

Aprendizaje del lenguaje

Comunicación y cognición

HELEN KELLER PERDIÓ LA VISTA Y LA audición cuando tenía apenas 19 meses de edad, por lo que en su niñez temprana no podía hablar ni comprender el lenguaje. Helen sólo empezó a aprender palabras en forma de gestos manuales gracias a las persistentes demostraciones de su tutora, llamada Anne Sullivan, quien creaba formas con la mano para deletrear las palabras, cada forma asociada con una letra distinta, y luego presionaba la palma de Helen con su mano. El deletreo de mano de Anne le proporcionó a Helen un modelo que duplicaba luego en la palma de Anne. Después de años de práctica Helen Keller no sólo aprendió a entender las oraciones gestuales, sino que también aprendió a hablar, leer y escribir. Al final, escribió alrededor de una docena de libros, viajó por todo el mundo y conoció a 12 presidentes.

A pesar de sus impedimentos, Helen Keller desarrolló de manera natural la capacidad de correr y jugar igual que otras niñas. Sin embargo, no desarrolló de manera espontánea las habilidades del lenguaje, por lo que necesitó instrucción. Su cerebro tenía la capacidad de aprender y usar el lenguaje (de hecho, en la adultez se convirtió en escritora y conferencista), pero las habilidades lingüísticas de Helen no florecieron hasta que su maestra le proporcionó las entradas apropiadas. Las entradas que le enseñaron el lenguaje fueron diferentes a las que emplea la mayoría de los niños. Como no podía ver o escuchar tenía que depender del sentido del tacto, una modalidad sensorial que rara vez se asocia con el aprendizaje del lenguaje.

Los niños aprenden a usar el lenguaje si se les brindan las entradas apropiadas, pero su aprendizaje del lenguaje no es infalible. Más bien, el aprendizaje del lenguaje humano depende de condiciones ambientales. ¿Podría ser también ése el caso de otros animales? ¿Es posible que otros animales tengan la capacidad para aprender el lenguaje y que ésta no se haya descubierto aún por el simple hecho de que no encuentran las condiciones ambientales apropiadas? Si otros

Procesos conductuales

¿Qué es el lenguaje?

Pon a prueba tu conocimiento

El canto de las aves frente al lenguaje humano

Aprendizaje de un segundo idioma

Aprendizaje y memoria en la vida cotidiana

Enseñar a los bebés a hacer señas antes que a hablar

Aprendizaje de un lenguaje artificial

Sustratos cerebrales

¿Existe un órgano del lenguaje?

Misterios sin resolver ¿Pueden las computadoras dominar el lenguaje humano?

Codificación cortical de un segundo idioma

Un modelo contemporáneo del procesamiento del lenguaje en el cerebro

Perspectivas clínicas

Lenguaje de señas

Aprendizaje del lenguaje en aislamiento



Betman/Corbis

Helen Keller de niña

animales no poseen esta capacidad, ¿qué tiene el cerebro humano que nos permite aprender las habilidades del lenguaje?

En este capítulo se revisa lo que se conoce acerca del aprendizaje del lenguaje en los seres humanos y se examinan estudios recientes de capacidades similares en otros animales. La sección Procesos conductuales considera temas básicos como: 1) la manera en que la gente aprende a reconocer las palabras y a utilizarlas para comunicar información; 2) lo que distingue al aprendizaje de idiomas adicionales del aprendizaje del primer idioma, y 3) las características del lenguaje que hacen tan difícil su aprendizaje para otros animales. También examina algunos de los descubrimientos hechos por los investigadores al observar la manera en que los seres humanos y otros animales aprenden lenguajes “artificiales” más simples. (Advierte que este capítulo se enfoca en el aprendizaje del lenguaje, no en su desempeño. Por consiguiente, aquí no se incluye mucho de lo que se sabe acerca de la estructura del lenguaje y de la forma en que lo usan los humanos adultos.) En la sección Sustratos cerebrales se identifican las regiones del cerebro que contribuyen al procesamiento del lenguaje y que cambian durante su aprendizaje. El capítulo también describe sistemas de comunicación alternativos que no dependen de la capacidad para hablar o escuchar y que han revelado nuevos indicios sobre la naturaleza del aprendizaje del lenguaje.

13.1 Procesos conductuales

Igual que el aprendizaje por imitación (capítulo 11), el aprendizaje del lenguaje parece estar limitado a un número relativamente pequeño de especies, tal vez sólo a una. De hecho, es posible que la capacidad para imitar sea un requisito para el aprendizaje del lenguaje, ya que las capacidades tempranas de imitación predicen la competencia lingüística posterior de los niños (Sigman y Ungerer, 1984; Stone, Ousley y Littleford, 1997). Por ejemplo, los padres juzgan las habilidades lingüísticas iniciales de sus hijos con base en lo bien que imitan los sonidos del habla que escuchan. Las primeras palabras que los niños aprenden las adquieren, casi todas, a través del aprendizaje por observación. Sin embargo, también usan palabras que tal vez nunca escucharon en su entorno, como “cabo” y “pieses”, por lo que el aprendizaje del lenguaje implica algo más que la simple copia. De hecho, muchas de las oraciones generadas por los seres humanos nunca fueron producidas antes, lo que sugiere una enorme flexibilidad de las habilidades lingüísticas.

El aprendizaje del lenguaje quizás es una de las tareas de aprendizaje más complejas que enfrenta cualquier especie, o tal vez es una de las más sencillas. Después de todo, ¿qué tan difícil podría ser si todos los niños pueden hacerlo? Algunos teóricos sugieren que el lenguaje en realidad es demasiado complejo para que lo aprendan los infantes y que por ende los seres humanos deben estar dotados genéticamente de mecanismos especializados en el procesamiento del lenguaje (Chomsky, 1965; Pinker, 1984). Pero, ¿en realidad necesitan los bebés procesadores especializados para aprender el lenguaje o basta con una capacidad flexible para aprender? Si se necesitan centros especializados en el procesamiento del lenguaje ¿qué tan especializados deben ser? ¿Podrían tener otros animales especializaciones similares? Para empezar a responder estas preguntas es importante analizar las propiedades básicas del lenguaje y considerar diferentes maneras en que éste podría aprenderse.

¿Qué es el lenguaje?

El **lenguaje** es un sistema de comunicación para la transmisión social de la información. Este sistema consta de palabras, estímulos que de manera individual transmiten significado y que están formados por uno o más morfemas, las unidades lingüísticas de significado más pequeñas. Por ejemplo, la palabra “canicas” contiene tres morfemas: ca-ni-cas. Las palabras pueden unirse para formar una oración, una palabra o serie de palabras que

expresan un pensamiento que contiene un sujeto y un verbo. La **gramática** de un idioma está definida, en parte, por las reglas que determinan la manera en que las palabras pueden modificarse y combinarse para formar oraciones. Para que cualquier organismo aprenda a usar un lenguaje debe ser capaz de identificar las palabras, reconocer el orden de las mismas, así como las reglas abstractas acerca de su organización y las categorías de palabras. Entender estos procesos de comprensión del lenguaje es fundamental para discernir cómo los individuos aprenden el lenguaje.

El lenguaje suele aprenderse por medio de la percepción del habla, lo cual requiere que el aprendiz reconozca tanto los sonidos como las secuencias de sonidos. Las aves que aprenden a comunicarse por sonidos también deben reconocer los sonidos y las secuencias de éstos y, de hecho, el aprendizaje del canto en las aves pasa por etapas similares a las que se observan cuando los niños aprenden a hablar (Brenowitz y Beecher, 2005; Doupe y Kuhl, 1999). Esos paralelismos sugieren que algunos de los mecanismos que subyacen al aprendizaje del lenguaje no son exclusivos de los seres humanos.

Identificación de las palabras

Identificar las palabras habladas no es tan sencillo como podrías creer. El habla es en esencia una corriente continua de sonido, por lo que no resulta trivial la tarea de reconocer dónde termina una palabra y comienza la otra, lo que se conoce como **segmentación de las palabras**. Si alguna vez has escuchado a alguien que habla en un idioma que no entiendes, seguramente sabes lo difícil que es identificar las palabras individuales. Si examinas la figura 13.1 empezarás a darte una idea de por qué resulta tan difícil segmentar las palabras. Esta imagen es una gráfica de alguien que pregunta: “¿Dónde están los silencios entre las palabras?”. En este tipo de gráficas los intervalos de silencio aparecen como líneas planas. La gráfica de esta oración responde su propia pregunta: no hay intervalos de silencio entre la mayoría de las palabras. Por el contrario, la mayor parte de las líneas que indican silencio en realidad se presentan *dentro* de las palabras. Por ende, aunque pueda parecerte que en el habla normal las palabras están separadas por silencio, por lo regular no es así.

Una forma en que los bebés aprenden a identificar las palabras es al escuchar de manera repetida patrones constantes en el orden de los sonidos del habla (Saffran, Aslin y Newport, 1996). Por ejemplo, en inglés la sílaba *hap* precede sólo a unas cuantas sílabas, como *-py* (en “happy”) y *-pen* (en “happen”), para formar una palabra. Así, es probable que poco después de que un niño escucha que alguien produce la sílaba *hap-* también escuche que el hablante produce una de esas otras sílabas predecibles. En contraste, existen muchas sílabas que podrían seguir a la sílaba *-py*, pero sólo unas cuantas se combinan con *-py* para formar palabras (como “peanut”, que se pronuncia “pi-nut”). Con el tiempo, un bebé que de manera repetida escucha frases como “happy birthday”, “happy baby” y “don’t worry, be happy” empezará a reconocer que *happy* es una palabra mientras que *peebirth* y *peebay* no lo son (Saffran y Thiessen, 2003).

Tanto los bebés como los adultos son sensibles a dichos patrones o **probabilidades de transición**, que se definen como la frecuencia con que un tipo de sílaba sigue a otra. En un estudio, los participantes escucharon secuencias continuas de sílabas. Algunas de ellas se presentaban de manera repetida en combinaciones que creaban palabras sin sentido. Después, los investigadores probaron qué tan bien los participantes reconocían esas palabras sin sentido en comparación con nuevas palabras sin sentido que no se habían

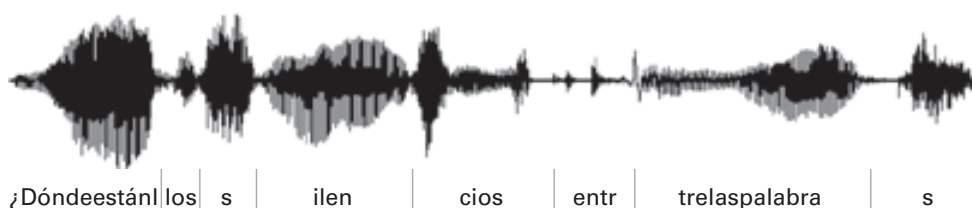
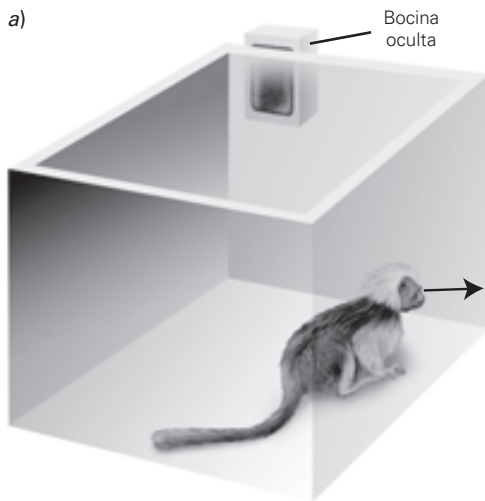
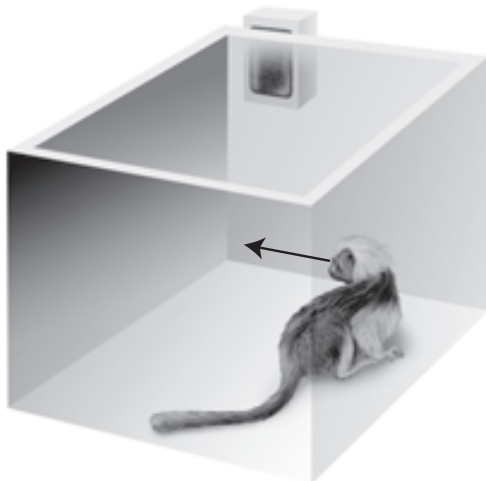


Figura 13.1 Continuidad del sonido dentro de una oración hablada

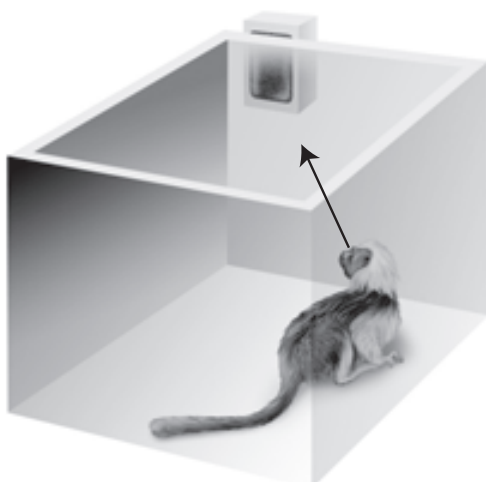
La altura de los trazos verticales en esta gráfica corresponde a la amplitud de los sonidos emitidos. Los silencios producen trazos horizontales planos. Advierte que los silencios (destacados con líneas verticales) por lo general no ocurren entre palabras sino en la mitad de una palabra, lo cual demuestra que los seres humanos no reconocen las palabras mediante la detección de los silencios entre ellas.



1. La grabación se inicia.



2. Empieza la respuesta de orientación.



3. La orientación es hacia la bocina.

presentado en las secuencias (Saffran *et al.*, 1996). Por ejemplo, si el escucha había oído de manera repetida la sílaba *-py* seguida por *-po* (como en “peepo”) dentro de la serie de sílabas, entonces esta palabra sin sentido era más reconocible que la nueva palabra sin sentido “po-pee”. Los bebés y los adultos sólo tenían que escuchar las secuencias experimentales para aprender con rapidez a reconocer combinaciones de sonidos del habla que ocurrieran a menudo en un orden específico. Este hallazgo sugiere que los seres humanos aprenden a reconocer las palabras habladas sin proponérselo. Los bebés y los niños pequeños pueden aprender palabras sin conocer su significado, de hecho, sin prestar atención a las palabras individuales.

La capacidad para percibir las probabilidades de transición en el habla también ayuda a las personas a aprender otras cosas además del lenguaje. Por ejemplo, los sonidos dentro de las canciones también ocurren en secuencias repetidas, y aprender dichas secuencias nos permite reconocer tonadas musicales (Saffran, Johnson, Aslin y Newport, 1999). Al parecer, otros animales también reconocen las probabilidades de transición. Por ejemplo, los monos aprenden a reconocer palabras sin sentido simplemente al escuchar grabaciones del habla (Hauser, Newport y Aslin, 2001; Hauser, Weiss y Marcus, 2002). En esos experimentos, tamarinos cabeza de algodón (un tipo de los monos tití), escucharon las mismas grabaciones del habla que los bebés humanos descritos antes. Un día después, se colocó a los tamarinos dentro de cámaras individuales a prueba de sonido (figura 13.2a) que contenían una bocina oculta que transmitía las palabras sin sentido escuchadas el día anterior y nuevas palabras sin sentido. Los investigadores monitorearon la frecuencia con que cada tamarino miraba hacia la bocina cuando se presentaban las palabras, y encontraron que era más probable que lo hicieran después de escuchar una palabra nueva sin sentido (figura 13.2b). Seguramente recuerdas que en el capítulo acerca de la habituación vimos que los organismos suelen presentar una respuesta de orientación hacia los estímulos novedosos. Por lo tanto, el experimento demuestra que los monos habían aprendido a reconocer las palabras sin sentido del primer día. Dado que los monos no aprenden el lenguaje, es poco probable que su capacidad para reconocer las palabras (según se reveló en este experimento) sea una capacidad especializada en el aprendizaje del lenguaje (Hauser, Chomsky y Fitch, 2002).

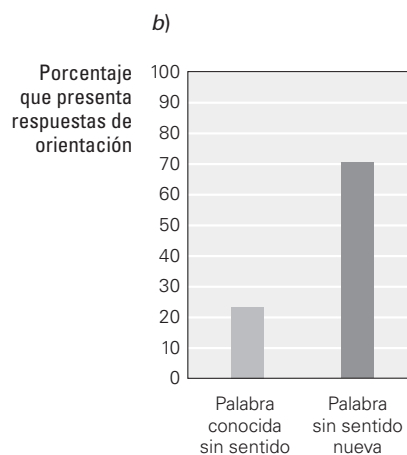


Figura 13.2 Reconocimiento de palabras sin sentido en tamarinos cabeza de algodón a) Cada tamarino fue colocado en una cámara en que se transmitían sonidos por una bocina oculta controlada por una computadora. Esta secuencia muestra a un tamarino que presenta una respuesta de orientación hacia la bocina oculta después de la transmisión de una nueva palabra sin sentido. Las flechas muestran la dirección en que miraba el tamarino. b) Los monos respondían más ante las secuencias de sonido desconocidas, indicando que podían identificar la diferencia entre las palabras sin sentido conocidas y nuevas. Adaptado de Hauser, Newport y Aslin, 2001.

