas se vio fuertemente favorecida por el inestable ambiente del Serengeti, pero no cualquier tipo de solución de problemas. Cuando bajamos de los árboles a la sabana, no nos dijimos: "Dios mío, dame un libro y una clase para sobrevivir en este lugar". Nuestra supervivencia no dependía de exponernos a paquetes de información organizados y previamente planeados: nuestra supervivencia dependía de la acumulación reactiva de experiencias caóticas. Por ello, uno de nuestros mejores atributos es la capacidad para aprender a través de series de ideas constantemente autocorregidas. "La culebra roja con rayas blancas me mordió ayer y casi me muero", es una observación que podíamos hacer con facilidad. Luego dimos otro paso: "¡Supongo que si me encuentro con la misma culebra, me pasará lo

mismo!”. Es un estilo de aprendizaje científico que hemos explorado durante millones de años, literalmente.

Varios investigadores han demostrado que algunas regiones del cerebro adulto continúan siendo tan maleables como las de un bebé, de modo que podemos establecer nuevas conexiones, fortalecer conexiones existentes e incluso crear nuevas neuronas. Esto nos permite a todos ser aprendices durante toda la vida. No siempre creímos que fuera así. Hasta hace cinco o seis años, la noción prevaleciente era que nacíamos con las neuronas que tendríamos el resto de la vida y que estas se deterioraban continuamente en un viaje deprimente a lo largo de la adultez y la tercera edad. Es verdad que perdemos conexiones sinápticas con la edad (algunos cálculos estiman que la pérdida neuronal puede ser hasta de treinta mil neuronas por día). Pero el cerebro adulto también sigue creando neuronas dentro de las regiones que normalmente intervienen en el aprendizaje. Estas nuevas neuronas presentan la misma plasticidad que las de los recién nacidos. A lo largo de la vida, el cerebro adulto retiene la capacidad de cambiar su estructura y su función en respuesta a la experiencia.

¿Podemos seguir explorando nuestro mundo a medida que envejecemos? Casi podría oír a Krebs y a Fisher diciendo: “¡Obvio! Siguiendo pregunta”. Desde luego, no siempre nos encontramos en ambientes que estimulen esta curiosidad a medida que envejecemos. Yo he contado con la suerte de tener una carrera que me da la libertad de escoger mis propios proyectos. Antes de eso, contaba con la suerte de tener a mi madre.

De los dinosaurios al ateísmo

Recuerdo que cuando tenía tres años desarrollé un interés súbito por los dinosaurios. Pero no tenía idea de que mi madre se lo

esperaba. Ese mismo día, la casa comenzó a transformarse en un espacio jurásico, triásico y cretáceo. Las paredes se llenaron de imágenes de dinosaurios, empecé a encontrar libros sobre dinosaurios desperdigados por el piso y encima de los sofás. Mi madre se refería incluso a la comida como “comida de dinosaurio”, y pasábamos horas riéndonos mientras tratábamos de hacer sonidos de dinosaurios. Después, de un momento a otro, perdí el interés por los dinosaurios porque algún amigo del colegio había empezado a interesarse por los cohetes, los trasbordadores y las galaxias. Extrañamente, mi madre también se lo estaba esperando. Con la misma velocidad con la que cambió mi capricho, la casa empezó su transformación de los grandes dinosaurios al Big Bang. Los afiches de reptiles bajaron de las paredes y en su lugar aparecieron los planetas, y solía encontrar pequeñas imágenes de satélites en el baño. Mi madre llegó a hacer “monedas espaciales” con bolsas de papas fritas, que yo al final reuní en un libro de colección.

Esto ocurrió una y otra vez durante mi niñez. Me interesaba por la mitología griega y mi madre transformó la casa en el Monte Olimpo. Mi interés migró rápidamente hacia la geometría, y mi casa se volvió euclidiana, luego cubista. Piedras, aviones... para cuando tenía ocho o nueve años yo mismo estaba creando las transformaciones en casa.

