

Resumen

El estudio de la inteligencia animal tiene una historia larga. Desde que Darwin publicara el **Origen de las Especies** los científicos han estado interesados en comparar la inteligencia humana con la animal. Hoy disponemos de abundantes pruebas de que la idea de un continuo de inteligencia evolucionando desde las formas más simples de vida hasta llega a los primates y los humanos es claramente errónea. La inteligencia es un concepto resbaladizo y no puede ser considerada como un proceso único y unitario; es más exacto considerarla como un conjunto de habilidades y capacidades que permiten a los animales vivir y adaptarse a sus nichos ecológicos. Algunas de estas habilidades se encuentran ampliamente distribuidas entre los vertebrados. Otras destrezas están peor distribuidas, poco importa si el animal es mamífero o ave –para poseerla o no– ya que son desarrollos específicos para afrontar los retos de un determinado hábitat.

Un animal puede adaptarse a su ambiente físico si tiene capacidad para conocer como se producen los cambios en su nicho ecológico y posee la habilidad de modificar con su comportamiento dicho mundo natural. Además, en el caso de los animales sociales moverse en su mundo implica no sólo entender y afrontar los fenómenos naturales o el trato con predadores; aquí la tarea se amplía al mundo social de los congéneres. Por esta razón han evolucionado capacidades como la de observar, o imitar, el aprendizaje social, la inteligencia emocional; o habilidades como ponerse en el lugar del otro o entender lo que piensa, o la capacidad de comunicación o del lenguaje. La inteligencia social se basa en la comprensión de los fenómenos emocionales que surgen en el mundo social.

La inteligencia ha sido caracterizada como una capacidad de los animales para adaptarse a su nicho ecológico, o también como una habilidad para aprender. No obstante, la característica más notable de la inteligencia es, ante todo, la capacidad de procesar información. Desde esta perspectiva observamos que el nuevo “colectivo de mentes humanas” almacena y transmite información no sólo por medio del cerebro o del genoma sino que también posee la libertad de almacenar y utilizar información extrasomática. ¿Puede ser considerada esta estrategia tan innovadora un salto crucial en la historia de la evolución?

Palabras clave: Evolución humana, Información extrasomática, Inteligencia animal, Mente, Conducta.

Abstract

*The study of animal intelligence has a long history. Since Darwin's **Origins of species** scientists had been interested in comparing human and animal intelligence. Nevertheless, multiple data shown that the idea of a continuum of intelligence involving from barest forms of life to primates and humans is far from being accurate. Intelligence is a slippery concept that cannot be considered as a unique and unitary process but as a set of abilities and capacities that allows the animal to live and adapt to their ecological niches. Some skills are all-pervasive among vertebrates. Others are less widespread and no matter if the animal is mammal or bird but they are very specific of the habitat challenges.*

The animals' adaptation to the physical environment implies knowledge about the features of the ecological niche and the ability to influence and produce changes in its natural world. Moreover, for social animals the world implies to not only understand and cope with natural phenomena or predators but also with congeners. Therefore, observation, imitation, social learning, emotional intelligence, mind-reading skills, perspective-taking, communication or language is evolved. Social intelligence is based on the understanding of emotional phenomena that arise in the social world.

Intelligence has been characterised as a capability that allows animals the behavioural fitness to his ecological niche, or just as a learning skill. Nevertheless, the most important feature is that intelligence implies, about everything else, ability for information processing. Moreover, the new “collective of human mind” store and transmit information by means of not only the brain or the genome but also posses the freedom to build up and manipulate extrasomatic information. Can this innovative strategy be considered a new crucial leap forward in the evolutionary story?

Key words: Human evolution, Extragenetic information, Animal intelligence, Mind, Behaviour.

La evolución de la inteligencia

José Javier Campos*

Inteligencia animal y humana

¿Tenemos los seres humanos alguna idea preconcebida acerca de cómo ha evolucionado la inteligencia? Podemos responder a esta pregunta realizando un sencillo experimento. Imaginemos que nos presentan una lista con diversos animales entre los que figuran, por ejemplo, perros, peces, vacas, serpientes, gatos o primates. La tarea consiste en calificar su inteligencia en una escala de 1 a 10. Invariablemente se obtendrá que los primates son considerados más inteligentes que los perros y éstos que las vacas, que irán seguidas de las serpientes y en el último lugar se situarán los peces. Estos datos se ajustarían perfectamente a los que obtuvieron con sus estudiantes hace dos décadas Banks y Flora (1977). Hay dos aspectos interesantes en este resultado. En primer lugar podemos ordenar la lista porque se asume el principio de continuidad o gradación lineal de las especies ordenadas jerárquicamente. Esta *Scala Naturae* —o Gran Cadena del Ser— es una idea antigua en nuestra cultura y la sistematizó el filósofo neoplatónico Plotino. Supuso que a lo largo del Cosmos se encuentran desde las formas más elementales hasta las más perfectas. En el supremo o último eslabón, por encima del hombre, situaba al *ens perfectissimum*. En segundo lugar el resultado expresa también la firme implantación de algunas ideas darwinistas, en particular la idea de continuidad biológica en el reino animal, aunque diferente, de la ordenación animal aristotélica. ¿Si la

morfología o la fisiología animal y humana están claramente relacionadas, porqué no van a estarlo también los procesos mentales y los comportamientos que éstas sustentan? La ordenación de los animales por su supuesta inteligencia se apoyaría en el concepto de evolución animal.

La evolución es ya algo tan familiar que explicaría la desventaja con que atribuimos más inteligencia a los mamíferos que a las aves. Es curioso que Darwin (1987 [1859]), cuando escribe *The Origin of Species*, a lo largo de toda su obra no emplea el término evolución. Sólo una vez aparece rematando su obra:

«Hay *grandeur* —nos dice Darwin para concluir— en esta forma de ver la vida, con sus diversas fuerzas, infundiendo originalmente existencia a nuevas formas o transformándose; y de tal manera, mientras este planeta ha ido girando conforme a las leyes inmutables de la gravedad, desde lo más simple un sin fin primigenio de formas a cual más bella y maravillosa fueron, y siguen todavía, evolucionando» (p.490).

El concepto de evolución para explicar el origen de las especies caló profundamente en el pensamiento occidental. Se acuñó término “evolución”, inédito en el texto original, que luego aparece con profusión en sus escritos. Superado el impacto causado por la comprobación del indudable parentesco de los seres humanos con el reino animal, se podía mantener, al menos, la pretensión intuitiva de que nuestra especie resultaba la más inteligente de todas. Incluso los mismos teóricos evolucionistas, en ocasiones, no se han librado de considerar el recorrido de la evolución «como series ascendentes de formas

* Facultad de Psicología. Universidad Complutense. 28223 Madrid. jjcampos@psi.ucm.es

de vida que conducían hasta la emergencia del hombre, el pináculo del proceso evolutivo» (Mackintosh, 1994). Esta tentación –sigue diciendo Mackintosh– ha sido más capciosa en la psicología comparada al interesarse por la evolución de la inteligencia humana. Darwin tampoco utilizó inicialmente el término inteligencia para referirse a los “peculiares hábitos mentales, acciones” o “instintos” de los animales. Sin embargo, años más tarde se preocupó por encajar en su teoría los dos aspectos que suelen estar implícitos al hablar de inteligencia: la adaptación al mundo social y la adaptación al mundo físico. El primero de ellos, la evolución emocional, lo trató magistralmente al estudiar la expresión de las emociones (Darwin, 1872). Por esas mismas fechas en *The Descent of Man* (Darwin, 1875) a lo largo de dos capítulos comparó los “poderes mentales del hombre y los animales” encontrando trazas de inteligencia no sólo en vertebrados como perros o loros, sino también en arañas o mariposas. Sin duda, apreció la importancia de descomponer la inteligencia en diferentes componentes; por ello alude a la capacidad de “imitación” vocal y “comprensión” del lenguaje que muestran los loros, o a los “sentimientos” casi religiosos de los perros hacia los amos, o a su capacidad de “aprendizaje”. Romanes (1882) amplió este estudio de la evolución intelectual o mental recopilando una ingente colección de descripciones de la “inteligencia animal” entendida como capacidad de aprender y entender el mundo físico observable en diferentes especies animales. En todos estos estudios subyacía la búsqueda de una estrecha dependencia entre los sucesivos cambios anatómicos y estructurales de los organismos vivos y las funciones asociadas a estas transformaciones. Desafortunadamente estas observaciones, eran básicamente un compendio de anécdotas buscadas para ilustrar el comportamiento inteligente de los animales.

Escala filogenética e inteligencia

Sorprendente es también la tentación de postular que la evolución ha supuesto un progresivo incremento de la inteligencia según se “asciende en la escala filogenética” desde los invertebrados a los vertebrados y así sucesivamente desde los peces, a los reptiles, aves, mamíferos y entre estos finalmente los primates hasta la alcanzar la cima del hombre. Observando el mundo animal, podemos pensar ¿acaso podría ser de otra manera? ¿No es obvio que somos “la especie elegida”? Ante la naturaleza humana y sus manifestaciones estaríamos tentados de admitir esta superioridad intelectual frente al resto de los animales. ¿Tiene algún sentido esta perspectiva? ¿Es superioridad intelectual o es simplemente diferencia? ¿Y, si es diferencia, en que consisten tales rasgos que nos hacen únicos y cómo han evolucionado? Desde luego, esta imagen tan restringida poco tiene que ver con lo que en realidad significa el conocido árbol filogenético representando la evolución de los seres vivos. Se parte de una especie ancestral común en el tronco y las distintas especies se alejan cada vez conforme se

asciende por la copa, separadas al final entre sí, pero todas igualmente en lo más alto. Como es sabido los organismos así evolucionados son el resultado de dos procesos evolutivos complementarios, uno lineal (anagénesis) y otro convergente (cladogénesis) (Ayala, 1994:174-175). La llamada “escala filogenética” es una simplificación de la historia de la evolución. Resulta cómoda para explicar aspectos relacionados con la diversidad de las especies. No sirve en absoluto para dar cuenta de la distribución de la inteligencia. El proceso evolutivo hace inútil la búsqueda de un mecanismo común de inteligencia en los animales. De hecho, el principal problema que surge en el estudio de la evolución de la inteligencia es que no existe un único y simple proceso al que podamos llamar inteligencia; por ello no es posible estudiar la progresión lineal de dicho proceso desde los animales más primitivos hasta los más complejos y de más reciente aparición (Pearce, 1997).

Bajo el rótulo de inteligencia se agrupan procesos y habilidades heterogéneas siendo algunas más complejas y sofisticadas que otras. Su distribución entre los vertebrados es desigual, siendo a veces muy extendida. Así ocurre, por ejemplo, en los procesos de condicionamiento. En otros casos la naturaleza ha sido mucho menos generosa y algunas habilidades están sólo al alcance de unas pocas especies. Sin lugar a dudas no es posible mantener la creencia de que las «formas más avanzadas de inteligencia se van a encontrar únicamente en los animales superiores» (Mackintosh, 1994). Los datos reunidos en las últimas décadas nos muestran que algunas habilidades están ampliamente distribuidas; otras son muy específicas y solo estarían presentes en un restringido número de especies. En todo caso la inteligencia es un producto de la evolución. El estudio de los orígenes de la inteligencia humana puede ser estudiado no sólo mediante los testimonios y estudios paleoantropológicos, cada vez más abundantes, sino también mediante el estudio comparado del comportamiento de los animales y en particular del de los primates.

La representación del conocimiento: ¿proceso de percepción o de comprensión?