La segmentación y el reconocimiento de las palabras tal vez parezcan procesos simples, pero los ingenieros de audio todavía tienen problemas para desarrollar tecnologías de procesamiento del habla que extraigan de manera confiable palabras de corrientes del habla. De modo que el hecho de que los monos y los bebés puedan hacerlo sin siquiera intentarlo no significa que sea fácil. Además, con lo difíciles que son esos procesos, los investigadores del lenguaje sugieren que el procesamiento de oraciones lo es mucho más (Martin, 2003; McKoon y Ratcliff, 1998). El vocabulario de cualquier idioma cuenta con un número finito de palabras, pero con ellas puede crearse una variedad infinita de oraciones. El estudiante universitario de Estados Unidos ha aprendido a reconocer y entender alrededor de 100 000 palabras que pueden combinarse en una variedad infinita de oraciones (Wingfield, 1993).

Aunque las palabras se reconocen con base en su familiaridad, a menudo las oraciones contienen secuencias desconocidas de palabras. Para producir o comprender una oración gramaticalmente correcta, el hablante o el escucha deben conocer las reglas del lenguaje para la organización de las palabras y ser capaces de extraer el significado de las palabras o de sus combinaciones. El término **semántica** se refiere al significado o interpretación de las palabras y oraciones. Por ejemplo, puede interpretarse que la palabra “bola” se refiere a un objeto redondo que rebota o a una reunión bulliciosa de gente en desorden. Una vez que la palabra es reconocida, su correcta interpretación requiere conocimiento semántico, conocer los posibles significados y decidir cuál se busca en el contexto particular. Para los propósitos del aprendizaje del lenguaje no se considera que una palabra se haya identificado del todo a menos que se entienda su significado.

Etapas del aprendizaje del lenguaje

El lenguaje se aprende, en parte, por medio de la observación. Es indudable que depende de capacidades innatas (como sucede con todo el aprendizaje), pero su desarrollo no es independiente de la experiencia. Las etapas a través de las cuales se desarrolla el lenguaje en los bebés proporcionan algunas ideas sobre la manera en que se aprende. En particular, el aprendizaje del lenguaje progresa a partir de una etapa inicial en que los niños reconocen señales de comunicación pero no las producen, a una etapa intermedia en que producen las señales de una manera irregular y luego a una etapa posterior en la cual producen señales que los adultos pueden interpretar. Esas etapas del desarrollo del lenguaje son similares a las tres fases del desarrollo en el modelo de plantillas del aprendizaje del canto en las aves del que leíste en el capítulo 11 (Doupe y Kuhl, 1999). Las aves y los seres humanos utilizan secuencias complejas de sonido para comunicar información.

En esta sección vamos a considerar en paralelo el desarrollo de esos dos sistemas de comunicación, el lenguaje humano y el canto de las aves. Es sorprendente, pero se sabe más acerca de cómo aprenden a cantar las aves de lo que se conoce sobre la manera en que los seres humanos aprenden el lenguaje. Eso se debe a la extrema dificultad, técnica y ética de realizar experimentos controlados con bebés y niños pequeños. Por lo tanto, los puntos comunes que se han encontrado en los procesos por los cuales aprenden a comunicarse las aves y las personas proporcionan indicios importantes acerca de los mecanismos que subyacen al lenguaje humano.

La primera etapa del aprendizaje, por la que pasan los polluelos y los bebés, es una fase de aprendizaje perceptual (Kuhl, 2004; Marler, 1970a). Como se señaló en la revisión sobre el desarrollo en el capítulo 12, existen momentos específicos al inicio de la vida, llamados periodos sensibles, en que son más eficaces ciertos tipos de aprendizaje. Si los polluelos no escuchan cantar a los pájaros adultos durante su periodo sensible, nunca aprenderán a cantar normalmente (Marler, 1970b). Igual que el aprendizaje del canto en las aves, el aprendizaje del lenguaje humano también tiene un periodo sensible durante el cual se memorizan secuencias sonoras

Experimentos de escucha han revelado que los bebés aprenden a reconocer palabras mucho antes de que empiecen a hablar.



relevantes y mejora la capacidad para discriminar los sonidos experimentados. En particular, los bebés mejoran en el reconocimiento de los sonidos del habla, las palabras y frases usadas en su idioma materno. Este periodo sensible en los humanos termina en la pubertad (alrededor de los 12 años).

La evidencia a favor de un periodo sensible para el desarrollo del lenguaje humano proviene del famoso y trágico caso de Genie, una niña a la que su padre psicótico mantuvo encerrada en un cuarto aislado, encadenada a una bacinilla y que la castigaba si hacía cualquier ruido (Curtiss, 1977). Las autoridades de California encontraron y rescataron a Genie en 1970, cuando tenía 13 años. Hasta ese momento la niña nunca había estado fuera de la habitación, pesaba apenas 28 kilos y no podía estirar los brazos ni las piernas, no controlaba la vejiga ni los intestinos, tampoco podía hablar.

En el curso de los años siguientes, médicos, psicólogos y trabajadores sociales se esforzaron por remediar el daño que se le había hecho a Genie. Su salud mejoró mucho y su inteligencia parecía estar en el rango normal-bajo, pero su lenguaje nunca se desarrolló más allá del de un niño de tres o cuatro años. Aprendió a decir oraciones simples (“quiero comida”), pero no mucho más. Al parecer, la falta de exposición de Genie al lenguaje durante la primera década de su vida la imposibilitó para adquirir el vocabulario y la gramática compleja que caracterizan al habla normal adulta (Curtiss, 1977). De igual modo, la falta de interacciones sociales durante su desarrollo redujo en gran medida sus oportunidades de observar la manera en que la gente usa el lenguaje.

Antes de que los bebés y los polluelos produzcan secuencias de sonidos como los usados por los adultos, pasan por una segunda etapa de aprendizaje durante la cual producen una amplia variedad de sonidos, incluso algunos que nunca han escuchado (Kuhl y Meltzoff, 1982; Marler y Peters, 1982). En los seres humanos esta fase se conoce como **etapa de balbuceo**, el “balbuceo” de los polluelos se denomina **subcanto**. El balbuceo inicial de los bebés sordos y de las aves que fueron ensordecidas es, en cierto sentido, parecido al balbuceo de los individuos con audición (Marler y Sherman, 1983; Oller, Eilers, Bull y Carney, 1985). Sin embargo, en los bebés sordos el balbuceo muestra una considerable demora con respecto al de los infantes con audición, y existen claras diferencias en los primeros sonidos que emiten los niños sordos, lo que sugiere que las experiencias auditivas influyen en la producción del sonido incluso en esta etapa inicial (Oller y Eilers, 1988).

Durante la etapa final del aprendizaje del canto, los polluelos empiezan a producir cantos comparables con los que escucharon en su infancia. Tanto las aves canoras como los humanos parlantes necesitan observar su salida vocal para reproducir lo que escuchan y producir secuencias de sonidos que son familiares a los adultos. Las aves ensordecidas después de la fase de aprendizaje perceptual desarrollan cantos anormales (Konishi, 1965; Nottebohm, 1968; Wilbrecht y Nottebohm, 2003). De igual modo, los bebés sordos muestran una producción anormal del habla temprana (Oller y Eilers, 1988). Aunque el habla o los cantos se hayan memorizado durante las fases anteriores, el individuo debe practicar y ser capaz de escucharse para aprender a producir correctamente los sonidos (Konishi, 1965; Marler y Sherman, 1983). Si los niños quedan sordos después del inicio de esta etapa pero antes de la pubertad, la producción del habla no se mantiene bien (Waldstein, 1990). Históricamente se ha considerado que la capacidad de hablar es un aspecto fundamental del aprendizaje del lenguaje. No obstante, en la actualidad se entiende que la capacidad para hablar es sólo una habilidad perceptual-motora que se desarrolla a partir de habilidades lingüísticas previamente aprendidas, lo cual significa que los individuos que nunca aprenden a hablar pueden llegar a entender y usar el lenguaje con bastante fluidez. Por ejemplo, Helen Keller escribió libros incluso antes de aprender a hablar.

En resumen, tanto en los polluelos como en los bebés, la percepción y el almacenamiento de sonidos precede a la producción del canto y del habla, y en ambas especies el desarrollo de esos sistemas de comunicación vocal es dirigido por la retroalimentación auditiva. Las habilidades lingüísticas iniciales de los bebés son mucho menos complejas

que las de los adultos, y de hecho pueden ser más parecidas a las habilidades comunicativas de las aves canoras y otros animales.

Cuando los niños tienen alrededor de un año y medio de edad empiezan a usar las palabras en combinaciones para interactuar con otras personas y describir el mundo que los rodea. Al principio, sus oraciones son bastante cortas y simples, como las que puedes encontrar en un apresurado mensaje de texto. No obstante, desde el inicio los niños producen oraciones que parecen razonables, al decir cosas como “más jugo” en lugar de “jugo más”. Las reglas sobre el ordenamiento de las palabras constituyen la **sintaxis** de un idioma. El uso y comprensión correctos de las estructuras sintácticas dentro de las oraciones es una habilidad cognitiva, una capacidad mental que mejora con la práctica (como se revisó en el capítulo 4 sobre memoria de habilidades). Esta capacidad cognitiva depende del reconocimiento de categorías de palabras, como sustantivos y verbos, así como del reconocimiento de estructuras características de las frases. Así como el reconocimiento de las palabras depende del aprendizaje de patrones de sílabas, aprender a organizar las palabras en cierto orden implica, en parte, el reconocimiento de patrones en secuencias de palabras (Saffran y Wilson, 2003). Al mismo tiempo, el conocimiento de la sintaxis facilita la identificación de las palabras al proporcionar indicios de qué palabras es probable que ocurran en determinado contexto. Por ejemplo, si escuchas hablar a alguien y acaba de producir un sustantivo (por ejemplo “cuchillo”) es más probable que la siguiente palabra que emita sea un adjetivo (por ejemplo, “oxidado”) que un verbo. Además, como la frase “cuchillo oxidado” es relativamente común, será más fácil identificarla que a la frase “pastelito oxidado”.

Las reglas acerca de cómo se usan las oraciones en las conversaciones constituyen la **pragmática** de un idioma. Por ejemplo, una regla pragmática básica es que las afirmaciones deben ser comprensibles para ambos hablantes en una conversación. Otra es que los hablantes deben tomar turnos en lugar de hablar al mismo tiempo. La identificación de las palabras puede verse impedida si los participantes en una conversación rompen las reglas. Si tres personas tratan de hablarte a la vez, te será muy difícil identificar las palabras que produce cada una de ellas. Por ende, la cortesía en la conversación facilita

Pon a prueba tu conocimiento

El canto de las aves frente al lenguaje humano

Aunque el aprendizaje del canto en las aves comparte algunas semejanzas importantes con el aprendizaje del lenguaje humano, los dos sistemas de comunicación son muy diferentes en otros aspectos. Identifica cuáles de las afirmaciones presentadas a continuación hacen una descripción exacta tanto del canto de las aves como del lenguaje hablado.

1. Los individuos producen secuencias únicas de sonidos para transmitir significados específicos y los sonidos producidos en diferente orden tienen significados distintos.
2. Los individuos que crecen sin la capacidad de escuchar producirán secuencias de sonido anormales.
3. Escuchar los sonidos producidos por otros en la comunidad es una parte importante del proceso de aprendizaje.
4. Los individuos aprenden a usar secuencias sonoras de otras especies si crecen rodeados por individuos que usan esos sonidos.
5. Los individuos memorizan secuencias de sonidos que escuchan en su ambiente antes de intentar siquiera producirlos.
6. Los individuos parecen progresar en un periodo sensible durante el cual el aprendizaje es rápido; si no ocurre el aprendizaje en este periodo sensible, tal vez nunca ocurra.
7. Al inicio del desarrollo, los individuos pueden producir muchos de los sonidos que necesitarán usar para comunicarse cuando adultos, pero no combinan esos sonidos en patrones o secuencias coherentes que puedan comparar con las secuencias sonoras de los adultos.

el procesamiento del lenguaje. Las características sintácticas y pragmáticas del lenguaje coloquial sugieren que aprender las convenciones del idioma y reconocer los contextos en que se aplican ciertas reglas constituye un aspecto importante en el aprendizaje del uso del lenguaje.

Aprender el lenguaje por medio de la observación

¿Las primeras etapas del aprendizaje del lenguaje y del canto te recuerdan a alguno de los procesos descritos en este libro? En muchos sentidos son similares a las etapas del aprendizaje propuestas por la teoría del aprendizaje social (presentada en el capítulo 11) sobre el aprendizaje por observación. En la etapa más temprana del aprendizaje del lenguaje y del aprendizaje del canto la atención del observador se dirige a estímulos dinámicos, en este caso, los sonidos producidos por otros miembros de su especie. Esas primeras observaciones de los sonidos luego se almacenan como memorias que se utilizan para dirigir acciones posteriores: la producción de los sonidos que igualan a los observados antes. Esas acciones posteriores ocurren cuando al observador (el ave o el bebé) se le motiva a reproducir los sonidos observados.

El reforzamiento explícito de los sonidos observados sólo desempeña un papel menor en el aprendizaje inicial del habla. Esto es cierto sobre todo en relación a la comprensión del lenguaje. Piénsalo. ¿Exactamente cómo sabrías si estás recompensando la comprensión del habla en un bebé? Es difícil evaluar lo que entiende un niño hasta que empieza a hablar, de modo que es tan probable que recompenses el procesamiento incorrecto del lenguaje como las interpretaciones correctas.

Igual que los procesos que subyacen al aprendizaje por observación, los mecanismos que permiten a los seres humanos aprender el lenguaje no están claros. El uso experto del lenguaje requiere habilidades perceptuales-motoras (como las necesarias para producir un habla fluida o los gestos), habilidades cognitivas (para construir secuencias significativas de palabras), memorias de trabajo de lo que se ha dicho recientemente y memorias semánticas acerca de los significados de palabras específicas y de la pragmática de la conversación. El aprendizaje del lenguaje parece ser una tarea insuperable para la mayoría de los organismos, y aun así los seres humanos pueden aprender a usar no sólo uno sino varios idiomas. En la siguiente sección se revisa lo que se conoce acerca de la manera en que la gente aprende a utilizar varios idiomas.

Aprendizaje de un segundo idioma

Comprender cómo aprenden los individuos varios idiomas es de gran interés para educadores y científicos por la dificultad que a menudo experimenta la gente para aprender un segundo o tercer idioma. A nivel intuitivo, podría esperarse que el aprendizaje de un segundo idioma fuera más fácil para los adultos porque éstos ya saben de qué se trata el lenguaje y por lo general aprenden cosas que los bebés no. Por ello resulta un misterio por qué parece ser fácil para los niños pequeños la adquisición de múltiples idiomas (si se les da la oportunidad), mientras que los adultos instruidos batallan para distinguir y producir los sonidos y frases básicas de un lenguaje extranjero.

El **aprendizaje de un segundo idioma** es la adquisición de la habilidad de comprender y producir un lenguaje adicional al primero. Para los adolescentes y los adultos, aprender un segundo idioma sin orientación o experiencia personal prolongada puede ser extremadamente difícil. Por ejemplo, los investigadores pasaron siglos en su intento por entender los jeroglíficos egipcios, pero tuvieron poco éxito hasta que se descubrió la piedra Rosetta (que contenía una traducción de un escrito egipcio al griego). Debido a la dificultad para descifrar idiomas desconocidos (y a la facilidad de un hablante nativo para detectar un acento extranjero en el habla producida por alguien que no aprendió el idioma de niño), el ejército estadounidense reclutó a hablantes bilingües del idioma navajo (llamados “hablantes de código”) para transmitir mensajes secretos durante la guerra.

A través de la historia, el aprendizaje del lenguaje ha sido tratado como un proceso monolítico único. Por ejemplo, B.F. Skinner trató de explicarlo como un caso especial de

Aprendizaje y memoria en la vida cotidiana

Enseñar a los bebés a hacer señas antes que a hablar

En la película *La familia de mi novia* (*Meet the Fockers*) de 2004, el pequeño Jack utiliza de manera precoz un lenguaje de señas para informar a su abuelo que desea un bocadillo y luego tomar una siesta, después de lo cual es probable que necesite un cambio de pañal. Es sólo una broma de Hollywood acerca de la crianza demasiado ambiciosa ¿verdad? Bueno, tal vez no lo sea. En Estados Unidos, muchos padres se están inscribiendo a clases para aprender a comunicarse con sus bebés por medio de gestos. Según los informes de los padres, bebés de incluso seis a nueve meses usan gestos para comunicar un deseo de más comida o de un biberón (Acredolo y Goodwyn, 2002).

Cualquiera que haya escuchado a un niño pequeño lloriquear sabe que entre los 10 y los 24 meses de edad, los bebés están muy motivados para comunicarse. Por desgracia, tal vez estén a meses de distancia de desarrollar la coordinación motora fina que necesitan para pronunciar las palabras relevantes. Pero aunque esos niños no hayan dominado todavía el lenguaje hablado, pueden comunicarse por medio de gestos. Más o menos entre los 10 y los 12 meses los niños pueden estirarse hacia un objeto para indicar que eso es lo que quieren o sostener un objeto hacia arriba para dirigir la atención de un adulto hacia él (Goodwyn, Acredolo y Brown, 2000). Unos cuantos meses más tarde, los niños dominan gestos de representación como sacudir los brazos para representar a un “pájaro” o “volar”, o abrir y cerrar los dedos índice y medio para connotar “tijeras” o “cortar”.