Un día, hacia los catorce años, le dije a mi madre que era ateo. Ella era devotamente religiosa y pensé que el anuncio la destrozaría. En lugar de ello, me dijo algo como: “Eso está muy bien, cariño”, como si yo acabara de contarle que ya no me gustaban los nachos. Al día siguiente, me sentó a la mesa del comedor, con un paquete envuelto sobre el regazo, y me dijo con calma: “Con que ahora eres ateo, ¿no?” Yo asentí con la cabeza, y ella sonrió. Me puso el paquete en las manos y dijo: “El nombre del autor es Friedrich Nietzsche y el libro se llama *El crepúsculo de los ídolos*. Si vas a ser ateo, entonces sé el mejor ateo que haya habido. *Bon appetit!*”.

Yo me quedé pasmado, pero entendí su poderoso mensaje: la curiosidad misma era lo más importante. Y las cosas que me interesaran *eran importantes*. Nunca he podido apagar esa llama de la curiosidad.

La mayoría de los psicólogos del desarrollo creen que la necesidad de conocer de los niños es un instinto tan puro como el diamante y con la misma capacidad de distracción del chocolate. A pesar de que no existe una definición de la curiosidad que sea aceptada de manera unánime dentro la neurociencia cognoscitiva, yo coincido plenamente con esta descripción. Creo firmemente que si les permitimos ser curiosos, los niños desplegarán sus tendencias naturales hacia el descubrimiento y la exploración hasta que cumplan 101 años, algo que mi madre parecía saber instintivamente.

El descubrimiento les produce alegría a los pequeños. Como si se tratara de una droga adictiva, la exploración crea la necesidad de más descubrimientos para poder experimentar más alegría. Es un sistema de recompensa claro que se prolongará hasta los años de colegio si se le permite florecer. A medida que crecen, los niños se dan cuenta de que el aprendizaje no solo les da alegría, sino también maestría. El dominio de materias determinadas genera la confianza necesaria para tomar riesgos intelectuales. Si estos niños no terminan en una sala de urgencias, pueden acabar por ganarse un Premio Nobel.

Sin embargo, creo que es posible romper este ciclo y anestesiar tanto al sistema como al niño. Al llegar a primer grado, los niños aprenden que la educación significa sacar buenas notas, y empiezan a entender que pueden adquirir conocimiento, no porque sea interesante, sino porque pueden obtener algo a cambio. La fascinación puede convertirse en algo secundario frente a: "¿Qué necesito saber para sacar una buena nota?". Pero también creo que el instinto de la curiosidad es tan poderoso que algunas personas vencen el mensaje de la sociedad de apagarse intelectualmente y logran florecer.

Mi abuelo era una de esas personas. Nació en 1892 y vivió hasta los 101 años. Hablaba ocho idiomas, pasó por aventuras y desventuras, y permaneció en su propia casa (podando él mismo el jardín) hasta los cien años, animado como una polvorita hasta el final. En la fiesta de celebración de su centenario, me llevó a un momento y me dijo: “*Juanito*”, después se aclaró la garganta y siguió, “¿tú sabías que entre el avión de los hermanos Wright y el viaje de Neil Armstrong a la luna hay 66 años?”. Y sacudió la cabeza maravillado. “Yo nací en la época del caballo y la calesa, y me voy a morir con el trasbordador espacial. ¿Cómo te parece?”. Los ojos brillaban. “¡Qué buena vida la que me ha tocado!”.

Murió un año después.

Lo recuerdo mucho cuando pienso en la exploración. Recuerdo a mi madre y sus cuartos que se transformaban mágicamente cuando pienso en mi hijo menor, que experimentaba con la lengua, y en el impulso irresistible de mi hijo mayor, que lo hizo ganarse una palmetada por la caída de abeja. Y pienso que tenemos que mejorar para fomentar una curiosidad que dure toda la vida en el trabajo y, en especial, en los colegios.