Ya se ha dicho que aceptar la idea de la superioridad de la inteligencia humana (*versus* diferencia) implica asumir que la inteligencia es un proceso de naturaleza unitaria. No es fácil demostrar que exista una entidad única llamada inteligencia. Todavía es más ardua la tarea de ordenar linealmente a los animales de acuerdo a un valor que represente algo análogo al *Cociente Intelectual (CI)*. El hombre obtendría la puntuación más alta y tras él figurarían otros primates, distintos mamíferos, aves, y así sucesivamente hasta llegar a los organismos más primitivos o elementales. Aunque hay un aspecto interesante en este planteamiento ya que el CI se construye a partir de un agregado de pruebas de muy diferente naturaleza (memoria, razonamiento abstracto, habilidad motora, etc.) ¿Cuáles han sido entonces los argumentos utilizados para cuestionar la existen-

cia de un proceso global llamado inteligencia? La respuesta pasa por analizar distintas habilidades especializadas y los procesos que las sustentan, considerando las diferentes características de los procesos asociativos, desde la inteligencia operada por procesos de condicionamiento a la denominada inteligencia social (Mackintosh, 1994).

La capacidad o incapacidad de activar estos diferentes procesos —y hacerlo a distintos niveles de complejidad— guarda una estrecha relación con el desarrollo del sistema nervioso y el tamaño del cerebro. Esta relación no puede entenderse acudiendo a valores absolutos. Por ello se han desarrollado diversos índices de cefalización que tienen en cuenta el grado de desarrollo cerebral y cortical en relación con el volumen del resto del cerebro y del cuerpo. Obviamente hay que tener también presente la relación entre desarrollo cerebral y evolución de la inteligencia, aunque aquí no se aborde. Estos problemas serán relativamente fáciles de tratar si previamente sabemos que es la inteligencia y de ahí deriva el interés por estudiar la “inteligencia” y los procesos relacionados con ella. Vaya por delante que no tiene mucho sentido distinguir entre aprendizaje animal y cognición animal dado que en ambos casos se aspira a descubrir por medios semejantes los mecanismos de la inteligencia. Lo que cuenta es que ambos se ocupan de diferentes procesos considerados inteligentes (Pearce, 1997: XI) ¿Cómo podemos abordar el estudio de la inteligencia? ¿Qué mecanismos intervienen? ¿Qué procesos la caracterizan?

Lo relevante en la evolución es el sistema de procesamiento de los estímulos ambientales que permiten la supervivencia y la reproducción de los organismos en su hábitat. Estos mecanismos son los mediadores imprescindibles para la acción del organismo en el mundo. Y la acción se basa en el conocimiento del mundo. Por tanto nos interesa conocer como se representa el conocimiento. El supuesto básico es que el cerebro elabora un mundo perceptivo reflejando su ambiente. ¿Cómo se consigue? Mediante la existencia de dos tipos de mecanismos. Los de una clase dan cuenta del procesamiento perceptivo y los otros, en el siguiente nivel, permiten la representación del conocimiento.

El procesamiento primario de la información proveniente de los sentidos y su integración en unidades que captan los rasgos del ambiente del animal se realiza a través de mecanismos de naturaleza perceptiva. Obviamente los animales poseen diferencias en los órganos de los sentidos, que les dotan, por ejemplo, de una mejor visión del color o de un olfato extraordinariamente sensible ¿Serán estas diferencias las que explicarían la habilidad para detectar determinados o estímulos (sonidos, colores, olores, etc)? Estas diferentes capacidades de los animales poco tendrían que ver con la inteligencia. Simplemente reflejarían diferencias en los órganos de los sentidos. Así, podría pensarse que habilidades como el vuelo de los murciélagos representarían casos particulares de percepción. Sin embargo, ya en este ejemplo, es obvio que intervienen elementos más complejos. Ciertamente para volar con seguridad necesita una gran capaci-

dad de discriminación auditiva. La tarea requiere que el murciélago volando sea capaz de distinguir el eco del sonido que emite, entre cientos o miles de sonidos muy similares.

Cuando se emplea el término inteligencia, no se hace referencia por tanto a procesos meramente perceptivos sino que se alude a conjunto de procesos que permiten la comprensión de muchos de los fenómenos que ocurren en el mundo y no a su mera percepción. Para comprender el mundo hay que conocer las causas de los distintos acontecimientos que configuran el ambiente del organismo ¿Qué procesos generales comunes permiten a diferentes especies conocer la textura causal del ambiente? El aprendizaje asociativo elemental o condicionamiento reúne estos requisitos. Mediante este proceso el animal puede relacionar dos hechos que aparezcan en contigüidad temporal. El aprendizaje a través del condicionamiento parece estar al alcance de todos los vertebrados y es debido a la acción del segundo tipo de mecanismos.

De un modo muy complejo, pero que vamos comprendiendo cada vez mejor, el cerebro, tras los procesos de percepción primaria del mundo, construye una representación de naturaleza central. Para que ocurran procesos de aprendizaje hay que ir más allá del procesamiento primario de la información. Es necesario que la información de los sentidos se transforme y presente en forma de conocimiento. La representación del conocimiento es básicamente un proceso asociativo. Esto es lo que sucede cuando un animal aprende que después del acontecimiento A (el sonido de una campana en el ejemplo clásico) ocurrirá B (la aparición de comida) y el resultado final será la aparición de un reflejo condicionado (el perro salivando tras el sonido de la campana). La adquisición de este tipo de conocimiento —v.gr. “tras el sonido de la campana aparece comida”— no implica la intervención de la conciencia. El estudio de estos procesos inobservables pero cuya existencia y mecanismos se pueden inferir a través de las respuestas de los animales es el objeto de la cognición animal (cf. Pearce, 1997: 15)

¿Qué es la inteligencia?

Desde la perspectiva de la evolución hay diferentes formas de caracterizar la inteligencia animal. Pearce (1997: 11-14) ha destacado tres: 1) la adaptabilidad, 2) la capacidad de aprendizaje y 3) el modo en que se realiza el procesamiento de la información.

Adaptabilidad

La adaptabilidad podría ser considerada la principal característica de la inteligencia. La función de la inteligencia sería permitir que los animales actúen de modo adaptativo. Considerar que la inteligencia es la habilidad del organismo para adaptarse al ambiente no esta exenta de problemas. El más obvio es el sinsentido de preguntarnos, por ejemplo, si el gato está mejor o peor adaptado a su entorno que el perro. Un animal con mayor capacidad para servirse de su experiencia y más arte para ha-

llar agua o comida (recordando donde encontrarla o como se debe hacer la búsqueda), se adaptará mejor a su ambiente que otro sin esta destreza. Así reduce los peligros que suponen los continuos retos del ambiente y ve facilitada su supervivencia. En tal caso ser más inteligente facilitaría la adaptación al tener mejor disposición para aprender y recordar.

Conviene recordar aquí que la ontogenia y la filogenia constituyen las dos grandes fuentes de la conducta adaptativa. La filogenia hace referencia a los cambios conductuales producidos en el curso de la evolución de la especie. La conducta instintiva dependería directamente de los cambios filogenéticos que otorgarían distintos talentos a las diferentes especies. Las respuestas adaptativas causadas por mecanismos innatos estarían estrechamente relacionadas con la historia de la especie. Los mecanismos de origen filogenético pueden ser relativamente simples, dirigidos a encontrar los habitats más adecuados para microorganismos, plantas y animales. Pueden incluir patrones instintivos de comportamiento, o tratarse de conductas protectoras de carácter automático como los reflejos. Estos mecanismos no producen una conducta que destaque por su flexibilidad ya que son compartidos de idéntica forma por todos los individuos de una misma especie.

Los mecanismos de origen ontogenético juegan otro papel en la adaptación de los organismos. Los cambios conductuales producidos durante la vida del individuo, debidos a la maduración y al aprendizaje, reflejan la ontogenia de la conducta. La ontogenia pone el énfasis en la capacidad individual de modificación conductual y se complementa con la de la especie. Dejando a un lado los procesos de maduración, estrechamente ligados al desarrollo ontogenético, los procesos de aprendizaje hacen posible que los individuos interactúen con su medio utilizando información procedente de su historia individual que se añade a la de su propia especie. Se ha propuesto que los organismos dispondrían de dos estructuras generales de procesamiento de la información: el cerebro y el genoma (Lorenz, 1971). El término genoma es útil por contraposición al de cerebro. El genoma es la estructura clave de la evolución genética, porque contiene toda la información genética del individuo de una determinada especie. El cerebro, por su parte, contiene toda la información conductual y sería la clave del aprendizaje asociativo y social. El genoma procesa genes por duplicación, y los genes son los responsables de la elaboración de las proteínas específicas para construir y mantener la estructura del individuo mientras vive. El cerebro procesa pensamientos, movimientos y reacciones ante el medio. Cerebro y genoma almacenan y suministran información. Sin embargo esa información que ambos almacenan no solo es diferente, sino que se mueve a escalas temporales distintas: rápidas en el caso del cerebro y extremadamente lentas en el del genoma.

Obviamente, la estructura del cerebro es especificada por el genoma durante el proceso embrionario, por lo que la capacidad de llevar a cabo diferentes respuestas instintivas, distintos aprendizajes, mostrar inteligencia social o capacidad de comu-

nicación está, en gran parte, predeterminada en los organismos. Sin embargo, es interesante analizar como han evolucionado el instinto y el aprendizaje, o lo que es lo mismo, la relación entre cerebro y genoma. En el curso de la evolución se ha desarrollado el cerebro y se han ampliado los mecanismos que intervienen en la conducta. Así, se ha producido un progresivo desplazamiento en el uso de la información inicialmente almacenada de modo casi exclusivo en el genoma hacia un aumento progresivo del uso de la información almacenada en el cerebro. Es incuestionable que tanto la capacidad de aprender como la capacidad de responder instintivamente poseen un componente genético. En el caso del instinto se asume que las respuestas son completamente heredadas. Por eso las crías de muchos animales son capaces de realizar actividades heredadas o innatas sin que se requiera experiencia previa, como ocurre con la impronta. Los procesos de aprendizaje tienen un peso mayor en especies más complejas mientras que la contribución genética asociada a la producción de respuestas innatas no aumenta en la misma proporción. Esto hace que, gradualmente, el aprendizaje sea un proceso cada vez más importante para afrontar los retos del ambiente.

Finalmente, y en relación con la capacidad de adaptación de los organismos, ésta capacidad no puede ser el criterio para valorar el nivel de desarrollo evolutivo ya que cualquier especie viva en la actualidad, está reflejando precisamente el éxito en su adaptación al medio. Por esta razón (Macphail, 1993) se ha argumentado que todos los vertebrados, exceptuado el hombre, poseen la misma inteligencia al ser capaces de habitar una gran variedad de nichos ecológicos. Sin embargo, este argumento no tiene en cuenta que muchos de estos ambientes tienen precisamente características comunes desde el punto de vista de las presiones evolutivas que ejercen sobre los animales. Por ello cabe esperar que sus ocupantes posean procesos mentales semejantes. Este sería precisamente el caso del aprendizaje asociativo a través del condicionamiento pavloviano. Un rasgo general en la naturaleza es que un estímulo *A* señale la ocurrencia del algún acontecimiento *B* relevante para el animal. Aprender la relación $A \rightarrow B$ tiene sin duda ventajas evolutivas. El conocimiento de esta regularidad del ambiente le permite al animal anticipar la aparición del acontecimiento significativo y prepararse para recibirlo. Sin duda esta habilidad de aprendizaje es tan útil para los insectos como para los gatos o los chimpancés. Cabe esperar, por tanto, que las presiones evolutivas hayan contribuido a que esta habilidad de aprender mediante condicionamiento se encuentre ampliamente distribuida (Pearce, 1997: 286).