Esos gestos pueden aparecer mucho antes que las palabras correspondientes. En un estudio, los niños adquirieron su primer gesto antes de los 12 meses pero la primera palabra hablada después de los 13 meses (Goodwyn y Acredolo, 1993). El predominio de los gestos sobre las palabras habladas también se mantenía por un tiempo: los niños alcanzaban el “hito” de un vocabulario de cinco componentes más o menos a los 13.5 meses para los gestos y a los 14.5 meses para las palabras.



Eduardo Mercado

Un bebé usando el lenguaje de señas
Amalia aprendió a hacer gestos específicos para pedir más.

Muchos estudios muestran una correlación positiva entre los gestos y el desarrollo verbal. Entre más gestos aprendan los niños entre el año y los dos años de edad, más grande es su vocabulario verbal a los dos y tres años (Capone y McGregor, 2004; Goodwyn, Acredolo y Brown, 2000). Existe incluso evidencia de que alentar en los niños el uso de gestos los ayuda a aprender a hablar (Goodwyn, Acredolo y Brown, 2000).

¿Por qué debería la comunicación con gestos facilitar el desarrollo del lenguaje verbal? Una posible razón es simplemente que los bebés aprenden el lenguaje verbal con mayor rapidez si son expuestos a más vocalizaciones de sus padres. Un niño que agita los brazos y señala un pájaro en el árbol puede suscitar una respuesta de sus padres (“¡Sí, es un pajarito! ¡Ahí va el pajarito! ¡Dile adiós!”). Un niño con 20 palabras y 20 gestos puede obtener dichas respuestas dos veces más a menudo que otro niño que sólo tenga 20 palabras (Goodwyn, Acredolo y Brown, 2000), y los padres entrenados para comunicarse con gestos pueden ser especialmente responsivos a los gestos de su hijo.

Otra posibilidad es que los bebés (como todas las criaturas) aprenden mejor acerca de las cosas que les interesan. Un padre que etiqueta un juguete una y otra vez no va a tener mucho éxito si el niño está ocupado jugando con otra cosa. La comunicación mediante gestos permite que el niño le muestre al padre lo que le interesa, lo cual luego da pie al padre para introducir un lenguaje relacionado con ese interés (Goodwyn, Acredolo y Brown, 2000).

Una tercera posibilidad es que la comunicación mediante gestos proporciona un “andamiaje” para el desarrollo del lenguaje verbal (Goodwyn, Acredolo y Brown, 2000). Igual que en el condicionamiento instrumental, el principio aquí es que el niño aprende primero un gesto “fácil” que luego le proporciona ideas sobre lo útil que puede ser la comunicación. Por ejemplo, un bebé podría aprender que cuando hace cierto gesto su madre pregunta “¿más?” y luego repite una acción previa deseable (como levantarlo o poner comida en su plato). Con el tiempo se hará más probable que el bebé produzca este gesto en contextos donde el resultado será una recompensa (lo cual obedece la ley del efecto de Thorndike). El conocimiento que tiene el niño de que sus acciones pueden producir resultados deseables lo motiva a explorar otras formas de comunicación, incluyendo el lenguaje hablado.

Por todas esas razones, los padres que ayudan a sus hijos a comunicarse mediante gestos están alentando el desarrollo del lenguaje. Para el inicio de los años escolares, a medida que el habla florece, la comunicación con gestos desaparece de manera gradual hasta que la mayoría de los niños (igual que la mayoría de los adultos) sólo emplean los gestos para enfatizar el lenguaje verbal.

Mientras tanto, el lenguaje gestual es una manera en que los niños pequeños comunican sus necesidades cuando no tienen la habilidad para expresarse verbalmente. Un niño que es capaz de señalar su necesidad de comida o de un cambio de pañal puede lograr sin llorar que sus necesidades se satisfagan. Goodwyn y sus colaboradores reportan el ejemplo de un niño de 14 meses que usaba su gesto de “caliente” (soplar con fuerza) para hacer saber a su madre que el agua de su baño estaba demasiado caliente, mientras que otro niño usaba la señal de “suave” (acariciando la parte posterior de la mano) para quejarse de que su padre le sujetaba las piernas con demasiada fuerza durante el cambio de pañal (Goodwyn, Acredolo y Brown, 2000). Esto no es tan sofisticado como el pequeño Jack de Hollywood, pero aún así es muy impresionante para un bebé que de otra manera se vería reducido a chillidos frustrados para hacerse entender.

condicionamiento instrumental que dependía del reforzamiento social y el moldeamiento, como se describió en el capítulo 8 sobre condicionamiento instrumental (Skinner, 1957). Un destacado lingüista llamado Noam Chomsky se opuso con fuerza a esta idea y describió al aprendizaje del lenguaje como un proceso también monolítico de “llenar los espacios en blanco”, es decir, plantillas para la estructura sintáctica y otros rasgos básicos del lenguaje que están predeterminados neuronalmente (Chomsky, 1965). Lo interesante es que ninguno de esos individuos realizó estudios experimentales del aprendizaje del lenguaje en los niños, sino que basaron sus argumentos en la lógica e impresiones personales. Una suposición importante que subyace a esas dos ideas sobre el aprendizaje del lenguaje es que éste se aprende de una manera específica. Pero también es posible que los lenguajes se aprendan de múltiples formas. Por ejemplo, los adultos que aprenden un idioma extranjero a menudo utilizan estrategias de las que no disponen los bebés (como tareas formales), mientras que los bebés que aprenden su primer idioma aprenden características del habla que para un adulto resulta difícil, o incluso imposible, dominar (como la manera de producir acentos nativos). El aprendizaje de un segundo idioma implica mecanismos y estrategias diferentes dependiendo de cuándo, dónde y cómo se aprenda. Todavía no se sabe por qué esos factores hacen una diferencia tan grande, pero los estudios de bebés y de simios empiezan a proporcionar algunos indicios.

Distinción de los sonidos del habla

Los idiomas humanos por lo general contienen entre 25 y 40 sonidos del habla, pero no todos los idiomas tienen los mismos sonidos. Los bebés pueden distinguir y categorizar los sonidos del habla poco después del nacimiento, algo que también pueden hacer otros animales como los monos, las aves, las ratas y las chinchillas (Kuhl y Miller, 1975; Kuhl y Padden, 1982; Toro, Trobalon y Sebastian-Galles, 2005).

En general, a los niños les resulta más fácil que a los adultos aprender un segundo idioma y acercarse a un acento nativo con más precisión (Newport, 1990). Los adultos que hablan un idioma distinguen los sonidos diferenciados de su propio idioma, pero a menudo no pueden diferenciar pares de sonidos similares usados en otros idiomas. Por ejemplo, /l/ y /r/ se diferencian en español pero no en japonés, de modo que aunque “sol” y “sor” son palabras españolas distintas que los japoneses adultos monolingües por lo regular no pueden distinguir. Por otro lado, los angloparlantes monolingües no pueden escuchar la diferencia entre dos sonidos de la “p” (una “p” suave y una “p” fuerte con una explosión de aire) que son dos sonidos distintos del habla en el idioma tailandés. En efecto, /r/ y /l/ forman parte de la misma categoría de sonido para los hablantes del japonés, mientras que la “p” suave y la “p” fuerte forman parte de la misma categoría de sonido para los angloparlantes.

Los niños menores de seis u ocho meses distinguen todos esos sonidos, incluso los que no existen en su idioma materno. Los bebés pueden expresar este aprendizaje mediante giros apropiados de la cabeza para recibir reforzamiento después de aprender que sólo uno de los sonidos va seguido por una recompensa u orientándose cuando perciben diferencias entre los sonidos del habla (Werker y Tees, 1984). A medida que los niños crecen mejora su habilidad para distinguir los sonidos del habla de su lengua materna, pero disminuye su capacidad para distinguir los sonidos no nativos (Kuhl, 2000; Kuhl *et al.*, 1997). Más o menos a los 11 meses, los bebés sólo pueden distinguir los sonidos de su propio idioma. Esto significa que un bebé “hablante del japonés” de seis meses puede distinguir /l/ y /r/, pero no uno de 11 meses. De igual modo, un bebé “angloparlante” puede distinguir sílabas del hindi que a los adultos angloparlantes les suenan igual (véase la figura 13.3), pero pierde esta capacidad entre los 10 y 12 meses (Werker y Tees, 1999).

A diferencia de los bebés, los adultos que aprenden un segundo idioma a menudo pueden generalizar lo que saben de su lengua materna al nuevo idioma. Este conocimiento antecedente incluye información acerca de partes del habla, tiempos verbales y la impor-

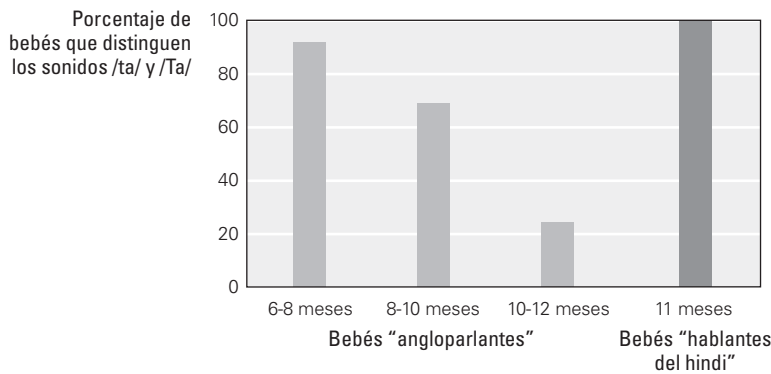


Figura 13.3 Disminución de la capacidad para distinguir los sonidos que no son de la lengua materna A los seis meses de edad, a los bebés "angloparlantes" les resulta fácil distinguir sonidos como /ta/ de /Ta/ en hindi, que para los adultos angloparlantes monolingües son indistinguibles. Entre los 10 y 12 meses de edad esta capacidad se pierde. A los bebés de 11 meses "hablantes del hindi" les resulta sencillo distinguir /ta/ de /Ta/. Adaptado de Werker y Tees, 1984, 1999.

tancia del orden de las palabras. Dicho conocimiento previo facilita la adquisición del vocabulario por medio de la memorización y la comprensión de la estructura gramatical, pero no necesariamente contribuye a que un adulto haga un uso competente de un idioma nuevo. Como los infantes, los adultos pueden acelerar su aprendizaje de un segundo idioma mediante experiencias intensivas de escucha, lo cual explica por qué seis semanas de inmersión en una cultura extranjera facilitan más el aprendizaje de un segundo idioma que muchos años de cursos semanales del idioma. Para los adultos, aprender un segundo idioma por lo general implica la formación de memorias semánticas, de memorias de habilidades perceptuales-motoras así como de las habilidades cognitivas necesarias para comprender y producir nuevas oraciones.

Animales que aprenden inglés

El papel del aprendizaje por observación en el dominio de múltiples lenguajes destaca por las capacidades de un pequeño número de animales que han aprendido a interpretar el inglés. Muchas mascotas han aprendido a dar una respuesta apropiada a órdenes en inglés como el equivalente a "¡Quiet!" y "¡Gira!", pero para ello no se necesita que la mascota aprenda inglés. Para seguir una orden entrenada la mascota sólo tiene que aprender a asociar determinado sonido del habla con alguna respuesta. Por otro lado, si le pidieras a tu mascota que hiciera algo que nunca hizo antes o no vio hacer y el animal diera la respuesta apropiada, eso sería una evidencia más sólida de que tu mascota entiende inglés, o por lo menos alguna parte del mismo.

Estudios experimentales recientes revelaron que un bonobo (un pariente cercano de los chimpancés) llamado Kanzi aprendió a interpretar palabras inglesas dichas por sus cuidadores (Savage-Rumbaugh *et al.*, 1993). Para probar la comprensión del inglés de Kanzi se le pidió que realizara acciones novedosas con objetos y que señalara objetos que escuchaba nombrar por los audífonos. A Kanzi no se le enseñó inglés de forma explícita, pero podía seguir instrucciones nuevas como "Pon la piña en el refrigerador" y "Dale zanahorias al perrito". El desempeño de Kanzi en esas pruebas era similar al de un niño de dos o tres años (Savage-Rumbaugh *et al.*, 1993). Kanzi también aprendió a asociar nuevos nombres con objetos desconocidos con sólo ver que las personas usaban esos nombres para describir los objetos (Lyn y Savage-Rumbaugh, 2000).

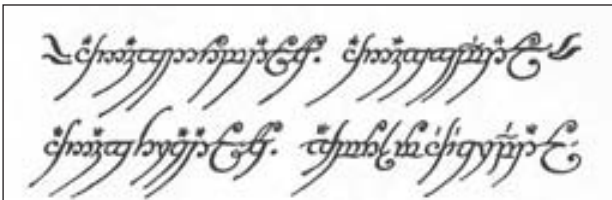
Un aspecto clave del aprendizaje de palabras inglesas por parte de Kanzi parece ser su exposición temprana al uso del lenguaje en situaciones sociales. Sin embargo, vale la pena notar que varios chimpancés criados en situaciones similares no lograron aprender inglés. Por lo tanto, es probable que la habilidad de Kanzi para aprender a interpretar el habla humana no sólo fuera producto de sus observaciones sino también de la capacidad intrínseca de su cerebro para codificar y manipular sus memorias de esas observaciones.

Muchas especies animales aprenden y usan habilidades comunicativas, pero el uso que tú haces del lenguaje es más flexible que el de cualquiera de ellas. En comparación con los seres humanos, otros animales usan un “vocabulario” de sonidos mucho más pequeño para comunicarse. Los animales pueden comunicar una amplia variedad de información sin usar un sonido o lenguaje. Por ejemplo, como vimos en el capítulo 10 acerca del aprendizaje emocional y la memoria, las expresiones faciales comunican información sobre la reacción de un individuo ante una situación. No obstante, existen límites en cuanto al tipo de mensajes que pueden expresarse sin lenguaje. En los seres humanos el lenguaje permite la comunicación de una gama de información casi ilimitada porque los lenguajes son sistemas muy complejos. Por desgracia, la complejidad del lenguaje dificulta su estudio experimental. Como viste en los capítulos previos, cuando enfrentan temas que son difíciles de estudiar, los científicos desarrollan tareas más simples que contienen un pequeño número de las características básicas que se encuentran en la situación real. Para estudiar el lenguaje, los científicos han desarrollado lenguajes artificiales más simples que poseen algunas de las características principales de los lenguajes reales (palabras, sintaxis y semántica). Los lenguajes artificiales han permitido que los investigadores examinen el aprendizaje del lenguaje en adultos, niños y otros animales.

Aprendizaje de un lenguaje artificial

Los **lenguajes artificiales** constan de palabras (o símbolos que funcionan como palabras), reglas para organizarlas y, a menudo, alfabetos para escribirlas, que exhiben una o más características de los lenguajes naturales. Esos lenguajes tienen vocabularios extensos, así como reglas gramaticales y de pronunciación, similares a un lenguaje humano natural. Como resultado, el aprendizaje de los lenguajes artificiales implica mecanismos semejantes a los que se usan para aprender los lenguajes naturales. Lo interesante es que no todos los lenguajes artificiales se han desarrollado con fines científicos. Por ejemplo, Marc Okrand creó el lenguaje Klingon para que lo usara una raza extraterrestre en las

películas de *Viaje a las estrellas* y J.R.R. Tolkien desarrolló como pasatiempo el lenguaje Elvish que utilizó en su trilogía de novelas épicas *El señor de los anillos*. A una mayor escala, Ludovic Zamenhof construyó en el siglo XIX un lenguaje internacional simplificado, el esperanto, con la esperanza de facilitar la comprensión internacional; se calcula que el número actual de hablantes del esperanto en el mundo puede contarse en millones.



Lenguajes artificiales usados como entretenimiento

J.R.R. Tolkien desarrolló el lenguaje Elvish como pasatiempo y lo usó en su épica literaria *El señor de los anillos*. Los lenguajes artificiales como éste constan de palabras (o símbolos que funcionan como tales) y reglas para organizarlas que son comparables con las de los lenguajes naturales.

En el laboratorio, los científicos usan lenguajes artificiales mucho más sencillos cuyas palabras por lo regular consisten en imágenes, sonidos o gestos que en inicio no tienen significado. Cada lenguaje posee sus propias reglas gramaticales que determinan el orden en que deben ocurrir esas palabras. Los psicólogos usan estos lenguajes para probar hipótesis acerca de cómo se aprende el lenguaje, identificar restricciones a lo que puede aprenderse y determinar qué características del lenguaje requieren un procesamiento lingüístico especializado (Braine, 1963; Epser, 1925; Reber, 1967).

Instruir a los delfines con gestos

Los lenguajes artificiales se han usado para investigar las capacidades lingüísticas de animales distintos a los seres humanos. Por ejemplo, Akeakamai, a quien conociste en el capítulo 11 sobre aprendizaje por observación, fue uno de los primeros delfines en aprender un lenguaje artificial simple basado en símbolos gestuales llamado **lenguaje gestual** (Herman, Richards y Wolz, 1984). Movimientos dinámicos de mano y brazo servían como símbolos que Akeakamai aprendió a asociar con objetos, acciones y lugares (véase la figura 13.4). Akeakamai demostró su capacidad para entender secuencias de símbolos a través de las acciones que realizaba. En particular, aprendió que secuencias como traer tabla de surf significaban que obtendría una recompensa si encontraba una tabla de surf y se la llevaba a la persona que hacía los gestos.

Los investigadores incorporaron reglas sintácticas al lenguaje artificial, de modo que cuando se produce el mismo conjunto pequeño de gestos en diferente orden transmiten significados distintos. Por ejemplo, *pelota aro traer* significa que debe llevarse el aro hacia la pelota mientras que *aro pelota traer* significa que la pelota debe llevarse hacia el aro. La secuencia *izquierda ventana derecha pelota traer* le brindaba a Akeakamai instrucciones precisas acerca de qué objetos debía trasladar a qué lugares.