Ideas

Google se toma en serio el poder de la exploración. Sus empleados pueden usar el veinte por ciento de su tiempo aventurándose a donde los lleve su mente. La prueba está en el balance final: el cincuenta por ciento de sus productos nuevos, entre ellos el Gmail y Google News, resultaron de ese “veinte por ciento”. ¿Cómo podríamos implementar esa libertad en la escuela? Algunas personas han tratado de aprovechar nuestra tendencia natural a la exploración en modelos de aprendizaje basados en “la solución de problemas” y “los descubrimientos”. Estos modelos tienen serios defensores

serios detractores. La mayoría están de acuerdo en que estos debates carecen de resultados empíricos contundentes que prueben sus efectos a largo plazo. Yo iría más lejos y sostendría que lo que falta es un laboratorio realmente vivo en el que los especialistas en la ciencia del cerebro y los científicos de la educación puedan desarrollar investigaciones de forma rutinaria y a largo plazo. Quisiera describir el lugar ideal para esa investigación.

Analizar el éxito de las facultades de medicina

A comienzos del siglo XX, John Dewey creó una escuela-laboratorio en la Universidad de Chicago, en parte porque pensaba que el aprendizaje debía ponerse a prueba en situaciones del mundo real. Aunque estos colegios cayeron en desgracia a mediados de los años sesenta, quizá por motivos válidos, una versión para el siglo XXI podría inspirarse en uno de los modelos educativos más exitosos que existen: las facultades de medicina. Como decía William H. Payne, un colega de Dewey: "En realidad, la psicología es a la enseñanza lo que la anatomía a la medicina". Aún lo es, aunque yo reemplazaría "psicología" por "ciencia del cerebro".

El mejor modelo de facultad de medicina tiene tres componentes: un hospital de clínicas, un cuerpo docente que trabaje en el mismo campo que enseña y laboratorios de investigación. Es una forma sorprendentemente exitosa de tratar a los pacientes. Y también es una forma sorprendentemente exitosa para transmitir informaciones complejas de un cerebro a otro. He visto con frecuencia a alumnos brillantes de otras facultades que son aceptados en los programas de medicina y que cuatro años después se convierten en sanadores talentosos e increíbles científicos. ¿Cómo consiguen dar un buen tratamiento a los pacientes y una buena formación a sus estudiantes al mismo tiempo? Estoy convencido de que es gracias a su estructura.

1) EXPOSICIÓN CONSTANTE AL MUNDO REAL

Al combinar el aprendizaje tradicional, basado en los libros, con un hospital de clínicas, los estudiantes pueden ver directamente qué se están metiendo *mientras trabajan en ello*. La mayoría de los estudiantes de medicina pasan por un hospital en funcionamiento todos los días de su vida académica cuando van camino a clase, un modo que se enfrentan constantemente a la razón misma que los llevó a escoger la medicina. Para el tercer año, la mayoría de ellos solo pasa la mitad del tiempo en clase. La otra mitad están aprendiendo mientras trabajan en el hospital o en los consultorios asociados a él. Luego sigue la residencia, cargada de nuevas experiencias prácticas.

2) EXPOSICIÓN CONSTANTE A GENTE QUE TRABAJA EN EL MUNDO REAL

Los estudiantes de medicina reciben clases de personas que realmente practican lo que enseñan durante la mayor parte del día. Más recientemente, estas personas han pasado a caracterizarse por ser, no solo médicos en ejercicio de su profesión, sino también investigadores involucrados en proyectos de vanguardia con grandes implicaciones clínicas en los que invitan a participar a sus alumnos.

3) EXPOSICIÓN CONSTANTE A PROGRAMAS PRÁCTICOS DE INVESTIGACIÓN

He aquí una experiencia típica: el doctor-profesor está dictando una clase en un salón tradicional y trae a un paciente para ilustrar algunos de los puntos clave de su exposición. El profesor anuncia: "Aquí está el paciente. Observen que tiene la enfermedad X con los síntomas A, B, C y D". Después, empieza a hablar sobre la biología de la enfermedad X. Mientras todos toman notas, una alumna muy lista levanta la mano y dice: "Veo que presenta los síntomas A, B y C. ¿Qué hay de los síntomas E, F y G?". El profesor mira un po-

desilusionado (o emocionado) y responde: "No sabemos nada de los síntomas E, F y G". Después de un momento como ese, suele haber un silencio tan intenso que podría escucharse el ruido de una mosca, y casi pueden oírse las voces impacientes en la cabeza de los alumnos susurrando: "¡Bueno, pues averigüémoslo!". Esas son las palabras iniciales de la mayoría de las grandes ideas de investigación en la medicina humana.