Aprendizaje

La alternativa a la adaptabilidad como propiedad esencial de la inteligencia ha consistido en desplazar el énfasis hacia el aprendizaje. Y la capacidad de aprendizaje se ha medido entonces a través de la velocidad con la que formamos nuevos comportamientos. ¿Qué supone para el organismo el aprendi-

zaje? El aprendizaje, por lo general, provocará cambios en la conducta como resultado de la interacción del organismo con su medio. La inteligencia puede caracterizarse entonces como un proceso cuyos rasgos se infieren a través de la velocidad de aprendizaje. Las diferencias en la capacidad de aprender, medidas por la velocidad con que el sujeto aprende —o reduce sus errores—, reflejarán diferencias en la inteligencia poseída por las distintas especies. Sin embargo los estudios experimentales sobre aprendizaje usando animales muy diferentes o incluso bebés muestran que no hay ninguna relación entre velocidad de aprendizaje e índice cefálico; de hecho, sin que sea fácil explicarlo, existe más bien una relación inversa y cuanto menor es el índice cefálico del animal más rápidamente aprende una tarea sencilla como girar la cabeza o discriminar colores (Angermeier, 1984). Evidentemente resulta inadecuado utilizar la velocidad de aprendizaje como índice de inteligencia animal. En primer lugar, señala Pearce, porque la velocidad depende en gran medida de la técnica que se emplee para medir el aprendizaje. La rapidez con que se aprenda una tarea de evitación, depende críticamente del tipo de prueba y de la especie en cuestión. Las ratas asocian con facilidad que un sabor, que han experimentado por primera vez, puede estar relacionado con un malestar posterior pero fracasan a la hora de relacionar el mismo malestar con un ruido o un sonido nuevos. (García y Koelling, 1966).

En segundo lugar es muy difícil idear tareas que supongan una dificultad equivalente para las distintas especies. La velocidad de aprendizaje está influida por procesos motores, perceptivos y motivacionales que pueden ser responsables de estas diferencias. Las diferencias en la rapidez para aprender ¿reflejan distintos grados de inteligencia? o ¿se deben quizás a algo más trivial cómo es la distinta dificultad de la tarea? Es imposible descartar esta posibilidad. No cabe decir que la rata aprende a evitar bien o mal porque eso depende del tipo de prueba. Tampoco podemos decir que las ratas son más lentas que los peces cuando aprenden una discriminación reforzadas con comida. Simplemente muestran que son sensibles a las diferencias en el valor de la recompensa alimenticia y que ésta no tiene el mismo valor en ambos casos (cf. Pearce, 1997).

En tercer lugar la inteligencia es medida a través de distintas habilidades, *v.gr.* aprendizaje, memoria para recordar lo aprendido, capacidad de razonamiento para resolver problemas. Este tipo de habilidades precisamente forman parte de las pruebas de inteligencia utilizadas para medir el cociente intelectual (CI) del que dependería el aprendizaje humano. Pero ¿qué es la inteligencia? En psicología es corriente pensar que esta aptitud para resolver problemas refleja la existencia de un factor *g* común a todo un conjunto de habilidades. El análisis factorial realizado a partir de las correlaciones entre las diferentes habilidades permitiría establecer una jerarquía de factores que colocaría a *g* como primer factor. ¿Pero que refleja este factor *g* —o habilidad general— que identificamos con la inteligencia? ¿Es

una regularidad estadística? ¿Es simplemente un índice de velocidad central de procesamiento? ¿Es de naturaleza analítica o sintética? ¿Se corresponde con la capacidad utilizada para recuperar la información almacenada? ¿Es un tipo de energía mental? ¿Será esta “habilidad generalizada” la que permite el razonamiento abstracto? ¿Se corresponde con la capacidad de aprendizaje?

Como se advierte aquí desviar el estudio de la inteligencia hacia el aprendizaje tampoco está exento de complicaciones. Al igual que ocurre cuando establecemos la equivalencia entre inteligencia y capacidad de aprendizaje podemos preguntarnos ¿se acomoda el aprendizaje a un mecanismo unitario? Los datos indican que existen distintos sistemas independientes. El análisis de estos sistemas se puede realizar en diversas dimensiones referidas a la producción de la respuesta o a los procesos previos que la posibilitan (Shanks y St John, 1994).

Por una parte podemos estudiar el papel de la conciencia en relación con los procesos previos a la producción de la respuesta. Entonces nos centramos en el estudio de comportamientos que sólo podrán ocurrir cuando interviene necesariamente la conciencia. En estas situaciones ocurre el llamado aprendizaje explícito y lo que se aprende puede ser recordado conscientemente. Por el contrario, en el caso del aprendizaje implícito podemos realizar una tarea sin necesidad de ser conscientes de lo que hemos aprendido y sin poder explicarlo verbalmente. Se dice que ésto ocurre, por ejemplo, cuando se aprenden de forma implícita las reglas gramaticales que luego se utilizan en el habla. El sujeto no interviene en este aprendizaje de forma consciente ni es capaz de formular las reglas con las que opera. El hombre podría compartir estos mecanismos con los animales en ausencia de lenguaje y de conciencia. Sin embargo, hoy después de más de un siglo de psicología experimental y de neurociencias apenas entendemos que es la conciencia, aunque muchos investigadores se han ocupado de su estudio en diferentes niveles de análisis (*v. gr.* Gray, 1995; Marijuán, 2001).

Por otra parte hay que considerar el papel de los contenidos del aprendizaje (Dickinson, 1980). Existen diversos sistemas que codifican diferentes tipos de información. Esto permite el desarrollo de habilidades, el aprendizaje de los hechos o de los procedimientos de actuación. La consecuencia de *aprender el procedimiento de actuación* es que producimos respuestas específicas, de carácter rígido como ocurre en el caso de los hábitos. Es la mejor solución cuando no se dispone de mejores criterios para actuar en el ambiente. Alternativamente, hay situaciones que permiten el llamado *aprendizaje declarativo* o aprendizaje de las reglas que controlan la producción de las respuestas. Este aprendizaje, cuando es posible, permite una adaptación al medio más flexible. El organismo, dependiendo de sus capacidades y de la situación ambiental concreta aprenderá a producir simplemente respuestas asociadas a esa situación concreta o comprenderá la regla que debe utilizar en ese caso y en situaciones semejantes. Hay animales, como los

monos vervet, que producen señales de alarma diferenciadas; esas señales —sonidos— alertarán a sus compañeros si son capaces de discriminar entre los distintos sonidos de alarma. Estos sonidos le indican que hacer: mirar al suelo —peligro de serpiente—, al cielo —un águila sobrevuela la zona— o refugiarse en las ramas de un árbol, porque un leopardo merodea por los alrededores. Aquí se puede realizar la respuesta adecuada a partir de la simple discriminación de los sonidos.

Sin embargo, no podemos excluir la posibilidad de que haya especies y situaciones en las que se produzca algo más que la simple discriminación entre sonidos distintos y se provoque la respuesta. Puede además que cada sonido contenga un significado concreto, como ocurre en el caso del lenguaje humano. Recordemos ahora otra situación clásica de aprendizaje: una rata privada de alimento debe encontrarlo atravesando un laberinto en cruz. Identifiquemos sus extremos con las letras N (norte), S (sur), E (este) y O (oeste). La comida se encuentra en O. La rata saliendo de N tendrá que girar siempre a la derecha (O) para conseguir la comida. En tal situación aprenderá por tanto “la respuesta de girar a la derecha”. Este aprendizaje es útil cuando no existen otras claves externas que le permitan encontrar la comida pero no es un aprendizaje flexible. ¿Qué pasará si ahora se coloca a la rata en S? Sucederá que girando a la derecha —la respuesta aprendida— se equivocará y llegará a E donde no hay comida. Cambiemos la situación. Supongamos ahora que otra rata dispone de claves externas al laberinto, por ejemplo, una ventana en O, junto a la comida. Ahora saliendo siempre de N girará a la derecha para obtener la recompensa. También como antes dará la respuesta un número de veces suficiente para consolidar el aprendizaje. Pero ¿qué es lo que ha aprendido en esta nueva situación? Podemos comprobarlo situando al animal en S como hacíamos antes. Ahora la rata no se equivoca, porque cambia su respuesta: gira a la izquierda obtiene la comida. ¿Porqué es posible ahora este resultado? Sin duda, porque el animal aquí no aprende una respuesta rígida. El animal ha aprendido una regla: “la comida está junto a la ventana”. Este conocimiento hace posible una respuesta flexible y más adecuada. El resultado muestra una de las características esenciales del aprendizaje: los organismos eligen los mejores predictores de las consecuencias de sus acciones, descartando los peores. Pero no siempre es posible para un organismo disponer del mejor predictor.

Conducta innata frente a conducta adquirida

Algunos autores han sostenido la opinión radical de que no existe la conducta instintiva, porque toda conducta está influida por la experiencia y contiene, por tanto, algún elemento de aprendizaje. Las hormigas, en las que el instinto desempeña un papel decisivo, aún estando aisladas en un laberinto, son capaces de aprender por ensayo y error (T. Schenck, véase Bonner, 1982: 123). A pesar de estas consideraciones la distinción entre instinto y aprendizaje sigue resultando necesaria. Es cierto que la conducta es un continuo, pero es separable en

actividades diferenciadas para analizar por separado la contribución de ambos mecanismos en la producción de la respuesta. En las primeras definiciones de instinto se apuntaban dos dicotomías: una oponiendo lo innato a lo adquirido y otra oponiendo conducta instintiva a conducta inteligente. Tradicionalmente lo innato se establecía por exclusión aludiendo a todo aquello “que no es aprendido”. Esta posición no tenía en cuenta que la conducta adaptada es el resultado de un proceso en el que la información que el sujeto posee sobre el ambiente le sirve para realizar la adaptación. El animal tratará de seleccionar en cada momento la conducta más adecuada a los estímulos o acontecimientos presentes. El origen de la información que recibe el organismo es doble, ya que se obtiene a través de la interacción de la especie con su ambiente y de la interacción del individuo con el ambiente. En el primer caso la especie almacena información a través de procesos de mutación y selección y la información queda almacenada en el genoma. En el segundo caso se produce una modificación adaptativa de la conducta a través de procesos de aprendizaje y memoria, y la información se almacena en el cerebro. Por tanto, lo innato y lo adquirido no se definen por exclusión, sino por la procedencia de la información utilizada para responder: filogenética en un caso y ontogenética en el otro (Lorenz, 1971). Por esta razón para entender la inteligencia animal el interés se ha desplazado hacia el estudio de los mecanismos de procesamiento de la información.

Procesamiento de la información

Todos los organismos desde que comienzan su existencia y hasta su muerte están inmersos en toda la información procedente del nicho ecológico en el que viven. ¿Por qué estudiar el fenómeno de la “inteligencia animal” valorando la capacidad de adaptación o de aprendizaje? ¿Por qué no centrarse en la capacidad de las distintas especies para procesar la información? No debería provocar rechazo la suposición de que la supervivencia de un animal depende de la capacidad de recibir e interpretar adecuadamente las señales (naturales o artificiales) que recibe. Los psicólogos han estudiado las etapas en las que estas señales se procesarán y eventualmente contribuirán a las respuestas del organismo. A grandes rasgos podemos hablar de procesos de:

Recepción sensorial de aquellos estímulos con capacidad de incidir sobre los receptores del animal.

Atención selectiva, ya que la recepción sensorial no es pasiva. De toda la información presente sólo se atiende a una parte de ella empleando criterios selectivos. Sólo aquellos estímulos capaces de captar nuestra atención son considerados elementos a procesar. Esto puede hacerse de forma automática (sin intervención de la conciencia) o controlada.

Almacenamiento de la información que ha sido procesada en diferentes estadios. Esta información puede integrarse con otras informaciones previas o almacenarse de modo independiente en unidades discretas. Además puede almace-

narse de forma temporal o permanentemente dependiendo del modo de utilización (de manera inmediata o demorada).

Recuperación de la información.

y finalmente *respuesta* o *acción* producida por el organismo utilizando la información procesada

Este planteamiento tiene la ventaja de que permite estudiar la inteligencia de los animales sin necesidad de recurrir a la capacidad de adaptación o a la velocidad de aprendizaje. Permite realizar comparaciones entre distintos animales en aspectos tales como a) la fisiología y estructuras nerviosas (amígdala, hipocampo, lóbulos prefrontales, NSQ, hipotálamo, etc), b) Mecanismos de procesamiento de la información o c) Habilidades específicas, memoria, razonamiento, comprensión del mundo, etc. Desde esta perspectiva podemos concluir utilizando las palabras de Pearce (1997) que "la inteligencia es el procesamiento de la información".