Mediante el uso de este sencillo lenguaje artificial de gestos, Louis Herman y sus colaboradores demostraron que los delfines pueden aprender tanto información semántica como reglas sintácticas. Akeakamai interpretaba correctamente nuevas secuencias que constaban de gestos familiares e incluso secuencias que incorporaban nuevas palabras; pero no aprendió el lenguaje de sus padres, aprendió este sistema comunicativo de sus maestros humanos que la recompensaban con pescado, elogios vocales e interacción social cada vez que interpretaba de manera correcta las instrucciones. Además, como todos los lenguajes artificiales, el lenguaje de gestos que aprendió Akeakamai sólo incluía un subconjunto de las características de un lenguaje natural. Por ejemplo, este lenguaje gestual no incluía artículos como “el” ni los tiempos verbales pasado y futuro.

Aprendizaje de secuencias silábicas

Los investigadores realizaron experimentos de lenguaje artificial con Akeakamai para determinar si animales distintos a los primates pueden aprender a procesar la información semántica y sintáctica dentro de las oraciones. En contraste, los estudios de aprendizaje artificial realizados en seres humanos se enfocan en identificar lo que pueden aprender los bebés del lenguaje sin un entrenamiento explícito. Por ejemplo, antes vimos que los niños aprenden de manera natural a extraer las palabras de las oraciones a partir de secuencias predecibles de sílabas.

Igual que con Akeakamai, los investigadores buscan evidencia conductual de que el niño reconoce sonidos del habla ordenados de manera predecible para juzgar si aprendió un lenguaje artificial. Por ejemplo, el bebé puede mostrar sorpresa (indicada mediante una respuesta de orientación) cuando se presentan nuevas secuencias de sílabas. Los niños no aprenden a producir las secuencias sonoras dentro del lenguaje artificial (algunos son demasiado pequeños para decir cualquier cosa), pero su conducta revela lo que aprendieron. Sin embargo, a diferencia de Akeakamai los niños no reciben recompensa por sus acciones. Por lo tanto, los bebés aprenden esas secuencias de sílabas de una manera más natural que el método empleado para enseñar a Akeakamai. Aun así, dado que todas las secuencias carecen de significado, lo que los niños aprenden de esos lenguajes artificiales es diferente del aprendizaje del lenguaje natural. La situación general es similar al hecho de que un bebé intentara aprender el lenguaje al observar a su madre hablar por teléfono.

Pero, ¿exactamente qué revelaron los estudios del aprendizaje del lenguaje artificial? En primer lugar, casi todos los investigadores coinciden en la utilidad de dichos experimentos para identificar los mecanismos básicos que deben utilizar los individuos al aprender a procesar el lenguaje. Por ejemplo, estudios con lenguajes artificiales muestran que los bebés aprenden el orden gramatical de las palabras al escuchar secuencias de palabras sin sentido, organizadas mediante el uso de gramáticas artificiales (Gomez y Gerken, 1999). Las gramáticas artificiales son un tipo de lenguaje artificial en que hay reglas que definen el orden de las palabras sin sentido. Incluso al ser expuestos a nuevas secuencias de palabras sin sentido, los bebés discriminaron las secuencias gramaticales de las no



a)



b)



c)

Figura 13.4 Gestos del lenguaje artificial de Akeakamai

Una entrenadora en un tanque produce una secuencia específica de movimientos del brazo para enseñar a un delfín a realizar acciones particulares que implican objetos y lugares especificados. Los lentes oscuros impedían que la entrenadora observara las acciones del delfín y de manera inadvertida guiara sus respuestas. Esta secuencia particular, en que la entrenadora señala a) “presta atención”, b) “tabla de surf” y c) “sobre”, indica a Akeakamai “salta sobre la tabla de surf”.

gramaticales, demostrando que habían generalizado las reglas de la gramática artificial a nuevas secuencias (Gomez y Gerken, 1999; Marcus, Vijayan, Bandi, Rao y Vishton, 1999). Igual que Akeakamai, los niños generalizaron sus experiencias con secuencias gramaticales de palabras conocidas a secuencias gramaticales de palabras desconocidas. Esos estudios demuestran que tanto los delfines como los infantes pueden aprender a reconocer estructuras sintácticas dentro de series de gestos o sonidos, respectivamente.

Comunicación con simios

Los experimentos con lenguajes artificiales también son útiles para determinar qué características del lenguaje podrían requerir procesamiento lingüístico especializado y cuáles pueden aprenderse por medio de mecanismos de aprendizaje más generales. Por ejemplo, los investigadores han usado lenguajes artificiales para estudiar si los chimpancés pueden aprender a comunicarse con los seres humanos (y viceversa) por medio de símbolos. David Premack, a quien conociste en el capítulo 8 sobre condicionamiento instrumental, entrenó a una chimpancé de nombre Sarah para que usara como palabras objetos de plástico que variaban en forma y color (Premack, 1971, 1976). Igual que a Akeakamai, a Sarah se le enseñó que diferentes símbolos correspondían a diversas acciones, objetos y lugares. Por ejemplo, Sarah aprendió a colocar fichas plásticas de colores de diferentes formas sobre una tabla magnética en secuencias que transmitían instrucciones, como *nariz tocar*. También aprendió las formas que correspondían a cualidades, como color, e incluso formas que se referían a relaciones entre objetos, como *igual*.

Los primeros intentos de enseñar a Sarah a comunicarse con esos símbolos incluyeron el modelamiento de su uso, pero a la larga los métodos de enseñanza más usados fueron el moldeamiento, el entrenamiento basado en recompensas y la instrucción activa. Por ejemplo, al principio el entrenador dejaba que Sarah tomara un pedazo de manzana después de que el animal colocaba la ficha *manzana* en el tablero. Una vez que Sarah dominaba esta tarea, el entrenador requería que colocara la ficha de *manzana* y la de *tomar* antes de permitirle tomar la manzana (éste es un ejemplo de moldeamiento). Sarah colocaba las fichas en posiciones gramaticalmente especificadas que funcionaban como una sintaxis espacial para el lenguaje artificial basado en la forma. Incluso, Sarah pudo usar los símbolos para responder preguntas sobre los objetos. Los hallazgos de esos estudios sugieren que Sarah aprendió las reglas del lenguaje artificial y que era capaz de usar las fichas para transmitir la información de una manera social flexible.

Después de los experimentos con Sarah muchos otros chimpancés fueron entrenados en el uso de lenguajes artificiales basados en símbolos visuales (Matsuzawa, 2003; Rumbaugh, 1977). Esos estudios emplearon patrones visuales complejos, llamados **lexigramas**, en lugar de formas simples para representar palabras (véase la figura 13.5). Los investigadores enseñaron a los chimpancés a señalar los lexigramas para resolver problemas, hacer peticiones y comunicarse entre sí (Rumbaugh y Washburn, 2003; Savage-Rumbaugh, 1986), también aprendieron a usar lexigramas para categorizar objetos, fotografías y otros lexigramas. Dos chimpancés, Sherman y Austin, aprendieron a usar el lexigrama *comida* para clasificar objetos comestibles, cada uno de los cuales tenía su propio lexigrama individual (Savage-Rumbaugh, Rumbaugh, Smith y Lawson, 1980). Por ejemplo, Sherman podía etiquetar manzanas con un lexigrama y plátanos con otro, pero también podía etiquetar ambas frutas con el lexigrama *comida*.

Es importante advertir que el hecho de que los chimpancés puedan aprender a hacer un uso apropiado de los símbolos en esas tareas no significa que entiendan su significado (Sebeok y Rosenthal, 1981; Seidenberg y Petitto, 1987; Terrace, Petitto, Sanders y Bever, 1979). Tampoco significa que los chimpancés sepan que las personas que los observan interpretan su uso de símbolos como instrucciones y afirmaciones.

El entrenamiento de los chimpancés con el lenguaje artificial ha consistido, sobre todo, en instrucción activa y moldeamiento con recompensas para alentar el desempeño. Sin embargo, en tiempos recientes varios bonobos, incluyendo a Kanzi, aprendieron por observación a usar un lenguaje artificial (Savage-Rumbaugh y Lewin, 1994; Savage-

Rumbaugh *et al.*, 1993). Recuerda que Kanzi aprendió a comprender oraciones sencillas en inglés al observar a sus cuidadores; Kanzi también fue el primer bonobo que aprendió un lenguaje artificial mediante la observación de los otros, y lo hizo cuando aún era muy pequeño al observar a los investigadores que intentaban enseñar a su madre el uso de lexigramas. La madre de Kanzi en realidad nunca aprendió el lenguaje artificial, a pesar de ser el foco del esfuerzo de enseñanza, mientras que Kanzi lo aprendió muy pronto como espectador. Esta diferencia en la adquisición pone de relieve el papel que desempeñan en el aprendizaje por observación la etapa de desarrollo, la motivación y las interacciones sociales. El modelo de Kanzi era su madre, ¿qué mejor modelo puede tener un joven chimpancé? Sin embargo, Kanzi no aprendió por la simple imitación de su madre, ya que sus capacidades sobrepasaron a las de su progenitora. Parece más probable que haya aprendido al emular las metas de su madre de interactuar con los seres humanos mediante el uso de lexigramas.

Ésos y otros estudios han ayudado a establecer que no se necesitan mecanismos especializados para aprender ciertas características de los lenguajes naturales. Por ejemplo, los experimentos con simios y delfines demuestran que los animales pueden aprender a utilizar símbolos que representan cosas en el mundo y también aprenden que secuencias de símbolos en diferentes órdenes tienen significados distintos. Mientras que los experimentos con bebés demuestran que pueden aprender a reconocer la estructura dentro de las oraciones de manera independiente de cualquier comprensión semántica. De igual modo, los estudios de lenguaje artificial con chimpancés han demostrado que estos animales aprenden a producir secuencias similares al lenguaje, aunque no se sabe si comprenden el significado asociado con esas secuencias.

No obstante, muchos investigadores se muestran escépticos de que los animales en verdad puedan aprender el lenguaje. Afirman que el aprendizaje de lenguajes artificiales es sólo eso: artificial y poco convincente. Es evidente que ningún animal distinto a los seres humanos usa de manera natural un sistema de comunicación con todas las características del lenguaje humano, y es cierto que nadie ha producido un animal con habilidades lingüísticas comparables con las de un adulto humano. Sin embargo, también es cierto que ninguna cultura del cercano Oriente ha desarrollado un juego con todas las características del baloncesto y que ningún país asiático ha producido nunca un equipo de baloncesto capaz de competir en la NBA. Esto no implica que los estadounidenses nazcan con una capacidad única para aprender las habilidades del baloncesto ni que las personas del cercano Oriente no puedan convertirse en muy buenos basquetbolistas. En una vena similar, es un error concluir que sólo los seres humanos pueden aprender el lenguaje simplemente porque ningún otro animal ha conversado, hasta la fecha, con un humano adulto. En última instancia, es imposible decir con certeza qué habilidades no puede aprender determinado organismo hasta que no se tenga una comprensión clara de los mecanismos de aprendizaje que hacen posible la adquisición de dichas habilidades.

Se ha dado mucha importancia al hecho de que ningún animal salvo los seres humanos ha demostrado ser capaz de aprender tan bien como las personas a comprender y hacer un uso flexible del lenguaje. En contraste, a menudo se ignora el hecho de que ningún científico (o incluso equipo de científicos) haya logrado aprender a comprender y a hacer un uso flexible de los sistemas de comunicación supuestamente más simples. Al parecer, aprender el sistema de comunicación de otras especies es una tarea mucho más difícil que aprender un segundo idioma. Aún es un misterio si la dificultad se debe a que nuestros mecanismos de aprendizaje son inadecuados para ocuparse de la complejidad de los sistemas naturales de comunicación o a la falta de experiencias adecuadas o suficientes para desarrollar una comprensión apropiada del lenguaje comunicado. Que los animales salvo los seres humanos puedan aprender ciertos aspectos del lenguaje no sólo es relevante para entender cómo adquieren las personas el lenguaje,



Centro de Investigación del Lenguaje de la Universidad Estatal de Georgia

Figura 13.5 Un lenguaje artificial mediante el uso de lexigramas

Se ha entrenado a bonobos y chimpancés a señalar patrones visuales individuales en un tablero para pedir objetos, identificar lugares y realizar otras tareas de comunicación.

sino también para identificar los circuitos neuronales que proveen a los seres humanos de esta capacidad.

Resumen parcial

El lenguaje es un sistema para la transmisión social de la información y su uso es una habilidad que debe aprenderse. Al inicio del aprendizaje del lenguaje, los procesos de aprendizaje perceptual permiten a los bebés segmentar y reconocer las palabras. El reconocimiento de patrones predecibles en corrientes de habla facilita este proceso. El reconocimiento de las palabras precede a su producción y a su comprensión. Los bebés humanos, los bonobos y tal vez otros animales pueden aprender a reconocer palabras y reglas sintácticas básicas por la mera observación repetida de su uso.

Como cualquier otra habilidad, convertirse en un usuario experto del lenguaje requiere práctica, no basta la simple observación. Esto es cierto para los niños que aprenden a hablar, los polluelos que aprenden a cantar y los estudiantes que toman cursos de lenguas extranjeras. El aprendizaje del lenguaje puede depender únicamente del aprendizaje por observación, pero su uso obedece en gran medida a mecanismos generales para la codificación y recuperación de memorias de corto y de largo plazo de hechos, eventos, asociaciones y habilidades.

Estudios de individuos que aprenden un segundo idioma o lenguajes artificiales pueden proporcionar indicios de las diversas formas en que se aprende un lenguaje. Asimismo, estudios comparativos de animales entrenados en el lenguaje sugieren que muchos de los procesos implicados en el aprendizaje del lenguaje humano también ocurren en otros animales.



13.2 Sustratos cerebrales

Una persona adquiere la capacidad de usar el lenguaje luego de muchos años y miles de horas de experiencia, lo cual hace muy difícil que los investigadores observen directamente los procesos neuronales asociados con el aprendizaje del lenguaje. Hasta ahora, casi todo lo que se sabe acerca de los mecanismos neuronales que subyacen al aprendizaje del lenguaje se ha inferido por medio de dos métodos: 1) el análisis del déficit lingüístico de pacientes con lesiones cerebrales y 2) el uso de técnicas de neuroimagenología para observar la actividad neuronal asociada con el procesamiento del lenguaje (es decir, con la producción y comprensión del lenguaje que ya se conoce).

¿Existe un órgano del lenguaje?

El **modelo del procesamiento del lenguaje de Lichtheim** (Lichtheim, 1885) compendia las funciones desempeñadas por diferentes regiones neuronales en el procesamiento del lenguaje. Ludwig Lichtheim (1845-1928) fue un médico alemán que resumió en un diagrama simple los hallazgos acerca de los trastornos provocados por las lesiones corticales en la producción y la comprensión del lenguaje (figura 13.6). Este modelo clásico plantea la presencia de tres procesadores independientes del lenguaje: uno produce el habla, un segundo almacena las palabras y sus asociaciones, y un tercero emplea la información conceptual para orientar el almacenamiento y la producción de oraciones. Advierte que el modelo identifica al lenguaje con el lenguaje hablado y por ende no explica el procesamiento del lenguaje en los individuos sordos. En el modelo de Lichtheim, los escuchas entienden el habla al comparar los sonidos percibidos ("entradas auditivas") con las memorias de las palabras habladas (en el procesador que es un "almacén de palabras"). Luego, las palabras reconocidas activan los conceptos asociados (en el procesador de la "información conceptual"). De igual modo, los hablantes generan oraciones (en el procesador de la "producción del habla") al buscar palabras y conceptos en esas memorias. Éste es un modelo importante porque ha orientado muchos intentos por localizar

los lugares del cerebro que cumplen esas diversas funciones.

Algunos lingüistas sugieren que las regiones neuronales que los seres humanos usan para procesar el lenguaje constituyen un **órgano del lenguaje**, una estructura (o grupo de estructuras) hipotética del cuerpo que se especializa en el lenguaje. La idea básica es que el plan genético humano incluye instrucciones para construir circuitos neuronales que pueden aprender, procesar y generar el lenguaje (Chomsky, 1965). A nivel anatómico, el cerebro humano se distingue del cerebro de otros mamíferos sobre todo en el hecho de que la corteza cerebral humana es más grande y tiene más divisiones. De modo que si el cerebro humano contiene un órgano del lenguaje, por lógica se esperaría que residiera en algún punto de la corteza cerebral. De hecho, se han establecido paralelismos entre dos de los procesadores hipotéticos de Lichtheim y dos regiones corticales específicas. El procesador de producción del habla se ha vinculado con una región de la corteza conocida como área de Broca y el almacén de palabras se ha ligado a una región conocida como área de Wernicke. (Pero más adelante verás que esas hipótesis no son del todo exactas.)