Esta es la verdadera magia de la exploración. Mediante la simple yuxtaposición de las necesidades del mundo real y el aprendizaje tradicional basado en los libros, nace un programa de investigación. La tendencia es tan fuerte que es necesario cortar deliberadamente las discusiones para evitar que las ideas sigan surgiendo. La mayoría de los programas de medicina en los Estados Unidos han elegido no acabar con tales discusiones. Como resultado, la mayoría de las facultades de medicina del país cuentan con poderosas secciones de investigación.

Este modelo les da a los estudiantes una rica visión del campo de la medicina. No solo aprenden con personas que están involucradas en los aspectos cotidianos de la curación, sino que están expuestos a personas que han sido formadas para pensar acerca del futuro de la medicina. Estas personas representan las mentes más brillantes del país, y este modelo ofrece el incentivo más natural para los instintos de exploración de la especie humana que yo haya visto.

Crear una universidad que estudie el cerebro

Imagino una "universidad de la educación" en la que el programa esté completamente dedicado al desarrollo cerebral. Estaría dividida en tres partes, como una facultad de medicina. Tendría salones de clase tradicionales, y sería una universidad comunitaria dirigida por una planta de profesores pertenecientes a tres facultades: una

facultad tradicional de educación, profesores certificados para enseñanza infantil y neurocientíficos. Este último grupo daría clases en laboratorios de investigación dedicados a un solo propósito: investigar cómo aprende el cerebro humano en ambiente de enseñanza, y someter a prueba las hipótesis propuestas en el salón de clase, en situaciones de la vida real.

Los estudiantes obtendrían un título en *Ciencias de la educación*. El futuro educador tendría profundos conocimientos sobre la forma como el cerebro humano adquiere información. Los temas irían desde la anatomía de la estructura cerebral a la psicología, desde la biología molecular a las últimas ciencias cognitivas del cerebro. Pero el trabajo de clase sería solo el comienzo. Tras el primer semestre de estudios, los alumnos empezarían a participar activamente en la vida dentro de la escuela.

Un semestre podría estar dedicado a entender el desarrollo del cerebro adolescente y las prácticas consistirían en prestar asistencia en escuelas secundarias. Otro semestre podría reservarse a patologías de la conducta, como el trastorno hiperactivo con déficit de atención, y los estudiantes ayudarían en clases de educación especial. Otro curso se centraría en los efectos de la vida familiar sobre el aprendizaje humano; en este caso los alumnos asistirían a reuniones de asociación de padres de familia y conferencias entre padres y profesores. En esta interacción de doble vía, la aguda percepción de los investigadores y la de los practicantes tendrían la oportunidad de sumergirse en un solo ambiente intelectual en constante actividad. Este modelo crearía un programa estratégico y vigoroso de investigación y desarrollo, orientado hacia la práctica. Los practicantes serían elevados al papel de colegas, socios activos que ayudarían a definir la dirección de la investigación, al tiempo que los investigadores ayudarían a los practicantes a orientar sus esfuerzos.

Este modelo haría honor a nuestra necesidad evolutiva de exploración, formaría profesores que conocerían el desarrollo cerebral

y constituiría un lugar para la investigación del mundo real, tan necesaria para descubrir cómo debemos aplicar exactamente las reglas del cerebro en nuestra vida. El modelo también podría importarse a otras materias académicas. Una facultad de administración que enseñara cómo conducir una pequeña empresa podría dirigir efectivamente uno de estos negocios como parte de su programa académico.

El sentido del asombro

Si usted pudiera viajar en el tiempo para visitar las primeras universidades occidentales —como la de Bolonia—, y entrara en sus laboratorios de biología, se moriría de la risa. Yo también lo haría. Vista desde los parámetros actuales, la ciencia biológica del siglo XI parece una broma, una mezcla extraña de influencias astrológicas, fuerzas religiosas, animales muertos y menjurjes químicos de penetrante olor, algunos de los cuales eran tóxicos.