Adaptación al ambiente físico

El nicho ecológico que ocupe una especie tiene unas propiedades esenciales a las que debe ser sensible para conseguir adaptarse ¿Pero cuáles son las propiedades básicas de cualquier ambiente? Se han señalado tres dimensiones relevantes: espacio, tiempo y número. Los organismos, incluso en sus formas más elementales, tienen capacidad para registrar el lapso de tiempo que transcurre desde que ocurre algún acontecimiento en su medio. Esta capacidad basada en el desarrollo de mecanismos especializados (osciladores biológicos, servomecanismos y reflejos) permite "representar la estructura temporal de la experiencia". Lo mismo cabe decir a propósito del espacio (elaboración de mapas cognitivos) y del número (capacidad natural para contar). Estas estructuras para evaluar el tiempo, el espacio o las cantidades hacen posible que un animal represente el significado del ambiente mediante componentes proposicionales. De ese modo puede anticipar los acontecimientos y los resultados de su conducta adaptándola a la estructura espacio-temporal de su medio (Gallistel, 1993: 221) Asumir que los animales operan con representaciones cognitivas del mundo, no tiene por que entrar en conflicto con una explicación basada a la vez en las propiedades del sistema nervioso. Además el mundo interno en el que está sumergido un animal tampoco puede entenderse en términos de la capacidad humana de representación consciente que está presente en muchos de los comportamientos humanos.

Procesos básicos de acción ante el medio

Reactividad, reflejos innatos y conductas instintivas

La irritabilidad es un fenómeno observable en cualquier organismo vivo, consistente en una perturbación ante la estimulación apropiada. Las excitaciones y contracciones observables en los organismos más elementales constituyen el primer pelotón en la capacidad de responder exhibida por los seres vi-

vos. A lo largo de la evolución estas manifestaciones funcionales se hicieron progresivamente más complejas, hasta alcanzar el nivel de los procesos denominados superiores que exhiben los vertebrados, en particular los mamíferos y aves. Todo el mundo está familiarizado con el hecho de que al contacto con un objeto punzante, o muy caliente (susceptible por tanto de producir molestias o dolor) la respuesta normal es reaccionar rápidamente retirando la parte afectada. Ante un ruido intenso repentino e inesperado interrumpimos la actividad en curso e indagamos el origen del fenómeno. Una presa al alcance de un predador hambriento desencadenará una persecución. Los días más largos y los ascensos de temperatura producen cambios hormonales asociados a la construcción de nidos en muchas especies de aves. Todos estos comportamientos están controlados por mecanismos muy básicos, en los que la experiencia juega un papel generalmente reducido. En estas formas más elementales de comportamiento intervienen reflejos y respuestas innatas.

Respuestas como la salivación o la flexión de la pata constituyen probablemente las conductas más económicas ante el alimento o la estimulación dolorosa de una extremidad. Del mismo modo, la impronta tiene un significado adaptativo, porque permite que en las primeras etapas de la vida las crías de algunas especies recuerden a sus padres y los reconozcan como tales. Estos reflejos y respuestas innatas, constituyen sin duda una respuesta adaptativa rápida pero poco flexible.

Reflejos aprendidos: el condicionamiento

El término reflejo se utiliza para describir la relación funcional existente entre un estímulo y la respuesta que en su presencia se desencadena. Inicialmente la actividad refleja se consideraba un fenómeno invariable, de forma que siempre que ocurría la misma respuesta ante ese estímulo, y esto era innato. La gran aportación de Pavlov, cuando realizaba estudios sobre la fisiología digestiva, fue el descubrimiento de la mutabilidad del reflejo. Pavlov observó cuando alimentaba a sus perros que en los primeros ensayos se producía secreción gástrica y salivación de modo regular y cuantificable con precisión. Esto constituía el reflejo. Sin embargo, con la presentación repetida del estímulo, estas secreciones aparecían en mayor cantidad, debido a que, en parte, el animal las producía anticipándose a la presentación de la comida. Para explicar este fenómeno, supuso que había dos tipos de secreción refleja: una física —debida a la presencia de comida— y otra psíquica, que se producía en ausencia de comida. Pavlov dedujo que el animal era capaz de identificar el momento en que iba a ser alimentado, guiándose por acontecimientos que precedían o acompañaban a la comida. A la comida y a la respuesta refleja que el alimento produce desde el comienzo los llamó entonces estímulo incondicionado (EI) y respuesta incondicionada (RI); ambos constituyen el acto reflejo incondicional. A los acontecimientos, tales como sonidos o luces, que el animal era capaz de relacionar con la inminencia de comida, los llamó estímulos

condicionados (EC) y denominó respuesta condicional –o condicionada– (RC) a la nueva respuesta que se acaba formando. Este hallazgo enfatizaba la flexibilidad de los reflejos ya que algunos podían ser aprendidos por condicionamiento. En tales casos un acontecimiento, por ejemplo una luz, que inicialmente no produce la respuesta característica del reflejo, puede ser utilizada para señalar diferentes acontecimientos, tales como bebida, comida, dolor o náuseas. Las respuestas de los organismos han evolucionado para poder hacer frente a este tipo de contingencias claramente predecibles. De ese modo la aparición de la capacidad de predecir la ocurrencia de cambios significativos en el ambiente le permite al sujeto responder anticipadamente. El sujeto, a través de estos procesos de condicionamiento, es capaz de aprender las relaciones causales de su ambiente y cuales son las respuestas más oportunas en cada caso.

Aprendizaje no asociativo

El fenómeno del aprendizaje en los animales o en el hombre es el resultado de la actividad de los mecanismos y procesos responsables de la adaptación individual de los organismos a su ambiente. A través del aprendizaje los individuos interactúan con el ambiente, adquieren nueva información y cambian su conducta individualmente en un intento de ajustarse a las demandas del ambiente. En su forma más sencilla el aprendizaje puede ser caracterizado como el proceso que permite establecer una relación o asociación entre dos hechos. Aunque el condicionamiento es la variante más elemental de aprendizaje asociativo, ya que se aprende la existencia de una relación del tipo $A \rightarrow B$ (la campana señala comida) debido a la exposición a estos dos estímulos, todavía hay un aprendizaje más sencillo por exposición a un estímulo único A (la campana aparece sola). En este tipo de aprendizaje más primitivo, o protoaprendizaje, el cambio producido se interpreta en términos de reactividad al medio. En estos casos se habla de aprendizaje no asociativo y la distinción frente al condicionamiento radica en que no habría que prestar atención a dos acontecimientos sino a uno solo que aparezca reiteradamente.

Habitación

En el aprendizaje no asociativo la conducta se modifica tras la exposición repetida a una situación en un determinado contexto. La aparición repentina de un ruido intenso provocará una respuesta sobresalto consistente en cambios motores (el sujeto “pega un bote” y se orienta hacia la fuente del ruido) acompañados por cambios en funciones controladas por el sistema nervioso autónomo (se altera la respiración, el latido cardíaco). Si al poco tiempo vuelve a aparecer ese mismo estímulo la respuesta volverá a producirse pero más atenuada y el sobresalto será menor. Las repetidas presentaciones del estímulo pueden hacer que la reacción de sobresalto desaparezca. Al proceso responsable de estos cambios se le denomina habituación. La habituación es un proceso decremental que

produce una disminución de la manifestación conductual como consecuencia de la exposición repetida a un estímulo presentado siempre en un contexto familiar. Así, cuando, una rata se encuentra por primera vez en un ambiente desconocido, inicialmente aparecerán respuestas de orientación, que controlan respuestas de exploración, agazapamiento, etc. Este estado de inquietud inicial se modificará como resultado de la reiterada presentación del estímulo. Tal respuesta aparece ante estímulos nuevos y extraños para el animal porque inicialmente pueden estar señalando un peligro potencial y por tanto habría que hacerles frente explorando, huyendo, agrediendo, o escondiéndose. Si esta expectativa de peligro no se confirma la exposición repetida a ese acontecimiento sin consecuencias de relevancia para el organismo, hace que adquiera la condición de estímulo potencialmente peligroso pero situacionalmente irrelevante.

Sin duda la habituación puede considerarse ya una variedad elemental de aprendizaje puesto que interviene la experiencia. El resultado obtenido en estas situaciones en las que aparece habituación no es simplemente debido a la adaptación sensorial del sistema motor, ni a la fatiga. De hecho volver a presentar el estímulo con una pequeña variación o en un contexto diferente permite que la respuesta vuelva a aparecer con renovada fuerza. Esta reaparición no se produciría si el decremento en la respuesta se debiera a la fatiga.

Sensibilización

Sin embargo el asunto se complica al considerar que en otras condiciones, la presentación repetida de un estímulo puede tener el efecto contrario, es decir un efecto de tipo incremental. En este caso se habla de sensibilización y el proceso da lugar a una respuesta de naturaleza incremental. Este fenómeno aparece cuando el estímulo es suficientemente intenso, dificultando que tal acontecimiento acabe pasando desapercibido. La habituación y la sensibilización son procesos no asociativos de modificación conductual, en los que el cambio en la respuesta ante el mismo estímulo en dos momentos diferentes, algo que también ocurre cuando interviene la motivación. La *motivación* es el proceso responsable de que un animal ante el mismo acontecimiento, por ejemplo comida, actúe de modo diferente en cada momento. Dependiendo de la motivación (hambre en este caso) el sujeto unas veces comerá más cantidad, menos o no comerá en absoluto. Sin embargo, aquí no puede decirse que la habituación y, en parte también la sensibilización, sean debidas a un cambio motivacional. Es necesario, por tanto, hacer intervenir una variable diferente que nos ayude a determinar si el estímulo elicitará o no la respuesta. En estos casos suponemos que el organismo se encuentra en un estado en el que el estímulo le afecta de un determinado modo (incremental o decremental), y como resultado de la presentación repetida dicho estímulo su conducta cambia. A la variable que interviene para producir el cambio se le denomina *memoria* y el proceso por el cual se establece dicha memoria es el *aprendizaje*.

Aprendizaje asociativo: aprender sobre el ambiente y sobre las formas de controlarlo

En sus orígenes los estudios de condicionamiento clásico de Pavlov, junto con los de Thorndike sobre el condicionamiento instrumental de la actividad de las ratas en laberintos, dominaron la investigación sobre el comportamiento aprendido. Los reflejos condicionados parecían proporcionar el mecanismo necesario para explicar el aprendizaje en múltiples circunstancias y la formación de los hábitos. Sin embargo, era posible establecer una distinción operacional entre ambos procedimientos, atendiendo a las contingencias que señalan la aparición del reforzamiento. Un reforzador puede aparecer con un cierto grado de probabilidad p en presencia del EC (o de la respuesta) y con la misma u otra probabilidad diferente en su ausencia. Por ello, se utiliza el término contingencia entre los estímulos para hacer referencia a algo diferente de la mera contigüidad, ya que sirve para expresar cual es la probabilidad de que aparezca un EI en presencia de un EC [la probabilidad $p(\text{EC}/\text{EI})$] y cual es la probabilidad de que el EC ocurra en ausencia del EI [la probabilidad $p(\text{EC}/\text{no EI})$].

Condicionamiento clásico o pavloviano: Aprendizaje sobre el ambiente

El procedimiento para establecer un condicionamiento clásico consiste en presentar dos estímulos en contigüidad temporal. Uno de ellos, el estímulo incondicionado (EI) es un acontecimiento relevante para el sujeto y capaz de elicitar una respuesta vigorosa a la que se denomina respuesta incondicionada (RI). El estímulo incondicionado va precedido regularmente por otro acontecimiento, inicialmente neutral al que se denomina estímulo condicionado (EC). Como consecuencia de su emparejamiento con el EI, el EC adquirirá también la capacidad de provocar una respuesta, de la misma naturaleza que la incondicionada, y que es denominada respuesta condicionada (RC).