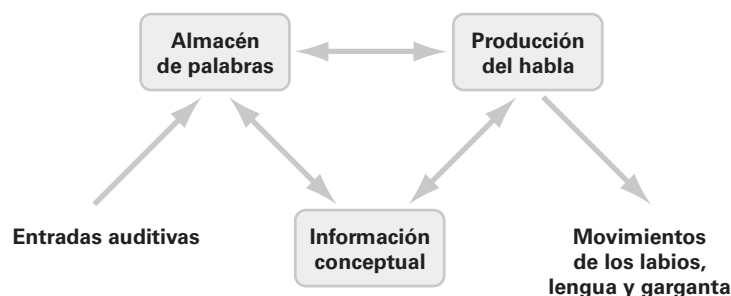


Figura 13.6 Modelo clásico del procesamiento del lenguaje de Lichtheim

En este modelo existen tres procesos importantes que subyacen al uso del lenguaje. Los sonidos escuchados ("entradas auditivas") se comparan con las memorias de las palabras (en el "almacén de palabras") para determinar si son hablados, y las palabras reconocidas activan conceptos asociados (en la "información conceptual"). Estas mismas memorias de las palabras y conceptos hablados se usan para generar el habla (en la "producción del habla"). La interacción de estos tres procesos influye en el uso y la comprensión del lenguaje.

Área de Broca

La idea de que las capacidades lingüísticas dependen en gran medida de la corteza cerebral es apoyada por numerosas observaciones de pacientes que sufren **afasia**, un grupo de problemas en la producción y comprensión del lenguaje que son causados por daño cerebral. Los pacientes con afasia ofrecen evidencia de que los dos hemisferios cerebrales desempeñan diferentes papeles en el procesamiento del lenguaje en la mayoría de los individuos (véase también el capítulo 2 sobre la neurociencia del aprendizaje y la memoria). Parte de las primeras evidencias de la asimetría en las contribuciones de los hemisferios al procesamiento del lenguaje se obtuvo a finales del siglo XIX en un paciente de nombre Leborgne, quien había perdido la capacidad de producir oraciones. Después de la muerte de Leborgne, su médico, Paul Broca, encontró que el paciente presentaba daño en parte del lóbulo frontal izquierdo, en una zona que ahora se conoce como **área de Broca**.

Los pacientes con daño en el área de Broca suelen tener dificultades para producir oraciones, lo cual llevó a los primeros investigadores a asociar el área de Broca con el procesador para la producción del lenguaje propuesto en el modelo de Lichtheim. Sin embargo, los pacientes con daño en esta región de la corteza en realidad presentan otros síntomas como la dificultad para comprender ciertas características del habla. Además, estos pacientes por lo regular sí producen oraciones comprensibles, pero éstas carecen de algunos rasgos sintácticos.

Los estudios de neuroimagenología demuestran que cuando la gente produce un habla sintácticamente correcta, se activan muchas otras regiones de la corteza además del área de Broca. Por ejemplo, otras regiones frontales muestran una actividad sistemática cuando los individuos están ocupados en cualquiera de una amplia gama de tareas lingüísticas (Demonet, Thierry y Cardebat, 2005). Por lo regular, el hemisferio izquierdo presenta los niveles más altos de activación cortical durante el uso del lenguaje, pero también se observa activación cortical en el hemisferio derecho, sobre todo durante el procesamiento de palabras abstractas y cuando el habla incluye contenido emocional (Buchanan *et al.*, 2000). Esto significa que las regiones corticales frontales que intervienen en la generación del lenguaje también participan en su comprensión.

Es claro que el daño en el área de Broca afecta el uso del lenguaje, pero eso no significa que esta parte de la corteza se especialice en el procesamiento del lenguaje. Por ejemplo, si se encontrara que el daño en el área de Broca reduce la capacidad de una persona para mantener las palabras en la memoria de trabajo, ese daño cambiaría la forma en que la

persona construye las oraciones, lo que las haría parecer anormales; sin embargo, el cambio se debería a un déficit en la memoria de trabajo, no a un déficit específico en el procesamiento del lenguaje. En congruencia con esta idea, estudios de neuroimagenología funcional de la comprensión del lenguaje demuestran que el área de Broca se activa durante tareas de la memoria de trabajo semántica, cuando no se está produciendo el habla (Bookheimer, 2002). Recordarás que en el capítulo 11 sobre aprendizaje por observación vimos que esta región también se activa cuando los individuos imitan movimientos. De modo que aunque al inicio se señaló el vínculo entre el área de Broca y la producción del habla como evidencia de la existencia de una región cortical especializada en el lenguaje de los seres humanos, investigaciones posteriores indican que es una de varias regiones del cerebro que contribuyen a la producción y comprensión del lenguaje.

Área de Wernicke

Más o menos al mismo tiempo del descubrimiento de Broca, otro médico de nombre Carl Wernicke describió a dos pacientes que habían perdido la capacidad de comprender el habla y que si bien elaboraban con fluidez oraciones complejas, éstas carecían de sentido. Después de la muerte de ambos pacientes, Wernicke examinó sus cerebros y descubrió que tenían daño en el hemisferio izquierdo, pero la localización del daño era diferente a la descrita por Broca. La nueva área relacionada con el lenguaje que identificó Wernicke ahora se conoce como **área de Wernicke**. Las observaciones de ese médico sugirieron que al menos dos regiones de la corteza (el área de Broca y el área de Wernicke) participan en el procesamiento del lenguaje.

Los pacientes con daño en el área de Wernicke suelen tener dificultades para comprender el lenguaje y su producción del habla por lo general es fluida, aunque anormal. Por ejemplo, una persona con daño en el área de Wernicke podría decir: “Tú sabes que agrumado cortado y que yo quiero hacerlo redondo y cuidar de él como tú quieres antes” para explicar que necesitan sacar a su perro a pasear (National Institutes of Health, 2007). Este déficit en la comprensión del lenguaje hizo creer a los primeros investigadores que el área de Wernicke era la región cortical donde se almacenan las memorias auditivas de las palabras (Wernicke, 1874), por lo cual se le identificó con el procesador para el almacenamiento de palabras del modelo de Lichtheim. La dificultad de los pacientes con afasia de Wernicke para comprender las oraciones tal vez se deba a que no logran identificar partes de las palabras o a que no tienen acceso a los significados de las palabras (Howard y Frankin, 1988). Los datos de neuroimagenología brindan evidencia de que cuando la gente comprende el habla se activan redes corticales dentro y alrededor del área de Wernicke (Demonet, Thierry y Cardebat, 2005).

El **modelo de Wernicke-Geschwind** (figura 13.7) resume las ideas iniciales sobre la forma en que el modelo funcional de Lichtheim podría relacionarse con las regiones corticales especializadas en el procesamiento del lenguaje. En este modelo se creía que el área de Broca es responsable de la producción del habla, que el área de Wernicke se encarga del almacenamiento de las palabras y que las regiones circundantes de la corteza proporcionan la información conceptual necesaria. El hemisferio izquierdo se identificó con el procesamiento del lenguaje porque fue ahí donde se encontraron las dos áreas. El descubrimiento de que el hemisferio izquierdo muestra cierta especialización en la producción y la comprensión del habla cambió la forma de pensar de los científicos con respecto a los sustratos neuronales del lenguaje porque demostró que los dos hemisferios realizan funciones diferentes y sugirió que los procesos específicos del lenguaje dependen de circuitos localizables en la corteza.

El modelo de Wernicke-Geschwind apoyó la expectativa de muchos científicos de que los seres humanos poseen procesadores corticales especializados en el uso del lenguaje y que en conjunto

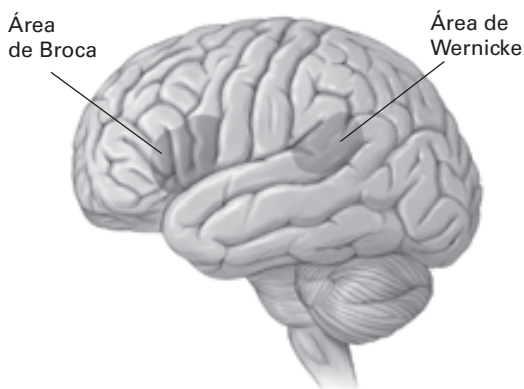


Figura 13.7 El modelo de Wernicke-Geschwind

En este modelo se creía que el área de Broca es responsable de la producción del habla, que el área de Wernicke se encarga de su reconocimiento y que las regiones circundantes proporcionan la información conceptual necesaria.

Misterios sin resolver

¿Pueden las computadoras dominar el lenguaje humano?

Las vacaciones de invierno se acercan y quieres hacer reservaciones para viajar a través de tu sitio de Internet favorito, el cual cuenta con una nueva interfaz de “lenguaje natural”. El software del sitio reconoce tu contraseña y te saluda:

Computadora: ¡Hola de nuevo! Espero que hayas disfrutado del último viaje que reservaste con nosotros, que fue a Cancún.

Tu: Sí, fue fantástico.

Computadora: ¿A dónde quieres viajar ahora?

Tu: Jamiaca.

Computadora: ¿Te refieres a Jamaica?

Tu: Sí.

Computadora: ¿Vas a viajar solo?

Tu: No, necesito dos boletos.

Computadora: Bien, ¿cuándo quieres viajar?

Tu: Bueno, quiero una semana entera. Las vacaciones de invierno son la última semana de diciembre, pero puedo obtener boletos más baratos si espero hasta después de Navidad. Puedo hacerlo entonces y faltar los dos primeros días de clase.

Computadora: Lo siento, no te entendí. Por favor introduce tu respuesta como una fecha en el formato DD-MM-AAAA. ¿Cuándo quieres viajar?

En contraste, un agente de viajes humano no habría tenido dificultades para entender tu respuesta. ¿Por qué no podemos (aún) construir una computadora que haga lo mismo? ¿Es incluso posible construir una computadora que de verdad entienda el lenguaje natural?

Allá en la década de 1960, la creación de interfaces de lenguaje natural parecía estar a la vuelta de la esquina. Las computadoras de

inicios de las décadas de 1960 y 1970 podían responder preguntas planteadas en inglés común sobre diversos temas, como estadísticas de béisbol, historias periodísticas y problemas de álgebra (Schank, 1984, revisó muchos de los impresionantes esfuerzos iniciales). ELIZA, un famoso programa desarrollado para simular sesiones de consejería centrada en el cliente, tenía tanto éxito en su interacción con los usuarios humanos que éstos a menudo suponían que se estaban comunicando (vía teletipo) con otra persona:

Usuario: Todos los hombres son iguales.

Eliza: ¿En qué sentido?

Usuario: Siempre nos están fastidiando de una u otra forma.

Eliza: ¿Puede pensar en un ejemplo específico?

Usuario: Bien, mi novio me hizo venir aquí.

Eliza: ¿Su novio la hizo venir aquí?

Usuario: Dice que estoy deprimida casi todo el tiempo.

Eliza: Lamento escuchar que está deprimida.

Pero ELIZA y otros programas similares eran especializados y sólo “funcionaban” dentro de un dominio limitado mediante la combinación de un vocabulario pequeño, algunas reglas gramaticales básicas y un suministro de trucos ingeniosos. Los sucesos modernos de ELIZA incluyen motores de búsqueda en la red (como www.ask.com) y programas como el del hipotético agente de viajes que mencionamos antes, los cuales pueden reconocer preguntas simples en inglés siempre que te ajustes a un pequeño conjunto de palabras y temas programados de antemano. Si te apartas de sus dominios, los programas modernos no funcionan mejor que los anteriores.

Una escuela de pensamiento sostiene que el lenguaje natural es demasiado complicado para codificarlo directamente dentro de un programa de computadora (Dreyfus, 1998). Algunos de los investigadores del campo mejor han tratado de programar a las computadoras para que aprendan la sintaxis y la semántica

del lenguaje natural de la misma manera que lo hacen las personas: por medio de la observación y la exploración.

Un intento clásico utilizó las redes neuronales, en este caso, un programa de cómputo con dos estratos de procesamiento: el primero recibía la entrada en forma de sonidos dentro de un verbo pronunciado; el segundo producía los sonidos del habla para el tiempo pasado del verbo (Rumelhart y McClelland, 1986). Entre esos dos estratos había conexiones modificables. En un ensayo de aprendizaje se presentaban a la red la raíz de un verbo (por ejemplo “venir”) y el tiempo pasado correcto (por ejemplo, “vine”). Las conexiones entre los estratos se modificaban de manera gradual hasta que, luego de muchos ensayos, la red producía el resultado deseado para cada entrada. Después de muchos ensayos la red no sólo producía el tiempo pasado correcto para cada verbo entrenado, sino que además había aprendido regularidades estadísticas en los verbos, como el hecho de que, en español, la regla predeterminada para formar el participio pasado es sustituir la terminación del verbo (ar o ir) con la terminación ado o ido. Dado un verbo desconocido (como “cratomizar”) la red aplicaría la regla predeterminada, justo como hace la gente (“cratomizado”). Este sistema de redes inicial era muy simple y desde entonces se le ha criticado como modelo del lenguaje humano, pero estableció que los sistemas de cómputo pueden aprender la gramática por sí mismos, sin requerir que un programador humano les proporcione una lista de reglas.

Es claro que los programas de agentes de viajes y las redes neuronales están muy por debajo de computadoras que puedan sostener una conversación significativa con una persona. Pero recuerda que los seres humanos necesitan muchos años de experimentación y práctica intensa antes de dominar un lenguaje natural. Quizá si se proporciona a los agentes computarizados “vidas” similares de estudio, y si el hardware evoluciona de tal manera que sea un mejor apoyo para el lenguaje, llegará el día en que las computadoras de verdad puedan hablar con sus dueños, o cuando menos conversar acerca de boletos baratos a Jamaica.

podrían considerarse un órgano del lenguaje. Sin embargo, trabajos más recientes cuestionan la idea de que esas regiones se especializan en el procesamiento del lenguaje.

Más importante aún es que ninguno de los estudios iniciales abordó la cuestión de si esas regiones corticales son cruciales para el aprendizaje del lenguaje. Simplemente demostraron que el daño de ciertas regiones del cerebro se asocia con déficits predecibles en la producción y procesamiento del habla. En la siguiente sección se resume lo que han demostrado recientes investigaciones acerca de cómo contribuyen diferentes regiones del cerebro al aprendizaje del lenguaje en los adultos.

Codificación cortical de un segundo idioma

A diferencia de muchas otras habilidades como aprender a tocar un segundo instrumento musical o a practicar un segundo deporte, aprender un segundo idioma puede ser más difícil que el aprendizaje del primero, sobre todo si el individuo que aprende el segundo idioma es un adulto. La dificultad asociada con el aprendizaje de un segundo idioma en la adultez sugiere que dicho aprendizaje involucra mecanismos diferentes a los que se usaron para aprender el primero, dependiendo de cuándo, dónde y cómo se aprenda ese segundo idioma. Una posible explicación sería que en los adultos se utilizan sistemas separados para procesar cada idioma. Por ejemplo, una región cortical podría dedicarse a procesar el español mientras que otra se especializa en procesar el inglés. Otra alternativa sería que los adultos utilizan circuitos neuronales traslapados, en que algunas regiones del cerebro se usan para ambos idiomas y otras sólo se activan cuando se usa uno de ellos.

Imagina que en la niñez aprendiste el español de tus padres y luego en la universidad siendo un joven adulto aprendiste francés de tus maestros. Si pudieras usar un aparato de resonancia magnética funcional para ver a tu cerebro mientras procesa cada uno de estos idiomas ¿qué crees que verías? De acuerdo con los modelos clásicos del procesamiento del lenguaje, esperarías ver que se activa la parte de tu cerebro en el área frontal izquierda (el área de Broca) cuando generas francés o español, y que se activa una región diferente en la parte posterior izquierda de tu cerebro (el área de Wernicke) cuando sólo escuchas cualquier idioma. ¿Crees que verías alguna diferencia cuando procesas el francés en lugar del español? En los párrafos que siguen encontrarás la respuesta.

Reorganización dependiente de la edad

Los pacientes bilingües con daño en el área de Broca o en el área de Wernicke pueden presentar problemas en sólo uno de sus idiomas (Paradis y Goldblum, 1989). Esto es congruente con la idea de que se utilizan regiones corticales distintas para diferentes idiomas, ya que de otro modo ambos idiomas se verían afectados por igual. Sin embargo, estudios de neuroimagenología de individuos bilingües muestran patrones de activación similares en la corteza durante el procesamiento de los dos idiomas (Chee, Tan y Thiel, 1999; Illes *et al.*, 1999). Estos hallazgos concuerdan con la idea de que diferentes idiomas se procesan en las mismas regiones generales de la corteza. En el panorama general, parece que las partes de la corteza empleadas para procesar diferentes idiomas dependen de la tarea específica relacionada con el lenguaje que se realiza, así como del momento en que se aprendió ese idioma en particular (Chee, Hon, Lee y Soon, 2001; Marian, Spivey y Hirsch, 2003).

En un estudio reciente de neuroimagenología, Joy Hirsch y sus colaboradores pidieron a individuos que hablaban francés e inglés que formaran oraciones mentalmente (Kim, Relkin, Lee y Hirsch, 1997). Las oraciones describían sucesos que los participantes habían experimentado de manera personal en el pasado reciente y se les indicó qué idioma usar. Las imágenes de resonancia magnética funcional revelaron que el área de Wernicke se activaba durante la tarea y que había poca diferencia en la actividad cuando los participantes realizaban la tarea en francés o en inglés. En contraste, el área de Broca se activaba de manera distinta cuando los participantes usaban idiomas diferentes, pero sólo en los participantes que habían aprendido a hablar en francés en la adultez.

