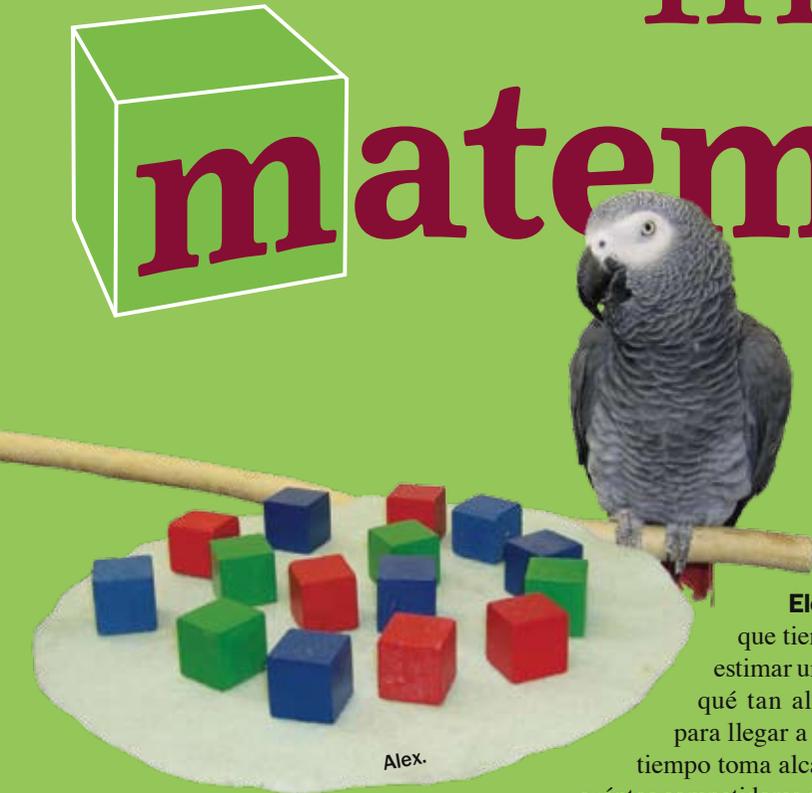




Al encuentro de tus instintos matemáticos

Hortensia González Gómez



A menudo pensamos que las habilidades matemáticas son exclusivas de los humanos, y más aún, de muy contados humanos. Sin embargo, hay indicios de cierta pericia numérica en los animales. Si resulta que estas habilidades son instintivas y no aprendidas, habría que cambiar nuestros modelos de enseñanza de las matemáticas.

Elegir el recipiente que tiene más comida es estimar una cantidad. Saber qué tan alto se debe saltar para llegar a una rama, cuánto tiempo toma alcanzar una presa y cuántos competidores esperan y lucharán por el mismo alimento requiere una cierta habilidad numérica. Si se trata de comparar cantidades, de decidir si un conjunto es mayor o menor que otro, hoy sabemos que lo hacen diversas aves, las abejas, los primates y otros mamíferos, y posiblemente incluso las moscas. Por supuesto que las capacidades de los humanos sobrepasan con mucho las de otras especies, pero los estudios conductuales y neurofisiológicos muestran que nuestras habilidades numéricas básicas obedecen las mismas reglas que las de otros animales.

Aves que cuentan

Hace un par de años un grupo de investigadores de Nueva Zelanda viajó al Santuario de Aves Karori para saber si los petirrojos recuerdan cuántas larvas hay en distintos escondites. Para lograrlo, los investigadores iban cargados de un saco de larvas, manjar para los petirrojos. A la vista de las aves, ponían varias larvas en

un agujero en un árbol. Les llamó la atención que los pájaros siempre escarbaran primero en los agujeros que tenían más larvas. Si los investigadores les hacían trampa y extraían una de las larvas sin que se dieran cuenta las aves, éstas pasaban el doble de tiempo escarbando, extrañadas, como si no lo pudieran creer. En uno de los resultados más sorprendentes de esta investigación los pajaritos lograron llevar la cuenta de hasta 12 larvas.