En el condicionamiento clásico el experimentador especifica una contingencia entre el EC y el EI. Por tanto, aquí el condicionamiento hace referencia al aprendizaje sobre acontecimientos que tienen lugar en un determinado contexto :

(contexto) estímulo A (EC) $\rightarrow$ estímulo B (EI, reforzador)

A partir de este sencillo procedimiento de aprendizaje se han ido describiendo otros muchos procesos, distintos del de la *adquisición* de la respuesta. Cuando el EI deja de presentarse, y el EC aparece solo, la respuesta condicionada se debilitará debido a un proceso de *extinción*. Otros estímulos semejantes al EC también pueden tener efecto sobre la conducta. Por ejemplo, si sonido original era de 1000 Hz, otras frecuencias parecidas también pueden producir también respuesta condicionada debido a un proceso de *generalización*. Sin embargo, el sujeto no está condenado a responder siempre a cualquier estímulo parecido al original. De hecho, la exposición a estos estímulos semejantes, que no van seguidos del EI, hace que finalmente el sujeto los diferencie bien del original, debido a un

proceso de *discriminación*, y deje por tanto de responder a ellos. Aunque el procedimiento pueda parecer tan sencillo que permita asociar cualquier cosa sabemos que ni la contigüidad temporal es una condición suficiente para producirlo ni todas las señales se condicionan con igual facilidad. Por ello, se han propuesto principios alternativos como el de la contingencia y se ha valorado especialmente el valor de la historia evolutiva de la especie favoreciendo predisposiciones adaptativas

Condicionamiento instrumental u operante: Aprendizaje para controlar el ambiente

En el procedimiento para establecer condicionamiento instrumental se dispone que la emisión de una determinada acción del sujeto tenga una consecuencia recompensante para el sujeto. A la respuesta se le denomina *respuesta instrumental* y el acontecimiento que dicha respuesta produce es el *refuerzo*. Como consecuencia de la aparición del refuerzo aumenta la probabilidad de que esa misma respuesta vuelva a aparecer en el futuro, es decir tiene lugar el proceso de adquisición del condicionamiento. A los estímulos que están presentes acompañando o precediendo a la respuesta se les llama *estímulos discriminativos*, porque constituyen la ocasión para que si la respuesta ocurre cuando están presentes, la respuesta sea reforzada, lo que no ocurre en ausencia de ellos.

En el condicionamiento instrumental se especifica una contingencia entre la respuesta del sujeto y el reforzador y se hace, por ello, referencia al aprendizaje sobre relaciones entre la conducta del propio sujeto y los acontecimientos que tienen lugar en presencia de los estímulos discriminativos:

(Estímulo Discriminativo) acción A (respuesta) $\rightarrow$ estímulo B (reforzador)

Hay que señalar aquí que el estímulo discriminativo no informa únicamente de una recompensa inminente. También le informa de que para poder alcanzarla debe realizar la respuesta apropiada. Al igual que ocurría en el condicionamiento clásico es posible describir procesos distintos del de la *adquisición* de la respuesta instrumental, tales como la extinción, la generalización o la discriminación.

Condicionamiento clásico versus condicionamiento instrumental

Los procedimientos a los que se acaba de hacer referencia pueden resumirse a partir de las relaciones que es posible establecer entre el tipo de reforzador (asociado a respuestas apetitivas o aversivas) y la relación que éste tiene con el acontecimiento antecedente (el estímulo o la respuesta). Estas relaciones se muestran en la Tabla I.

La distinción entre condicionamiento clásico e instrumental no ha sido meramente de procedimiento como podría apreciarse en la Tabla I, sino que tenía implicaciones teóricas. En el condicionamiento clásico el principio del reforzamiento bastaba para dar cuenta de la aparición de la respuesta. La asociación EC-EI era suficiente para suministrar al EC la capacidad

TABLA I. Clasificación de los procedimientos utilizados con los Estímulos Condicionados o con las Respuestas Instrumentales en relación con los reforzadores apetitivos o aversivos y sus consecuencias afectivas.

TIPO DE EL REFORZADOR (Valor afectivo del EI)	CONSECUENCIAS DEL ESTÍMULO O DE LA RESPUESTA	
	EI EC o la R hacen aparecer el reforzador	EI EC o la R hacen desaparecer el reforzador
Apetitivo	EC → comida (EC = <i>excitador apetitivo</i>) R → comida RECOMPENSA	EC → no comida (EC = <i>inhibidor apetitivo</i>) R → no comida OMISIÓN
Estado motivacional	ESPERANZA	FRUSTRACIÓN
Aversivo	EC → descarga (EC = <i>excitador aversivo</i>) R → descarga CASTIGO	EC → no descarga (EC = <i>inhibidor aversivo</i>) R → no descarga EVITACIÓN / HUIDA
Estado motivacional	MIEDO	ALIVIO

de elicitar las respuestas que normalmente aparecen con el EI y se dice que el EC sustituye al EI (o más bien a sus representaciones internas). Este principio sin embargo no es aplicable al condicionamiento instrumental, ya que una rata presionando una palanca para obtener comida, por condicionamiento podría salivar porque es una respuesta asociada a la comida, pero no explica porque se selecciona la respuesta de presionar la palanca. En el condicionamiento instrumental las conexiones se fortalecerían o debilitarían por el principio de la ley del efecto. Un organismo tendería a repetir aquellas acciones que le proporcionan un beneficio, mientras que evitaría las que tienen consecuencias perjudiciales. En el condicionamiento clásico la consecuencia aparece independientemente de la respuesta del sujeto (la salivación condicionada no es necesaria para que se presente la comida). En el condicionamiento instrumental la aparición de la consecuencia depende críticamente de la respuesta, ya que es precisamente la respuesta la da lugar a tal consecuencia (la comida se presenta porque el sujeto la hace aparecer con sus respuestas).

Es cierto que la importancia que pudiera tener esta distinción ha sido cuestionada. Como se ha señalado reiteradamente (véase Mackintosh, 1994) el condicionamiento ocurre en ambos casos porque se da una relación temporal entre un acontecimiento antecedente (ya sea un estímulo o una respuesta) y un reforzador, con el requisito adicional de que la ocurrencia del reforzamiento no pueda ser predicha de modo más fiable por algún otro indicador. Pero, en cualquier caso el principio del reforzamiento pavloviano y la ley del efecto predicen resultados diferentes en ciertas situaciones experimentales. Así, puede imaginarse una situación que combine ambos procedimientos de forma que un EC señale comida para una paloma, pero únicamente si el animal omite responder cuando aparece el EC. El principio de reforzamiento predice que si la respuesta de picotear un disco es provocada por la comida el animal no será capaz de aprender a omitir la respuesta. La ley del efecto predice que el animal aprendería a omitir la respuesta, cualquiera que fuera su naturaleza. En este caso la respuesta condicionada pavloviana se impone, a pesar de que con ello el animal al picotear el disco deja de obtener alimento. La dis-

tinción, por tanto parece justificada, ya que hay respuestas que están bajo el control de procesos de condicionamiento clásico mientras que otras están controladas primordialmente por condicionamiento instrumental.

En los últimos veinte años se ha producido una revolución conceptual que ha modificado las concepciones tradicionales del aprendizaje, que resultaban, aunque ciertas en muchos aspectos, también demasiado simplistas y restrictivas en otros. Se ha pasado de las teorías clásicas E-R a considerar que el condicionamiento implica la formación de asociaciones entre representaciones centrales entre el EC y el EI, o entre la respuesta y su resultado. Se ha abandonado la batalla clásica que enfrentaba las teorías E-E y E-R y hoy se sabe que el condicionamiento clásico implica la existencia de procesos de los dos tipos. Esto implica manejar información sensorial (propiedades físicas del estímulo) y afectivo-motivacional (significado del estímulo). Finalmente, por lo que se refiere al papel del reforzamiento en el condicionamiento se ha demostrado que la contigüidad entre los estímulos no basta para producir condicionamiento. El condicionamiento ocurre selectivamente a los mejores predictores y para ello es necesario la detección de la contingencia entre los estímulos, más allá de la mera asociación.

Características de los procesos asociativos y de otros procesos cognitivos

Si el nicho ecológico es muy semejante cabe esperar que haya especies que desarrollen características físicas muy semejantes y tengan también, por tanto, características de inteligencia semejantes. Pero si el hábitat en que se desenvuelven es muy diferente variarán sus características físicas y habrá pocas semejanzas intelectuales. Por tanto animales ocupando los mismos nichos dará lugar a procesos mentales semejantes. Y la presión evolutiva de ambientes distintos promoverá distintas especializaciones mentales. Las características del hábitat influyen sobre procesos cognitivos específicos. Para estudiar la evolución de la inteligencia hay que analizar, por tanto, que propiedades del ambiente afectan por igual a diferentes especies y cuales les afectan de modo diferente.

Ya se ha visto que en ambientes muy diferentes unos de otros hay estímulos que de modo regular señalan la aparición de estímulos biológicamente significativos para el animal. Habrá una presión importante para desarrollar mecanismos que permitan comprender esta regularidad. El conocimiento de que *A* causa *B* permite anticipar los acontecimientos y adaptarse mejor. Por tanto, en cualquier ambiente resultará valiosa esta habilidad y por ello el aprendizaje por condicionamiento está al alcance de cualquier vertebrado y también, presumiblemente, de muchos insectos.

Pero incluso en esta habilidad desarrollada en nichos semejantes se producen adaptaciones específicas. Se sabe que en el aprendizaje asociativo unas especies aprenden algunas relaciones del tipo *A* → *B* más rápidamente que otras. Esto ocurre, por ejemplo, en el caso de la aversión al sabor donde las ratas o ciertas aves asocian con facilidad algunos estímulos mientras que con otros tienen una dificultad extraordinaria. Por tanto, no hay una equipotencialidad entre los estímulos, es decir no sirve cualquier estímulo. Para que se produzca aprendizaje es crítico el valor biológico de los estímulos y la capacidad de procesamiento sensorial del animal expuesto a la situación de condicionamiento. Los mecanismos de aprendizaje asociativo «están sesgados de modo que facilitan la adquisición del conocimiento que probablemente le pueda resultar más importante al animal» (Pearce 1997: 285).

Hay otros aspectos que convierten en único el nicho en que vive el animal. Por eso existen una multiplicidad de especies y se han desarrollado habilidades cognitivas tan variadas. Distintas especies, señala Pearce, desarrollarán distintas habilidades a partir de las presiones específicas del nicho en que habitan. Así, la habilidad para comunicar información a otros congéneres sobre la localización del alimento solo la necesitarán animales obligados a cooperar para obtener alimento. Esta capacidad cognitiva será más raro que aparezca en animales solitarios. La memoria espacial de mapas cognitivos será necesaria en animales obligados a recorrer largas distancias para encontrar el alimento o lugares más templados. El mapa les servirá de guía para volver a su nido o a la colmena o seguir la ruta migratoria.

La presión del nicho también ejerce presiones evolutivas importantes sobre los individuos de la misma especie potenciando determinadas especializaciones. Así, y también en relación con la memoria espacial, hay animales que necesitan almacenar semillas para el invierno. ¿Cuáles de la misma especie sobrevivirán mejor?. Sin duda los que posean una memoria más amplia y precisa. Esta memoria les permitirá recuperar mejor las semillas guardadas, y con más opciones para sobrevivir transmitirán esta aptitud a la descendencia. Esta mejora de la memoria no habría razón para que se produjera en animales en las que no resulte crítica para su supervivencia. El estudio de la cognición animal está ligado sin duda a las presiones del ambiente que ha hecho surgir diferentes habilidades. Merece la pena recordar algunas de estas habilidades,

aunque sea de modo muy sucinto y sin entrar en la descripción de los procedimientos experimentales y los resultados (cf. Mackintosh, 1994).

Atribución selectiva

Ciertamente los acontecimientos que ocurren diariamente en contigüidad temporal son muy abundantes, pero esto no lleva al animal a formar miles de asociaciones irrelevantes porque el condicionamiento ocurre de modo selectivo. Se responde únicamente a los mejores predictores mediante un proceso de *atribución selectiva* que permite a los animales formar una imagen precisa de la estructura causal de su mundo. Esta propiedad es esencial en los procesos de condicionamiento.

Discriminación condicional

El condicionamiento permite discriminar la relación que existe entre diversas situaciones y la ocurrencia de algún otro acontecimiento relevante. Por ejemplo, en presencia de una luz roja hay comida pero si la luz es amarilla no hay comida. El animal aprende pronto a escoger la luz roja. Esta capacidad de *discriminación condicional* permite realizar una anticipación inteligente a través de mecanismos de condicionamiento y parece estar al alcance de cualquier vertebrado.