Pero si recorriera los pasillos y mirara con atención un típico salón de clases, no se sentiría en un museo, se sentiría en casa. Allí encontraría un atril desde donde el profesor soltaba sus peroratas, rodeado de sillas en las que los estudiantes absorbían lo que fuera que estuviera diciendo. Salvo por la ausencia de una lámpara o dos en el techo, resulta sorprendentemente similar a nuestros actuales salones de clase. ¿No será hora de cambiar?

Mis hijos seguramente dirían que sí. Ellos y mi madre son quizá los mejores profesores que he tenido. Noah (mi hijo de dos años) y yo íbamos por la calle camino al preescolar cuando de repente él vio un guijarro incrustado en el concreto. El pequeño se detuvo a mitad de camino, lo contempló un segundo, le pareció interesantísimo y soltó una carcajada. Luego atisbó una pequeña planta a unos tres centímetros de distancia, una hierbita que se asomaba

valientemente por una grieta del asfalto. La tocó con suavidad y volvió a reírse. Detrás de ella, encontró un pelotón de hormigas marchaban en fila y se agachó para examinarlas: llevaban la cabeza de un insecto. Noah aplaudió lleno de asombro. Había partículas de polvo, un tornillo oxidado, una brillante mancha de aceite. Ya habían pasado quince minutos y solo habíamos avanzado seis metros. Traté de hacer que se diera prisa y tuve el descaro de actuar como un adulto que tiene que cumplir con un horario. Él no quiso saber nada del asunto. Entonces me detuve a observar a mi pequeño maestro y me pregunté cuánto hacía que no me demoraba quince minutos para andar seis metros.

La regla del cerebro más importante dice algo que no puedo probar ni caracterizar, pero en lo que creo profundamente. Tal como intentaba decirme mi hijo, se trata de la importancia de la curiosidad.

Por el bien de él y por el nuestro, quisiera que los salones de clase y las empresas fueran diseñados teniendo en cuenta el cerebro. Si empezáramos otra vez desde el comienzo, la curiosidad sería la parte más importante, tanto del equipo de demolición como del equipo de reconstrucción. Y, como espero haber mostrado aquí, estoy completamente a favor de las dos.

Nunca olvidaré el momento en que este pequeño profesor enseñó a su padre lo que significaba ser un estudiante. Me sentí agradecido y un poco avergonzado. Después de 47 años, por fin estaba aprendiendo cómo debía caminar por la calle.



Resumen

Principio # 12

Somos grandes exploradores por naturaleza.

- Los bebés son el modelo de cómo aprendemos. No lo hacemos por medio de reacciones pasivas al ambiente, sino poniendo a prueba nuestras observaciones, hipótesis, experimentos y conclusiones.
- Ciertas partes específicas del cerebro hacen posible este enfoque científico. La corteza prefrontal derecha busca errores en nuestras hipótesis ("El tigre es inofensivo"), y una región adyacente nos dice que debemos cambiar de conducta ("¡Corre!").
- Podemos reconocer e imitar conductas gracias a las "células espejo", dispersas por todo el cerebro.
- Algunas partes del cerebro adulto continúan siendo tan maleables como las de un bebé, de modo que podemos crear neuronas y aprender nuevas cosas a lo largo de toda la vida.

Encuentre más información en la página web [en inglés]:

www.brainrules.net.

Agradecimientos

EN UNA ENUMERACIÓN de casi cualquier cosa, lo que aparece al principio y al final es lo que menos le cuesta retener al cerebro. Es lo que se conoce como el “efecto de posición serial”, y lo menciono porque me dispongo a enumerar algunas de las muchas personas que ayudaron a llevar a buen término este proyecto. Como es lógico, habrá una primera y una última, y muchas en la mitad. Y no porque vea a estas personas dentro de una jerarquía de valores, sino porque los lenguajes escritos son forzosa y desgraciadamente lineales. Por eso le pido el favor, querido lector, de que preste la misma atención a los de la mitad que a los de los extremos. Como suelo señalarles a mis estudiantes de posgrado, las partes centrales de las curvas en forma de U son muy valiosas.

En primer lugar, doy gracias a mi editor en Pear Press, Mark Pearson, la mano que guió este proyecto y, fácilmente, el joven más sabio y maduro con quien haya tenido la dicha de trabajar. Fue un placer trabajar con la editora Tracy Cutchlow, quien, con paciencia, risas y una amabilidad extraordinaria, me enseñó cómo escribir.