Muchos resultados como éste han llevado a los biólogos a pensar que saber contar, aunque sea sólo hasta 12, es una habilidad que da ventajas al animal que la posee y que apareció hace millones de años. Hoy se conserva como una habilidad innata, o un instinto, al parecer en muchas especies. Estudios muy recientes con pollitos recién salidos del cascarón y con bebés de unos cuantos meses de edad revelan que tanto los pollitos como los niños pequeños son capaces de recordar los elementos de conjuntos de entre tres y cuatro cosas. Este tipo de experiencias ya han sido muy documentadas con mamíferos como perros, chimpancés, monos y caballos. Si tienes mascotas, quizá ya hayas observado cosas parecidas. Sabemos que muchos animales no sólo pueden elegir a partir de

la cantidad, sino que reconocen números de objetos aunque cambie la forma y color de éstos.

Asimismo, se ha podido comprobar que los animales son igual de hábiles si se les pide que cuenten sonidos; al recompensarlos por asociar cierta cantidad de tonos con determinada cantidad de objetos, lo hacen con gran éxito. Desde luego, nadie cree que los animales tengan representaciones lingüísticas de los números —no cuentan “uno, dos, tres”—, pero sí se representan las cantidades de alguna manera y hacen operaciones simples.

Conversaciones con Alex

En 1976, Irene Pepperberg, psicóloga del comportamiento animal, compró un loro gris africano de 13 meses de edad en una tienda de mascotas y le puso Alex. El nombre del loro era acrónimo de *Avian Learning Experiment*, “Experimento de aprendizaje de las aves”, porque Pepperberg quería trabajar con él en un experimento que consistiría, en esencia, en enseñarle a hablar y quizá a contar. Alex aprendió el significado de 150 palabras, que entendía y podía pronunciar para conseguir sus fines. Pepperberg trabajó con Alex hasta la muerte del animal, ocurrida en 2007.

Irene Pepperberg ha publicado numerosos trabajos y libros sobre las habilidades numéricas y cognitivas de Alex y otros loros. El método para enseñar palabras y significados abstractos a los loros grises se llama método modelo/rival y fue propuesto por Dietmar Todt, etólogo alemán. Dos personas se ponen frente al loro; una hace de loro y la otra de entrenador. El entrenador hace una pregunta. Cuando la “persona-loro” la contesta vocalizando correctamente una palabra, recibe a cambio un premio muy apetecido por el verdadero loro, que contempla la escena con gran interés. De vez en cuando, el modelo se equi-

voca intencionalmente y no recibe la recompensa, pero cuando corrige su respuesta, la recibe con alegría. A fuerza de observación, el loro acaba sabiendo qué se espera de él: lo mismo que hizo su rival humano. Cuando le toca el turno al loro, su aprendizaje es sorprendentemente rápido.

La psicóloga modificó algunos detalles del método de Dietmar Todt; por ejemplo, intercambiaba los papeles de entrenador y loro y hacía participar a otras personas. Sobre todo, cambió dos cosas importantes: la recompensa *debía ser el mismo objeto* sobre el cual se preguntaba y el entrenador debía elogiar al animal diciéndole, por ejemplo: “Muy bien Alex, lo hiciste muy bien. Es azul. Tómalo”, y extendiéndole hasta el pico un trozo de papel azul.

Pepperberg atribuye a su método de entrenamiento las habilidades desarrolladas por Alex para procesar información compleja. La mayoría de las aves han sido entrenadas siguiendo el método de condicionamiento desarrollado por otro investigador de la conducta, Burrhus Frederic Skinner. En ese método se entrena a los animales para hacer o decir algo muy específico, y se les recompensa siempre de la misma manera: con comida. El método de Pepperberg sugiere que un individuo puede aprender cosas muy diversas, incluso inesperadas, si se enriquecen los métodos de enseñanza, el ambiente y los estímulos.

Con diferentes versiones del método modelo/rival Alex progresó notablemente. Aprendió a identificar objetos concretos —llaves, cubos— y categorías abstractas, como color, número, forma, material, e incluso a combinar estas categorías. Por ejemplo, si le presentaban a Alex objetos acomodados en una charola, como una colección de llaves y cubos de colores naranja, verde y azul, el animal podía responder correctamente preguntas como ¿cuántas llaves azules? O preguntas sobre lo que era igual o diferente en un conjunto de objetos, lo que era mayor o menor, o lo que estaba encima o debajo. En todos estos casos, el loro lograba distinguir cualidades de color, forma, cantidad y relaciones espaciales entre los objetos. Su porcentaje de aciertos estaba



por arriba de 80%. Lo más admirable es que no sólo distinguía colores, formas y materiales, sino que reconocía explícitamente lo que significaban las categorías abstractas de número, igualdad, semejanza, color, forma y material. Cuando lo compró, Pepperberg eligió a Alex al azar, sin atención a su aspecto ni a su tamaño ni a nada más, así que se puede pensar que sus habilidades no tienen nada de especial entre los loros africanos como él.