Representaciones abstractas

Otras discriminaciones requieren responder con criterios más abstractos, por ejemplo, ante lo igual o lo diferente. ¿Como saber tras el entrenamiento que el animal ha captado el concepto de igual/diferente?. Los tests de transferencia, en los que tras el aprendizaje se presenta una nueva situación en la que debe utilizarse el concepto de igualdad/diferencia, muestran que los chimpancés son capaces de transferir el conocimiento utilizando la regla relacional y responden adecuadamente desde el principio. Las palomas ante esta prueba deben reaprender a solucionar de nuevo el problema.

Razonamiento analógico

Hay otras estrategias de respuesta sin duda más alejadas de los principios clásicos de aprendizaje basado en el condicionamiento. Una de ellas es el *razonamiento analógico*. Algunos primates son capaces de realizar con destreza este tipo de pruebas en donde se establece un silogismo del tipo *A* es a *A'* como *B* es a *X* (siendo los elementos de comparación para la elección de la respuesta correcta del tipo *b'/B'*).

Inferencia causal

Otros tipos de aprendizaje, como el que se realiza a través de mecanismos de *inferencia causal* quedarían fuera del aprendizaje asociativo simple. La habilidad para inferir relaciones causales únicamente parece estar al alcance de algunas especies animales como los primates. Esta capacidad permite que de modo inmediato se pueda comprender una determinada situación sin que intervengan mecanismos del tipo ensayo/error.

Adaptación al ambiente social

Inteligencia social

Se admite sin reparos que los animales son capaces de mostrar comportamientos inteligentes promovidos evolutivamente por ser funcionalmente adaptativos. Asumimos nuestra propia inteligencia y no nos sorprende que en el peldaño anterior al nuestro figuren los primates como los seres más inteligentes de todos los animales. ¿Bajo que presiones evolutivas se habrían desarrollado estas capacidades? Ciertamente los primates no parecen particularmente más hábiles para hacer frente a presiones selectivas como las que una rata tiene a la hora de obtener comida, procurarse refugio o conocer su hábitat. ¿Que presiones selectivas diferentes han forzado pues a un desarrollo de un alto nivel de inteligencia?. La explicación más común es que los primates desarrollan una vida social compleja, y para vivir en amplios grupos sociales es necesario disponer de inteligencia social.

La inteligencia individual de los primates estaría correlacionada con la complejidad del grupo social. Esta hipótesis de la inteligencia social propone que la principal presión selectiva para el desarrollo de la inteligencia en los primates no se encuentra en el ambiente físico sino el ambiente del grupo social. Como señala Heyes (1994: 281) es el ambiente social y no el físico “la principal fuente de presión selectiva para la evolución de la inteligencia de los primates”. Es este ambiente social el que da el tono principal a su nicho ecológico. Su supervivencia depende de su adaptación a la colonia en la que debe cooperar. Como contrapartida el grupo le proporciona seguridad y protección. Por ello, las pruebas de inteligencia en este contexto buscarse mediante tareas que requieran comprensión del medio social.

Aprender acerca de las relaciones que tienen lugar en el ambiente físico, por complejas que sean, supondría una menor dificultad, o al menos una complejidad diferente, que entender las relaciones que tienen lugar en un grupo social. La inteligencia social requiere capacidad para aprender a predecir e influir sobre la conducta de otros miembros del grupo social. Para un individuo que vive en un grupo su ambiente fundamentalmente es social, por ello, parte importante de lo que a él le ocurra tiene que ver con el comportamiento de los demás. La capacidad de predecir las conductas de los otros tendrá entonces un gran valor adaptativo.

Aprendizaje social instigado por observación

Una característica de los primates es que tras el nacimiento las crías dependen un largo período del grupo, en particular de sus familiares. Durante este largo período disponen de tiempo suficiente para jugar con otras crías y adultos y observar los comportamientos de otros miembros del grupo social. La observación en estas condiciones produciría aprendizaje social –definido como “aprender de los congéneres”. Los individuos que viven en grupo potencialmente podrían obtener beneficios de la observación de que alimentos comen sus congéneres, o

de donde los encuentran, o –vicariamente– de que peligros pueden sufrir (Shettleworth, 1994).

El estudio de la imitación ha recibido una atención importante. La imitación hace referencia a la actividad de “copiar la forma de las respuestas motoras observando la realización de esa misma actividad en otros miembros del grupo social” (Shettleworth, 1994: 199). Esta consideración excluye conductas como abrir una botella de leche con el pico observada en algunas aves. En estas conductas únicamente se aprende a dirigir una respuesta motora previamente existente y que es típica de la especie. Esta actividad podría explicarse en términos de condicionamiento pavloviano inducido por un estímulo liberador. Aquí la llamada “liberación inducida del aprendizaje de reconocimiento” potencia atender al estímulo. Hay abundantes situaciones como ésta en las que el comportamiento observado no sería “verdadera imitación”. Han sido descritas además de la potenciación del estímulo, la facilitación social, el contagio, la facilitación de la respuesta o la emulación (Byrne, 1995: 56-62). Los datos parecen indicar que la imitación es un proceso poco distribuido entre los animales, que se originó independientemente en los mamíferos y en las aves (Moore, 1992).

Pero además de la imitación hay un amplio repertorio de situaciones que permiten estudiar la capacidad de aprendizaje social de los animales. El autorreconocimiento mediante espejos, la discriminación de las relaciones sociales, la capacidad de identificarse con el otro (empatía) son algunos de ellos. (Heyes: 283-299). Estos estudios considerados en su conjunto aportan pruebas de que además del hombre, únicamente los chimpancés, y quizás otros grandes monos, tienen capacidad de atribuir estados mentales a los demás para entender su comportamiento.

La comunicación como proceso social

La comunicación en los animales es un proceso de naturaleza social. El modelo básico implica la existencia de al menos un agente emisor y otro receptor. El emisor produce la señal comunicativa para lograr cambios en el estado interno y/o en la conducta del receptor. Si tiene éxito se producirán en el receptor exhibiciones conductuales altamente estandarizadas que provocarán respuestas de aproximación o alejamiento, de defensa o ataque. También puede estar diseñada por la evolución para facilitar el establecimiento y consolidación de jerarquías y lazos sociales. El fenómeno de la comunicación animal pone de manifiesto la existencia de transmisión de información útil por parte de un individuo (emisor) para que otro (receptor) u otros individuos desplieguen también nuevas acciones relacionadas con la señal del emisor. Es más que probable que muchos de los fenómenos que hoy agrupamos bajo el rótulo común de comunicación no tengan los mismos mecanismos como base del fenómeno. En cualquier caso la emoción en el hombre y también en muchas especies (presumiblemente mamíferos y aves) está en la base de la comunicación social. La comunicación determina por tanto la

capacidad de integración de los individuos en el grupo social y sus éxitos y fracasos, a la hora de comprender el funcionamiento del grupo.

El mero hecho de que un animal social disponga de la capacidad de anticipar como responderán otros miembros del grupo en diferentes circunstancias no basta para influir en el comportamiento de sus compañeros. Si quiere influir deberá transmitir su información a los demás. Sin embargo, las características de la comunicación social van más lejos de la mera comunicación animal transmitida mediante la danza de las abejas o por las feromonas. Hablar de comunicación social supone que somos capaces de predecir la conducta de los otros individuos porque les atribuimos creencias, expectativas o deseos, y anticipando sus intenciones podemos dar respuestas que influyen en su comportamiento. Para obrar de este modo poseemos una teoría de la mente, que nos permite explicar la conducta de otros atribuyéndoles estados mentales. La información proporcionada por nuestras acciones comunicativas (verbales, gestuales, etc.) trata de influir sobre los estados mentales de los demás.

Conocimiento del mundo social

Los estudios sobre la comunicación social han llevado a indagar si la inteligencia social de los primates guarda alguna relación con una teoría análoga de la mente. Las pruebas diseñadas para ello suponen afrontar situaciones en las que se maneja el conocimiento previo del receptor o situaciones en las que cabe el engaño. Si la función social de la comunicación es transmitir información al receptor, para que esta actividad resulte de alguna utilidad debe valorarse también la información que posee el otro, ya que tendría poco sentido proporcionar información redundante. En el caso del engaño, se pretende manipular la conducta del otro en beneficio propio, pero también aquí el éxito depende de forma crítica de que seamos capaces de anticipar cuáles son las creencias del otro. No tendría sentido tratar de engañar a quien conoce de antemano la realidad de la situación. Esta no sería una prueba definitiva para demostrar que existe engaño, porque también hay otros factores —de tipo emocional— que explican que un sujeto mienta. Se puede mentir aunque se sepa que el que está escuchando la mentira sabe que lo es. Afrontar tareas de este tipo, en las que se requiere inteligencia social, implica poseer la capacidad de ponerse en el punto de vista o estado mental del otro. Los primates y otras especies muestran una especial sensibilidad para manejar relaciones sociales exhibiendo comportamientos que transmiten información social a los miembros del grupo o que manejan el engaño. De acuerdo con la teoría de la mente (y elaboraciones afines como “la inteligencia maquiavélica”, o la “lectura de la mente”) esto significaría que algunas especies animales poseerían la capacidad de atribuir estados mentales a otros individuos. Nos encontramos ante un debate abierto ya que es posible sostener la postura alternativa de que muchas de estas

conductas animales podrían estar basadas en procesos psicológicos que no requieran la posesión de una teoría de la mente (Shettleworth, 1994; Hayes, 1994).

El desarrollo cultural. Lenguaje y otros comportamientos emocionales

La inteligencia social evolucionó en circunstancias sociales. Los individuos podrían favorecerse utilizando y explotando a los demás en el grupo social, sin provocar peleas y una potencial fisión del grupo, como resultado de la agresión. (Byrne, 1995: 196). La inteligencia social en chimpancés y otros primates ha facilitado no solo aparición de normas sociales y la unidad de la colonia sino también el desarrollo de actividades compartidas que eventualmente se han transmitido entre padres e hijos dando lugar a la evolución de patrones de conducta cultural. Un sistema, en definitiva, en donde las relaciones personales cuentan y no sólo importa lo que eres sino a quien conoces.

Función de las emociones

Una idea bien asumida por los científicos es que los estados emocionales liberan expresiones específicas identificables. Un hecho paradójico de las expresiones faciales y corporales, analizadas por vez primera de modo extenso por Darwin, es que aparentemente no se observa una función clara para este fenómeno. El análisis que se aplicaría a otras acciones del individuo muestra aquí que las expresiones no producen cambios aparentes en su medio (externo o interno). ¿Cuál es pues la función de las emociones? La solución a esta paradoja es responder que tienen una función comunicativa. Ocurren precisamente para ser vistas, para ser oídas y el mensaje, una vez percibido por el receptor, puede servir para producir cambios en su comportamiento. El cambio que se produce en el ambiente social del animal emisor depende de la interpretación que haga el receptor.

Darwin sentó las bases para el estudio del significado funcional de las emociones en su libro *Expresión of Emotions in Man and Animals*. Allí desarrollaba la idea de que la evolución era aplicable a las características expresivas del mismo modo que se hacía con las características físicas. Argumentaba que las expresiones —con base emocional— tenían una significación funcional adaptativa. Las expresiones emocionales comunican nuestros estados afectivos contribuyen en conductas tales como las de protección (miedo), agresión (ira), reproducción (excitación sexual), o afiliación (acicalamiento o atusamiento), entre otras (Oatley y Jenkins, 1996: 62 y ss.)