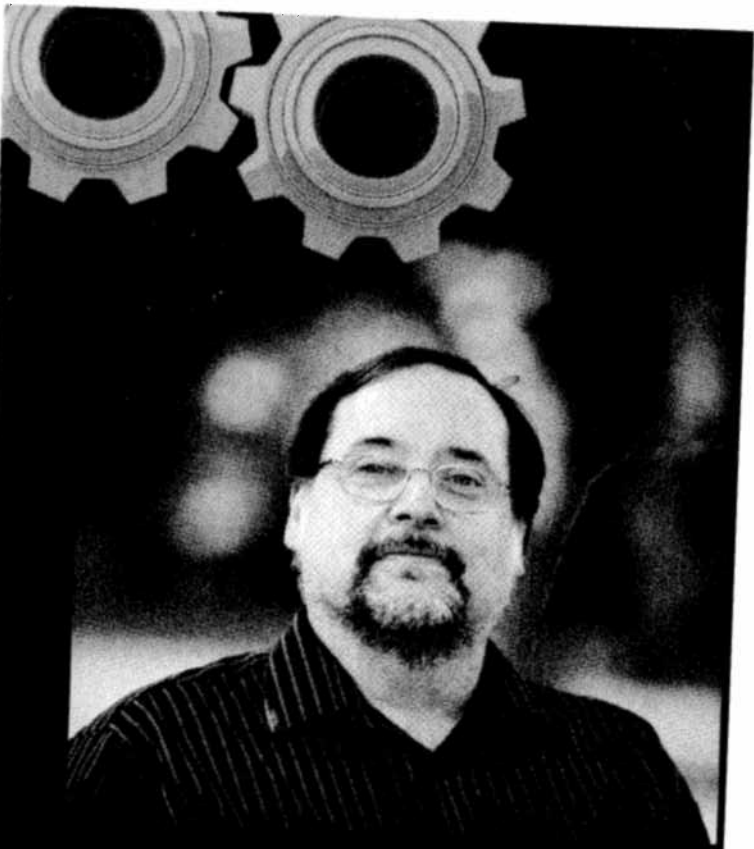
Agradezco especialmente a Dan Storm y a Eric Chudler por pericia y sus comentarios científicos inestimables.

Agradezco a los amigos que me acompañaron en esta travesía: a Lee Huntsman, por sus horas de escucha paciente y su amistad de casi veinte años. A Dennis Weibling, por creer en mí y darme libertad que me ha permitido sembrar semillas. A Paul Lange, cuya curiosidad y perspicacia siguen siendo igual de brillantes después de todos estos años (¡lo que no está nada mal para un "plomero"! A Bruce Hosford, una de las personas más resolutivas que haya conocido, por su amistad profunda.

Doy gracias a Paul Yager, y a mis amigos del departamento de bioingeniería de la Facultad de Medicina de la Universidad de Washington, por abrirme las puertas. Agradezco también a mis colegas de Seattle Pacific University, Frank Kline, Rick Eigenbrod y Bill Rowley, por su espíritu aventurero y su tolerancia. A Don Nielsen, quien supo, sin lugar a dudas, que la educación es en realidad una cuestión de desarrollo cerebral. A Julia Calhoun, ejemplo primordial de grandeza emocional. A Alden Jones, una persona maravillosa, sin la cual mi vida profesional no funcionaría.

Y mi agradecimiento más profundo a mi amada esposa Karen, quien me recuerda constantemente que el amor es lo que nos hace reír, incluso cuando estamos cansados. Tú, amada mía, eres una en un millón.

www.brainrules.net.



John Medina

John Medina es biólogo molecular e investigador. Es profesor de bioingeniería en la prestigiosa Escuela de Medicina de la Universidad de Washington. Medina también es director del Centro del Cerebro para el Aprendizaje Aplicado a la Investigación de la Universidad Seattle Pacific. Vive en Washington, Estados Unidos. Su libro *Los 12 principios del cerebro* ocupó la lista de bestsellers de *The New York Times* durante varias semanas.

www.brainrules.com