Por supuesto, otras tareas lingüísticas podrían revelar diferentes patrones de activación en distintas áreas corticales, las cuales pueden o no traslaparse con los patrones vistos antes. Pero los resultados de este sencillo estudio ilustran que el aprendizaje de idiomas a diferentes edades influye en las regiones corticales que participan en el uso del lenguaje. Las redes corticales se vuelven menos plásticas a medida que una persona envejece, y esta menor plasticidad afecta la manera en que el aprendizaje influye en los circuitos corticales. Por ejemplo, es probable que el periodo sensible para el aprendizaje del lenguaje en los seres humanos refleje una capacidad cada vez menor de reorganización cortical. Recuerda que antes vimos que los niños menores de seis a ocho meses distinguen todo el conjunto de sonidos usados en los idiomas humanos, pero que después de los 11 meses disminuye su capacidad para distinguir los sonidos no nativos. Este decremento en la percepción del lenguaje extranjero sucede justo cuando los niños empiezan a dominar su lengua materna. Para el final del periodo sensible, el sistema de lenguaje humano está conectado firmemente, lo que tal vez explique las dificultades que experimentan los adultos cuando tratan de aprender a diferenciar sonidos que no se encuentran en su lengua materna y cuando quieren perder su acento al producir sonidos del habla en un nuevo idioma.

Cambios en la activación asociados con el aprendizaje del lenguaje

La neuroimagenología del uso del lenguaje en los adultos revela el estado final del procesamiento cortical alcanzado después de muchos años de aprendizaje del lenguaje, pero no muestra cómo cambian la corteza y otras regiones del cerebro durante el proceso de aprendizaje. Nuevos estudios en lo que se examinó la actividad del cerebro antes y después de aprender japonés muestran que la mayor experiencia con las palabras japonesas cambiaba la respuesta de esas regiones cuando los aprendices las escuchaban (Menning, Imaizumi, Zwitterlood y Pantev, 2002). La práctica mejoró la capacidad de los participantes para distinguir las palabras y, a medida que su desempeño mejoraba, sus respuestas neuronales eran cada vez más rápidas. Los cambios en la manera en que las redes corticales procesaban el lenguaje se vieron después de sólo 15 horas de entrenamiento con el nuevo idioma. (Recuerda que para ver alguna diferencia en las respuestas provocadas es necesario que cambien varios miles de neuronas.)

Se han observado cambios similares en las redes corticales en universitarios que aprenden francés (McLaughlin, Osterhout y Kim, 2004). Los registros neurofisiológicos de los alumnos mientras estudian francés mostraron evidencia de cambios corticales después de apenas 14 horas de enseñanza. Los participantes que no mostraron mejora en su desempeño después de la instrucción tampoco exhibieron cambios en la actividad cortical relacionada con el lenguaje. Los cambios en la actividad cortical después de aprender un segundo idioma se han observado tanto en el área de Broca como en la de Wernicke (Wang, Sereno, Jongman y Hirsch, 2003). Los cambios más comunes son la expansión del área de la corteza involucrada en la realización de las tareas lingüísticas y la participación de otras regiones corticales.

Lo interesante es que no tienes que aprender un segundo idioma para modificar la manera en que tu corteza procesa el lenguaje, ya que esos cambios también se producen cuando se aprenden nombres de objetos desconocidos en tu propio idioma (Cornelissen *et al.*, 2004). A lo largo de su vida los seres humanos aprenden nuevos nombres de objetos, eventos y lugares. Mediante el monitoreo de la actividad cortical por medio de registros magnetoencefalográficos (MEG) los investigadores descubrieron que la adquisición de nuevas palabras se asocia con cambios sutiles en la activación cortical (Cornelissen *et al.*, 2004). Durante las sesiones de registro, los sujetos usaban etiquetas proporcionadas por los investigadores para nombrar dibujos en blanco y negro de objetos reales, algunos de los cuales eran desconocidos para ellos (herramientas antiguas) y otros familiares (herramientas modernas). Los participantes practicaban todos los días la tarea de nominación hasta alcanzar un nivel de precisión mayor a 98%. Los investigadores recogieron las

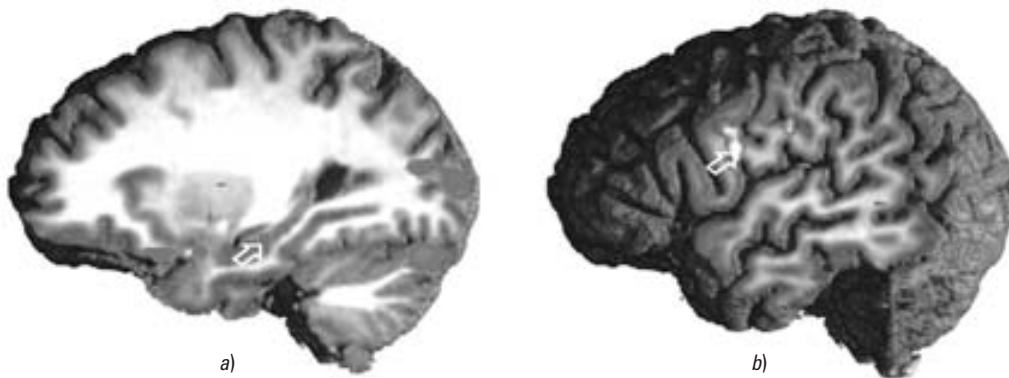


Figura 13.8 Cambios corticales asociados con el aprendizaje de una gramática artificial Dos regiones del cerebro mostraron cambios significativos asociados con el aprendizaje.

a) Aprender a detectar palabras en la posición equivocada se asoció con una disminución en la actividad, indicada por una flecha, en el hipocampo izquierdo; b) aprender una nueva regla gramatical se asoció con un incremento general en la actividad, indicado por una flecha, en la corteza premotora izquierda. Estos dos hallazgos indican que diferentes tareas dentro del aprendizaje del lenguaje dan lugar a cambios en regiones neuronales distintas. Neuroimágenes cortesía de Bertram Opitz.

mediciones MEG antes, durante y después del entrenamiento mientras los participantes nombraban los dibujos. Durante la tarea de nominación se activaban entre ocho y 14 áreas corticales distintas. Sin embargo, sólo la activación en una o dos de esas áreas cambió después del aprendizaje. En cuatro de cinco individuos probados, las áreas donde cambió la activación después del aprendizaje se localizaban en el lóbulo parietal. Este hallazgo sugiere que, al igual que en el procesamiento del lenguaje, es posible que su aprendizaje dependa de circuitos corticales en regiones predecibles de la corteza.

Otro hallazgo importante de ese estudio fue que las mismas regiones corticales que se activaban cuando los participantes nombraban objetos familiares también se activaban cuando aprendían a nombrar objetos desconocidos. En otras palabras, no se identificaron áreas corticales únicas dedicadas al aprendizaje de nuevos nombres, las mismas áreas usadas para generar los nombres familiares se utilizaban también para aprender los nuevos nombres.

También se observan cambios corticales en el aprendizaje de lenguajes artificiales. En un estudio, los participantes aprendieron las reglas asociadas con una gramática artificial; luego, los investigadores midieron por medio de resonancia magnética funcional la actividad cerebral de los participantes mientras probaban su habilidad para detectar secuencias que no seguían esas reglas (Opitz y Friederici, 2004). A la mitad de los participantes se les presentó una secuencia no gramatical en que uno de los sustantivos estaba en el lugar equivocado (la condición PALABRA). A la otra mitad se le presentó una nueva regla gramatical para aprender (la condición REGLA). En la condición PALABRA, el aprendizaje de la tarea de detección se asoció con una menor actividad en el hipocampo izquierdo. En la condición REGLA el aprendizaje de la tarea se asoció con un incremento en la actividad de la corteza premotora izquierda (cerca del área de Broca; véase la figura 13.8). Esos dos hallazgos indican que diferentes subtarefas dentro del aprendizaje del lenguaje dan lugar a cambios en regiones neuronales distintas (Opitz y Friederici, 2004). No queda claro por qué el procesamiento hipocampal debería ser modulado por cambios en la posición de la palabra (la condición PALABRA). Sin embargo, los cambios corticales asociados con la condición REGLA son congruentes con la idea de que circuitos dentro y alrededor del área de Broca facilitan de manera predecible el reconocimiento de secuencias ordenadas.

Cambios físicos inducidos por el aprendizaje del lenguaje

El aprendizaje de un segundo idioma puede cambiar los patrones de activación cortical y subcortical, pero ¿el aprendizaje del lenguaje también influye en los circuitos del cerebro humano? Experimentos recientes con resonancia magnética estructural muestran que el aprendizaje de un segundo idioma se asocia con incrementos en la densidad de la materia gris (neuronas y dendritas asociadas) en ciertas regiones de la corteza (como se muestra en la figura 13.9). La densidad de la materia gris aumenta con la habilidad para usar un segundo idioma, pero la magnitud de este efecto disminuye entre mayor sea la edad a la que se aprende el idioma (Mechelli *et al.*, 2004). Los cambios en la estructura cortical

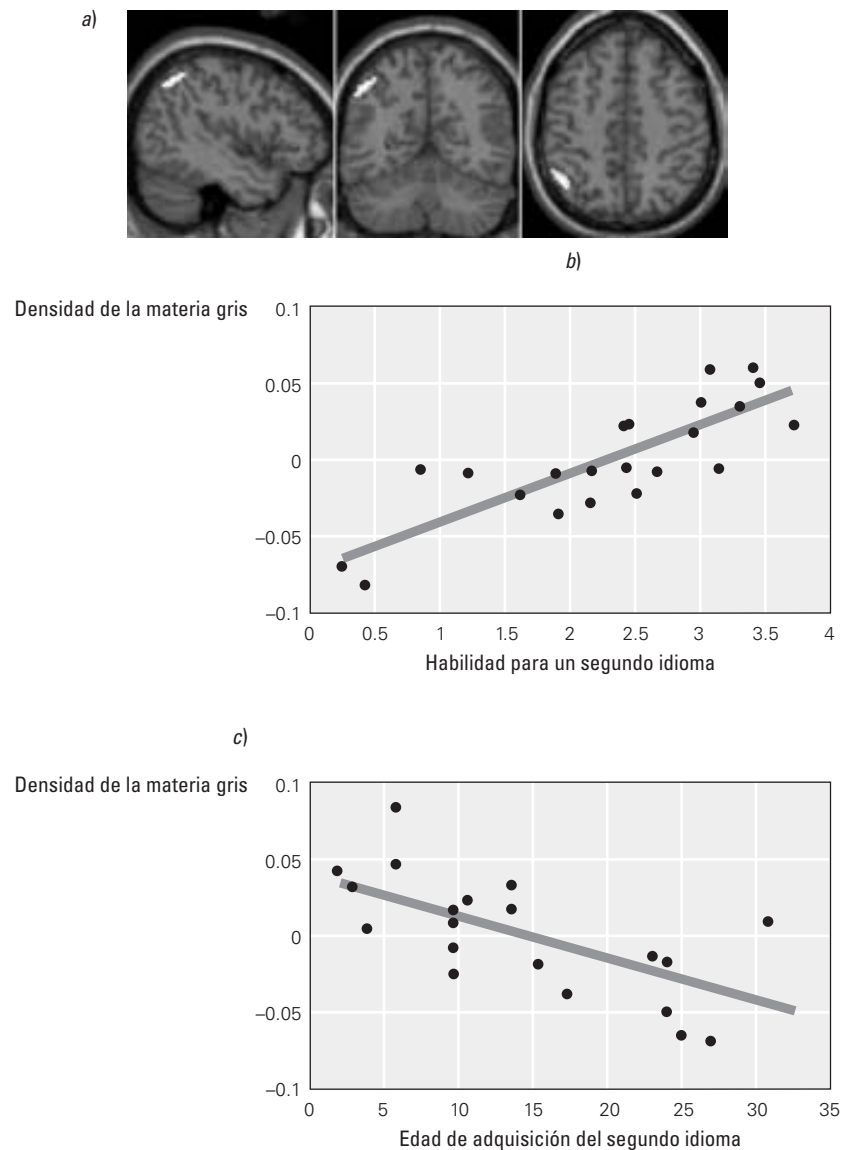


Figura 13.9 Incrementos en la materia gris asociados con el aprendizaje de un segundo idioma a) Las áreas blancas muestran la región cortical con mayor densidad de la materia gris en individuos bilingües en comparación con los monolingües. b) La densidad de la materia gris en esas regiones se correlaciona positivamente con la habilidad para el segundo idioma. c) La densidad de la materia gris se correlaciona de manera negativa con la edad a la que se aprendió el segundo idioma. Estas correlaciones sugieren que los cambios estructurales en los circuitos corticales asociados con el aprendizaje del lenguaje son mayores cuando el aprendizaje ocurre a una edad más temprana y cuando se aprende más. Tomado de Mechelli *et al.*, 2004.

asociados con el aprendizaje de un segundo idioma no se observaron en el área de Broca, en el área de Wernicke ni en la corteza auditiva. Sin embargo, esto no significa que en esas regiones no ocurran cambios físicos como resultado del aprendizaje del idioma, sólo que los cambios que ocurren en esas regiones son comparables en individuos monolingües y bilingües. Recuerda que en el capítulo 4, sobre memoria de habilidades, vimos que ocurren cambios físicos comparables en la corteza cuando una persona aprende a hacer malabares. De modo que el aprendizaje del lenguaje no es especial en este aspecto, muchos otros tipos de aprendizaje de habilidades también pueden dar lugar a cambios físicos en la corteza.

Los estudios de la neurociencia dejan cada vez más claro que el aprendizaje del lenguaje genera cambios considerables en el procesamiento neuronal en todo el cerebro. La tasa con la que pueden cambiar los circuitos neuronales en respuesta a experiencias relacionadas con el lenguaje puede ser incluso una de las restricciones a la rapidez con que los humanos adultos aprenden el lenguaje. De ser así, entonces es posible que el “órgano del lenguaje”, que permite a los seres humanos aprender lenguajes de forma única entre los animales, consista en una mejor capacidad para reorganizar los circuitos neuronales a partir de la experiencia, más que en alguna región cerebral especializada en el lenguaje.

Un modelo contemporáneo del procesamiento del lenguaje en el cerebro

Estudios posteriores a los de Broca y Wernicke demostraron la participación de una gama mucho mayor de regiones corticales en el procesamiento del lenguaje de lo que se preveía en los modelos de Wernicke-Geschwind o de Lichtheim (figura 13.10). Mode-

los más recientes del procesamiento del lenguaje combinan el sistema de producción del lenguaje y el almacén de palabras en lo que ahora se conoce como “sistema de implementación”. Las regiones corticales que componen a dicho sistema incluyen al área de Broca, el área de Wernicke, la corteza auditiva, la corteza somatosensorial y la corteza motora, así como las regiones corticales circundantes. El sistema de implementación analiza las entradas auditivas y activa las memorias semánticas, las cuales corresponden al componente de “información conceptual” del modelo original de Lichtheim. Los modelos más recientes conservan este sistema conceptual pero lo relacionan con una amplia variedad de redes corticales. Los modelos modernos del procesamiento del lenguaje también incluyen un nuevo sistema, llamado “sistema de mediación”, que coordina las interacciones entre el sistema de implementación y el sistema conceptual. Las redes corticales que componen el sistema de mediación rodean al sistema de implementación como una banda. Esas regiones circundantes incluyen a la corteza temporal y a la corteza prefrontal.

Por tradición, los investigadores se han concentrado en las redes corticales en sus intentos por localizar el procesamiento neuronal relacionado con el lenguaje. Pero existe evidencia creciente de que las regiones subcorticales del cerebro pueden ser tan importantes como las corticales en el aprendizaje y procesamiento del lenguaje. Por ejemplo, algunos déficits lingüísticos que alguna vez se pensó eran resultado del daño en las redes corticales en las áreas de Broca y de Wernicke ahora se atribuyen a regiones subcorticales disfuncionales que se encuentran debajo de esas regiones corticales (Dronkers, 1999). A los pacientes con

Parkinson les resulta difícil producir el pretérito de los verbos regulares pero no de los irregulares (Ullman *et al.*, 1997). Dado que la enfermedad de Parkinson afecta sobre todo a los ganglios basales, este hallazgo sugiere que la producción del tiempo pretérito de alguna manera depende de dicha estructura. Otro hallazgo es que las regiones hipocámpales están más activas durante la codificación semántica que durante la codificación fonológica y que los cambios en las posiciones de las palabras conocidas incrementan la actividad hipocámpal (Ullman, 2004). Además, la investigación ha asociado el daño cerebelar con una amplia variedad de déficits en la comprensión del lenguaje (Cook, Murdoch, Cahill y Whelan, 2004). Por ejemplo, el daño cerebelar deteriora la capacidad de una persona para juzgar si las oraciones son gramaticales (Justus, 2004). En resumen, ahora se cree que muchas regiones subcorticales proporcionan los sustratos neuronales para el uso normal del lenguaje, lo cual debilita el argumento de que lo que permitió a los seres humanos aprender y usar el lenguaje fue la evolución de estructuras corticales especializadas (Stowe, Paans, Wijers y Zwarts, 2004).