Las emociones como base de las relaciones sociales

Sean cuales sean los orígenes que podemos atribuir a la función original de la comunicación, es un hecho que gran parte de la comunicación es emocional. La inferencia plausible es que las emociones y sus expresiones son la base para guiar pautas de interacción social. Las emociones nos ayudan a entendernos entre nosotros mismos y a entender a los otros ani-

males permitiéndonos predecir comportamientos y controlar conductas. Sin ellas muchos comportamientos serían incomprensibles. Las ligaduras que traban la compleja red que sustenta las interacciones sociales son las emociones. Las emociones nos proporcionan pautas que guían nuestras acciones y permiten expresar interés mutuo, intimidad sexual, dominancia y sumisión, excitación durante la agresión, recelo ante los peligros, etc. La comunicación humana tiene el plus añadido del lenguaje y la posibilidad de “domesticarnos” mediante la cultura. Sabemos la importancia que los estados afectivos juegan en la comunicación de los animales superiores. El mejor conocimiento de estos procesos puede y debe llevarnos en el futuro a un manejo más eficaz de estas relaciones (véase para este apartado Oatley y Jenkins, 1996: 87-92).

El estudio sobre el origen de las emociones se ha beneficiado de los trabajos realizados con chimpancés. La agresión, las conductas alimenticias y el comportamiento sexual han captado el interés de los investigadores. La distribución del alimento en los chimpancés tiene pautas algo diferentes de las observadas en grupos humanos aislados. A veces la distribuyen como un favor que elicitará reciprocidad en el futuro y los de mayor jerarquía tienden a apropiársela aunque no hayan intervenido en su obtención pudiendo distribuirla entre los familiares más próximos.

El fenómeno de la agresión es particularmente complejo. Se habla de un sesgo emocional que fundamenta las diferencias individuales en dominancia. Además de estos aspectos, ligados a la producción de sustancias tales como la serotonina, hay otros factores igualmente importantes. Las experiencias previas de peleas con éxito o fracaso son también importantes pero el proceso que lleva a ocupar una posición dominante no implica solo agresión. Implica también conductas de afiliación y aseo con otros miembros del grupo que supongan el establecimiento de alianzas mutuas.

La actividad sexual en bonobos parece diluir los conflictos. Podría pensarse que no es un resultado exclusivo de la actividad sexual y que cualquier actividad que pueda ser compartida placenteramente con otro u otros miembros del grupo tiene un efecto semejante facilitando el establecimiento de lazos afectivos entre los miembros de la colonia y resolviendo o minimizando la expresión de los conflictos. En las colonias de chimpancés los comportamientos emocionales dan el tono de la comunidad. No es aventurado afirmar que en los primates y en muchos animales las emociones son el “cemento” de los lazos sociales. Sin duda, la denominada inteligencia emocional y inteligencia social son términos que pueden considerarse equivalentes.

¿La especie elegida?

El profesor Aguirre (2000) ha señalado que la vida «es generadora continua de diversidad; no de caos, pero sí polirrítmica, lo más refractario a la uniformidad, y propensa siempre, ya sea a la evolución o bien a la revolución. El ser humano en su des-

arrollo no atenuó ninguna de estas características, sino que las potencia. El discurso y la inferencia, por ello, en Paleontología humana es extremadamente delicado y exigente de rigor» (p. 11). Estas palabras nos alertan sobre el riesgo que supone especular acerca de la evolución de la inteligencia. Sabemos que los estudios sobre la cognición animal nos deben ayudar a descubrir más «sobre los orígenes de la inteligencia y el modo en que es única» (Pearce, 1987: 287). Única, aunque los animales nos sorprendan con su comportamiento cuando vemos que son capaces de resolver tareas muy complejas y fracasan en otras que parecerían muy sencillas. Nuestra visión antropocéntrica de la inteligencia oscila entre atribuirles capacidades muy complejas, incluyendo la posesión de estados mentales, o negarles la posesión de inteligencia. Es un lugar común suponer que existe una ordenación lineal de la inteligencia a lo largo de la “escala filogenética”, pero los datos indican algunas capacidades de los animales son ampliamente compartidas. Otras capacidades, con las que resuelven problemas también complejos, son altamente especializadas. Por ello, lo importante es descubrir los procesos específicos que subyacen en las diferencias entre las especies. ¿Por qué atribuir la variedad de comportamientos animales a una diferencia global basada en un constructo denominado inteligencia? Definitivamente no existe una entidad única denominada inteligencia (Mackintosh, 1994), pero sí existen diferentes procesos cognitivos en el hombre y los animales que nos interesa comprender.

¿Tenemos datos que nos permitan intuir al menos el porque nos atribuimos ser, en expresión de Arsuaga y Martínez (1998), “la especie elegida”. En esta “apasionante carrera de relevos” siglo y medio de estudios están dando frutos y podemos ir completando algunos elementos del rompecabezas. Es un hecho que los animales, como el hombre, están inmersos en un hábitat que contiene abundante información relevante para la supervivencia. ¿No es lógico, entonces, especular que poseerán mecanismos para analizarla, almacenarla y tenerla preparada para emplearla cuando la necesiten? Las distintas especies se han servido de diferentes mecanismos, algunos muy especializados, pero buscando siempre la interacción más favorable con su medio. Los organismos no serían únicamente receptores pasivos de esta información sino productores activos que procuran adaptarse actuando en su medio. Como indica Pearce (1997: 13-14): «desde este punto de vista la inteligencia es el procesamiento de la información, con la ventaja de que señala el modo de comparar la inteligencia de los animales... teniendo en cuenta si poseen o no un determinado mecanismo de procesamiento de la información».

Esta perspectiva es útil porque centra el problema de la psicología comparada y facilita una herramienta para entender la posición del hombre en el mundo en relación con el resto de los animales. Permite centrarse en el estudio de habilidades específicas como la capacidad discriminativa, el razonamiento abstracto o la memoria. Permite analizar si poseen o no, y en que grado, los diferentes mecanismos necesarios para el pro-

cesamiento de la información. Y permite también relacionar estos procesos con las diferentes estructuras del sistema nervioso, con las que estarían relacionados. Pero puede ser más significativa aún para responder a otro tipo de preguntas. ¿Cuál es nuestra posición en la historia de la evolución? ¿Hacia donde se dirige la evolución? Se ha dicho con una modestia, no exenta de sensatez que: «No sólo no podemos predecir, excepto en líneas generales, el curso de la evolución en el futuro; todavía es menos claro aún a que nivel deberemos adscribir la ocurrencia de las fuerzas evolutivas —el gen, la célula, “el organismo”, o quizás una unidad ecológica, como quiera que se defina o delimite— o el modo de la evolución, gradual o pautada.» (Bradshaw, 1997: 19)

Es obvio que no tiene sentido adoptar una posición antropocéntrica atribuyendo al hombre la cima de la evolución, o una inteligencia superior. Nos sentimos más cómodos hablando de desarrollo de habilidades específicas distribuidas de forma muy restrictiva. Si pensamos en perros adiestrados para el rescate de víctimas de catástrofes o para la detección de explosivos o drogas admitimos de inmediato que su capacidad discriminativa basada en el olfato es notablemente superior a la humana. Aves, como el cascanueces de Clarck, almacenan 30.000 piñones y recuperan más de la mitad durante los seis meses que siguen al otoño. ¿Cómo? Diez gramos de cerebro le bastan para recordar donde escondió las semillas. Su memoria espacial sobresaliente eclipsa a la de los humanos que investigan su comportamiento incapaces de recordar tantos lugares sin llevar un registro escrito. ¿Existe alguna la habilidad específicamente humana compartida quizás sólo por los primates? Se han señalado algunas de ellas: la imitación, una cierta habilidad para el razonamiento abstracto, la capacidad de atribuir intenciones al congener (lo cual resulta útil para entenderle e influir sobre su comportamiento).

¿Somos “la especie elegida”? Habría que preguntarse ¿elegida para qué? ¿Acaso para protagonizar algo semejante a una nueva explosión cámbrica? ¿Somos ahora unos “metacordados” propagadores de una nueva diversidad? Esta diversidad sería ahora no de nuevas formas de vida; más bien parece que la vida está dando un salto para operar en el ambiente de una forma nueva. ¿Azar o necesidad? La evolución de la vida no conduce necesariamente a la aparición de organismos con un sistema nervioso. No existe, desde luego en las plantas, algunas con gran número de genes en su código genético y que apenas necesitan moverse para operar en su medio, sobrevivir y propagarse. Con los animales la solución ha llevado al desarrollo del sistema nervioso aunque los ensayos evolutivos aumentando el tamaño corporal o sólo el del cerebro (o la corteza) en relación con el cuerpo parece tener un límite. Resulta muy costoso para el organismo aumentar el espacio dedicado al procesamiento y almacenamiento de instrucciones, reglas y estrategias para operar en el ambiente. Además el consumo de energía es extraordinariamente costoso. ¿Hay alguna alternativa que no pase por el aumento del tamaño y del consumo de

energía interna? Quizás el desarrollar esa alternativa ha sido el privilegio y logro de nuestra especie. Nos hemos convertido en innovadores mecanismos de almacenamiento y propagación de la información para operar en el ambiente. El vehículo ha sido no la aparición de nuevas especies sino una nueva especie dotada de especializaciones que le han permitido desarrollar herramientas tecnológicas hasta ahora desconocidas. Aunque a la cultura humana le ocurre como al cerebro, consume energía y cuanto más grande, amplia y desarrollada es la cultura el consumo es también mucho mayor, por mucho que se procure optimizar el uso de los recursos energéticos.

Es muy posible que las especiales habilidades cognitivas del ser humano hayan facilitado el desarrollo de un pensamiento simbólico y una conciencia del yo únicas en la tierra pero no ocurrió desde los orígenes del hombre. Los avances tecnológicos aparecen mucho más tarde. No hay indicios de que el aumento del tamaño del cerebro provocara de modo inmediato la evolución de la rica conducta humana y del lenguaje. Pero la aparición del lenguaje humano, concomitantemente a estas habilidades, quintaesencia de lo humano, es un hecho. ¿En que medida otros primates, o los delfines, son capaces de realizar producción lingüística? ¿Este lenguaje animal es de naturaleza semejante a la humana? No debería suscitar mucha polémica la afirmación de que el lenguaje otorga una ventaja intelectual y sabemos que algunos animales poseen habilidades para la comprensión y producción del lenguaje. Sin entrar a debatir este punto, resulta evidente que esta habilidad se expresa de modo primordial en los seres humanos. No es probable que estuviera desarrollado como hoy lo conocemos cuando apareció la nueva especie sobre la tierra. Tampoco está claro que su principal función fuera permitir la comunicación de conocimientos técnicos. Puede que estos primeros balbuceos del hombre, este lenguaje rudimentario de unas pocas palabras tuviera esencialmente la función de crear lazos emocionales (Dunbar, 1996). Este nuevo conjunto de herramientas debió crear una sinergia que hizo posible en un centenar de miles de años la eclosión de nuevas formas de cultura dominadas por lo simbólico. Es durante la revolución del paleolítico superior cuando cabe imaginar ya un repertorio creciente de palabras; en todo caso, encontramos profusión de nuevas herramientas y manifestaciones artísticas (Bradshaw, 1997: 59-75). Hay que suponer que a partir de ese momento la cultura humana avanza vertiginosamente de la mano de la tradición oral y la abundancia de ritos y productos manufacturados. Surge un hombre hasta ese momento desconocido que está desarrollando todas sus potencialidades, un “hombre domesticado por su propia cultura”, en acertada expresión oída a Sabater Pí. El ambiente humano es fundamentalmente ambiente social. Se cumple la reflexión orteguiana de que el hombre es uno mismo y su circunstancia.