El interés en este tipo de resultados no es sólo académico: de existir un sentido o instinto numérico, la educación de los niños no puede dejar de tenerlo en cuenta. ¿Qué sucede con el adiestramiento escolar temprano? ¿A dónde lleva la consideración de estas habilidades innatas? ¿Y las habilidades geométricas? ¿Cómo se desarrolla el pensamiento matemático de los niños y jóvenes a través de los años? ¿Tiene sentido usar el mismo método para todas las personas? ¿Y las diferencias individuales? ¿Y la riqueza y variedad de estímulos, ambientes y métodos?

Cerebros

El cerebro de las aves tiene una estructura distinta a la del cerebro de los mamíferos. Carece casi por completo de neocorteza, la capa más reciente de tejido neuronal replegado característico del cerebro de los mamíferos. Las aves no tienen el lóbulo frontal, al que se atribuye la conciencia en las personas. Esto sugiere que no hace falta ser mamífero para alcanzar funciones cognitivas de relativa complejidad. El cerebro de las aves ha desarrollado sobre todo una región llamada *pallio*, manto o corteza cerebral, que realiza funciones semejantes a las de la neocorteza cerebral de los mamíferos. Con otro desa-

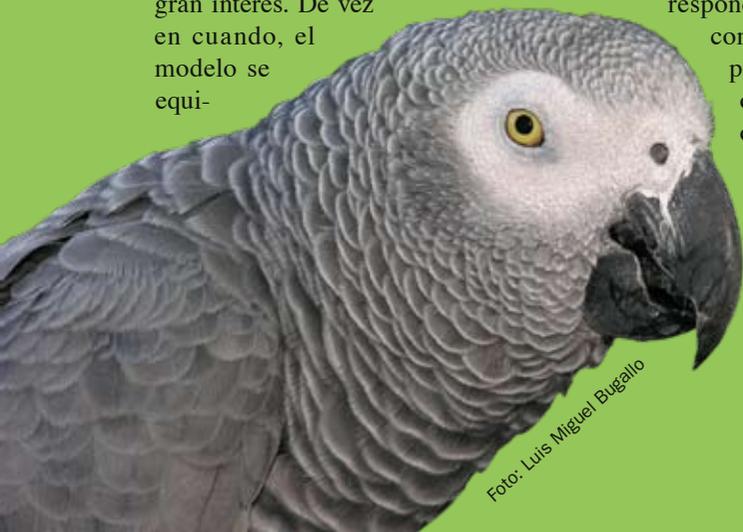


Foto: Luis Miguel Bugallo



rollo del sistema nervioso, las aves disponen sin embargo de los mecanismos neuronales para realizar hazañas cognitivas comparables a las de los mamíferos: perros, delfines, chimpancés, bonobos y hasta niños pequeños. Es sorprendente que diferentes formas de organización de los sistemas nerviosos permitan desarrollar habilidades cognitivas semejantes, las cuales, desde luego, deben conferir ventajas evolutivas a los organismos que las poseen (dicho en lenguaje de la biología, deben ser *adaptativas*). Surge una pregunta fundamental, ¿con sistemas perceptuales diferentes se pueden hacer otras matemáticas?

Los resultados de experimentos neurofisiológicos en humanos sustentan la tesis de que en el dominio de la aritmética elemental nuestro cerebro utiliza al menos dos formatos para representar los números: un formato simbólico, basado en nuestras facultades de lenguaje, para la manipulación exacta de signos y algoritmos numéricos, y un tipo de representación independiente del lenguaje, localizada en los circuitos del cerebro asociados con lo visual y lo espacial. Ésta última se usa para estimar cantidades numéricas. Nuestras habilidades en aritmética elemental serían el resultado de una integración dinámica de estos dos tipos de representación.