En los modelos contemporáneos del procesamiento del lenguaje, los ganglios basales y el cerebelo se asocian con el sistema de implementación, mientras que el hipocampo se asocia con el sistema conceptual. A diferencia de los modelos iniciales, que consideraban que el procesamiento del lenguaje ocurre sobre todo en circuitos corticales localizados, los modelos modernos sugieren que el uso del lenguaje implica redes ampliamente distribuidas de neuronas corticales y subcorticales. En la actualidad, la opinión general es que los dos hemisferios del cerebro adulto humano desempeñan papeles distintos en el procesamiento del lenguaje, que las regiones subcorticales son tan importantes para

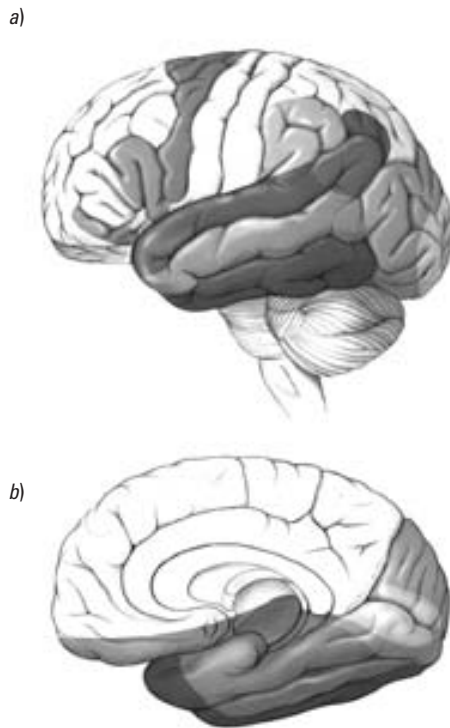


Figura 13.10 Regiones corticales implicadas en el procesamiento del lenguaje

a) Superficie del hemisferio izquierdo del cerebro humano, b) sección que muestra al hemisferio derecho del cerebro humano. Diferentes imágenes obtenidas en estudios con resonancia magnética funcional muestran mayor activación en cada una de las diversas regiones coloreadas durante ciertos tipos de uso del lenguaje. Adaptado de Demonet, Thierry y Cardebat, 2005.

dicho procesamiento como las regiones corticales y que las regiones corticales cercanas a la parte frontal del cerebro cumplen funciones distintas a aquellas que se encuentran en la parte posterior.

Al mismo tiempo, el hecho de que una región particular participe en una función del lenguaje no implica que se especialice en el aprendizaje o el procesamiento del lenguaje. Una manera de evaluar si las regiones corticales se especializan en el lenguaje consiste en observar qué tanto se activan durante tareas no lingüísticas. Por ejemplo, estudios de neuroimagenología muestran que el área de Broca también se activa durante tareas de percepción musical (Maess, Koelsch, Gunter y Friederici, 2001) (véase la figura 13.11*a*). Patel y sus colaboradores encontraron que los músicos capacitados mostraban casi la misma actividad cortical en el área de Broca cuando escuchaban secuencias musicales que cuando escuchaban oraciones (figura 13.11*b*) (Patel, Gibson, Ratner, Besson y Hol-

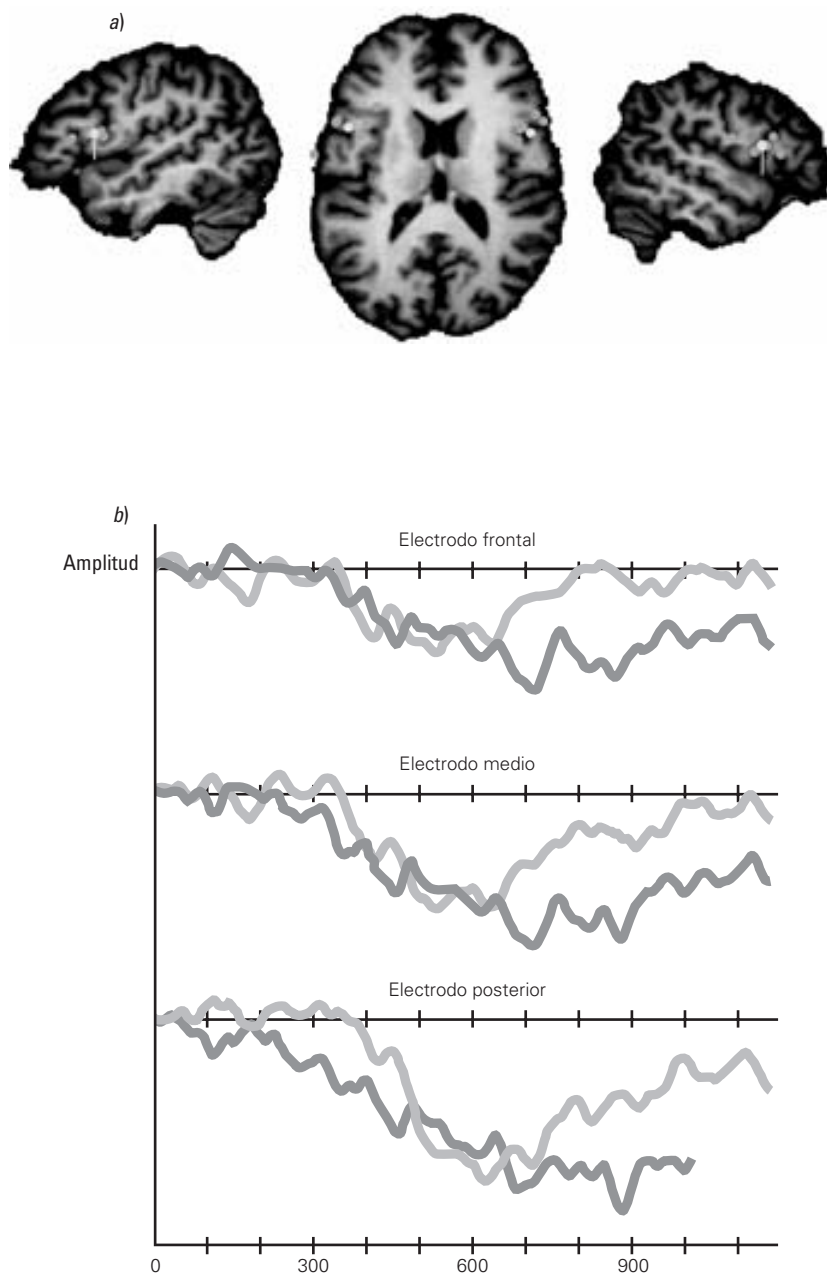


Figura 13.11 Traslape de la activación producida por el habla y la música en el área de Broca. *a)* Mediciones MEG muestran activación del área de Broca durante el procesamiento de características musicales. La activación se localizó en el área de Broca y en la región cortical correspondiente en el hemisferio derecho (indicada por los puntos blancos). *b)* Los potenciales relacionados con el evento que se observan durante el procesamiento del lenguaje (líneas gris oscuro) también se aprecian cuando los participantes escuchan música (líneas gris claro). Los trazos muestran respuestas provocadas por incongruencias gramaticales o musicales en tres electrodos localizados en la parte frontal, media y posterior del cráneo. Las respuestas ocurridas hasta 600 ms después del inicio del estímulo son similares en ambas condiciones. Adaptado de Patel, 2003.

comb, 1998). Incluso la distinción entre diferentes tonos implica al área de Broca (Muller, Kleinhans y Courchesne, 2001). Por ejemplo, la actividad en el área de Broca era mayor cuando los participantes identificaban cambios en la altura de un tono en comparación con la simple detección del inicio de un ruido. Esos hallazgos sugieren que el procesamiento en el área de Broca no es específico al lenguaje. Más bien, es posible que implique un mecanismo general para el reconocimiento de secuencias de sonidos o acciones.

En la actualidad se considera que muchas de las regiones que se habían identificado como centros del lenguaje dentro del cerebro, intervienen en diversas funciones no lingüísticas además del procesamiento del lenguaje. Sus variadas funciones sugieren que, en lugar de especializarse en el procesamiento del lenguaje, esas diferentes regiones corticales se especializan en procesar estímulos de maneras particulares. En otras palabras, es posible que el cerebro maneje el procesamiento semántico y sintáctico de las palabras de la misma manera que maneja cualquier otro estímulo que tenga asociaciones y estructura secuencial predecibles. De igual modo, es probable que el aprendizaje del lenguaje no requiera de regiones especializadas del cerebro. Más bien, muchos de los circuitos que participan en el aprendizaje acerca de otros eventos estímulo y en el procesamiento del lenguaje, también parecen participar en el aprendizaje del lenguaje. Todavía queda por resolver el misterio de cómo los seres humanos usamos esos circuitos básicos para aprender habilidades cognitivas que otros animales no aprenden.

Resumen parcial

El procesamiento del lenguaje depende de una compleja red de regiones corticales que en los adultos humanos se distribuyen asimétricamente en los dos hemisferios, así como de regiones subcorticales como los ganglios basales, el hipocampo y el cerebelo. Es probable que muchos de los sistemas corticales y subcorticales que participan en el aprendizaje por observación, la memoria declarativa y el aprendizaje de habilidades también estén implicados en el aprendizaje del lenguaje. En los seres humanos, las regiones corticales del hemisferio izquierdo a menudo se especializan en el procesamiento de las características sintácticas y semánticas de los lenguajes naturales. Es posible que las regiones del cerebro que utilizas para procesar un segundo idioma sean las mismas que empleas para procesar el primero si aprendiste el segundo idioma durante la niñez. Sin embargo, si aprendiste el segundo idioma en la adultez, es posible que emplees otras regiones del cerebro que no usas cuando procesas tu lengua materna.

Se sabe relativamente poco acerca de los mecanismos neuronales del aprendizaje del lenguaje. La mayor parte de la investigación se ha enfocado en el procesamiento del lenguaje, en particular en pacientes con afasias. No obstante, estudios realizados en la última década han revelado que las experiencias de aprendizaje del lenguaje tienen impacto en numerosas regiones del cerebro, incluso después de un periodo de práctica relativamente corto con un nuevo idioma o vocabulario.

13.3 Perspectivas clínicas

Antes del siglo XVI, a la gente que nacía sorda apenas se le consideraba humana. Los antiguos filósofos griegos equiparaban las capacidades del habla con la inteligencia y la educación. Creían que las personas que nacían sin audición no podían usar el lenguaje, ser educados o incluso tener ideas. Las cosas no mejoraron mucho en la Edad Media. Muchas personas sordas terminaron en asilos. Sus problemas se atribuían a posesiones demoníacas o a un castigo divino. De forma irónica, las mismas religiones que juzgaron con tanta dureza a las personas sordas, sin darse cuenta las ayudaron a unirse a la comunidad del mundo. Los monjes que hacían votos de silencio desarrollaron señales manuales para comunicarse entre sí sin hablar. Esos lenguajes manuales ahora permiten a las personas sordas tener una comunicación tan eficaz como la de las personas con audición, lo cual las ayuda a evitar trastornos del desarrollo en el aprendizaje del lenguaje.

Lenguaje de señas

Seguramente has visto en televisión a expertos en lenguaje de señas que traducen el habla en secuencias de gestos. Si no conoces el lenguaje de señas, es probable que te resulte difícil identificar algo parecido a palabras o frases en los movimientos de sus manos. Pero existen muchas semejanzas entre los lenguajes de señas y los lenguajes hablados y al igual que éstos, existen muchos lenguajes de señas. La gente puede comunicarse por medio de uno o más lenguajes de señas. Igual que los lenguajes hablados, los lenguajes de señas poseen semántica, sintaxis y pragmática. Los gestos del lenguaje de señas pueden usarse en combinaciones infinitas, del mismo modo que las palabras en las oraciones habladas. Los lenguajes de señas también poseen algunos rasgos únicos. Por ejemplo, la posición espacial de un gesto en relación con el cuerpo de la persona que hace la seña puede acentuar su significado, igual que las posiciones espaciales relativas de dos gestos secuenciales. Por ejemplo, en el Lenguaje Estadounidense de Señas (LES) el gesto para “preguntar” (el dedo índice hacia arriba) puede significar “pregúntame”, “pregúntate”, “pregúntales”, “pregunta a menudo”, “pregunta repetidamente” o “pregunta a todo mundo”, dependiendo de cómo mueva la persona la mano con que hace el gesto en relación con el cuerpo.

El lenguaje hablado requiere la capacidad para escuchar el habla propia así como el habla de los demás, y también el uso de las partes de cuerpo capaces de producir el habla. Pero los sistemas de comunicación alternativos, como el lenguaje de señas, abren nuevos canales de interacción social para muchas personas que tienen dificultades con el procesamiento del habla. El lenguaje de señas ha sido en particular útil a nivel social, clínico y en estudios experimentales. Por ejemplo, los niños con síndrome de Down (SD) muestran un retardo en el desarrollo de las habilidades lingüísticas, lo cual puede deberse en parte a ciertas deficiencias neuromusculares que afectan la coordinación de la lengua y los movimientos de la mandíbula y la respiración. También puede deberse a las infecciones frecuentes del oído medio, las cuales pueden afectar negativamente la percepción de los sonidos del habla (Caselli *et al.*, 1998). Pero los niños con SD pueden usar la comunicación gestual para compensar sus problemas en la producción del habla. Se ha observado que los niños con SD producen un porcentaje de gestos mayor al producido por los niños con un desarrollo normal, y esos gestos son más complejos de lo que podría esperarse dados sus niveles de comprensión y producción del habla (Caselli *et al.*, 1998).

Los lenguajes de señas también proporcionan nuevas formas de comunicación entre especies, un ejemplo de ello es el lenguaje gestual aprendido por Akeakamai y algunos otros delfines. Desde finales de la década de 1960, se han hecho grandes esfuerzos por entrenar a simios en el uso de lenguajes de señas, tanto para comprender como para producir palabras. Uno de esos primeros simios, de nombre Washoe, aprendió alrededor de 170 gestos diferentes (Gardner y Gardner, 1969). El animal solía usar esas señas en combinaciones como parte de sus actividades en curso, produciendo secuencias como *tú yo esconder* o *tú yo salir aprisa*. Asimismo, chimpancés y orangutanes han aprendido a usar señas para describir eventos que observaron y para solicitar cosas. Es claro que los simios que usan las señas pueden interactuar con las personas y con otros simios de maneras que no serían factibles si no dispusieran de esos gestos aprendidos. Además, los simios que han aprendido a usar sistemas de comunicación simbólica pueden pensar y resolver problemas de maneras que son difíciles o imposibles de lograr sin esos sistemas (Boysen, Mukobi y Berntson, 1999; Premack y Premack, 1984). Por ejemplo, a los chimpancés les resulta muy difícil aprender a elegir el más pequeño de dos conjuntos de dulces para recibir una recompensa más grande, pero aprenden con facilidad la tarea cuando los arreglos de dulces son sustituidos por números arábigos (Boysen, Mukobi y Berntson, 1999).

Los individuos autistas y sordos que aprenden sistemas de comunicación alternativos también son capaces de pensar y resolver problemas de maneras nuevas. Por ejemplo, niños autistas que aprenden lenguajes de señas en ocasiones presentan mejoras en su uso del habla natural. Esto sugiere que el aprendizaje de un modo de comunicación puede

transferirse a otros sistemas de comunicación (Goldstein, 2002). Esos nuevos hallazgos ponen de relieve los beneficios que ofrece una comprensión más clara de las condiciones que facilitan el aprendizaje del lenguaje. Hace apenas unos 100 años, las personas con déficit de comunicación (como Hellen Keller y los niños con autismo) eran condenados al aislamiento. Ahora tienen la oportunidad de asistir a la universidad y participar en la sociedad.

Aprendizaje del lenguaje en aislamiento

En la sección Procesos conductuales, leíste acerca del triste caso de Genie, la niña que permaneció encerrada en una habitación la mayor parte de su vida temprana sin ser expuesta al lenguaje. Para el momento en que fue encontrada y liberada (a los 13 años), era demasiado tarde para que desarrollara todas las complejidades del lenguaje humano. Aprendió palabras y frases simples, pero nunca dominó una gramática compleja o un vocabulario amplio.

El caso de Genie apoya la idea de que en los seres humanos existe un periodo sensible para el aprendizaje del lenguaje: a los 13 años es demasiado tarde para empezar desde cero. Pero debemos ser cautelosos al sacar esa conclusión: Genie era sólo una persona y, además de su falta de exposición al lenguaje, fue sometida a muchas otras crueldades que hicieron anormal su desarrollo. Tal vez fueron esos otros factores (o incluso alguna anomalía congénita) lo que le impidió adquirir el lenguaje.

Otra evidencia de que existen momentos clave en el desarrollo de un bebé en que puede trastocarse el aprendizaje del lenguaje proviene de una población más amplia de individuos, en otros sentidos sanos, que no aprenden el lenguaje a una edad temprana. Los niños sordos nacidos de padres sanos suelen recibir exposición limitada a un lenguaje que puedan entender si sus padres no usan un lenguaje de señas convencional como el LES. En lugar de ello, esos niños sordos tienden a desarrollar métodos idiosincrásicos de comunicación mediante gestos, un proceso llamado **señas familiares**. Quienes aprenden a realizar señas familiares pueden desarrollar vocabularios extensos que incluyen cientos de palabras, distinciones sustantivo-verbo e incluso marcadores sintácticos para distinguir entre sujetos y objetos (“A Jane le gusta Bill” en lugar de “a Bill le gusta Jane”). En ocasiones, una comunidad entera aprende bastante bien las señas familiares de una persona en particular para comunicarse con ella. Los logros lingüísticos de quienes aprenden a hacer señas familiares pueden ser notables, pero por lo general no alcanzan la complejidad de la sintaxis y morfología del lenguaje convencional (McDonald, 1997; Morford, 1996).

En condiciones normales, quienes aprenden a hacer señas familiares pueden aprender luego el LES, pero incluso después de muchos años de exposición a dicho lenguaje, nunca alcanzan el dominio de los que fueron expuestos a él desde la niñez temprana. Por ejemplo, una investigadora probó el procesamiento de la morfología verbal (por ejemplo, el uso de “compra” en lugar de “compras”) en personas que hacían señas familiares y aprendieron tarde el LES (Newport, 1990). Encontró que el dominio de la morfología del verbo era mejor en los individuos que fueron expuestos al LES antes de los 14 años. La precisión era significativamente menor en los individuos expuestos al LES después de los 14 años.