¿A que debemos este cambio? ¿Al sofisticado cerebro que poseemos? Plotkin (1997) ha apuntado que: «Ha menudo se dice que el cerebro humano es la cosa más complicada del

universo. No es así, digo yo. La cosa más complicada del universo es el colectivo de cerebros humanos y sus procesos psicológicos que construyen la cultura humana, definida aquí como creencias y conocimiento compartidos. En parte esta complejidad surge de la *transmisión de información extragenética* que yace en el corazón de la cultura» (p. 222, las cursivas mías). Con el desarrollo de la cultura humana —que es producida por el hombre pero que lo trasciende— cobran existencia nuevas formas de almacenar y transmitir la información con la que operamos en el ambiente. Cultura que, al igual que el cerebro, para funcionar consume grandes recursos energéticos. Surge lenguaje. Utilizamos el lenguaje como una herramienta comunicativa cuyo empleo facilita la cohesión social del grupo. Pero además, el lenguaje —un fenómeno de origen emocional— se aplica a nuevas funciones. Tras un largo entrenamiento en la infancia para aprenderlo y dominarlo el lenguaje nos permite asignar con gran facilidad un contenido semántico a un gran número de sonidos discriminables por el hombre. Sabemos que un niño salvaje, criado en aislamiento social desde la temprana infancia no desarrollará ese lenguaje primordial, propio del paraíso. Al contrario tendrá graves dificultades para aprenderlo y sufrirá déficits emocionales que alterarán sus relaciones sociales (aunque esto último no sería muy diferente de los resultados de los experimentos de privación social en monos).

Los sonidos del lenguaje, sencillos de recuperar y manejar por los seres humanos, cambian y enriquecen nuestro ambiente de forma sustancial. El lenguaje nos permite inventar un mundo nuevo fuera del mundo: nombramos algo y lo dotamos de existencia real o virtual. La aparición del lenguaje lleva a la escritura. A partir de ese momento se empieza a producir registros más fiables y duraderos que los de la tradición oral. La información proporcionada a través del lenguaje con la escritura se puede almacenar de modo duradero. La mayor eficacia en el procesamiento simbólico debió facilitar la tarea de emplear signos para representar sonidos. ¿Cómo empezó este proceso? Simplificando la historia podemos pensar que todo surgió a partir de la capacidad de fabricar herramientas y muescas para contar. De ahí a las pinturas rituales de caza y de los iconos jeroglíficos el pasar al alfabeto era sólo cuestión de tiempo. Los organismos han dispuesto hasta ahora de dos estructuras para almacenar información con la que operar en su ambiente: el genoma y el cerebro. La información contenida en el genoma está en la base de los comportamientos instintivos y recoge toda la información genética del individuo de una determinada especie. Bastan 30.000 genes para codificar la información necesaria para fabricar un ser humano. De modo complementario el cerebro, sirviéndose de las 100.000 neuronas por milímetro cuadrado de superficie cortical y de las conexiones que establecen por millones, almacena la información sobre experiencias conductuales que le permiten una adaptación flexible al medio físico y social. El cerebro procesa pensamientos y da cuenta de los fenómenos mentales.

Cerebro y genoma suministran información almacenada a escalas temporales distintas: rápidas en el caso del cerebro y extremadamente lentas en el caso del genoma. También son distintas las consecuencias de este modo de almacenar la información ya que la información almacenada en el cerebro se pierde con la muerte del individuo y solo permanece la transmitida a sus descendientes en los genes. Ahora con la aparición de la cultura humana el conocimiento adquirido es acumulativo, y no se pierde completamente con la muerte del individuo; tampoco se pierde la información genética, ya que pasamos el relevo a nuestros descendientes. Nuestros genes almacenan la copia de seguridad de nuestra especie. Pero el hombre maneja no sólo información extragenética, sino también información extrasomática (Sagan, 1977: 4). La sofisticada información elaborada en nuestros cerebros puede transferirse con facilidad a otros soportes que la preservan como información extrasomática. Nuevos sistemas de almacenamiento extrasomático de la información, (v. gr. la escritura), permiten crear copias de seguridad de nuestro desarrollo cultural, cada vez más complejo, contribuyendo a su expansión. Es comúnmente admitido que con la muerte de un animal las experiencias que ha vivido y tiene almacenadas en su cerebro se pierden para siempre. Pero con el desarrollo del cerebro humano la naturaleza se las ha ingeniado para traspasar esa barrera. Parte de ese conocimiento no se pierde sino que queda almacenado en múltiples soportes, y puede ser reutilizado y reelaborado por otros contemporáneos y descendientes. Es una modificación de la teoría lamarckiana hecha realidad en el ser humano, no como individuo sino como grupo social.

Ahora la información elaborada en el cerebro se transfiere a módulos físicos externos a cerebro, aunque este conocimiento se recupera a través de procesos de memoria que buscan la información y razonamiento y comprensión que permiten utilizarla. No solo puede recuperar la información el individuo que la produjo sino cualquier otro ser humano que pueda desarrollar o posea destrezas semejantes. Almacenamos información en el genoma y en el cerebro y compartimos con los animales el uso de un código genético y de un código nervioso. Pero nos diferenciamos en la capacidad única de almacenar información fuera del organismo a través del código que hemos creado. Con las palabras podemos crear un nuevo mundo dando nombre no solo a los múltiples elementos de nuestro nicho ecológico primordial sino al nuevo ambiente que contiene infinidad de objetos manufacturados y nuevos conceptos abstractos que hemos inventado a partir de la representación del lenguaje por medio del alfabeto. Una treintena de caracteres bastan para almacenar una cantidad ilimitada de información.

Bradshaw (1997: 6) ha señalado que en el estudio de la evolución se ha oscilado desde un enfoque positivo en la lucha por supervivencia del organismo individual planteado por Darwin a la visión del gen egoísta de Dawkins (1995) mucho más pesimista y que nos hace danzar ciegos con los sonidos de la música que pone el ADN. Pero el hecho es que hoy el hombre

puede intervenir directamente sobre rasgos que antes estaban completamente determinados por la selección natural. Domina la reproducción de las plantas, ha domesticado a los animales y ha tenido éxito con la crianza selectiva. Los partos con cesarea son un desafío a la inviabilidad evolutiva de algunos características del individuo. Está a nuestro alcance la propagación de la vida, al menos la más elemental, en nuevos rincones del universo. Podemos intervenir directamente sobre el proceso evolutivo modificando elementos del código genético. Está al nuestro alcance cambiar algunas características físicas relacionadas, por ejemplo, con enfermedades. Pero también estamos interesados en influir sobre las características cognitivas. Así, mediante la manipulación genética, se ha logrado mejorar ciertas capacidades de los ratones relacionadas con el aprendizaje y la memoria —que son habilidades que recogen los tests de inteligencia.

Hemos dado respuestas bastante satisfactorias a muchos de los retos que plantea la comprensión del ambiente físico. Entendemos los ciclos lunares y las estaciones, la posición del sol y la tierra, construimos edificios, modificamos nuestro entorno, viajamos al espacio, luchamos contra las enfermedades y paliamos los efectos del envejecimiento. Aunque no conocemos muy bien los efectos que la superpoblación y la amplia dispersión humana puede tener sobre el planeta en que vivimos.

¿Somos igualmente eficaces en la comprensión de nuestro ambiente social? Ese parece ser nuestro gran reto: comprender y controlar las relaciones humanas, multiplicar la capacidad para establecer alianzas y coaliciones, pactar la convivencia pacífica, reducir las tensiones y el estrés que pueden producirse en el contacto social. ¿Podemos es esta odisea humana bailar, al menos, al son alegre e inquietante del Zaratustra de Strauss? La duda de Hubel (1980) queda en el aire «¿Puede el cerebro comprenderse a sí mismo? ¿Puede el cerebro comprender la mente?» Y yendo más allá cabe preguntarse ¿El hombre, que es capaz de dominar tantas fuerzas de la naturaleza, puede dominarse a sí mismo? ¿Puede controlar los rasgos que ponen en peligro cierta nuestra propia existencia sobre la tierra? ¿Somos, en fin, este “colectivo de cerebros humanos” esa “unidad ecológica” que representa una nueva fuerza evolutiva en nuestro planeta? Haya o no respuesta, ésta se seguirá buscando a pie de obra en los variados yacimientos de la ciencia.

Bibliografía

- ANGERMEIER, W.F. (1984): *The evolution of operant learning and memory*. Karger. Basel.
- AGUIRRE, E. (2000): *Evolución humana. Debates actuales y vías abiertas*. Real Academia de Ciencias Exactas, Físicas y Naturales. Madrid
- ARSUAGA, J.L. Y MARTÍNEZ, I. (1998): *La especie elegida*. Temas de Hoy. Madrid.
- AYALA, F. (1997): *La teoría de la evolución*. Temas de Hoy. Madrid.
- BANKS, W.P. & FLORA, J. (1977): “Semantic and perceptual processes in symbolic comparisons”. *Journal of Experimental Psychology: Human Perception and Performance*, 3: 278-291.
- BONNER, J.T. (1982): *La evolución de la cultura en los animales*. Alianza Ed. Madrid.
- BRADSHAW, J.L. (1997): *Human Evolution: A Neuropsychological perspective*. Psychology Press Ltd. Hove.
- BYRNE, R. (1995): *The Thinking Ape: Evolutionary origins of intelligence*. Oxford University Press. Oxford.
- CAMPOS, J.J. (1989): “Comportamiento reflejo”. En J.L. PINILLOS Y J. MAYOR (Eds.): *Tratado de Psicología General: Aprendizaje y condicionamiento*: 27-73. Alhambra. Madrid.
- DARWIN, C. (1987[1859]): *The origin of species by means of natural selection*. Encyclopaedia Britannica, Inc. Chicago.
- (1872): *The expression of emotions in man and animal*. John Murray. London.
- (1875): *The Descent of Man and selection in relation to sex*. (2ª ed) John Murray. London.
- DAWKINS, R. (1995): “God's utility function”. *Scientific American*, November, 62-67.
- DICKINSON, A. (1980): *Contemporary animal learning theory*. Cambridge University Press. Cambridge.
- DUNBAR, R. (1996): *Grooming, gossip and the evolution of language*. Faber and Faber. London.
- GALLISTEL, C.R. (1993): *The organization of learning*. The MIT Press. Cambridge, Mass.
- GARCIA, J. & KOELLING, R.A. (1966): “Relation of cue to consequence in avoidance learning”. *Psychonomic Science*, 4: 123-124.
- GRAY, J.A. (1995): “The contents of consciousness. A neuropsychological conjecture”. *Behavioral and Brain Sciences*, 18: 659-772.
- HEYES, C.M. (1994): “Social Cognition in Primates”. In N.J. MACKINTOSH (Ed.): *Animal Learning and Cognition*: 281-305. Academic Press. New York.
- HUBEL, D.H. (1980): El cerebro. En *El cerebro, Libros de Investigación y Ciencia*: 10-21. Ed. Labor. Barcelona.
- LORENZ, K. (1971): *Evolución y modificación de la conducta*. Siglo XXI Editores. México.
- MACKINTOSH, N. (1994): “Intelligence in Evolution”. In J. KHALFA (Ed.): *What is Intelligence?* The Darwin College Lectures. Cambridge University Press.
- MACPHAIL, E.M. (1993): “Vertebrate intelligence: The null hypothesis”. En L. WEISKRANTZ (Ed.): *Animal Intelligence*: 37-51. Clarendon Press. Oxford.
- MARIJUAN, P.C. (2001) (Ed.): “Cajal and consciousness. Scientific approaches to consciousness on the Centennial of Ramón y Cajal's Textura”. *Annals of the New York Academy of Sciences*, 929: 1-258.
- MOORE, B.R. (1992): “Avian movement imitation and a new form of mimicry: Tracing the evolution of a complex form of learning”. *Behaviour*, 122: 213-263.
- OATLEY, K. & JENKINS, J.M. (1996): *Understanding emotions*. Blackwell. Cambridge, MA.
- PEARCE, J. (1997): *Animal learning and conditioning*. 2ª ed. Erlbaum. Hove.
- PLOTKIN, H. (1997): *Evolution in mind*. Allen Lane, The Penguin Press. London.
- ROMANES, G.J. (1882): *Animal Intelligence*. Paul Keegan. London.
- SAGAN, C. (1977): *The Dragons of Eden. Speculations on the Evolution of Human Intelligence*. Random House. New York.
- SHANKS, D.R. & ST JOHN, M.F. (1994) “Characteristics of dissociable human learning systems”. *Behavioral and Brain Sciences*, 17: 367-447.
- SHETTLERWORTH, S.J. (1994): “Biological approaches to the study of learning”. In MACKINTOSH, N.J. (Ed.): *Animal Learning and Cognition*: 185-219. Academic Press. New York.