Angustia matemática

En 1991 se reportó el caso de una mujer que después de un accidente perdió la capacidad de comprender los números superiores a cuatro. Sólo podía contar hasta cuatro, como los bebés y las aves. En su vida diaria no podía manejar bien el dinero para hacer compras, no podía usar un teléfono público ni leer letreros en las calles. Podía hacer pequeñas sumas y operaciones, siempre y cuando no rebasaran el valor de cuatro. La mujer estaba perfectamente consciente de que existían números mayores, pero no sabía qué hacer con ellos. Su coeficiente intelectual resultaba normal, su vocabulario y su memoria a largo plazo eran muy buenos. Manejaba bien otras categorías, como partes del cuerpo y grupos de animales, y podía hacer juicios acerca del tamaño de los objetos y decidir cuál era más grande, largo o pesado. Diversos estudios como éste muestran que existe una disociación entre el conocimiento de los números y

MÁS INFORMACIÓN

su manejo, y otras habilidades cognitivas básicas, como la memoria.

Estos hallazgos ponen en tela de juicio ciertas teorías previas muy aceptadas, como la que supone que las capacidades matemáticas sólo aparecen a partir de cierto nivel de desarrollo cerebral; o que en los niños las habilidades matemáticas no existen antes de los cinco años, como dijo una vez el psicólogo suizo Jean Piaget. Para Piaget un niño construye todas sus estructuras cognoscitivas a partir de cero y por interacción con el mundo que lo rodea.

La discalculia es una condición neurocognitiva que se caracteriza por dificultad para comprender algunos números y hacer cálculos; algo parecido a la dislexia, que es la dificultad para distinguir ciertas letras o símbolos del lenguaje. La discalculia se presenta con igual frecuencia entre niñas y niños. Algunos datos indican que se presenta con una frecuencia de 6.4% en Estados Unidos, de 3.6% en Inglaterra, 6.6% en Alemania y de 5.5% en India. No hay datos para México, pero sin duda es de gran importancia entender cómo nos relacionamos con los números en la escuela y en otros ámbitos. En el caso de los humanos, ¿cómo se relaciona el desarrollo de las habilidades numéricas con el desarrollo de las habilidades de lenguaje? ¿Se potencian o se obstaculizan? ¿Cuál es el estado de las habilidades numéricas innatas en nuestros niños?

Los números y las matemáticas pueden causar trastornos afectivos como la “angustia matemática”, el desasosiego que se presenta cuando una persona debe mostrar habilidades matemáticas en un examen o en un trabajo, y que le puede producir taquicardias y trastornos más graves. La an-

gustia matemática con frecuencia es resultado de experiencias de maltrato en el aula en edades tempranas, cuando se expone a los niños y niñas a burlas y humillaciones: lo que debería ser grato, espontáneo y según hemos visto, instintivo, se convierte en una experiencia desagradable. La buena noticia es que, por ser esta angustia una respuesta aprendida, hay estrategias para mitigarla. Lo primero es reconocerla.

Una manera de prevenirla es informar a los alumnos acerca de los estereotipos lesivos. En numerosos estudios realizados en Estados Unidos y en Europa, se ha mostrado que comentar con los estudiantes los estereotipos o prejuicios en el desempeño de un determinado grupo étnico (chinos, africanos, brasileños), de género o profesional (ingenieros, abogados, artistas), produce mejores resultados en las pruebas matemáticas que se les aplican a esos grupos. Los autores de estos trabajos señalan el doble daño que presentan las personas en esta condición: creer que por ser lo que son tienen alguna desventaja o defecto, y la confirmación en los resultados de los cursos y exámenes. Es posible tener intervenciones para mejorar la enseñanza y el estudio de las matemáticas en muy diferentes niveles. Para ello hacen falta personas formadas en terrenos muy diversos como la biología comparada, las matemáticas educativas, la neurofisiología, la psicología, psicofísica y, simplemente, en matemáticas.

Entre tanto, vale la pena extraer enseñanzas de los experimentos con animales que cuentan: si existen en los animales habilidades numéricas desde las pocas horas de nacidos, estas habilidades deben ser innatas, o instintivas; y también lo serán en las personas. Precisar estas ideas seguramente llevará a cambiar nuestros modelos de enseñanza y contribuir a que las matemáticas dejen de ser causa de angustia en los estudiantes. ●

Hortensia González Gómez es investigadora en el Laboratorio de Biofísica de Sistemas Excitables de la Facultad de Ciencias, UNAM.