En otra serie de estudios se probó la habilidad de los usuarios del LES para percibir y repetir oraciones en señas (Mayberry, 1993; Mayberry y Fischer, 1989). En general, los aprendices tardíos del LES cometían muchos errores más que los aprendices tempranos, pero los errores de los aprendices tardíos eran fundamentalmente diferentes: cometían muchos errores de producción en los que usaban una seña incorrecta pero físicamente parecida a la seña correcta. Esto sugiere que los aprendices tardíos eran menos capaces de tener acceso rápido al significado de las señas que mostraban y sólo conservaban los rasgos superficiales (la “imagen” de las señas).

Es importante advertir que las dificultades de los aprendices tardíos no se relacionan sólo con el hecho de que adquirieron tarde un lenguaje de señas, sino que también guar-

dan una relación específica con el hecho de que no habían adquirido lenguaje en la niñez temprana, es decir, no aprovecharon su periodo sensible. Toda la evidencia de la que se dispone en la actualidad acerca de los aprendices tardíos de un lenguaje de señas apunta al hecho de que es crucial la exposición temprana a un lenguaje convencional (es decir, antes de los 9-13 años). Importa menos que este lenguaje inicial sea hablado (como en los individuos que quedan sordos más tarde) o gestual (como en los aprendices tempranos del LES). Lo que parece importante es que el lenguaje convencional sea rico en complejidad simbólica y estructura gramatical. Sin esa exposición temprana, el dominio que tenga un niño de las complejidades del lenguaje humano puede quedar dañado para siempre.

Sin embargo, la falta de exposición no siempre da lugar a deficiencias lingüísticas. Tanto los niños sordos como los niños con audición generan secuencias de habla y secuencias de gestos que superan las que han experimentado. Esto sugiere que el aprendizaje del lenguaje no es sólo cuestión de registrar eventos externos y luego recrearlos, sino que además implica un componente creativo. Por ejemplo, en Nicaragua, grupos de niños sordos desarrollaron un lenguaje de señas independientemente de los lenguajes hablados y lo han transmitido de generación en generación. Una vez que los niños sordos nicaragüenses desarrollaron este lenguaje gestual, el sistema de comunicación cobró vida propia dentro del grupo social y la comunidad circundante. Esos niños nicaragüenses eran aprendices activos que exploraron canales de comunicación posibles en lugar de limitarse a copiar a los adultos.

a)



b)



Senghas, A., y Coppola, M. (2001). "Children Creating Language: How Nicaraguan Sign Language Acquired a Spatial Grammar". *Psychological Science*, 12, pp. 323-328.

Lenguaje de señas

nicaragüense En Nicaragua, los niños sordos desarrollaron un lenguaje de señas sin instrucción alguna de los adultos. a) La seña para "ver". b) La seña para "pagar".

De manera específica, eligieron los gestos que se emplearían como palabras y luego desarrollaron las reglas para usar los gestos. Esos ejemplos muestran que la adquisición del lenguaje es un proceso creativo dentro del cual los aprendices ayudan a crear las señales comunicativas que les permiten una interacción más eficaz.

CONCLUSIÓN

Imagina que una mañana despiertas y descubres que todo lo que está escrito en tus libros parece un galimatías y que incluso tu habla te suena como un idioma extranjero. (Si esto te parece inverosímil, recuerda lo que vimos en el capítulo 2 sobre los déficits lingüísticos provocados por el daño resultante del envenenamiento con monóxido de carbono.) Sin tus habilidades de comprensión del lenguaje tendrías poca esperanza, si acaso, de continuar en la universidad y tu capacidad para funcionar en la sociedad se vería mermeada. En resumen, la vida que conoces depende de tu habilidad para usar el lenguaje.

El aprendizaje del lenguaje es un proceso prolongado, de múltiples etapas, que requiere un arreglo complejo de sustratos neuronales. Para la mayoría de los seres humanos el aprendizaje del lenguaje depende en gran medida del aprendizaje vocal, pero la capacidad para oír y hablar no es un prerrequisito, como lo demuestran ampliamente los casos de Hellen Keller y millones de individuos sordos en todo el mundo. El lenguaje es mucho más que el habla. Es un sistema complejo de comunicación para la transferencia social de información que adopta muchas formas (como las oraciones habladas, señaladas o escritas) y hace uso de muchas modalidades sensoriales (auditiva, visual y somato-sensorial). Para usar con éxito este sistema de comunicación, las personas deben dominar muchas habilidades perceptuales-motoras y cognitivas, como la segmentación y producción de palabras, la selección de palabras, el procesamiento de oraciones y la habilidad para conversar. Existen periodos sensibles para el aprendizaje del lenguaje, por lo que el proceso debe comenzar a una edad temprana o la adquisición se hará mucho más difícil o incluso imposible. Es claro que la capacidad para comunicarse por medio del lenguaje no está predeterminada genéticamente.

El cerebro humano joven aparece preparado para aprender las habilidades del lenguaje (y muchas otras habilidades), pero éstas no se desarrollan de manera “espontánea” como el gateo y la caminata. Incluso en los casos en que los niños desarrollan sus propios sistemas de comunicación, como las señas familiares, el aprendizaje depende de interacciones sociales con otros y es menos complejo que el aprendizaje del lenguaje. Las habilidades lingüísticas dependen de la cultura y se basan en gran medida en los mecanismos de aprendizaje por observación, como la capacidad para imitar sonidos.

Igual que los seres humanos, algunos otros animales son capaces de aprender lenguajes artificiales. El delfín Akeakamai aprendió un lenguaje artificial en que se había asignado significado semántico a los gestos y su ordenamiento seguía reglas sintácticas. Mientras que Kanzi, el bonobo, aprendió a seguir instrucciones proporcionadas en inglés hablado y mediante secuencias de lexigramas. Las tres especies comparten arquitecturas neuronales mamíferas similares, incluyendo una gran cantidad de tejido cortical, por lo que su capacidad para aprender esos sistemas de comunicación puede surgir de procesos neuronales parecidos. Por supuesto, las habilidades humanas para el aprendizaje del lenguaje son más extensas y flexibles que las de esos otros animales, pero la razón de ello aún es un misterio.

Las habilidades lingüísticas proporcionan la base de gran parte del aprendizaje humano. Tus memorias de hechos y eventos son influidas, y en algunos sentidos incluso definidas, por la manera en que pueden expresarse en palabras. Tu adquisición de nuevas habilidades perceptuales-motoras y cognitivas, como cocinar, navegar, esquiar o negociar, por lo general es guiada por instrucciones y retroalimentación hablada o escrita. En la universidad, tu aprendizaje es moldeado en gran parte por tu capacidad para comprender y responder de manera apropiada a oraciones habladas y escritas. Las habilidades que

estás siendo condicionado a realizar como estudiante son, en gran medida, habilidades cognitivas dependientes del lenguaje. Por ejemplo, muchos de los estímulos que esperas aprender son descripciones. Incluso las habilidades de “pensamiento crítico” que adquieres por medio de la práctica son juzgadas, en última instancia, por tus respuestas verbales a preguntas. Dada la importancia del lenguaje en el aprendizaje humano, mucho de lo que has aprendido a la fecha y de lo que puedas aprender en el futuro está determinado por las habilidades lingüísticas que has adquirido. A su vez, tu habilidad para aprender el lenguaje depende de una amplia variedad de mecanismos básicos que revisamos a lo largo de este libro y compartidos por muchos organismos. Por lo tanto, tus habilidades lingüísticas son la consecuencia y la causa de las diversas memorias que posees en la actualidad.

Puntos clave

- El lenguaje es un sistema para la transmisión social de la información.
- Los requisitos para aprender a emplear un lenguaje incluyen la capacidad para identificar las palabras, reconocer el orden de las mismas, reconocer reglas abstractas acerca de la organización de las palabras y reconocer categorías de palabras.
- Los bebés, los adultos y los tamarinos aprenden con rapidez a reconocer combinaciones frecuentes de los sonidos del habla producidos en un orden específico, aunque no sean reforzados por hacerlo.
- El uso correcto y la comprensión de estructuras sintácticas dentro de una oración constituyen una habilidad cognitiva.
- Tanto en las aves como en los seres humanos, el periodo para la percepción de los sonidos y su almacenamiento en la memoria precede a la habilidad para producir cantos o habla, y el aprendizaje de dicha habilidad es guiado por la retroalimentación auditiva.
- En el aprendizaje de un segundo idioma intervienen mecanismos y estrategias distintos a los que se emplearon para aprender el primer idioma, que dependen de cuándo, dónde y cómo se aprende el segundo idioma.
- Para los adultos, el aprendizaje de un segundo idioma por lo general implica la adquisición de memorias semánticas y de las memorias de las habilidades necesarias para comprender y producir oraciones.
- Los lenguajes artificiales consisten en conjuntos de palabras (en ocasiones en la forma de símbolos) y reglas para su organización que exhiben una o más características de los lenguajes naturales.
- Mediante el uso de un lenguaje gestual artificial simple, los investigadores demostraron que los delfines pueden aprender información semántica y reglas sintácticas.
- Los lenguajes artificiales permiten a los psicólogos probar hipótesis sobre la manera en que se aprende el lenguaje, identificar restricciones sobre lo que puede aprenderse y determinar qué características del lenguaje requieren un procesamiento lingüístico especializado.
- Una chimpancé llamada Sarah aprendió a responder preguntas nuevas usando formas, lo cual sugiere que aprendió una manera social flexible de transmitir la información.
- Un bonobo de nombre Kanzi fue el primer primate no humano en aprender un lenguaje artificial así como un inglés básico al observar a otros, y lo hizo al estar presente cuando los investigadores intentaban enseñar a su madre a usar lexigramas.
- La afasia, un grupo de déficits del lenguaje causados por daño cerebral, demuestra que los dos hemisferios cerebrales desempeñan diferentes papeles en el procesamiento del lenguaje.
- A los pacientes con daño en el área de Broca a menudo les resulta difícil producir oraciones.
- Los pacientes con daño en el área de Wernicke suelen tener problemas para comprender el lenguaje y producen un habla fluida pero sin sentido.
- El procesamiento en el área de Broca no es específico del lenguaje. Más bien, probablemente implica un mecanismo general para reconocer secuencias de sonidos o acciones.
- Las regiones corticales usadas para procesar diferentes idiomas dependen de la tarea específica relacionada con el lenguaje que se esté realizando y de cuándo se aprendió el idioma particular.
- Aprender idiomas a diferentes edades puede dar lugar a cambios distintos en los sustratos neuronales del procesamiento del lenguaje.
- Los cambios más comunes que se ven después de aprender el lenguaje son la expansión del área de la corteza que participa en la tarea del lenguaje y la intervención de nuevas regiones corticales.

- Incluso después de sólo unas cuantas semanas de entrenamiento en un segundo idioma, el cerebro humano adulto modifica la forma en que procesa las nuevas palabras.
- Diferentes subtarear dentro del aprendizaje del lenguaje dan lugar a cambios en regiones neuronales distintas.
- El aprendizaje de un segundo idioma se asocia con incrementos en la densidad de la materia gris (neuronas y dendritas asociadas) en ciertas regiones de la corteza.
- Las regiones subcorticales del cerebro pueden ser tan importantes para el procesamiento del lenguaje como las regiones corticales relacionadas con el lenguaje.
- Los lenguajes de señas proporcionan un sistema de comunicación alternativo para las personas que no pueden hablar y también para otros animales.
- Los individuos sordos y los niños con trastornos del desarrollo pueden obtener ventajas cognitivas del aprendizaje de sistemas de comunicación alternativos.
- Las menores capacidades lingüísticas de los aprendices tardíos de un lenguaje de señas sugiere que la exposición temprana a un lenguaje convencional antes de los 9-13 años es crucial para aprenderlo.
- La adquisición del lenguaje es un proceso creativo dentro del cual los aprendices ayudan a crear las señas comunicativas que les permiten una interacción más eficaz.

Términos clave

afasia, p. 517	lenguaje, p. 502	modelo del procesamiento del lenguaje de Lichtheim, p. 516	segmentación de las palabras, p. 503
aprendizaje de un segundo idioma, p. 508	lenguaje artificial, p. 512	órgano del lenguaje, p. 517	semántica, p. 505
área de Broca, p. 517	lenguaje gestual, p. 512	pragmática, p. 507	señas familiares, p. 528
área de Wernicke, p. 518	lexigrama, p. 514	probabilidades de transición, p. 503	sintaxis, p. 507
etapa de balbuceo, p. 506	modelo de Wernicke-Geschwind, p. 518		subcanto, p. 506
gramática, p. 503			

Revisión de conceptos

1. Noam Chomsky dijo una vez: “Contrario a lo que piensa la gente, el lenguaje no se enseña, ni siquiera se aprende. Es algo que tu mente desarrolla en un ambiente particular, de la misma manera en que tu cuerpo se desarrolla en un ambiente particular”. ¿Qué evidencia pudo haber llevado a Chomsky a realizar esta afirmación?
2. Los primeros intentos por enseñar a los simios o delfines a entender y usar lenguajes hablados naturales tuvieron poco éxito (Hayes y Hayes, 1952; Lilly, 1964). ¿Reflejan esos fracasos limitaciones en las capacidades de los animales para usar el lenguaje o limitaciones en su capacidad para usar el habla?
3. Al parecer, los bebés prefieren escuchar una manera de hablar (llamada a veces “maternés”) que se caracteriza por una pronunciación exagerada e inflexiones que cambian las características de los sonidos del habla en formas que no producen palabras irreconocibles sino que las distinguen del habla normal. ¿A qué se debe que la exposición a esta habla anormal mejore el aprendizaje del habla normal?
4. Si muchas de las regiones cerebrales revisadas en los capítulos previos (como el cerebelo, el hipocampo y los ganglios basales) participan en el uso o aprendizaje del lenguaje, entonces los modelos animales que se han usado para estudiar esas regiones proporcionan ideas sobre los mecanismos neuronales que subyacen al aprendizaje del lenguaje. ¿Cómo podrían participar en el aprendizaje del lenguaje los circuitos neuronales que permiten a las aves aprender a cantar, a los monos ligar las acciones observadas con las realizadas y a las ratas transferir socialmente la información sobre las preferencias alimenticias?
5. Tú puedes memorizar y producir una oración en un idioma extranjero sin tener idea de su significado. Sin embargo, por lo regular hablas para expresar tus pensamientos. Esto requiere construir la oración y producirla. ¿Cuál de esos aspectos de la producción del lenguaje crees que pueden realizar las neuronas corticales del área de Broca?
6. Aunque las preguntas acerca del aprendizaje del lenguaje han motivado una gran cantidad de estudios de filósofos, lingüistas y psicólogos, se sabe relativamente poco acerca de los mecanismos que permiten al cerebro humano aprender y usar el lenguaje. ¿A qué se debe eso?

7. En escenarios quirúrgicos es posible que los médicos validen datos de la neuroimagenología mediante la estimulación eléctrica de la corteza mientras los individuos usan el lenguaje (Boatman, 2004). Sin embargo, los efectos de la estimulación en una ubicación cortical particular varían mucho entre individuos, y la estimulación de sitios que afecta la producción y comprensión del lenguaje sólo tiene una correlación débil con las posiciones identificadas por Broca y Wernicke. Por esta razón, los neurocirujanos suelen identificar los efectos de la estimulación en diferentes regiones corticales para cada individuo antes de realizar la ci-

rugía, de modo que puedan evitar el daño de las áreas necesarias para el lenguaje. ¿Qué supone esto (si acaso) con respecto a la genética y las bases neuronales de las capacidades lingüísticas?

8. Dado que es más probable que los pacientes con daño en el hemisferio izquierdo tengan déficits lingüísticos, este hemisferio suele asociarse con el lenguaje. Sin embargo, los niños que no tienen hemisferio izquierdo pueden aprender bastante bien a usar el lenguaje. ¿Qué sugiere esto con respecto al papel de las asimetrías hemisféricas en el aprendizaje del lenguaje?

Respuestas a Pon a prueba tu conocimiento

El canto de las aves frente al lenguaje humano

Todas las afirmaciones, excepto la 1 y la 4, hacen una descripción exacta del canto de las aves y del lenguaje hablado. La afirmación 1 de que secuencias únicas de sonido producidas por los individuos transmiten significados específicos y que los sonidos producidos en diferente orden tienen significados distintos es incorrecta porque

no se sabe que los sonidos individuales dentro de los cantos transmitan un significado específico. Mientras que la afirmación 4, de que los individuos aprenden a usar secuencias sonoras de otras especies si crecen rodeados por individuos que las utilizan, es incorrecta porque los seres humanos crecen rodeados por los sonidos de muchas especies y no aprenden a utilizarlos.

Lecturas adicionales

Anderson, S. R. y Lightfoot, D. W. (2002). *The Language Organ: Linguistics as Cognitive Physiology*. Cambridge, Inglaterra: Cambridge University Press. • Una revisión de lo que se conoce acerca del desarrollo del lenguaje y la manera en que se relaciona con la función cerebral.

Keller, H. (1970). Hellen Keller: *The Story of my Life*. Nueva York: Airmont Pub Co. • Una autobiografía que describe la manera en que una persona aprendió el lenguaje sin contar con la ventaja de la visión o la audición.

Sebeok, T. A. y Rosenthal, R. (1970). *The Clever Hans Phenomenon: Communication with Horses, Whales, Apes and People*. Nueva York: Annals of the New York Academy of Sciences. • Una crítica de los estudios que reportan que animales distintos a los seres humanos pueden aprender el lenguaje.